

Einsatz von textilen und semipermeablen
Unterzieh- und Komforthandschuhen
in der Prävention von Berufsdermatosen

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades Doktor der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)

des Fachbereichs Humanwissenschaften der Universität Osnabrück

vorgelegt von

Theres Heichel

aus

Eisenach

Osnabrück, 2023

1. Berichterstatter:

Prof. Dr. med. Swen Malte John

Universität Osnabrück

Institut für Gesundheitsforschung und Bildung

Abteilung Dermatologie, Umweltmedizin und Gesundheitstheorie

2. Berichterstatterin:

Prof. Dr. med. Nana Schürer

Universität Osnabrück

Institut für Gesundheitsforschung und Bildung

Abteilung Dermatologie, Umweltmedizin und Gesundheitstheorie

Tag der mündlichen Prüfung:

30. Oktober 2023

Gleichzeitig erschienen in:

Open-Access-Publikationsplattform osnaDocs, <https://osnadocs.ub.uni-osnabrueck.de/>

VORBEMERKUNGEN ZUR DISSERTATION

Bei der vorliegenden Dissertationsschrift handelt es sich um eine kumulative Dissertation gemäß § 9 Absatz (3) der Promotionsordnung des Fachbereiches Humanwissenschaften der Universität Osnabrück (zuletzt geändert veröffentlicht am 29.09.2020). Die folgenden Originalarbeiten wurden bei einer Fachzeitschrift mit Peer-Review-Verfahren publiziert:

1. Heichel T, Brans R, John SM, Nienhaus A, Nordheider K, Wilke A, Sonsmann FK. *Acceptance of semipermeable glove liners compared to cotton glove liners in health care workers with work-related skin diseases: Results of a quasi-randomized trial under real workplace conditions. Contact Dermatitis. 2021; 85(5): 543-553. <https://doi.org/10.1111/cod.13929>*
2. Heichel T, Sonsmann FK, John SM, Krambeck K, Maurer J, Nienhaus A, Nordheider K, Stasielowicz L, Wilke A, Brans R. *Effects and acceptance of semipermeable gloves compared to cotton gloves in patients with hand dermatoses: Results of a controlled intervention study. Contact Dermatitis. 2022; 87(2): 176-184. <https://doi.org/10.1111/cod.14123>*
3. Heichel T, Brans R, John SM, Nienhaus A, Nordheider K, Wilke A, Sonsmann FK. *Effects of impermeable and semipermeable glove materials on resolution of inflammation and epidermal barrier impairment after experimental skin irritation. Contact Dermatitis. 2023; 89(1): 26-36. [doi:10.1111/cod.14317](https://doi.org/10.1111/cod.14317)*

Alle genannten Artikel wurde Open Access (OA) im Rahmen des Projektes DEAL unter den Bedingungen einer *Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz* bei dem Verlag John Wiley & Sons Ltd. veröffentlicht.

DANKSAGUNG

„Wer immer tut, was er schon kann, bleibt immer das, was er schon ist.“ (Henry Ford)

Diese Dissertation ist während meiner Tätigkeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin am *Institut für interdisziplinäre Dermatologische Prävention und Rehabilitation (iDerm) an der Universität Osnabrück* und der Universität Osnabrück, *Abteilung Dermatologie, Umweltmedizin und Gesundheitstheorie*, entstanden. Mein Arbeitsschwerpunkt lag im Forschungsprojekt „ProTecton I: Überprüfung der Anwenderakzeptanz und Wirksamkeit von Sympatex®-Handschuhen“, dessen Planung, Durchführung und wesentlichen Erkenntnisse die Grundlage der Dissertation bilden. Da eine wissenschaftliche Arbeit nie das Werk einer einzelnen Person ist, möchte ich mich an dieser Stelle bei allen Personen und Institutionen bedanken, die auf die ein oder andere Weise zur Entstehung und Fertigstellung dieser Arbeit beigetragen haben.

Prof. Dr. med. Swen Malte John gilt mein Dank für seine Bereitschaft, das Dissertationsvorhaben zu betreuen und das Verschaffen notwendiger Freiräume, die Dissertation im Rahmen meiner Qualifikationsstelle erfolgreich zum Abschluss zu bringen.

Prof. Dr. med. Nana Schürer danke ich für die freundliche Übernahme der Zweitbegutachtung sowie die konstruktiven Anmerkungen.

Der *Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW)* spreche ich meinen besonderen Dank für die finanzielle und ideelle Förderung der Dissertationsstudien sowie die stets konstruktive Zusammenarbeit aus.

Ganz herzlich danken möchte ich allen *Co-Autorinnen* und *Co-Autoren* der verfassten Publikationen und hierbei in besonderer Weise *apl. Prof. Dr. med. Richard Brans, PD. Dr. rer. medic. Annika Wilke* und *Dr. rer. nat. Flora Sonsmann*. Weiterführend gilt mein Dank allen Personen, die bereitwillig an den Dissertationsstudien teilgenommen haben.

Mit Blick auf die Fertigstellung dieser Arbeit möchte ich ganz besonders *Dr. rer. medic. Marc Rocholl* und *Dr. rer. medic. Michaela Ludewig* für ihre Gesprächsbereitschaft, zahlreichen konstruktiven Hinweise, wertschätzendes Feedback und moralischen Beistand danken. Auch gilt mein Dank *PD. Dr. rer. medic. Annika Wilke* für die strategischen Hinweise und differenzierten Anmerkungen im Erstellungsprozess. Weiterhin danke ich *Dr. rer. cur. Antje Braumann, Dipl.-Ing. Dominik Guhr, ForstAss. Daniel Heichel* und *Susann Heichel, Systemische Beraterin*, für die Durchsicht der Arbeit.

Bedanken möchte ich mich weiterhin bei dem *gesamten Team am iDerm* in Osnabrück und Hamburg. Euer Mitwirken auf organisatorischer, logistischer und technischer Ebene bei der Planung und Umsetzung der Dissertationsstudien hat zum Gelingen des großen Ganzen beigetragen.

Mein ganz besonderer Dank gebührt *Dr. rer. nat. Meike Strunk*, die das Forschungsprojekt mit großer fachlicher Unterstützung begleitet hat und aufgrund ihres unerwarteten Todes im Februar 2020 den Abschluss der Dissertation nicht mehr erleben konnte. Mit ihr habe ich eine außergewöhnliche Kollegin verloren, die mich als Mentorin bereits während meines Studiums in meiner wissenschaftlichen Entwicklung vorbehaltlos unterstützt, gleichermaßen gefördert und auch gefordert hat.

Mein größter Dank gilt meiner Familie: Danke, *liebe Eltern*, dass ihr mich zu jedem Zeitpunkt meiner beruflichen Ausbildung in vielfältiger Weise unterstützt und mir damit die Möglichkeit gegeben habt, (m)einen akademischen Weg einzuschlagen. Danke, *liebe kleine Schwester*, für deine fortwährende und unermüdliche Unterstützung und Geduld auf diesem Weg.

Osnabrück, 16. November 2023
Theres Heichel

INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG.....	8
ABSTRACT	10
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	12
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	15
TABELLENVERZEICHNIS	17
TEIL I EINLEITUNG.....	19
I.1 FORSCHUNGSINTERESSE.....	19
I.2 FORSCHUNGSPROJEKT: VERORTUNG UND ENTWICKLUNG	23
I.3 FORSCHUNGSFRAGE UND GLIEDERUNG	25
TEIL II THEORETISCHER BEZUGSRAHMEN	26
II.1 BERUFSDERMATOSEN.....	26
II.1.1 EINFÜHRUNG.....	26
II.1.2 IRRITATIVES KONTAKTEKZEM.....	29
II.1.3 ALLERGISCHES KONTAKTEKZEM.....	31
II.1.4 ATOPISCHES HANDEKZEM / ATOPISCHE DERMATITIS.....	33
II.2 PRÄVENTION.....	36
II.2.1 EINFÜHRUNG.....	36
II.2.2 PRIMÄRE PRÄVENTION	37
II.2.3 SEKUNDÄRE PRÄVENTION.....	41
II.2.4 TERTIÄRE PRÄVENTION	43
II.3 SCHUTZHANDSCHUHE	45
II.3.1 EINFÜHRUNG.....	45
II.3.2 RISIKEN UND ANWENDUNGSFEHLER	48
II.3.2.1 PERMEATION, PENETRATION UND DEGRADATION.....	48
II.3.2.2 ALLERGENE	50
II.3.2.3 OKKLUSIONSEFFEKT.....	51
II.3.2.4 FRIKTION.....	55
II.3.3 PROBLEMVERMEIDUNG	56
II.4 TEXTILE WERKSTOFFE, TEXTILPRODUKTE UND GESUNDHEIT	58
II.4.1 EINFÜHRUNG.....	58
II.4.2 TEXTILFASERN.....	63
II.4.2.1 PFLANZLICHE NATURFASERN - BAUMWOLLE	64
II.4.2.2 TIERISCHE NATURFASERN.....	68
II.4.2.3 CHEMIEFASERN AUS NATÜRLICHEN POLYMEREN.....	70
II.4.2.4 CHEMIEFASERN AUS SYNTHETISCHEN POLYMEREN	73
II.4.2.5 ÖKOLOGISCHE ASPEKTE DER TEXTILFASERN	76
II.4.3 BEKLEIDUNGSPHYSIOLOGISCHE ASPEKTE	78
II.4.3.1 FEUCHTIGKEITSMANGEMENT	78
II.4.3.2 TRAGEKOMFORT.....	84
II.4.3.3 TEXTILES MIKROBIOM.....	88
II.4.4 (BIO)FUNKTIONELLE TEXTILIEN	90
II.4.4.1 EINFÜHRUNG	90
II.4.4.2 ANTIMIKROBIELLE AUSSTATTUNGEN	91
II.4.4.3 FUNKTIONSFASERN / -TECHNOLOGIEN	93
II.4.4.4 COSMETO-TEXTILIEN	107
II.4.4.5 BEWERTUNG (BIO-)FUNKTIONELLER AUSSTATTUNGEN.....	110
II.4.5 TEXTILUNVERTRÄGLICHKEITEN	114
II.4.5.1 GESETZLICHE REGULARIEN	114
II.4.5.2 IRRITATIVE TEXTILDERMATITIS	115
II.4.5.3 ALLERGISCHE TEXTILDERMATITIS.....	120
II.4.6 TEXTILAUSWAHL UND -UMGANG UNTER HUMANÖKOLOGISCHEN KRITERIEN.....	125
II.4.6.1 MATERIAL	125

II.4.6.2	BESCHAFFENHEIT	128
II.4.6.3	SENSIBILISIERUNGEN	128
II.4.6.4	TRAGEKOMFORT	129
II.4.6.5	TEXTILKENNZEICHNUNGEN	130
II.4.6.6	WIEDERAUFBEREITUNG	132
II.5	TEXTILE (UNTERZIEH-)HANDSCHUHE	135
II.5.1	EINFÜHRUNG	136
II.5.1.1	DEFINITION UND KLASSIFIZIERUNG	136
II.5.1.2	ENTWICKLUNGS- UND UNTERSUCHUNGSANFÄNGE	137
II.5.1.3	AKTUELLER EMPFEHLUNGSSTAND	140
II.5.1.4	EINSATZMÖGLICHKEITEN	143
II.5.1.5	BEREITSTELLUNG UND NUTZUNGSHÄUFIGKEIT	144
II.5.2	FUNKTIONEN	148
II.5.2.1	OKKLUSION	148
II.5.2.2	HAUTIRRITATIONEN	151
II.5.2.3	ALLERGENE IN SCHUTZHANDSCHUHEN	152
II.5.2.4	GEFAHRSTOFFE	153
II.5.2.5	MECHANISCHE UND THERMISCHE BELASTUNGEN	154
II.5.2.6	INFEKTIONEN UND KONTAMINATIONEN	155
II.5.2.7	ABGRENZUNGEN: GLOVE LINER IN MEDIZIN UND SPORT	156
II.5.2.8	ALTERNATIVE TECHNOLOGIEN UND KONSTRUKTIONEN	157
II.5.3	BESCHAFFENHEIT	162
II.5.3.1	MATERIAL	162
II.5.3.2	STRUKTUR UND GEWICHT	164
II.5.3.3	GRÖSSE UND PASSFORM	166
II.5.3.4	FORM UND FINGERLÄNGE	168
II.5.3.5	STULPENART UND -LÄNGE	171
II.5.3.6	NÄHTE	173
II.5.3.7	MATERIALSTÄRKE / FEINHEIT	174
II.5.3.8	EIN- UND MEHRWEGMODELLE	176
II.5.3.9	FARBE, GERUCH, PH-WERT UND STERILITÄT	177
II.5.4	TRAGEVERHALTEN	181
II.5.4.1	AN- UND AUSZIEHVERHALTEN	181
II.5.4.2	HAUTVERTRÄGLICHKEIT	183
II.5.4.3	FEUCHTETRANSPORTVERMÖGEN / SCHWITZEMPFINDEN	184
II.5.4.4	TRAGEKOMFORT	188
II.5.4.5	TAKTILITÄT / TASTEMPFINDEN	189
II.5.4.6	MOTORISCHE ASPEKTE: BEWEGLICHKEIT, GREIFVERMÖGEN, FINGERFERTIGKEIT	192
II.5.5	GEBRAUCHSVERHALTEN	195
II.5.5.1	ZEITPUNKT UND UMSTÄNDE DES EINSATZES	195
II.5.5.2	ANZAHL UND PERSONENBEZOGENE NUTZUNG	196
II.5.5.3	TRAGEDAUER, EIN- UND MEHRFACHVERWENDUNG UND TROCKNUNG	197
II.5.5.4	VERWURF UND ENTSORGUNG	200
II.5.5.5	WIEDERAUFBEREITUNG	204
II.5.5.6	AUFBEWAHRUNG, LAGERUNG UND ABWURF	210
II.6	TEXTILE KOMFORTHANDSCHUHE	213
II.6.1	EINFÜHRUNG	213
II.6.2	FUNKTIONEN	215
II.6.2.1	ABDECKUNG, KONTAKT-, BARRIERE- UND WÄRMESCHUTZ	215
II.6.2.2	EXTERNATHERAPIE	218
II.6.3	BESCHAFFENHEIT; TRAGE- UND GEBRAUCHSVERHALTEN	223
II.6.4	STUDIENERGEBNISSE	225
II.7	SEMIPERMEABLE HANDSCHUHE	230
II.7.1	EINFÜHRUNG	230
II.7.1.1	MEMBRANEN UND LAMINATE	230
II.7.1.2	MEMBRANEN IM BEREICH DER MEDIZIN: WUNDAUFLAGEN UND HAUTINTERAKTIONEN	232

II.7.1.3	MEMBRANEN IM BEREICH DER PSA: EINSATZ, KLASSIFIZIERUNG UND EMPFEHLUNGSSTAND.....	234
II.7.2	MATERIALIEN.....	235
II.7.2.1	SYMPATEX®	236
II.7.2.2	GORE-TEX®	242
II.7.2.3	URETEX / MICROAIR® BARRIER	247
II.7.3	EIGENSCHAFTEN	250
II.7.4	EINSATZ ALS UNTERZIEHHANDSCHUHE	252
II.7.4.1	FUNKTIONALITÄTSBEZOGENE STUDIENERGEBNISSE	253
II.7.4.2	ANWENDUNGSBEZOGENE STUDIENERGEBNISSE.....	255
II.7.5	EINSATZ ALS KOMFORTHANDSCHUHE	257
TEIL III	ZUSAMMENFASSUNG DER UNTERSUCHUNGEN	260
III.1	UNTERSUCHUNG I: BERUFLICHER ANWENDERVERSUCH	260
III.1.1	ABSTRACT UND LITERATURANGABE	260
III.1.2	DARSTELLUNG DES EIGENANTEILS	261
III.2	UNTERSUCHUNG II: STATIONÄRER NACHTTRAGEVERSUCH	263
III.2.1	ABSTRACT UND LITERATURANGABE	263
III.2.2	DARSTELLUNG DES EIGENANTEILS	263
III.3	UNTERSUCHUNG III: HAUTPHYSIOLOGIE.....	266
III.3.1	ABSTRACT UND LITERATURANGABE	266
III.3.1	DARSTELLUNG DES EIGENANTEILS	266
TEIL IV	GESAMTDISKUSSION DER UNTERSUCHUNGEN	269
IV.1	BEGRÜNDUNG UND VERORTUNG DER METHODIK	269
IV.1.1	UNTERSUCHUNG I	269
IV.1.2	UNTERSUCHUNG II	276
IV.1.3	UNTERSUCHUNG III	278
IV.1.4	LIMITATIONEN UND EINSCHRÄNKUNGEN	280
IV.2	EINSATZ VON UNTERZIEHHANDSCHUHEN	282
IV.2.1	NORMATIVE ASPEKTE.....	282
IV.2.2	TECHNISCHE ASPEKTE	283
IV.2.2.1	FUNKTIONEN UND EINSATZMÖGLICHKEITEN	284
IV.2.2.2	BESCHAFFENHEIT.....	287
IV.2.2.3	TRAGEVERHALTEN.....	291
IV.2.2.4	GEBRAUCHSVERHALTEN.....	295
IV.2.3	ÖKOLOGISCHE UND ÖKONOMISCHE ASPEKTE	302
IV.2.4	HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN UND IMPLIKATIONEN FÜR DIE PRAXIS	306
IV.3	EINSATZ VON KOMFORTHANDSCHUHEN	313
IV.3.1	NORMATIVE ASPEKTE.....	313
IV.3.2	TECHNISCHE ASPEKTE	314
IV.3.2.1	FUNKTIONEN UND EINSATZMÖGLICHKEITEN	314
IV.3.2.2	BESCHAFFENHEIT.....	317
IV.3.2.3	TRAGEVERHALTEN.....	320
IV.3.2.4	GEBRAUCHSVERHALTEN.....	322
IV.3.3	HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN UND IMPLIKATIONEN FÜR DIE PRAXIS	324
IV.4	ZUKÜNFTIGER FORSCHUNGSBEDARF	326
TEIL V	GESAMTFAZIT UND AUSBLICK.....	331
TEIL VI	LITERATURVERZEICHNIS.....	337
TEIL VII	EIDESSTAATLICHE ERKLÄRUNG	410
TEIL VIII	ANHANG	412

ZUSAMMENFASSUNG

Einsatz von textilen und semipermeablen Unterzieh- und Komforthandschuhen in der Prävention von Berufsdermatosen

Hauterkrankungen der Hände zählen seit vielen Jahren zu den dominierenden Berufsdermatosen. Präventiven Schutz- und Pflegemaßnahmen kommt damit eine hohe Relevanz zu. Feuchtigkeitsabsorbierende textile *Unterziehhandschuhe* werden verwendet, um die durch prolongierte Tragezeiten impermeabler Schutzhandschuhe auftretenden Okklusionseffekte zu reduzieren. Sie können weiterhin singular als sog. *Komforthandschuhe* zum Kontakt- und Kratzschutz sowie zur Unterstützung der Externatherapie eingesetzt werden. Während es sich bei Unterziehhandschuhen um eine in verschiedenen medizinischen Leitlinien empfohlene persönliche Hautschutzmaßnahme und ein in der Praxis etabliertes Instrument handelt, stellen Komforthandschuhe eine vereinzelt vorzufindende kosmetische oder therapeutische Anwendungsempfehlung dar. Semipermeable Membranen weisen okklusionsvermindernde und barriereregenerative Effekte auf und können in Form von (Unterzieh-)Handschuhen analog zu textilen Modellen Anwendung finden. Bislang liegen nur wenige wissenschaftliche Erkenntnisse zum Einsatz von Unterzieh- und Komforthandschuhen in der Prävention von Berufsdermatosen vor. Entsprechend existieren derzeit auch noch keine einheitlichen inter-/nationalen Standards für einen reglementierten Einsatz.

Das Ziel der vorliegenden Dissertation ist es, einen Beitrag zur Schließung bestehender Forschungslücken im Kontext der Evaluation o. g. Maßnahmen zu leisten. Hierfür wurden drei Studien (I-III) zur vergleichenden Bewertung der Anwenderakzeptanz (I/II), Hautverträglichkeit (I/II) und Effektivität (III) textiler (Baumwolle) und semipermeabler (Sympatex®) Handschuhmaterialien durchgeführt. Weiterführend erfolgte eine sensitive Literaturrecherche zum aktuellen Forschungsstand relevanter Aspekte der Textilherstellung und -verwendung aus bekleidungsphysiologischer, hygienischer, (human-)ökologischer und ökonomischer Perspektive.

In der *quasi-randomisierten Anwenderstudie im beruflichen Setting* (I) zeigten beide Materialien (Baumwolle und Sympatex®) als *Unterziehhandschuhe* eine gute Hautverträglichkeit und tätigkeitsbezogene Anwendbarkeit bei Beschäftigten des Gesundheitswesens (n=120, 10±2 Wochen, Sekundäre Individualprävention). Der allgemeine und thermophysilogische Tragekomfort (z. B. Schwitzempfinden) verbesserten sich ggü. dem singulären Einsatz impermeabler Schutzhandschuhe. Sympatex® wurde im Vergleich zu Baumwolle hinsichtlich der Mobilität und Taktilität, Baumwolle ggü. Sympatex® in den Kategorien Passform, Materialkontakt, An- und Ausziehverhalten signifikant besser bewertet.

In der *kontrollierten Interventionsstudie im stationären Setting* (II) zeigten beide Materialien (Baumwolle und Sympatex®) als *Komforthandschuhe* eine gute Hautverträglichkeit und äquivalente Wirkung auf den Hautzustand unter Versicherten einer Rehabilitationsmaßnahme (n=199, 19 Nächte, Tertiäre Individualprävention). Sympatex® wurde hinsichtlich der klimatischen Verhältnisse und Taktilität,

Baumwolle u. a. in den Kategorien Tragekomfort, Praktikabilität, An- und Ausziehverhalten signifikant besser bewertet.

In der *hautphysiologischen Studie* (III) zeigten repetitive Abdeckungen mit textilen (Baumwolle/Vinyl) und semipermeablen (Sympatex®/Vinyl) Materialkombinationen signifikante Vorteile ggü. einer singulären okklusiven Abdeckung (Vinyl) auf die experimentell irritierte Haut (n=24, 6-8 Stunden / 6 Tage). Zwischen den Materialkombinationen traten keine signifikanten Unterschiede auf. Sympatex® zeigte sich im Vergleich zu einer Nichtabdeckung tendenziell überlegen.

Basierend auf den vorliegenden Evaluationsergebnissen ist sowohl der Einsatz von textilen als auch semipermeablen Handschuhen in der Prävention von Berufsdermatosen empfehlenswert. Durch Unterziehhandschuhe lassen sich Trageakzeptanz, -komfort und ggf. -frequenz von (impermeablen) Schutzhandschuhen verbessern (Ziel: Aufrechterhaltung und/oder Wiederherstellung der Hautgesundheit). Insgesamt lässt sich auf *allen Präventionsebenen*, insbes. auch im *primärpräventiven Bereich*, ein flächendeckender(er) und berufsgruppenübergreifender(er) Einsatz befürworten. In den Bereichen der *Sekundär- und Tertiärprävention* sind durch Unterzieh- und Komforthandschuhe die epidermale Barriereregeneration fördernde Effekte erwartbar. Basierend auf den derzeitigen Erkenntnissen zeichnen sich mit der Verwendung von Sympatex® einhergehende (human-)ökologische, ökonomische und infektionsprophylaktische Vorteile ab. Unter Berücksichtigung einzelfallbezogener Bedürfnisse (z. B. Hautzustand) sowie anwendungs- und umgebungsspezifischer Anforderungen (z. B. Tätigkeit) können Handschuhe aus Sympatex® zukünftig eine gute Alternative zu den bisher eingesetzten Textilhandschuhen darstellen. Die vorliegende Dissertation leistet einen entscheidenden Beitrag zur ergebnis- und empiriebasierten Formulierung und Konkretisierung von Handlungsempfehlungen zum Einsatz von Unterzieh- und Komforthandschuhen in der Prävention von Berufsdermatosen.

ABSTRACT

Use of textile and semipermeable glove liners and comfort gloves in the prevention of occupational skin diseases

Skin lesions of the hands have been one of the dominant occupational dermatoses for many years. Therefore, preventive skin protection measures are highly relevant. Textile *glove liners* are used to trap moisture and to reduce occlusion effects caused by prolonged wearing of impermeable protective gloves. They also, in stand-alone application, can be used as so-called *comfort gloves* to provide some form of cover to the skin, increase the efficacy of external therapy and protect patients from scratching. While glove liners are a personal skin protection measure recommended in various medical guidelines and a well-established instrument in practice, comfort gloves are occasionally recommended for cosmetic or therapeutic use. Semipermeable membranes have occlusion-reducing and barrier-regenerative effects and can be used in form of gloves analogous to textile models. However, up to now, there is little scientific knowledge about the use of glove liners and comfort gloves in the prevention of occupational skin diseases. Accordingly, there are currently no uniform inter-/national standards for regulated use.

The aim of this thesis is a contribution to close existing research gaps in the context of the evaluation of the above-mentioned measures. For this purpose, three comparative studies (I-III) were conducted in order to evaluate user acceptance (I/II), skin compatibility (I/II) and effectiveness (III) of textile (cotton) and semipermeable (Sympatex®) glove materials. Furthermore, a sensitive literature research was conducted on the current state of relevant aspects of textile production and textile use from a clothing-physiological, hygienic, (human-) ecological and economic perspective.

In the *quasi-randomised user survey in the occupational setting* (I), both materials (cotton and Sympatex®) showed good skin tolerance and suitability for various occupation-specific activities as *glove liners* among health care workers (n=120, 10±2 weeks, secondary individual prevention). The general and thermophysiological wearing comfort (e.g. sweating sensation) improved compared to the single use of impermeable protective gloves. Sympatex® performed significantly better than cotton in terms of mobility and tactility, while cotton was rated significantly better than Sympatex® in the categories fit, material contact, donning and doffing behaviour.

In the *controlled intervention study in an inpatient setting* (II), both materials (cotton and Sympatex®) as *comfort gloves* showed good skin tolerance and equivalent effects on the skin condition among insured persons of a rehabilitation measure for hand eczema (n=199, 19 nights, tertiary individual prevention). Sympatex® performed significantly better in terms of climatic conditions and tactility, while cotton was rated significantly better in the categories wearing comfort, practicality, donning and doffing behaviour.

In the *skin bioengineering study* (III), repetitive covers with textile (cotton/vinyl) and semipermeable (Sympatex®/vinyl) material combinations showed significant advantages compared to a single

occlusive cover (vinyl) on experimentally irritated skin (n=24, 6-8 hours / 6 days). There were no significant differences between the material combinations. Sympatex® tended to be superior in comparison to uncovered skin.

Based on the current empirical findings, the use of textile and semipermeable gloves in the prevention of occupational skin disease is recommended. Glove liners can improve the acceptance, comfort and frequency of wearing (impermeable) protective gloves (goal: maintenance and/or restoration of skin health). Overall, a more extensive and interprofessional use can be supported at *all prevention levels*, especially in *primary prevention*. In *secondary and tertiary prevention*, glove liners and comfort gloves are expected to enhance epidermal barrier regeneration. Based on current empirical findings, the use of Sympatex® has benefits in terms of (human-)ecological, economic and infection prophylaxis. Considering individual needs (e.g. skin condition) as well as application- and environment-specific requirements (e.g. work activity), gloves made of Sympatex® might in the future be a suitable alternative to textile gloves, which are mainly used so far. The present thesis makes a decisive contribution to the result- and evidence-based phrasing and specification of recommendations for the use of glove liner and comfort gloves in the prevention of occupational skin disease.

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

a*(-Wert)	Hautrötung	BGRCI	Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie
Abs.	Absatz		
Abschn.	Abschnitt	BGW	Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege
AD	Atopische Dermatitis		
AE	Atopisches Ekzem	BioStoffV	Biostoffverordnung
Anh.	Anhang	BKV	Berufskrankheiten-Verordnung
AORN	Association of periOperative Registered Nurses	BMAS	Bundesministeriums für Arbeit und Soziales
AQL	Acceptance Quality Level	BMG	Bundesministerium für Gesundheit
ArbMedVV	Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge	BMK	Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität
ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz		
Art.	Artikel	Bsp.	Beispiel
ASCC	Australian Safety and Compensation Council	bspw.	beispielsweise
AUS ¹	Australien	bzgl.	bezüglich
AUT	Österreich	CAN	Kanada
AUVA	Allgemeine Unfallversicherungsanstalt	CHE	Schweiz
AVV	Abfallverzeichnis-Verordnung	CHN	China
AWMF	Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften	CPC	Cetylpyridiniumchlorid
BAD	British Association of Dermatologists	DAAB	Deutscher Allergie- und Asthmabund
BAuA	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin	DEU / Dtl.	Deutschland
BBK	Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe	DGKH	Deutschen Gesellschaft für Krankenhaushygiene e. V.
BEL	Belgien	DGUV	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V.
BfArM	Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte	DIN	Institut für Normung e. V.
BFGA	Forschungsinstitut für Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung Institut der Ruhr-Universität Bochum	DKG	Deutsche Kontaktallergie-Gruppe
BG BAU	Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft	DLQI	Dermatology Life Quality Index
BG ETEM	Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse	DNK	Dänemark
BGHM	Berufsgenossenschaft Holz und Metall	DPG	1,3-Diphenylguanidin
BGHW	Berufsgenossenschaft Handel und Warenlogistik	Dtex	Dezitex (Feinheitsbezeichnung)
BGN	Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gastgewerbe	DWDS	Digitales Wörterbuch der deutschen Sprache
		E. coli	Escherichia coli
		EASI	Eczema Area and Severity Index
		EEA	European Environment Agency
		et al.	et alii
		etc.	et cetera
		ETSA	European Textile Services Association (ETSA)
		EU	Europäische Union
		Fa.	Firma
		FDA	Food and Drug Administration
		FIN	Finnland

¹ Die Länderabkürzungen, teilweise verwendet in den Tabellen und Fussnoten, erfolgen nach der ISO 3166 ALPHA-3.

FKT	Forschungskuratorium Textil e. V.	MD	Median
FRA	Frankreich	MDD	Medizinprodukttrichtlinie
g	Gramm	MDR	Europäische Verordnung für Medizinprodukte bzw. Medical Device Regulation
GBR	Vereinigtes Königreich (Großbritannien und Nordirland)		
GefStoffV	Gefahrstoffverordnung	mg	Milligramm
ggü.	gegenüber	Min.	Minute/n
GKV	Gesetzliche Krankenversicherung	mind.	mindestens
grds.	grundsätzlich/e	mL	Milliliter
GUV	Gesetzliche Unfallversicherung	mm	Millimeter
h	Stunde/n	MP	Medizinprodukt/e
HCWH	Health Care Without Harm	MVTR	Moisture Vapor Transmission Rate (Wasserdampfdurchlässigkeit)
HE	Handekzem	MW	Mittelwert
HECSI	Hand Eczema Severity Index	MYS	Malaysia
i. d. R.	in der Regel	n. a.	nicht angegeben / nicht anwendbar
iDerm	Institut für Dermatologische Prävention und Rehabilitation (an der Universität Osnabrück)	NFPA	National Fire Protection Association
IKW	Industrieverband Körperpflege- und Waschmittel e. V.	NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health
inkl.	inklusive	NLD	Niederlande
insbes.	insbesondere	NLS	Natriumlaurylsulfat
IPA	Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung Institut der Ruhr-Universität Bochum	o. ä.	oder ähnliche/s
		o. g.	oben genannte/r
		o.J.	ohne Jahr
IPPD	N-Isopropyl-N-phenyl-p-phenylendiamin	OHS	Occupational Health & Safety (Magazin)
IRSST	Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail	OHSI	Osnabrück Handekzem-Schwere-Index, Osnabrück Hand Eczema Severity Index
ISO	International Organization for Standardization	OR	Odds Ratio
ITA	Italien	P. aeruginosa	Pseudomonas aeruginosa
IVC	Industrievereinigung Chemiefaser e. V.	PAAB	p-Aminozobenzol
IVDK	Informationsverbund dermatologischer Kliniken	PAK	Pakistan
IVN	Internationaler Verband der Naturtextilwirtschaft e. V.	PCE	Perchloroethylen
Kap.	Kapitel	PE	Polyethylen
Kat.	Kategorie	PET	Polyethylenterephthalat
kg	Kilogramm	PFC	Per- und polyfluorierte Chemikalien
KRINKO	Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention	PHL	Philippinen
LAGA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall	PHO	Public Health Ontario
LKA	Sri Lanka	PPD	p-Phenylendiamin
m	Meter	ppm	Parts per million / ein Millionstel (Faktor 10 ⁻⁶)
max.	maximal/e	ProdSG	Produktsicherheitsgesetz
MCI/MI	(Chlor)-Methylisothiazolinon	PSA	Persönliche Schutzausrüstung
		PSA-BV	PSA-Benutzungsverordnung
		PTFE	Polytetrafluorethylen
		PVC	Polyvinylchlorid / Vinyl
		r.F.	Relative Luftfeuchte

R _{et} (-Wert)	Wasserdampfdurchgangswiderstand	u. a.	unter anderen/unter anderem
RHF	Relative Hornschichtfeuchte	u. g.	unten genannte/r
RKI	Robert Koch-Institut	UBA	Umweltbundesamt
S. aureus	Staphylococcus aureus	UK NRW	Unfallkasse Nordrhein-Westfalen
S. epidermidis	Staphylococcus epidermidis	USA	Vereinigte Staaten
s.	siehe	usw.	und so weiter
schu.ber.z	Schulungs- und Beratungszentren (der BGW)	UVT	Unfallversicherungsträger
SCORAD	Scoring atopic dermatitis	v. a.	vor allem
SGB	Sozialgesetzbuch	VAH	Verbund für Angewandte Hygiene
SGP	Singapur	VBG	Verwaltungs-Berufsgenossenschaft
Sifa	Fachkraft für Arbeitssicherheit	vgl.	vergleiche
SIP	Sekundäre Individualprävention	VS	Visual Scoring / Visueller Score
sog.	sogenannte/n	vs.	versus
Std.	Stunde/n	W/O-Emulsion	Wasser-in-Öl-Emulsion
SVLFG	Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau	z. B.	zum Beispiel
TEWL	Transepidermaler Wasserverlust	z. T.	zum Teil
TIP	Tertiäre Individualprävention	zit.	Zitiert
TR	Technische Regeln	zw.	zwischen
TRGS	Technische Regeln für Gefahrstoffe	zzgl.	zuzüglich
TSQM-9	Treatment Satisfaction Questionnaire for Medication 9	μ	Mikron
TWN	Taiwan	μL	Mikroliter
u. ä.	und ähnliche/s	μm	Mikrometer

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Überblick der Teiluntersuchungen der Studie „ProTaction I: Überprüfung der Anwenderakzeptanz und Wirksamkeit von Sympatex®-Handschuhen“ einschließlich der leitenden Forschungsfragestellungen [Eigene Darstellung]	24
Abbildung 2: (Struktur-)Modell und Begriffe der Prävention [Eigene Darstellung, nach Brandenburg & Woltjen, 2018; Franzkowiak, 2018]	37
Abbildung 3: Präventionsmaßnahmen bei berufsbedingten Hauterkrankungen [Eigene Darstellung, nach Brandenburg & Woltjen, 2018; Peter Elsner & Schliemann, 2023; Symanzik et al., 2020]	40
Abbildung 4: Schematische Darstellung des Okklusionseffekts unter impermeablen Schutzhandschuhen [Eigene Darstellung]	52
Abbildung 5: Übersicht der Einteilung textiler Faserstoffe, Bezeichnung und Faser/Gattung (ohne Fasern aus Mineralien und anorganischen Stoffen) [Eigene Darstellung, Modifikation nach Kalweit et al., 2012b]	60
Abbildung 6: Einteilung textiler Flächengebilde [Gries et al., 2019, S. 16, Gebrauch mit Einverständnis]	61
Abbildung 7: Textile Wertschöpfungskette [Eigene Darstellung, Stamm, Altenburg, Müngersdorff, Stoffel & Vrolijk, 2019]	62
Abbildung 8: Feuchtigkeitsregulation in hydrophilen (linke Seite) und hydrophoben (rechte Seite) Fasern/Textilen [Eigene Darstellung, Modifikation nach A. Das & Alagirusamy, 2010, S. 141]	78
Abbildung 9: Handschuh-/Modelle der Fa. Binamed® Moll GmbH (DEU): a) Binamed® Fingerhandschuhe, nahtlos, Strickbund; b) Binamed® Ellenbogenstulpen [Eigene Aufnahmen]	96
Abbildung 10: a) Mechanismus der Handschuhe mit Silber der Fa. BestSilver GmbH & Co. KG (DEU); Exemplarische Auswahl verschiedener Strickhandschuhe der Fa. BestSilver GmbH & Co. KG (DEU): b) Silberhandschuhe; c) Fingerkuppenlose Silberhandschuhe; d) Silberhandschuhe extra lang; e) Raynaud Handschuhe nahtlos Viskose/Silber [© BestSilver GmbH, Gebrauch mit Einverständnis]	97
Abbildung 11: Handschuhe der Fa. Al.Pre.Tec (ITA): a) DermaSilk Handschuhe [Eigene Aufnahme]; b) DermaSilk Handschuhe; c) DermaSilk Handschuhe Open Finger [© Microair Barrier socks and gloves/Al.Pre.Tec, Gebrauch mit Einverständnis]	99
Abbildung 12: Handschuh-/Modelle der Fa. Tepso (DEU): a) Neurodermitis Handschuhe Premium; b) Tepso Ellbogenschützer Neurodermitis [Eigene Aufnahmen]	100
Abbildung 13: Handschuh-/Modelle der Fa. benevit van Clewe GmbH & Co. KG (DEU): a) Handschuhe Basel mit smartcel™ sensitive Faser [Eigene Aufnahme]; b) Gelenkstulpen Basel smartcel™ sensitive Faser [© benevit van Clewe GmbH & Co. KG, Gebrauch mit Einverständnis]	103
Abbildung 14: Handschuh Metz Seastar (Fa. Hase Safety Gloves GmbH, DEU) [© Hase Safety Gloves GmbH, Gebrauch mit Einverständnis]	104
Abbildung 15: Exemplarische Auswahl verschiedener Textilhandschuhe der Fa. Skafit (NLD): a) Skafit Baumwoll-Silberhandschuhe fingerlos; b) Skafit Silberhandschuhe schwarz [© Skafit, Gebrauch mit Einverständnis]	106
Abbildung 16: a) Shieldex® Hygiene-Handschuhe (Fa. Statex Produktions- und Vertriebs GmbH, DEU) [© shieldex.de/Statex Produktions- und Vertriebs GmbH, Gebrauch mit Einverständnis]; b) Fingerkuppenloser Textilhandschuh mit Silberfasern (Shieldex™) (Fa. Dastex Reinraumzubehör GmbH & Co. KG, DEU) [© Dastex Reinraumzubehör, Gebrauch mit Einverständnis]	106
Abbildung 17: Mechanismus der Entstehung von Kribbeln und Pruritus in Folge von Textilkontakt [Eigene Darstellung, Modifikation nach Zhong, 2013, S. 82]	116
Abbildung 18: Übersicht der Funktionen / Anwendungsbereiche textiler Unterziehhandschuhe [Eigene Darstellung]	148
Abbildung 19: Vereinfachte Darstellung des Einflusses von textilen Unterziehhandschuhen auf den Okklusionseffekt unter impermeablen Schutzhandschuhen [Eigene Darstellung]	149
Abbildung 20: Schematische Darstellung des Einflusses von textilen Unterziehhandschuhen auf den Okklusionseffekt bei kurz- und langfristigen Tragezeiten impermeabler Schutzhandschuhe [Eigene Darstellung]	150
Abbildung 21: Aspekte der Beschaffenheit textiler (Unterzieh-)Handschuhe [Eigene Darstellung]	162
Abbildung 22: Exemplarische Auswahl verschiedener Textilhandschuhe der Fa. Bruno Barthel GmbH & Co.KG (DEU): a) Fünffingerhandschuh, sehr leichte Qualität; b) Fünffingerhandschuh, stärkere Qualität; c) Fünffingerhandschuh, schwere Qualität [© maximo Strickmoden Bruno Barthel GmbH & Co. KG, Gebrauch mit Einverständnis]	165

Abbildung 23: Fingerkuppenloser Bauwollhandschuh [© maximo Strickmoden Bruno Barthel GmbH & Co. KG, Gebrauch mit Einverständnis].....	169
Abbildung 24: Exemplarische Auswahl verschiedener fingerkuppenloser Handschuhe aus Nylon: a) BioClean™ Halfingers (Fa. Nitritex Ltd, GBR); b) Nylon-Strickhandschuhe mit offenen Fingerspitzen (Fa. Sänger GmbH, DEU) [Eigene Aufnahmen]	170
Abbildung 25: Exemplarische Auswahl verschiedener fingerloser Textilhandschuhe: a) Unterzieh-Handschoner, fingerlos (Fa. Pro Fit - Fitzner Arbeitsschutz, DEU); b) Glove Mate, fingerlos (nicht mehr erhältlich, Fa. RS Components GmbH, DEU) [Eigene Aufnahmen].....	170
Abbildung 26: Exemplarische Auswahl verschiedener Textilhandschuhe der Fa. Bruno Barthel GmbH & Co.KG (DEU): a) Fünffingerhandschuh, reguläre Länge, Strickbund; b) Fünffingerhandschuh, langer Rand, Strickbund; c) Fünffingerhandschuh, ohne Bündchen; d) Fünffingerhandschuh, Kindergroe, ohne Bündchen [© maximo Strickmoden Bruno Barthel GmbH & Co. KG, Gebrauch mit Einverständnis] ...	172
Abbildung 27: Exemplarische Auswahl verschieden verarbeiteter Textilhandschuhe: a) Baumwoll-Trikot mit Verstärkung (Fa. JAH GmbH, DEU); b) Baumwollhandschuhe Nero (Fa. Franz Mensch GmbH, DEU) [Eigene Aufnahmen].....	174
Abbildung 28: Exemplarische Auswahl verschiedener steriler bzw. sterilisierbarer Textilhandschuhe: a) Zwirnhandschuhe, steril (Fa. NOBAMED Paul Danz AG, DEU); b) Zwirnhandschuhe, steril, weiß und grün (Fa. Aichele Medico AG, CHE); c) tg® Handschuh (Fertigverband) (Fa. Lohmann & Rauscher, GmbH & Co. KG, DEU) [Eigene Aufnahmen]	180
Abbildung 29: Aspekte des Trageverhaltens textiler (Unterzieh-)Handschuhe [Eigene Darstellung]	181
Abbildung 30: Exemplarische Auswahl verschiedener teilbeschichteter Textilhandschuhe: a) Tri-Grip®-Handschuhe, einseitige PVC-Noppen auf Stretch-Nylon-Gewebe (nicht mehr erhältlich, Fa. Ansell Ltd., BEL); b) Fingerlose Feinstrickhandschuhe, einseitige PVC-Noppen auf Polyamid (Fa. Fitzner GmbH & Co. KG, DEU); c) Strickhandschuhe Mishan, einseitige PVC-Noppen auf Polyamid-/Baumwoll-Feinstrick (nicht mehr erhältlich, Fa. Feldtmann, DEU); d) Spezial-Baumwollhandschuhe, einseitige Mikro-Noppen (Fa. Finnimport GmbH, DEU) [Eigene Aufnahmen]	193
Abbildung 31: Aspekte des Gebrauchshaltens textiler (Unterzieh-)Handschuhe [Eigene Darstellung]	195
Abbildung 32: Übersicht der Funktionen / Anwendungsbereiche textiler Komforthandschuhe [Eigene Darstellung]	214
Abbildung 33: Funktionen der Sympatex® Membran (Sympatex Technologies GmbH, 2021a)	236
Abbildung 34: Feuchttransportmechanismen der Sympatex® Membran (Modifikation nach Sympatex Technologies GmbH, o.J.a).....	238
Abbildung 35: a-e) Prototypen des Sympatex®-Handschuh mit/ohne Transferpapier bzw. Papierträger (Fa. Sympatex Technologies GmbH, DEU) [Eigene Aufnahmen].....	240
Abbildung 36: a-b) Sympatex®-Handschuhe mit transluzenter Farbgebung mit/ohne Transferpapier bzw. Papierträger (Vorgängermodell/Prototyp); c-d) Sympatex®-Handschuhe mit weißer Farbgebung mit/ohne Transferpapier bzw. Papierträger (aktuelles Modell, Prototyp, seit ca. 2015) (Fa. Sympatex Technologies GmbH, DEU) [Eigene Aufnahmen]	240
Abbildung 37: Vereinfachte Darstellung des Einflusses von semipermeablen Unterziehhandschuhen auf den Okklusionseffekt unter impermeablen Schutzhandschuhen [Eigene Darstellung].....	242
Abbildung 38: Schematische Darstellung des Einflusses von semipermeablen Unterziehhandschuhen auf den Okklusionseffekt bei kurz- und langfristigen Tragezeiten impermeabler Schutzhandschuhe [Eigene Darstellung].....	242
Abbildung 39: Vergleich des Membranaufbaus und Feuchttransportes in hydrophilen (links, z. B. Sympatex®) und hydrophoben Membranen (rechts, z. B. Gore-Tex®) [Eigene Darstellung, Modifikation nach Sympatex Technologies GmbH, o.J.c, S. 43].....	245
Abbildung 40: Dermapor™ Glove bzw. DERMAPOR® GLOVE Industrial Glove Liner in verschiedenen Größen (Fa. W. L. Gore & Associates GmbH, USA) [Eigene Aufnahmen]	246
Abbildung 42: Aufbau und Funktion der Microair Barrier® Membran der Fa. Al.Pre.Tec. [alpretec 22 grafik].....	248
Abbildung 43: Handschuh-/Modelle der Fa. Al.Pre.Tec (ITA): a) Microair Barrier® Handschuh [Eigene Aufnahme]; b) Microair Barrier® Handschuh und c) Microair Barrier Arm-Extension [© Microair Barrier socks and gloves/Al.Pre.Tec, Gebrauch mit Einverständnis]	249
Abbildung 44: Konzept der Kreislaufwirtschaft als Modell der Produktion und des Verbrauchs, bei dem bestehende Materialien und Produkte mit dem Ziel der Verlängerung des Lebenszyklus so lange wie möglich geteilt, geleast, wiederverwendet, repariert, aufgearbeitet und recycelt werden (Mitte) (EU-Parlament, 2023a) und konkrete Ansätze und Empfehlungen für die Konzeptumsetzung im Bereich von PSA bzw. Schutzhandschuhen (rechte/linke Seite) (HCWH, 2022b; Kring, 2021a; Mackinger, 2023; Rein, 2023; Vanhoutte, 2022)	305

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Hierarchie von Schutzmaßnahmen nach dem STOP-Prinzip.....	39
Tabelle 2: Vereinfachte Kategorisierung von Handschuhmaterialien (Bundesverband Handschutz e. V. [BVH], 2009a; DGUV Information 209-022, 2021; DGUV Regel 112-995, 2007; Wilke, 2018; Wilke et al., 2020; Wulfhorst et al., 2021)	47
Tabelle 3: Vereinfachte Gegenüberstellung zentraler Eigenschaften verschiedener Natur- und Chemiefasern.....	65
Tabelle 4: Vergleich einzelner Textilfaserstoffe hinsichtlich verschiedener Prüfgrößen bzw. Eigenschaften im Kontext des Feuchtigkeitsmanagements (Darstellung jeweils in absteigender Reihenfolge)	80
Tabelle 5: Eigenschaften von Textilien aus Podycare®	94
Tabelle 6: Eigenschaften von Textilien aus Binamed®.....	95
Tabelle 7: Eigenschaften von Textilien aus BestSilver	97
Tabelle 8: Eigenschaften von Textilien aus DermaSilk® (Aegis®).....	98
Tabelle 9: Eigenschaften von Textilien aus Tepso®	100
Tabelle 10: Eigenschaften der smartcel™ sensitive-Fasern bzw. Textilien mit smartcel™ sensitive-Fasern	102
Tabelle 11: Eigenschaften verschiedener SeaCell™-Fasern bzw. Textilien mit SeaCell™-Fasern	104
Tabelle 12: Exemplarische Auswahl verschiedener feuchtigkeitsspendender bzw. hautpflegender (Textil-)Handschuhe mit spezifischen Wirkstoffen bzw. Technologien	109
Tabelle 13: Berufszweige und Tätigkeitsfelder mit Eignung für den Einsatz textiler Unterziehhandschuhe	143
Tabelle 14: Bereitstellung und/oder Nutzungshäufigkeit textiler Unterziehhandschuhe in verschiedenen Berufsbereichen/-gruppen	145
Tabelle 15: Exemplarische Auswahl verschiedener impermeabler Schutzhandschuhe mit spezifischen Wirkstoffen bzw. Technologien zur Förderung der Hautpflege.....	161
Tabelle 16: Vergleichende Darstellung der Studienergebnisse von Tremblay-Lutter et al. zum Feuchttransportvermögen verschiedener Unterziehhandschuhe (Tremblay-Lutter, Lang & Pichette, 1996)	185
Tabelle 17: Vergleichende Darstellung der Studienergebnisse von Tremblay-Lutter et al. zum Feuchttransportvermögen verschiedener textiler Unterziehhandschuhe (Tremblay-Lutter, 2001/2002)	186
Tabelle 18: Vergleichende Darstellung der Studienergebnisse von Branson et al. zur Charakteristik und Bewertung verschiedener textiler Unterziehhandschuhe (Branson et al., 1988)	187
Tabelle 19: Eigenschaften von Textilien aus Sympatex® (Sympatex Technologies GmbH, 2021b, 2021c)	237
Tabelle 20: Messerergebnisse zur Wasserdampfdurchlässigkeit der Sympatex® Membran	239
Tabelle 21: Eigenschaften von (Unterzieh-)Handschuhen aus Sympatex® (Sympatex Technologies GmbH, 2015, 2020b).....	241
Tabelle 22: Eigenschaften von Textilien aus Gore-Tex®	243
Tabelle 23: Messerergebnisse zur Wasserdampfdurchlässigkeit der Gore-Tex® Membran	245
Tabelle 24: Eigenschaften von (Unterzieh-)Handschuhen aus Gore-Tex® (Product News, 1995; W. L. Gore & Associates, Inc., 1994, 1997).....	247
Tabelle 25: Eigenschaften von (Unterzieh-)Handschuhen aus Uretex (AL.PRE.TEC. S.r.l., 2022b; Ferdinand Menzl Medizintechnik GmbH, o.J.b, 2021c, 2022a)	249
Tabelle 26: Gegenüberstellung der zentralen Merkmale verschiedener semipermeabler und textiler (Unterzieh-)Handschuhe	252
Tabelle 27: Methodik der Studienreihe „ProTection“ im Verlauf – Teilprojekt: Beruflicher Anwenderversuch.....	270
Tabelle 28: Merkmale der Akzeptanz(theorie) (Springer Fachmedien Wiesbaden, 2019a).....	275
Tabelle 29: Methodik der Studienreihe „ProTection“ im Verlauf – Teilprojekt: Stationärer nächtlicher Trageversuch	277
Tabelle 30: Übersicht der experimentellen Untersuchungen zu semipermeablen Membranen in der Abteilung Dermatologie der Universität Osnabrück	280
Tabelle 31: Zusammenfassung der Resultate für die verschiedenen Anwendungsbereiche von Unterziehhandschuhen aus textilen und semipermeablen Materialien.....	286
Tabelle 32: Empfehlungen zur Gestaltung von Unterziehhandschuhen einschließlich bei der Auswahl der zu berücksichtigender Aspekte des Trage- und Gebrauchsverhaltens.....	290

Tabelle 33: Berufliche Tätigkeiten/Umstände, bei/nach denen die textilen Unterziehhandschuhe (a) abgelegt und ohne zwischenzeitliche Reinigung später wiederverwendet wurden oder (b) anbehalten und nur die Schutzhandschuhe gewechselt wurden (keine Darstellung in der Publikation)	296
Tabelle 34: Berufliche Tätigkeiten/Umstände, die einen direkten Verwurf der textilen Unterziehhandschuhe zur Folge hatten (keine Darstellung in der Publikation)	297
Tabelle 35: Angaben zur Wiederaufbereitung der textilen Unterziehhandschuhe im Privathaushalt (kein Bestandteil in der Publikation).....	297
Tabelle 36: Berufliche Tätigkeiten, nach denen die semipermeablen Unterziehhandschuhe (a) abgelegt und ohne zwischenzeitliche Reinigung später wiederverwendet wurden oder (b) anbehalten und nur die Schutzhandschuhe gewechselt wurden (keine Darstellung Publikation)	299
Tabelle 37: Empfehlungen zum Gebrauchsverhalten von Unterziehhandschuhen einschließlich bei der Auswahl der zu berücksichtigender Aspekte der Beschaffenheit und des Trageverhaltens.....	301
Tabelle 38: Orientierungshilfe bzw. Checkliste zu der berufsgruppenübergreifenden Auswahl und dem Einsatz von Unterziehhandschuhen im beruflichen Setting (Auswahl in Anlehnung an: Andrea Rechtsteiner, 2019; AUVA, 2016; Bleyer, 2015; Bundesministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Konsumentenschutz [BMSGPK], 2018; DGUV Information 212-007, 2009; DGUV Information 212-013, 2013; DGUV Regel 112-995, 2007; T. Gupta et al., 2018; Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V. & Hohenstein Laboratories GmbH & Co. KG, 2019a; Polanz, 2013; Rowley et al., 2016; Schweizerische Unfallversicherungsanstalt [SUVA], 2018; Wilke et al., 2022)	310
Tabelle 39: Zusammenfassung der Resultate für die verschiedenen Anwendungsbereiche von Komforthandschuhen aus textilen und semipermeablen Materialien	317
Tabelle 40: Empfehlungen zu der Gestaltung von Komforthandschuhen	319
Tabelle 41: Empfehlungen zum Gebrauchsverhalten von Komforthandschuhen	323
Tabelle 42: Orientierungshilfe bzw. Checkliste zu der Auswahl und dem Einsatz von Komforthandschuhen im privaten oder klinischen Setting	324
Tabelle 43: Allgemeine Kennwerte und Eigenschaften von Baumwoll-, Woll- und Seidenfasern/-textilien (Richtwerte)	413
Tabelle 44: Allgemeine Kennwerte und Eigenschaften von Viskose-, Modal-, Lyocell- und Bambusfasern/-textilien (Richtwerte)	417
Tabelle 45: Allgemeine Kennwerte und Eigenschaften von Polyamid-, Polyester-, Elastan- bzw. Polyurethan, Polypropylen- und Polyacryl(nitril)fasern/-textilien (Richtwerte)	422
Tabelle 46: Übersicht der in Informationsschriften, Normen, Regelwerken u. ä. vorzufindenden Angaben zum Einsatz von textilen Unterziehhandschuhen.....	429
Tabelle 47: Übersicht der in medizinischen Leitlinien u. ä. vorzufindenden Angaben zum Einsatz von textilen Unterziehhandschuhen.....	436
Tabelle 48: Übersicht der in medizinischen Leitlinien vorzufindenden Angaben zum Einsatz von textilen Komforthandschuhen	438
Tabelle 49: Übersicht verschiedener Studien, in denen der Fokus auf der Effektivität textiler Unterziehhandschuhe lag	439
Tabelle 50: Übersicht verschiedener Studien, in denen der Fokus auf der Effektivität textiler Komforthandschuhe lag	446
Tabelle 51: Übersicht verschiedener Studien, in denen der Fokus auf der Effektivität semipermeabler Membranen und/oder Handschuhe lag	448
Tabelle 52: Übersicht verschiedener Studien, in denen der Fokus auf dem Vergleich der Effektivität textiler und semipermeabler Membranen und/oder Handschuhe lag	453
Tabelle 53: Exemplarische Übersicht textiler (Unterzieh-)Handschuhe aus verschiedenen Materialien bzw. Materialkombinationen	458
Tabelle 54: Exemplarische Übersicht textiler Unterzieh-/Komforthandschuhe mit antimikrobieller Ausstattung.....	469
Tabelle 55: Exemplarische Übersicht textiler Unterzieh-/Schutzhandschuhe aus dem Bereich Sport	475
Tabelle 56: Übersicht un-/geeigneter Arbeitstätigkeiten mit Unterziehhandschuhen/-kombinationen aus Baumwolle oder Sympatex® im Bereich der Physiotherapie.....	478
Tabelle 57: Übersicht un-/geeigneter Arbeitstätigkeiten mit Unterziehhandschuhen/-kombinationen aus Baumwolle oder Sympatex® im Bereich der Gesundheits- und Krankenpflege	479
Tabelle 58: Übersicht un-/geeigneter Arbeitstätigkeiten mit Unterziehhandschuhen/-kombinationen aus Baumwolle oder Sympatex® im Bereich der Altenpflege	479

TEIL I EINLEITUNG

I.1 FORSCHUNGSINTERESSE

„Skin diseases constitute up to 40% of all notified occupational diseases in most European countries, predominantly comprising contact dermatitis, contact urticaria, and skin cancer.“ (Alfonso et al., 2017, S. 31)

Hauterkrankungen stehen in Deutschland und den westlichen Industrieländern seit vielen Jahren an der Spitze der angezeigten berufsbedingten Erkrankungen bei Erwerbstätigen (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. [DGUV], 2021d; S. M. John & Thielitz, 2016). So wurden der *Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung* (DGUV) im Jahr 2021 alleine 17.271 Verdachtsanzeigen auf das Vorliegen einer Berufskrankheit (Hautverdachtsfälle nach BK-Nr. 5101) gemeldet; dies entspricht ca. 8 % der insgesamt 227.730 Verdachtsmeldungen (DGUV, 2022a). Auf die erhebliche Dunkelziffer berufsbedingter Hauterkrankungen jenseits der offiziellen Statistiken, v. a. aufgrund fehlender Diagnostizierung und Meldung, fehlender Arztbesuche oder Sorge um den Verlust des Arbeitsplatzes seitens der Betroffenen, sei verwiesen (Alfonso et al., 2017; Lampel & Powell, 2019; Mahler et al., 2017; Moldovan et al., 2017; Uter & Diepgen, 2021).

Berufsbedingte Hauterkrankungen sind v. a. in Branchen anzutreffen, denen eine wiederkehrende oder fortwährende äußere Exposition ggü. hautgefährdenden Substanzen oder Ausübung hautbelastender Tätigkeiten gemein ist. Zu den Berufsgruppen bzw. Wirtschaftszweigen mit den höchsten Inzidenzraten gehören daher das Friseur-, Gesundheits-, Reinigungs-, Nahrungsmittel- und Baugewerbe sowie Malerberufe (Bauer, Geier, Mahler & Uter, 2015; Klimek, Vogelberg & Werfel, 2019a). Die Exposition ggü. Irritantien und Allergenen am Arbeitsplatz stellt den bedeutendsten unabhängigen Risikofaktor für die Entwicklung einer Dermatose und beruflichen Kontakturtikaria dar (Nicholson, Llewellyn & English, 2010).

„Humans typically use their hands to explore the immediate environment. At home, at work, and at play, the hands are one of the main points of human interface. Because of this, we rely strongly on the sensory, tactile, strength, gripping, grasping, pinching, and gross and fine motor skills that our hands provide. Given the numerous interactions our hands have with our environment, it is not entirely surprising that the hand skin can become compromised.“ (Lampel & Powell, 2019; Jessica Meyer, Poppek, Roitzsch, Rother & Schlüter, 2020, S. 60)

Berufsbedingte Hauterkrankungen manifestieren sich zu 80-95 % als Ekzemerkrankungen bzw. Kontaktdermatosen an den Händen und angrenzenden Hautpartien (z. B. Handgelenken) (Tove Agner & Elsner, 2020; S. M. John & Thielitz, 2016; Nicholson et al., 2010; Uter & Diepgen, 2021), da hier die stärkste Exposition ggü. beruflichen und auch privaten Kontaktstoffen gegeben ist (Brans, John & Frosch, 2021; Mahler & Dickel, 2019; Jessica Meyer et al., 2020; Rajan-Sithamparanadarajah et al., 2004).

Zur Prävalenz berufsbedingter Kontaktdermatosen lassen sich u. a. aufgrund inkonsistenter bzw. uneinheitlicher Terminologien, Diagnosekriterien, Untersuchungssettings und Bezugssysteme/Melderegister nur schwerlich übergreifende bzw. vergleichende Aussagen treffen (Nicholson et al., 2010; R. Qin & Lampel, 2015; Ulrich, Thyssen, Mizutani & Nixon, 2021). Schätzwerte für die internationale Inzidenzrate liegen bei 0.5-1.9/1.000 Vollzeitbeschäftigte pro Jahr (Uter & Diepgen, 2021) bzw. 5.7-

101/100.000 pro Jahr bis 11-86/100.000 pro Jahr (Nicholson et al., 2010). In der internationalen Allgemeinbevölkerung ist das Handekzem (HE) mit einer 1-Jahresprävalenz von ca. 10 %, Punkt-/Stichtagsprävalenz von ca. 3-4 %, Lebenszeitprävalenz von ca. 15 % und Inzidenzrate von ca. 5.5/1.000 (Frauen: 9.6, Männer: 4.0) vertreten (Thyssen, Johansen, Linneberg & Menné, 2010). Für die deutsche Allgemeinbevölkerung konnte eine 1-Jahres-Prävalenz von 0.24-9.2 %, Lebenszeitprävalenz von 2.6-16 % und Punkt-/Stichtagsprävalenz in der dermatologischen Praxis von 6.7 % ermittelt werden (Ofenloch & Weisshaar, 2019). Die Inzidenzrate in Dtl. liegt bei etwa 5.5/1.000 Personen pro Jahr (CARPE-Register², Daten: 2009-2016, n=1.281) (Apfelbacher et al., 2019). Europäische Multicenterstudien zeigten, dass bei etwa der Hälfte aller untersuchten Patientinnen und Patienten mit HE ein Bezug zur Arbeit gegeben war (47 %, Daten: 2011-2012, n=427) (Tove Agner et al., 2015) bzw. ein beruflich bedingtes HE vorlag (51.7 %, Daten: 2005-2006, n=416) (Diepgen, Andersen et al., 2009). In einer aktuellen dt. Studie wurde bei 26.2 % der untersuchten Patientinnen und Patienten mit chronischem HE eine berufsbedingte Erkrankung diagnostiziert (CARPE-Register, Daten: 2009-2016, n=1.281) (Apfelbacher et al., 2019).

Da den Händen eine wichtige Funktions-, Kommunikations- und Ausdrucksfunktion zukommt, sind Einschränkungen der Hände jeglicher Art nicht nur mit Verlusten hinsichtlich der Funktionalität und Arbeitsfähigkeit, sondern auch psychischen Belastungen und nachlassender Lebensqualität in Alltags- und Berufsleben verbunden (Diepgen, Andersen et al., 2009; Diepgen, Elsner et al., 2009; Gorris & Kinaciyan, 2020; Nicholson et al., 2010; Skudlik et al., 2017). HE führten in 70 % zur Inanspruchnahme des Gesundheitssystems, in > 20 % zur Arbeitsunfähigkeit > 7 Tage und in 10 % der Fälle zum Wechsel des Arbeitsplatzes (Thyssen et al., 2010). Längere Arbeitsunfähigkeit bzw. -ausfälle sowie damit verbundene Produktivitätsrückgänge/-verluste bedingen Folgekosten von 1.5 Mrd. € pro Jahr (S. M. John & Thielitz, 2016). Schätzungen der in-/direkten Gesamtkosten pro Patient und Patientin in Dtl. liegen bei ca. 6.731 € bzw. 8.799 €, mit einem Anteil direkter Kosten für die Gesundheitsversorgung von ca. 3.309 € bzw. 2.646 € (Diepgen, Scheidt, Weisshaar, John & Hieke, 2013; Diepgen, Purwins et al., 2013). Die Kosten der Unfallversicherungsträger (UVT) für die jährlichen in-/direkten Krankheitskosten liegen bei durchschnittlich 5.358 € pro Person (Median [MD] 1.877 €) vor der Teilnahme an einer Maßnahme der TIP, wobei es sich zu 90.8 % um indirekte Kosten handelt (Andrees et al., 2020). Berufsbedingten Hauterkrankungen und deren Präventionsstrategien kommt daher nicht nur für den einzelnen Betroffenen, sondern auch gesamtgesellschaftlich eine hohe sozialmedizinische, gesundheitspolitische und sozioökonomische Relevanz zu (Bauer, Fuchs & John, 2020; DGUV, 2014; Gorris & Kinaciyan, 2020; Politiek, Oosterhaven, Vermeulen & Schuttelaar, 2016; Skudlik & John, 2020). Größtmögliche Erfolge zeigen sich aktuell dort, wo Präventionsmaßnahmen möglichst früh und gezielt eingesetzt werden (Früherkennung und Frühtherapie) (Bauer et al., 2020).

Der Einsatz von Schutzhandschuhen ggü. chemischen, biologischen und physikalischen Gefährdungen wird in vielen Berufen für unverzichtbar gehalten (Bauer et al., 2018; Fendt & Mahler, 2015; Schuttelaar, Oosterhaven, Christoffers, Romeijn & Voorberg, 2019) und als „wichtigste

² Chronisches Handekzem-Register zum Patienten-Langzeitmanagement.

personenbezogene Schutzmaßnahme in der Prävention von Kontaktekzemen“ (Wilke, Skudlik & Sonsmann, 2018, S. 460) eingestuft, v. a. wenn das Erkrankungsrisiko nicht durch Substitution der Ursache/n behoben werden kann (Müller, Wulfhorst, Breuer & John, 2009; Nicholson et al., 2010). Persönliche Schutzausrüstung (PSA), einschließlich Schutzhandschuhen, bietet nur dann optimalen Schutz, wenn sie korrekt ausgewählt, richtig getragen, sicher abgelegt und regelmäßig ersetzt oder gewartet wird (Nicholson et al., 2010). (Un)wissentliche Anwendungsfehler impermeabler und ggf. chemikalienbeständiger Schutzhandschuhe können auf mehreren Ebenen problematisch werden (DGUV Information 212-007, 2009; DGUV Regel 112-995, 2007; Wilke, 2018). Als eine der unerwünschten Nebenerscheinungen von Schutzhandschuhen gilt der Okklusionseffekt, welcher v. a. bei prolongierten Tragezeiten auftritt und unter bestimmten Bedingungen zu Beeinträchtigungen der epidermalen Hautbarriere (Tiedemann et al., 2016) und damit der Entstehung oder Verschlimmerung von Ekzemerkrankungen bzw. Kontaktdermatosen an den Händen beitragen kann (Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V. [AWMF], 2021). Zur Minderung des Okklusionseffekts können feuchtigkeitsadsorbierende textile Handschuhe, z. B. aus Baumwolle oder vergleichbaren Materialien, als *Unterziehhandschuhe* verwendet werden. Diese Empfehlung wird als berufsgruppenübergreifende Präventionsmaßnahme in einer Vielzahl von Informationsschriften der einzelnen UVT, der DGUV (z. B. DGUV-Regel 112-995, DGUV Information 212-007) und des *Bundesministeriums für Arbeit und Soziales* (BMAS, Ausschuss für Gefahrstoffe) (z. B. TRGS 401) aufgegriffen, findet sich aber auch in internationalen Handlungsempfehlungen zum Schutzhandschuheinsatz o. ä. wieder (z. B. Association of periOperative Registered Nurses [AORN], 2017; Environmental Protection Agency [EPA], 2015). Weiterführend greifen einige internationale berufsgruppenunabhängige Leitlinien zum Management berufsbedingter (Kontakt-)Dermatosen die Empfehlung der Verwendung textiler Unterziehhandschuhe auf (z. B. Diepgen et al., 2015a; Nicholson et al., 2010).

Rein textile Handschuhe können über den o. g. Zweck hinaus mit weiteren Zielstellungen verwendet werden, zu welchen u. a. der Einsatz als sog. *Komforthandschuhe* zählt. Hierbei werden textile Modelle als singuläre (Schutz-)Handschuhe zum Kontaktschutz, Kratzschutz oder zum Zwecke der Intensivierung der Externatherapie verwendet. Bei der Verwendung von Komforthandschuhen handelt es sich um eine kosmetische und therapeutische Empfehlung, aber (noch) nicht etablierte Präventionsmaßnahme im engeren Sinne, wie bspw. die der Verwendung von Unterziehhandschuhen.

Handschuhe aus der semipermeablen Sympatex® Membran können analog zu Modellen aus textilen Materialien als Unterzieh- oder Komforthandschuhe eingesetzt werden. Sie stehen jedoch bisher nur als Prototypen zur Verfügung und sind auf dem freien Markt noch nicht erhältlich.

„The use of semipermeable glove membranes may minimize the role of gloves as a cause of occupational dermatoses and in the worsening of dermatoses from other causes.“ (Wulfhorst, Schwanitz & Bock, 2004, S. 190)

Bislang liegen nur wenige wissenschaftliche Erkenntnisse zu den Fragen der subjektiven und klinischen Wirksamkeit, Hautverträglichkeit und Anwenderakzeptanz textiler und semipermeabler Materialien für den Einsatz als Unterziehhandschuhe in unterschiedlichen Settings vor.

„Almost all of the research efforts on gloves has focused on the outer glove, while liners have drawn little reserach attention.“ (Bishu & Muralidhar, 2003, S. 6–7)

Selbiges lässt sich für die Verwendung von Komforthandschuhen im klinischen oder privaten Kontext feststellen.

„Despite recommendations for daily wearing of fabric gloves to prevent the loss of moisture and lipids, limited scientific evidence has shown that glove wearing can prevent hand eczema.“ (Kuwatsuka et al., 2021, S. 646)

Entsprechend existieren derzeit auch noch keine einheitlichen inter-/nationalen (Mindest-)Standards für einen reglementierten Einsatz (Hübner et al., 2016). Die vorliegende Dissertation leistet einen Beitrag zur Schließung dieser Forschungslücke, indem der Einsatz textiler und semipermeabler Materialien im Kontext berufsbedingter Dermatosen aus verschiedenen Blickwinkeln Betrachtung erfährt.

I.2 FORSCHUNGSPROJEKT: VERORTUNG UND ENTWICKLUNG

Der Gewinnung neuer medizinisch-wissenschaftlicher Erkenntnisse auf Basis von Forschung oder durch die Beteiligung an fremden Forschungsvorhaben stellt einen gesetzlichen Auftrag der Unfallversicherung dar (Sozialgesetzbuch Siebtes Buch [SGB VII], 1996, § 9 Abs. 8). Im Positionspapier für die Forschung der DGUV von 2018 werden die Aspekte *Prävention* (z. B. Entwicklung, Erprobung und Evaluation primär- und sekundärpräventiver Maßnahmen), *Berufskrankheiten* (z. B. Entwicklung und Evaluation von Verfahren zur Behandlung von Berufskrankheiten) und *Rehabilitation* (z. B. Entwicklung und Optimierung von Diagnose- und Therapieverfahren) als zentrale Kernbereiche samt zugehöriger grds. Ziele benannt (DGUV, 2018c).

Die *Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege* (BGW), als UVT mit dem höchsten Anteil versicherter Personen mit Berufsdermatosen, fördert die eigenständige und unabhängige Forschung im Bereich der Epidemiologie, Gesundheitspädagogik und Berufsdermatologie. In den letzten Jahrzehnten wurden zahlreiche Investitionen im Bereich der qualitätsgesicherten Weiterentwicklung von Präventionsmaßnahmen (Präventionsforschung) getätigt, deren Erfolg sich in einem Rückgang der Häufigkeit berufsbedingter Hauterkrankungen sowie Senkung der Ausgaben für berufliche Rehabilitationsmaßnahmen nachweisen ließ (S. M. John, 2008). In der Zusammenarbeit zw. der BGW und der Abteilung *Dermatologie, Umweltmedizin und Gesundheitstheorie der Universität Osnabrück* konnten in der Vergangenheit etliche Modellvorhaben erprobt und hieraus erfolgreich Präventionskonzepte entwickelt und evaluiert werden (S. M. John, 2008). Ein Thema, das dabei bereits seit mehr als zwei Jahrzehnten einen der vielen Schwerpunkte der gemeinsamen Forschungsarbeit bildet, ist die Untersuchung der Effektivität von Handschuhen aus semipermeablen Membranen.

Die im Rahmen der vorliegenden Dissertation durchgeführten Studien waren Bestandteil des seitens der BGW geförderten Forschungsprojektes *ProTaction I: Überprüfung der Anwenderakzeptanz und Wirksamkeit von Sympatex®-Handschuhen*. Das Projekt *ProTaction I* wurde Anfang des Jahres 2015 in Zusammenarbeit zw. der BGW, dem *Institut für Dermatologische Prävention und Rehabilitation (iDerm) an der Universität Osnabrück* und der Abteilung *Dermatologie, Umweltmedizin und Gesundheitstheorie der Universität Osnabrück* initiiert. Ziel des Projektes war es, die in der gleichnamigen Vorstudie (*ProTaction 0*) zum Einsatz semipermeabler Handschuhe generierten Ergebnisse (Sonsmann, John, Gediga et al., 2015; Strunk, Maurer, Sonsmann & John, 2015) zu verifizieren und anhand höherer Fallzahlen zu validieren. Im Rahmen drei verschiedener Teiluntersuchungen samt untergeordneter Fragestellungen (s. Abbildung 1) wurden die hautphysiologischen und therapeutischen Effekte sowie die Anwenderakzeptanz textiler und semipermeabler Handschuhe im stationären und beruflichen Setting evaluiert.

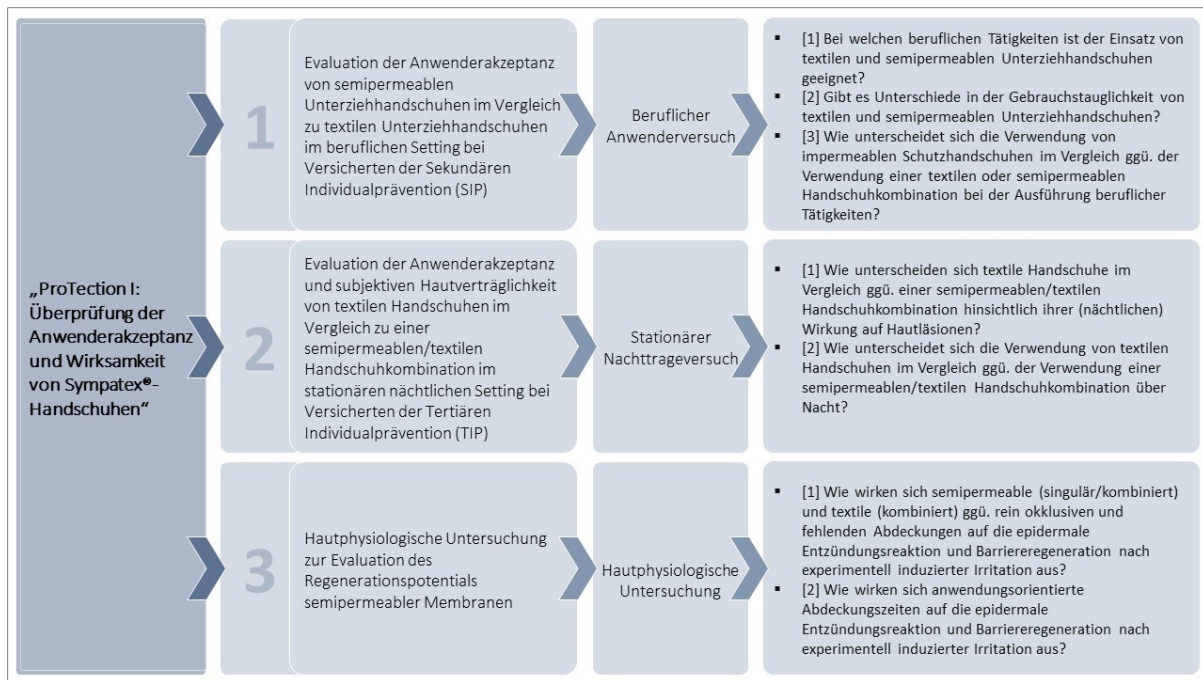


Abbildung 1: Überblick der Teiluntersuchungen der Studie „ProTection I: Überprüfung der Anwenderakzeptanz und Wirksamkeit von Sympatex®-Handschuhen“ einschließlich der leitenden Forschungsfragestellungen [Eigene Darstellung]

Methodisch erfolgte eine Ergänzung von experimentellen Laboruntersuchungen durch realitätsnahe Anwendertestungen und -befragungen versicherter Personen aus den Bereichen der *Sekundären Individualprävention (SIP)* und der *Tertiären Individualprävention (TIP)*. Das Forschungsvorhaben wurde der Ethikkommission der Universität Osnabrück am 03. März 2015 vorgestellt und am 19. März 2015 per einstimmigen positiven Ethikvotum bewilligt. Mehrfache, notwendige Verlängerungen führten zu einer Gesamtprojektlaufzeit von drei Jahren (01.04.2015 bis 31.03.2018).

I.3 FORSCHUNGSFRAGE UND GLIEDERUNG

Die Untersuchungsergebnisse des Forschungsprojektes *ProTectio n I* wurden als Berichtsserie veröffentlicht und bilden das Kernstück der vorliegenden kumulativen Dissertation. Die die einzelnen Publikationen sowie ergänzenden theoretischen Ausführungen verbindende übergeordnete, leitende Fragestellung lautet dabei:

Welche Empfehlungen lassen sich für den Einsatz von textilen und semipermeablen Unterzieh- und Komforthandschuhen in der Prävention von Berufsdermatosen an den Händen formulieren?

Die Fragestellung soll unter Berücksichtigung der folgenden Bereiche, angelehnt an die Rahmen von Machbarkeitsstudien³ prüf- und bewertbaren Dimensionen, Beantwortung finden: *Normative Aspekte* (Normen, Verordnungen/Gesetze, zentrale schriftliche Referenzen), *technische Aspekte* (Materialeigenschaften, Funktionalität, Indikationen/Funktionen, Trage- und Gebrauchsverhalten), *ökonomische* und *ökologische Aspekte* (Nachhaltigkeit, Umwelt, Kosten).

Die vorliegende Dissertation gliedert sich in fünf Teile: *Teil II (Theoretischer Bezugsrahmen)* dient der Entwicklung eines theoretischen Bezugsrahmens. Die umfassende Art und Weise der Darstellung wurde gewählt, um ein profundes Verständnis der zugrunde liegenden Verfahren, Mechanismen und Materialien/Technologien zu entwickeln, die Erforschung der Fragestellung empirisch zu legitimieren sowie die mit der Fragestellung aufgeworfene komplexe Thematik in den Gesamtkontext einzubetten. In *Teil III (Zusammenfassung der Untersuchungen)* werden die Abstracts der durchgeführten empirischen Teilstudien wiedergegeben und es erfolgt eine deskriptive Darstellung der Arbeitsanteile aller an den Untersuchungen und/oder Manuskripterstellungen beteiligten Personen. In *Teil IV (Gesamtdiskussion der Untersuchungen)* werden die gewählten methodischen Ansätze genauer charakterisiert und begründet. Es folgt eine Zusammenfassung und Bewertung der Gesamtheit der Untersuchungs- und Rechercheergebnisse hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Beantwortung der übergeordneten Forschungsfrage sowie die Formulierung konkreter Handlungsempfehlungen und Implikationsvorschläge für die (klinische) Praxis. Anschließend werden Entwicklungsperspektiven und Ansatzpunkte für Forschungsdesiderata aufgezeigt. Die Arbeit schließt in *Kapitel V (Gesamtfazit und Ausblick)* mit einer Zusammenfassung der wesentlichen Erkenntnisse und der Beantwortung der eingangs aufgeworfenen Forschungsfrage.

³ Der Begriff *Machbarkeitsstudie* (Durchführbarkeitsstudie, Feasibility Study) stammt aus dem Projektmanagement und dient der Konzeption und Überprüfung von Projekten (Pastoors & Scholz, 2018; Scholz & Pastoors, 2018). Im Rahmen von Machbarkeitsstudien werden mögliche Lösungswege analysiert und bewertet, Risiken identifiziert und Erfolgsaussichten abgeschätzt (Pastoors & Scholz, 2018; Scholz & Pastoors, 2018). Die Machbarkeitsstudie bzw. -prüfung kann sich auf verschiedene Ebenen beziehen (z. B. Technik, Wirtschaftlichkeit, Politik, Organisation, Ressourcen) (Pastoors & Scholz, 2018; Scholz & Pastoors, 2018) und im Marketing zur Bewertung und Auswahl von Neuproduktideen eingesetzt werden (Kreutzer, 2017).

TEIL II THEORETISCHER BEZUGSRAHMEN

Der vorliegende Teil der Arbeit stellt die theoretischen Hintergründe der Forschungsarbeit dar. Die im Folgenden betrachteten Themenschwerpunkte bilden die Basis und den Rahmen der leitenden Forschungsfrage und durchgeführten empirischen Untersuchungen.

Kapitel 1 (Berufsdermatosen) beinhaltet eine Betrachtung der klassischen, am häufigsten anzutreffenden Berufsdermatosen der Hände. Kapitel 2 (Prävention) nimmt eine Beschreibung und Abgrenzung der zu differenzierenden Ebenen der Prävention sowie in diesen zur Anwendung kommenden Interventionsmaßnahmen vor. Kapitel 3 (Schutzhandschuhe) führt in das Thema Schutzhandschuhe ein und zeigt die Risiken und Anwendungsfehler auf, die mit der Verwendung dieser einhergehen können. Kapitel 4 (Textile Werkstoffe, Textilprodukte und Gesundheit) dient der Vermittlung von Grundlagenwissen im Bereich der textilen Werkstoffe und Textilprodukte, Bekleidungsphysiologie und Textilunverträglichkeiten. Kapitel 5 (Textile Unterzieh-/Handschuhe) beinhaltet eine Darstellung der vielfältigen Funktionen textiler Unterziehhandschuhe, denen sich eine detaillierte Betrachtung relevanter Aspekte der Beschaffenheit, des Trage- und Gebrauchsverhaltens anschließt. In Kapitel 6 (Textile Komforthandschuhe) werden die Ausführungen der vorhergehenden Abschnitte für den Einsatz textiler Komforthandschuhe ergänzt. Abgeschlossen wird die theoretische Hinführung mit Kapitel 7 (Semipermeable Handschuhe), welches in das Thema semipermeable Membranen/-technologien einführt und anschließend eine differenzierte Betrachtung relevanter Aspekte der Verwendungsmöglichkeiten als Unterzieh- und Komforthandschuhe vornimmt. Jedem der genannten Teilkapitel folgt eine kurze Zusammenfassung der dargestellten Inhalte.

II.1 BERUFSDERMATOSEN

Das nachfolgende Kapitel wird einen Überblick über das Thema *Berufsdermatosen* geben. Im Rahmen einer kurzen, allgemeinen Einführung werden die wichtigsten Begrifflichkeiten definiert und die häufigsten klassischen Ekzemformen mitsamt ihren Verteilungsmustern aufgezeigt. Die sich anschließenden Unterkapitel geben einen groben Überblick der drei Hauptpathogenesen.

II.1.1 EINFÜHRUNG

Hauterkrankungen, die ausschließlich oder teilursächlich auf Arbeitsplatzeinflüsse zurückzuführen sind und i. d. R. einen arbeitskongruenten Verlauf aufweisen, werden als *Berufsdermatosen* bezeichnet (Altmeyer, 2005). Berufsdermatosen sind nicht infektiös und zeigen häufig einen chronischen Verlauf (Klimek et al., 2019a; Ruëff & Schnuch, 2018). Der Begriff *Dermatitis* (= Hautentzündung) wird zumeist synonym zum Begriff *Ekzem* (auch: Handekzem [HE], Handdermatitis) verwendet (Bourke, Coulson & English, 2009; Brasch et al., 2014; Kinaciyani & Gorris, 2021; Ruëff & Schnuch, 2018; Thyssen et al., 2022). Etymologisch betrachtet stammt der Begriff vom griechischen ‚ékzema‘ (,ἐκζεμα‘ = Ausschlag, Hitzebläschen) bzw. ‚ekzēin‘ (,ἐκζεῖν‘ = aufkochen, wie eine siedende Masse blasenartig aufbrausen)

ab (Digitales Wörterbuch der deutschen Sprache [DWDS], 2021b). Bei einer Ekzemreaktion handelt es sich um „durch ein Nach- und Nebeneinander von Erythem, Bläschen, Exsudation, Papeln und Schuppen charakterisierte entzündliche Intoleranzreaktion der Haut“ (Brasch et al., 2014, S. 31), die „überwiegend durch äußerlich einwirkende, nichtinfektiöse, immunologisch, chemisch oder physikalisch wirkende Noxen induziert“ (Brasch et al., 2014, S. 31) wird. Personen mit HE weisen eine reduzierte Diversität des Mikrobioms, d. h., höhere Kolonisationsrate und -dichte mit *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), als hautgesunde Menschen auf (Haslund et al., 2009; Mernelius et al., 2016).

Die Entstehung und Verbreitung ekzematöser Hautreaktionen basiert auf einem komplexen Zusammenspiel exogener (irritativ, allergisch) und endogener/konstitutioneller Faktoren (z. B. Alter, Geschlecht, Hautkonstitution, atopische Disposition, Unfähigkeit zum hardening) (S. M. John & Thielitz, 2016; Klimek et al., 2019a). Mit Blick auf die Heritabilität wird angenommen, dass etwa 59 % des ätiologischen Hintergrunds für HE auf exogene und 41 % auf genetische Variablen zurückzuführen sind (Lerbaek, Kyvik, Ravn, Menné & Agner, 2007), wobei eine atopische Hautdiathese aus epidemiologischer Sicht als ein relevanter Effektmodifikator gilt (Uter & Diepgen, 2021).

Gemäß der *S1-Leitlinie Kontaktekzem* können nach ätiologischen Gesichtspunkten das irritative und das allergisch bedingte Kontaktekzem voneinander unterschieden werden (AWMF, 2021; Brasch et al., 2014). Hierbei handelt es sich auch um den Hauptanteil der in Praxis anzutreffenden beruflich bedingten Diagnosen (X. Baur, 2013; Fonacier et al., 2015; Skudlik & John, 2018), „evtl. verbunden mit einer (atopischen) Disposition und Ekzemvorerkrankung“ (Uter, 2020). In der *Internationalen statistischen Klassifikation der Krankheiten und verwandter Gesundheitsprobleme* (ICD) finden sich diese unter den Nummern L23 (Allergische Kontaktdermatitis) und L24 (Toxische Kontaktdermatitis) wieder (Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte [BfArM], 2018, 2021). Über die genaue Häufigkeit des Auftretens beider Ekzemformen lassen sich u. a. aufgrund der starken Variation der Untersuchungspopulationen und diagnostischen Qualität und Differenzierung in epidemiologischen Studien nur schwer zuverlässige Aussagen treffen (Tove Agner & Elsner, 2020; AWMF, 2021; Brans et al., 2021). Nicht selten werden keine klaren Unterscheidungen zw. irritativem und allergischem Typ vorgenommen (Brans et al., 2021). Aus klinischer Perspektive lassen sich Kontaktekzeme in akute und chronische sowie milde und ausgeprägte, schwere Formen differenzieren (AWMF, 2021).

Verteilungsmuster bei Fällen mit nicht differenzierten Handekzemen

In einer europäischen Multicenter-Studie mit Patienten und Patientinnen mit HE zeigte sich die irritative Kontaktdermatitis mit mehr als 25 % als häufigster Befund, die allergische Kontaktdermatitis und das atopische HE traten als zweit- und dritthäufigste Diagnose auf (Daten: 2005-2006, n=319, Neudifferenzierung der Subtypen) (Diepgen, Andersen et al., 2009). Eine andere europäische Multicenter-Studie mit 379 Patienten und Patientinnen mit HE zeigte ein ähnliches Verteilungsmuster, wobei die irritative Kontaktdermatitis mit ca. 40 % als häufigste Diagnose gestellt wurde (Daten: 2011-2012) (Tove Agner et al., 2015). Bei den im CARPE-Register analysierten HE-Fällen (Daten: 2009-2016, n=1.281) bestand bei 45.5 % ein irritativer Ekzemytyp, während weitere 35.8 % ein atopisches HE, 32.1 % ein hyperkeratotisch-rhagadiformes und 25.8 % ein vesikuläres HE aufwiesen. Bei 21.1 % wurde eine

allergische Kontaktdermatitis und bei 7.2 % eine Fingerkuppendermatitis diagnostiziert (Apfelbacher et al., 2019).

Verteilungsmuster bei Fällen mit beruflich bedingten Handekzemen

Von 156 Patienten und Patientinnen, die sich in der Hautklinik Universitätsklinikum Erlangen zur Abklärung und Behandlung einer beruflich verursachten oder verschlimmerten Dermatoze vorstellten, hatten 137 (87.8 %) ein HE. Die Hauptdiagnosen entfielen auf das subtoxisch-kumulative HE (42.3 %), Hybridekzeme mit gleichzeitig vorliegenden atopischen und irritativen Faktoren (30.7 %), gefolgt von HE primär kontaktallergischer (12.4 %) und atopischer Genese (6.6 %). (Hiller, Vogel & Mahler, 2015). In Studienkollektiven der TIP mit diagnostiziertem, beruflich bedingtem HE trat die irritative ebenfalls häufiger als die allergische Kontaktdermatitis auf. So zeigte sich in der dt. Multicenterstudie ROQ⁴, dass bei 81.3 % eine irritative, bei 55 % eine atopische und bei 39.6 % der untersuchten TIP-Patienten und -Patientinnen mit berufsbedingten HE eine allergische Komponente vorlag, wobei in vielen Fällen ätiologische Überschneidungen und kombinierte Diagnosen gegeben waren (n=1.670) (Brans, Schröder-Kraft, Skudlik, John & Geier, 2019; Skudlik, Weisshaar, Scheidt & Diepgen, 2012).

Die irritative Ekzemvariante ist demnach grds. am stärksten verbreitet (Brans et al., 2021; Nicholson et al., 2010; Perry & Trafeli, 2009), wobei angenommen wird, dass unter den beruflich bedingten entzündlichen Dermatosen ca. 60-80 % irritativen (Fonacier et al., 2015) und ca. 20-40 % allergischen Ursprungs sind (Lampel & Powell, 2019). Das Vorkommen beider Diagnosen variiert in den unterschiedlichen Berufsbranchen und zugehörigen Berufen und steht in Abhängigkeit zu dem Niveau der Versorgungsmaßnahmen im Rahmen der Primär- und Tertiärprävention sowie dem Umfang bzw. der Gründlichkeit der dermatologischen Untersuchung (Bauer et al., 2015; Frosch, Mahler, Weisshaar & Uter, 2021). In den letzten Jahren vorgeschlagene bzw. untersuchte Klassifikationssysteme/-schemen⁵ und Algorithmen⁶ für HE, basierend auf der Darstellung differenzierter ätiologischer Subtypen und deren klinischen Mustern, haben bislang noch nicht zu einer inter-/nationalen, allgemein akzeptierten, evidenzbasierten Systematisierung für das HE geführt (Brasch et al., 2014; Diepgen et al., 2015a; Molin, 2019; Schuttelaar et al., 2019).

⁴ Langzeitevaluation der Kohorten im Projekt *Medizinisch-berufliches Rehabilitationsverfahren ‚Haut‘ - Optimierung und Qualitätssicherung des Heilverfahrens* (ROQ).

⁵ Bsp.: Klassifikation für HE bei Diepgen et al. (2009): ACD (allergic contact dermatitis), ACD+ICD (irritant contact dermatitis), ICD, AHE (endogen), AHE+ICD, vesikular (endogen) und hyperkeratotisch (endogen).

⁶ Bsp.: Klassifikation für HE bei Molin et al. (2011): ACD (allergic contact dermatitis) without atopy, ICD (irritant contact dermatitis) without atopy, AICD (combined allergic and irritant contact dermatitis) without atopy, Idiopathic CHE (chronic hand eczema), ACD with atopy, ICD with atopy, AICD with atopy, Atopic CHE.

II.1.2 IRRITATIVES KONTAKTEKZEM

Das *irritative Kontaktekzem*⁷ wird durch die kumulative oder andauernde Einwirkung i. d. R. nicht obligat-toxischer Noxen ausgelöst (Brasch et al., 2014). Im Körper kommt es zu einer, von Keratinozyten und residente angeborenen Immunzellen freigesetzten Vermittlung pro-inflammatorischer Chemokine und Zytokine, ohne dass eine spezifische Aktivierung des adaptiven (spezifischen) Immunsystems erfolgt (AWMF, 2021; S. F. Martin & Bonefeld, 2021; Ruëff & Schnuch, 2018). Auf zellulärer Ebene werden für unterschiedliche Irritanzen differenzierte Wirkmechanismen angenommen (Mahler, 2017). Die hinter dem irritativen Kontaktekzem stehenden Mechanismen sind bislang noch nicht gänzlich erforscht (Loman et al., 2021; S. F. Martin & Bonefeld, 2021).

Die klinische Symptomatik ist von der Art, Konzentration und Dauer der einwirkenden Irritanze/n, dem Pathomechanismus und der Lokalisation, mechanischen Faktoren wie Okklusion, Druck und Friktion sowie dem Stadium ihrer Akuität abhängig (Brasch et al., 2014; Gorris & Kinaciyan, 2020). Im akuten Stadium⁸ können sich in der milden Form Erytheme, Abrinnspuren und Pruritus am Ort der Einwirkung der Noxe zeigen; die schwere Form bedingt ein mögliches Auftreten von Papulovesikeln bis zu Blasen, Pruritus, Spannungsgefühl und Schmerzen, gefolgt von Nässen, Krustenbildung und Schuppung (Brasch et al., 2014). Das fortgeschrittene, chronische Stadium⁹ ist häufig durch Ekzemplaques, Schuppung, Hyperkeratosen, Rhagaden und Lichenifikation gekennzeichnet (Brasch et al., 2014), welche mehr als drei Monate bestehen oder zweimal bis mehrmals pro Jahr schubweise auftreten (Thyssen et al., 2022). Von den genannten Morphen betroffen sind häufig zunächst die Fingerzwischenräume, die Hand- und Fingerrücken sowie exponierte Unterarmpartien; im weiteren Verlauf können auch die Handinnenflächen hinzutreten (Diepgen, Elsner et al., 2009). Die volaren Seiten des Handgelenks sind normalerweise nicht betroffen (Brans et al., 2021).

Zu den wichtigsten berufsgruppenübergreifenden Risikofaktoren zählt eine erhöhte Feuchtbelastung (Behroozy & Keegel, 2014; DGUV Information 212-017, 2021; Hiller et al., 2015; Jacobsen et al., 2022; Lund et al., 2020; Tiedemann et al., 2016).

„Feuchtarbeit sind Tätigkeiten, bei denen Beschäftigte einen erheblichen Teil ihrer Arbeitszeit Hautkontakt mit Wasser oder wässrigen Flüssigkeiten haben oder häufig die Hände waschen oder diese Tätigkeiten im Wechsel mit dem Tragen flüssigkeitsdichter Schutzhandschuhe erfolgen.“ (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin [BAuA], 2022, S. 4)

Das (prolongierte) Tragen flüssigkeitsdichter Schutzhandschuhe fällt gemäß der Ausführungen der *Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) 401* unter den Bereich der Feuchtarbeit, wenn es – wie im Arbeitsalltag häufig vorkommend (z. B. Gesundheitswesen, Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege [BGW], 2022c) – mit dem Hautkontakt zu Wasser oder wässrigen

⁷ *Synonyme:* Irritative Kontaktdermatitis / irritant contact dermatitis (ICD); degeneratives / (sub-)toxisches / kumulativ-(sub-)toxische / nicht allergisches / irritatives Kontaktekzem; Abnutzungsdermatose/-ekzem (Brans, John & Frosch, 2021; Brasch et al., 2014; Gorris & Kinaciyan, 2020).

⁸ HE, die < 3 Monate andauern und nicht öfter als einmal im Jahr auftreten, werden als sub-/akute Ekzeme der Hände definiert (Diepgen et al., 2015b).

⁹ HE, die > 3 Monate andauern oder mind. zweimal pro Jahr rezidivieren, werden als chronische Ekzeme der Hände definiert (Diepgen et al., 2015b).

Flüssigkeiten (z. B. Hände-/Desinfektionsmittel) oder mehrfachem Händewaschen einhergeht (BAuA, 2022).¹⁰ Nicht abschließend geklärt ist, welche Wertung den unterschiedlichen Aktivitäten der Feuchtarbeit zukommt, wobei derzeit mehrheitlich von einer stärkeren biologischen Wirkung bzw. Gefährdung durch das feuchte Milieu im Vergleich zur Handschuhokklusion ausgegangen wird (DGUV Information 212-017, 2021; Fartasch et al., 2012; Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung Institut der Ruhr-Universität Bochum [IPA], 2017). (Dosis-abhängige) Zusammenhänge zw. der Häufigkeit des Händewaschens sowie langen Handschuhtragezeiten und der Entstehung von HE konnten mehrfach aufgezeigt werden (z. B. Hamnerius et al., 2018; Lund et al., 2020).

Neben der Feuchtarbeit stellen physikalische Gefährdungen (z. B. Umgang mit künstlichen Mineralfasern, Metallschwämmen, Kartons; trockene Verschmutzungen) und der häufig repetitive Kontakt zu diversen berufsgruppenspezifischen¹¹, zumeist wässrigen Irritantien (z. B. Desinfektionsmittel, Detergenzien und Medikamente im Gesundheitswesen; Kühlschmierstoffe, Lösungs- und Reinigungsmittel in der Metallverarbeitung) weitere relevante Expositionsfaktoren dar (Brans et al., 2021; S. M. John & Thielitz, 2016; Skudlik & John, 2018). Gemäß der TRGS 401 gelten dabei Stoffe und Zubereitungen als hautgefährdend, wenn sie nach Hautkontakt eine hautschädigende Wirkung (z. B. durch ätzende, irritative und/oder sensibilisierende Einwirkung) ausüben können (BAuA, 2022; TRGS 401, 2008). Des Weiteren können klimatische Faktoren wie eine kühle Umgebungstemperatur oder eine besonders niedrige bzw. hohe Luftfeuchtigkeit die progrediente Abnutzung der Haut verstärken (Molin, 2019; Nicholson et al., 2010). Die einzelnen Risikofaktoren der Entstehung eines irritativen Kontaktekzems werden gemäß eines aktuellen Reviews folgendermaßen bewertet:

„We found that the evidence for an association between ICD [Irritant contact dermatitis] and occupational irritants was strong for wet work, moderate for detergents and non-alcoholic disinfectants, and strong for a combination. The highest quality studies provided limited evidence for an association with use of occlusive gloves without other exposures and moderate evidence with simultaneous exposure to other wet work irritants. The evidence for an association between minor ICD and exposure to metalworking fluids was moderate. Regarding mechanical exposures, the literature was scarce and the evidence limited.“ (Jacobsen et al., 2022, S. 35)

Der Ekzembildung liegt selten eine einzelne Ursache zugrunde, meist sind die Auslöser multifaktorieller Natur (Brans et al., 2021; Ruëff & Schnuch, 2018). In einer aktuellen dt. Studie wurden Desinfektionsmittel, Handschuhtragen, Feuchtarbeit, mechanische Belastungen, technische Öle/Fette, Lösungsmittel, Reinigungsmittel, wasserbasierte Kühlschmierstoffe und Konservierungsmittel als häufigste Belastungen am Arbeitsplatz angegeben (CARPE-Register, Daten: 2009-2016, n=1.281) (Apfelbacher et al., 2019).

Das irritative HE entsteht meist eher langsam, eine Abheilung ist nur bei längerer Arbeitskarenz zu beobachten (S. M. John & Thielitz, 2016; Ruëff & Schnuch, 2018). Rezidivneigung oder längerfristige

¹⁰ Das alleinige (prolongierte) Tragen flüssigkeitsdichter Schutzhandschuhe wurde in der vorhergehenden Version der TRGS 401 aus dem Jahr 2008 noch als *Feuchtarbeit* eingestuft; in zentralen Referenzdokumenten (z. B. *DGUV Handlungsempfehlung: Ermittlung und Bewertung der Einwirkung im Berufskrankheitenverfahren*) finden sich ebenfalls noch entsprechende Zuordnungen wieder.

¹¹ *Weiterführende Literatur*: Eine ausführliche Übersicht wichtiger berufsgruppenspezifischer Irritantien findet sich bspw. bei Brans et al. (2021) und Ulrich, Thyssen, Mizutani und Nixon (2021).

kontinuierliche Krankheitsverläufe sind aufgrund der Komplexität der Auslösefaktoren und therapeutischen Maßnahmen häufiger anzutreffen (Ruëff & Schnuch, 2018). Derzeit existieren keine Routine-tests oder Biomarker zur Diagnostik der irritativen Kontaktdermatose (Brans et al., 2021). Die Therapie richtet sich nach dem initialen Schweregrad, klinischen Ekzemtyp, Hautzustand und der/den zugrunde liegenden Ursache/n (Berthold & Weisshaar, 2019; Gorris & Kinaciyan, 2020) und sollte sich an der *Guidelines for diagnosis, prevention, and treatment of hand eczema* (Thyssen et al., 2022) orientieren. Multimodale therapeutische Ansätze umfassen dabei die Basistherapie (konsequent, stadienadaptiert und täglich durchzuführende Hautpflegemaßnahmen), spezifische Lokalthérapien (z. B. Einsatz von Gerbstoffen, Glukokortikosteroiden), physikalischen Therapien (z. B. UV-Phototherapie, Leitungswasseriontophorese-Therapie) und Systemtherapien (Einsatz von systemischen Glukokortikosteroiden, A-litretinoin, Ciclosporin) (Weisshaar & Eyerich, 2019). Chronifizierte Ekzemvarianten gelten grds. als schwerer therapierbar (Berthold & Weisshaar, 2019; Gorris & Kinaciyan, 2020).

II.1.3 ALLERGISCHES KONTAKTEKZEM

Die aus einer kumulativ-subtoxischen Einwirkung hervorgehende (vor-)geschädigte Hornschichtbarrierefunktion und damit verbundene Aktivierung des innaten Immunsystems stellt häufig den Wegbereiter für die Entstehung eines *allergischen Ekzems*¹² dar (biphasischer Verlauf, 2-Phasen-Ekzem) (Gorris & Kinaciyan, 2020; Klimek et al., 2019a). Dieses ist pathogenetisch auf eine T-Zell-medierte Spättypreaktion (Typ-IV-Sensibilisierung nach Coombs und Gell) ggü. meist niedermolekularen chemischen, zunächst nicht toxischen Stoffen zurückzuführen (Diepgen, Andersen et al., 2009; S. M. John & Thielitz, 2016).

„Nach wissenschaftlichem Kenntnisstand kann eine (beruflich induzierte) Barrierschädigung durch Penetrationsförderung oder andere diskutierte Mechanismen (proinflammatorischer Stimulus) die Entstehung von Sensibilisierungen begünstigen.“ (DGUV, 2017a, S. 27)

Die Symptomatik ähnelt der des irritativen Kontaktekzems (sub-/akut bis chronisch), weshalb alleine das klinische Bild häufig keine eindeutige Einordnung des Ekzemtyps erlaubt (Brasch et al., 2014; S. M. John & Thielitz, 2016). Oft liegen synergistisch wirkende Kombinationen aus irritativen und allergischen Mechanismen vor (Brasch et al., 2014; Diepgen, Andersen et al., 2009; S. M. John & Thielitz, 2016). Im akuten Stadium eindeutig kennzeichnend sind i. d. R. ausschließlich unscharf begrenzte Kontaktareale, vom primären Einwirkbereich in die Umgebung oder an entfernte Körperpartien ausgehende Streureaktionen sowie brennende bis schmerzhaft empfundene Hautempfindungen (Brasch et al., 2014; Gorris & Kinaciyan, 2020). Der Kopf (30.5 %) und die Hände (29.6 %) (hier insbes. Finger, Fingerspitzen/Handfläche, Diepgen, Andersen et al., 2009) stellen dabei europaweit die beiden häufigsten Manifestationsorte des allergischen Kontaktekzems dar (n=6.255) (Oosterhaven et al., 2019).

Neben bzw. nach ausführlicher Anamnese sieht der diagnostische Standard zum Nachweis einer bestehenden Kontaktallergie Epikutantestungen (ECT) in Orientierung an der *AWMF-S3-Leitlinie zur*

¹² Synonyme: Allergische Kontaktdermatitis (AKD), allergic contact dermatitis (ACD) (Gorris & Kinaciyan, 2020).

Durchführung des Epikutantests mit Kontaktallergenen und Arzneimitteln vor (Dickel & Mahler, 2020; S. M. John & Thielitz, 2016). Zur vollständigen Abklärung sind darüber hinaus ggf. Pricktestungen (Alfonso, 2018a), repetitive offene Anwendungstests (z. B. ROAT) (Dickel & Mahler, 2020), etablierte Epikutantestmodifikationen (z. B. Abriss-Epikutantest) (Dickel & Mahler, 2020) sowie Testungen berufsspezifischer Eigensubstanzen erforderlich (Mahler & Dickel, 2019). Histologische Untersuchungen dienen dem Ausschluss möglicher Differentialdiagnosen (Brans et al., 2021).

Laut dem *Informationsverbund dermatologischer Kliniken (IVDK)*¹³ gehörten in den Jahren 2003 bis 2013 Gummiinhaltsstoffe¹⁴, Epoxidharze (Kunstharz), das Konservierungsmittelgemisch (Chlor-)Methylisothiazolinon (MCI/MI) und der Kompositen-Mix II zu den beruflich relevantesten Allergenen bei erwerbstätigen Personen mit Berufsekzem in Dtl. (Daten: 2003-2013; n=14.234) (Bauer et al., 2015). Dabei variierten die Sensibilisierungsprävalenzen in den einzelnen Berufen innerhalb verschiedener Berufsfelder¹⁵ (z. B. Maler/Lackierer: Epoxidharze; fleischverarbeitenden Industrie: Thiuram-Mix) (Bauer et al., 2015; Schubert et al., 2020). Bei der Auswertung der IVDK-Daten von 2014-2018 (n=7.725) zeigte sich folgende Top-10-Allergen-Hitliste bei den Patienten und Patientinnen mit Berufsdermatose: Nickel, MI, MCI/MI, Duftstoff-Mix I¹⁶, Kobalt, Thiurame, Kaliumdichromat, Perubalsam (*Myroxylon pereirae*), Polyvidon-Iod und Dibromdicyanobutan (Methyldibromoglutaronitril) (Mahler & Dickel, 2019). Auf Basis der Auswertung des CARPE-Registers (Daten: 2009-2016) konnten die Substanzen Nickel, Duftstoffmix I, Kobalt, Chrom, Perubalsam, Thiurame, Dibromdicyanobutan, Kollophonium, MI/CMI und Lanolin als häufigste Kontaktallergene bei Patienten und Patientinnen mit chronischem HE in Dtl. identifiziert werden (Apfelbacher et al., 2019). Im europäischen Datenvergleich des *European Surveillance System on Contact Allergies (ESSCA)* zeigten die Allergene Thiurame¹⁷, Epoxidharze, 2-Mercaptobenzothiazol, IPPD und Mercapto-Mix¹⁸, gefolgt von einer Reihe antimikrobieller Substanzen (z. B. MI), die stärkste Assoziation mit einer berufsbedingten Kontaktdermatitis (Daten: 2002-2010, n=10.617) (Pesonen et al., 2015). Im Rahmen der Auswertung der Daten von 2011-2022 konnte ein vergleichbares Bild ermittelt werden, wobei sich bspw. für IPPD ein Abwärts- und MI ein Aufwärtstrend zeigte; der Carba-Mix¹⁹ trat als neu aufgeführte Allergengruppe hinzu (n=16.022) (Bauer et al., 2023). Die Analysen des IVDK zeigen weiterführend auf, dass es sich bei den am häufigsten vermuteten Allergenquellen bei Personen mit Berufsekzem um Handschuhe, Desinfektionsmittel, Kosmetika u. ä., Gummiprodukte und Kühlschmierstoffe handelte (Daten: 2003-2013; n=14.234) (Bauer et al., 2015). Ein ähnliches Verteilungsmuster zeigte sich in einer aktuellen Studie, welche die Relevanz von Kontaktsensibilisierungen bei Patienten und Patientinnen mit Berufsdermatosen untersuchte:

¹³ Information Network of Departments of Dermatology for the Surveillance and Scientific Evaluation of Contact Allergies. Klinisch-epidemiologisches Überwachungssystem zur fortlaufenden Generierung von Daten für die Prävention von Kontaktallergien.

¹⁴ Thiurame, Dithiocarbamate, Mercapto-Komponenten sowie N-Isopropyl-N-phenylp-phenylendiamin (IPPD).

¹⁵ *Weiterführende Literatur:* Eine ausführliche Übersicht wichtiger berufsgruppenspezifischer Allergene findet sich bspw. bei Ulrich et al. (2021) oder Skudlik und John (2018).

¹⁶ Der Duftstoff-Mix I enthält: Eichenmoos (*Evernia prunustra*), Isoeugenol, Zimtaldehyd (Cinnamal), Hydroxycitronellal, Zimtalkohol (Cinnamicalcohol), Eugenol, Geraniol, alpha-Amylzimtaldehyd (Amyl Cinnamal).

¹⁷ Dicyclopentamethylthiuramdisulfid (PTD), Tetraethylthiuramdisulfid (TETD), Tetramethylthiuramdisulfid (TMTD), Tetramethylthiurammonosulfid (TMTM).

¹⁸ Der Mercapto-Mix enthält: N-Cyclohexyl-2-Benzothiazylsulfenamid (CBS), Dibenzothiazylsulfid (MBTS), Morpholinylmercaptobenzothiazol (MOR).

¹⁹ Der Carba-Mix enthält: 1,3-Diphenylguanidin (DPG), Zinkdiethylthiocarbamat (ZDEC), Zinkdibutylthiocarbamat (ZDBC).

Handschuhe, Leave-on Produkte (Cremes), Desinfektionsmittel für Hände und Flächen sowie wasserbasierte Kühlschmierstoffe wurden am häufigsten getestet (Daten: 2013-2017; n=654) (Schubert et al., 2020).

Neben einer entsprechenden Therapie stellt die Allergenkarenz, d. h., die Identifizierung und Meidung des Allergens mit nachfolgender Reduktion oder Elimination, die wichtigste präventiv-therapeutische Maßnahme dar (AWMF, 2021; Fritsch & Schwarz, 2018d; S. M. John & Thielitz, 2016; Mahler, 2016).

„Once the causative agent – allergen or irritant – has been identified, the key to the therapeutic success lies in its avoidance. Identifying the sources of exposure to the irritant/allergen in the home/leisure or occupational environment may be a tedious process, sometimes requiring a workplace visit or collaboration with the occupational health authorities.“ (Ludriksone, Antonov, Schliemann & Elsner, 2021, S. 1274)

Eine einmal aufgetretene Kontaktsensibilisierung besteht ein Leben lang (S. M. John, 2018). Berufsbedingte allergische Kontaktekzeme und Multisensibilisierungen sind grds. mit einer schlechten Prognose und geringen Abheilungsrate assoziiert (Bauer et al., 2015).

II.1.4 ATOPISCHES HANDEKZEM / ATOPISCHE DERMATITIS

Die *atopische Dermatitis* (AD) (auch: Atopisches Ekzem [AE], Neurodermitis, konstitutionelles Ekzem, endogenes Ekzem) stellt eine häufig chronische oder chronisch-rezidivierende entzündliche, nicht kontagiöse Hauterkrankung mit typischer Morphologie und Verteilung dar (Kinaciyan & Gorris, 2021; Streikiene & Hofmann, 2021). Etymologisch leiten sich die Begriffe ‚Atopie‘ (‚a-topos‘ = falscher Ort) und *Neurodermitis* (‚neuron‘ = Nerv, ‚derma‘ = Haut, Endung ‚-itis‘ = Entzündung) aus dem Griechischen ab (Ritter & Stangier, 2019). Die Prävalenz in der erwachsenen Bevölkerung Dtl. liegt bei etwa 1.45 % (Daten: 2006-2017, n= 118.939) (Zander, Augustin, Reinert & Schäfer, 2020) bzw. 1.6-1.9 % und die jährliche Inzidenz bei 0.28 % (Daten: 2012-2015, n=3.3 Mio., GVK) (Zietze et al., 2021).

Klinisch zeigen sich klassische Ekzemformen in akuten und chronischen Stadien (s. Kap. II.1.3), wobei fast alle betroffenen Personen einen ausgeprägten (atopischen) Pruritus (Ständer et al., 2022) und eine Xerosis cutis aufweisen (Streikiene & Hofmann, 2021). Zusätzlich besteht im Vergleich zu den zuvor dargestellten Ekzemytypen im Akutstadium eine erhöhte Gefahr der Impetiginisierung, d. h., die Ausbildung bakterieller Sekundärinfektionen, zumeist durch *S. aureus* (Homey, Ruzicka & Wollenberg, 2018). Zu den der AD zugrunde liegenden multifaktoriellen Ursachen zählen (Scheerer & Eyerich, 2018; Streikiene & Hofmann, 2021):

- epidermaler Barrieredefekt (Änderung der Zusammensetzung der Lipide, Störung der epidermalen Differenzierung);
- Dysbiose des kutanen Mikrobioms der Haut (Verstärkte Besiedlung mit *S. aureus*, verminderte Diversität der residenten Hautflora);
- Dysregulation des Immunsystems durch Prädominanz der TH2-Zellen.

Nach derzeitigem Stand der Wissenschaft gelten Polymorphismen (z. B. Gen SPINK5, Protein Claudin-1-Gen) und Loss-of-Function-Mutationen im Profilaggrin/Filaggrin-Gen (FLG-Gen) als die relevantesten genetischen Risikofaktoren für die Entstehung der AD (Homey et al., 2018; Streikiene & Hofmann,

2021). Details molekularbiologischer Grundlagen sind bislang noch nicht vollständig geklärt (Molin, 2019; Ruff et al., 2018).

Die Diagnostik erfolgt mittels internationaler Diagnosekriterien (z. B. nach Hanifin und Rajka unter Anwendung des Erlanger Atopies-Scores [EAS] zur Beurteilung einer atopischen Hautdiathese), dem Nachweis eines erhöhten Gesamt-IgE und/oder spezifischer Sensibilisierungen ggü. Umweltallergenen (z. B. Pollen, Hausstaubmilben) (Streikiene & Hofmann, 2021). Die (gestuften) Therapieempfehlungen zur Behandlung der AD (Basistherapie, systemische Therapie) hängen von dem Schweregrad (Remission, moderat, mittelschwer, schwer) ab (Streikiene & Hofmann, 2021; Werfel et al., 2016).

In einer kürzlich veröffentlichten Metaanalyse konnte aufgezeigt werden, dass bei Personen mit aktueller oder früher bestehender AD ein etwa doppelt bis vierfach erhöhtes Risiko zur Entwicklung eines HE vorliegt (Odds Ratio [OR] Punktprävalenz: 2.35; OR 1-Jahres Prävalenz: 4.29; OR Lebenszeitprävalenz: 4.06) (Ruff et al., 2018). Ähnliche Zusammenhänge wurden zw. der AD und dem Auftreten beruflich bedingter HE ermittelt (OR 1-Jahres Prävalenz: 4.31; OR Lebenszeitprävalenz: 2.81) (Ruff et al., 2018). Vergleichbare Ergebnisse zeigten sich in einer Untersuchung der erwachsenen Bevölkerung Dtl.; die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines HE (als Komorbidität) bei vorliegender Neurodermitis lag bei einer OR von 3.96 (Daten: 2006-2017, n=118.939, Subgruppe n=1.742) (Zander et al., 2020).

„Auf Basis einer atopischen Hautdisposition [anlagebedingte erhöhte Hautempfindlichkeit] kann sich ein irritativ provoziertes atopisches Ekzem in Abhängigkeit der Noxe prinzipiell an sämtlichen Prädilektionsstellen manifestieren; überwiegend erfolgt dies an den Händen.“ (Skudlik & John, 2013, S. 102)

Das *atopische HE* mit oder ohne begleitende AD wird den endogenen HE zugeordnet (V. Baur & Schultz, 2021; Kinaciyani & Gorris, 2021) und stellt „eine für die Begutachtung besonders relevante Manifestationsform der kutanen Atopie“ (Symanzik, Skudlik & John, 2020, S. 8) dar. Das atopische HE findet sich bevorzugt an Fingern und Handflächen (Diepgen, Andersen et al., 2009) oder auch Handrücken (S. M. John & Thielitz, 2016) und kann auf die Handgelenksbeugen und Unterarme übergreifen (S. M. John & Thielitz, 2016; Skudlik & Schwanitz, 2003). Die Morphologie des beruflich irritativ provozierten AE (kombiniertes HE aus Komponenten eines atopischen und kumulativ-subtoxischen HE) ist häufig nicht von einem nicht durch berufliche Noxen induzierten AE zu unterscheiden (Skudlik & John, 2013).

Das atopische HE wird insbes. durch Feuchtarbeit im außer-/beruflichen Kontext beeinflusst (Skudlik & John, 2013) und zeigt häufig einen eigendynamischen, berufsunabhängigen Verlauf (S. M. John & Thielitz, 2016). Zu den zahlreiche exogenen individuellen Provokationsfaktoren zählen weiterhin u. a. psychische Faktoren, extreme Witterungsbedingungen bzw. Klimateinflüsse (Kälte, Trockenheit, Schwüle), Intoleranzreaktionen, Irritationen der Haut durch Schwitzen, eine falsche Hautreinigung, Hormone sowie physikalische und chemische Einwirkungen (Homey et al., 2018; S. M. John & Thielitz, 2016; Ritter & Stangier, 2019).

In diesem Kapitel wurde ein Überblick zum Thema „Berufsdermatosen“ geben. Die dargestellten Sachverhalte lieferten zusätzliche Informationen zu den in die Untersuchungen I und II eingeschlossenen Studienkollektiven (s. Teil III). Im Fokus der Betrachtung standen die Ursachen, Kliniken und das Verteilungsmuster der häufigsten Ekzemformen, deren Vorhandensein eine Indikation für den Einsatz von Unterzieh- und/oder Komforthandschuhen darstellen kann. Durch die in der klinischen Praxis anzutreffenden interindividuellen Hautzustände und Symptomatik können sich differenzierte Anforderungen an die Beschaffenheit, das Trage- und Gebrauchsverhalten von Unterzieh- und/oder Komforthandschuhen ergeben.

II.2 PRÄVENTION

Das nachfolgende Kapitel wird einen Überblick über das Thema *Prävention* geben. Im Rahmen einer kurzen, allgemeinen Einführung werden die wichtigsten Begrifflichkeiten definiert und weiterführend zu differenzierende Ebenen der Prävention aufgezeigt. Die sich anschließenden Unterkapitel geben einen groben Überblick der Art und Inhalte der Interventionsmaßnahmen, die im Rahmen eines hierarchisch gegliederten Konzeptes zur Prävention von Berufsdermatosen zur Anwendung kommen können.

II.2.1 EINFÜHRUNG

Etymologisch betrachtet geht der Begriff ‚Prävention‘ bzw. das Adjektiv ‚präventiv‘ auf das gleichbedeutende, aus dem französischen entlehnte Wort ‚préventif‘ zurück, welches wiederum vom lateinischen ‚praevenire‘ (= zuvorkommen) abstammt (DWDS, 2021d). Synonym zur Prävention werden Begriffe wie Vorbeugung, Abwendung und Prophylaxe gebraucht (DWDS, 2021d).

„‘Prävention‘ ist ein häufig verwendeter Begriff, der im allgemeinen Sprachgebrauch fest verankert ist. Zum Teil ist die Bedeutung selbsterklärend, z. B. bei Drogenprävention und Gewaltprävention. Weder im arbeitsmedizinischen noch im sozialversicherungsrechtlichen Zusammenhang existiert jedoch ein zentraler, einheitlicher Präventionsbegriff.“ (Brandenburg & Woltjen, 2018, S. 127)

Prävention lässt sich zunächst als ein Oberbegriff für alle zielgerichteten Maßnahmen und Aktivitäten, die zur Vermeidung, Verringerung oder Verzögerung des Auftretens, der Ausbreitung und der negativen Auswirkungen von Krankheiten oder gesundheitlichen Störungen beitragen, definieren (Bundesministerium für Gesundheit [BMG], 2019; Franzkowiak, 2018). Begriff und Konstrukt der Krankheitsprävention nehmen eine Präzisierung vor, indem „Risikogruppen mit erwartbaren, erkennbaren oder bereits im Ansatz eingetretenen Anzeichen von Gesundheitsstörungen und Krankheiten“ (Franzkowiak, 2018, S. 776) als primärer Ziel- bzw. Ansatzpunkt definiert werden. Präventive Handlungen lassen sich, je nach Zeitpunkt des Eingriffs in einer Abfolge von Entwicklungsstufen der Störung, der primären, sekundären oder tertiären Prävention zuordnen (s. Abbildung 2) (BMG, 2019; Franzkowiak, 2018). Während Maßnahmen der *primären Prävention* darauf abzielen, die Entstehung von Krankheiten durch die Meidung von Risikofaktoren zu verhindern, fokussieren Maßnahmen der *sekundären Ebene* auf die zeitliche Früherkennung von Krankheiten (BMG, 2019; Brandenburg & Woltjen, 2018; Franzkowiak, 2018). Die *tertiäre Prävention* umfasst Maßnahmen, die nicht auf die Verhinderung des Schadensereignisses hinwirken, sondern auf die Abmilderung von Krankheitsfolgen, die Rückfallvermeidung bei bereits manifestierten Krankheiten/Leiden und die Verhinderung der Verschlimmerung. Vereinzelt wird die zuletzt genannte Ebene um die *primordiale Prävention* ergänzt, die die Vorbeugung des Auftretens von Risikofaktoren beschreibt und noch vor der Primärprävention einsetzt (Moock, 2015).

Interventionen, die ein individuenbezogenes gesundheitsgerechtes Verhalten fördern bzw. ein gesundheitsgefährdendes Verhalten verringern, werden dem Bereich der *Verhaltensprävention* zugeordnet (AWMF, 2021; BMG, 2019; Brans & Skudlik, 2019). Hiervon unterschieden wird die

Verhältnisprävention, welche an den Bedingungen des Lebensumfeldes (z. B. Lebens- und Arbeitsverhältnisse) oder von Umweltfaktoren ansetzt (AWMF, 2021; BMG, 2019; F. de Bock, Geene, Hoffmann & Stand, 2017; Brandenburg & Woltjen, 2018; Brans & Skudlik, 2019). Weiterhin wird je nach Adressat zw. der Reduktion der Gesundheitsrisiken für eine größere Gesamtheit von Personen (Generalprävention) und passgenauen Angeboten für Einzelpersonen mit einem durch individuelle Umstände erhöhten einschlägigen Erkrankungsrisiko (Individualprävention) differenziert (AWMF, 2021; Brandenburg & Woltjen, 2018; Brans & Skudlik, 2019).

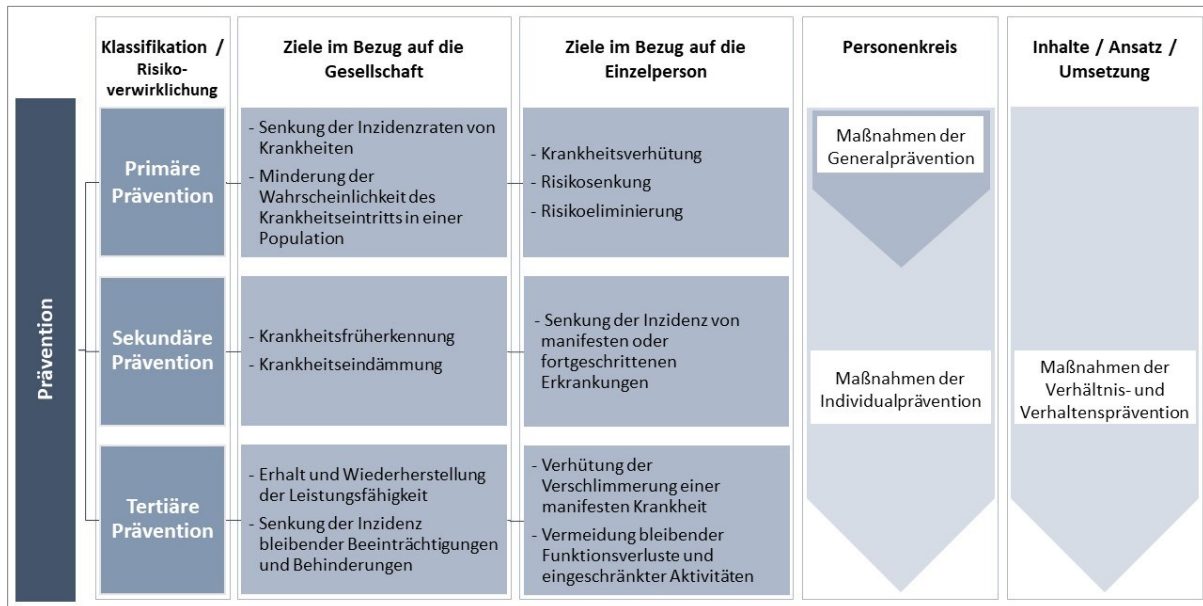


Abbildung 2: (Struktur-)Modell und Begriffe der Prävention [Eigene Darstellung, nach Brandenburg & Woltjen, 2018; Franzkowiak, 2018]

II.2.2 PRIMÄRE PRÄVENTION

Die *Primärprävention* von Berufsdermatosen dient dem Erhalt der Gesundheit noch nicht manifester Erkrankungen bzw. der Verhinderung von Neuerkrankungen (s. Abbildung 3) (Alfonso et al., 2017; Brans & Skudlik, 2019). „This includes risk assessment and early intervention.“ (Alfonso et al., 2017, S. 40) Primärpräventive Maßnahmen (verhältnis- und verhaltenspräventiv) sind grds. der Generalprävention zuzuordnen, wobei die Maßnahmen der Generalprävention im Einzelfall auch der Sekundär- bzw. der Tertiärprävention dienen können (Brandenburg & Woltjen, 2018).

Die Primärprävention stellt nach dem Arbeitsschutzrecht eine Aufgabe des Arbeitgebenden dar (DGUV Regel 100-001, 2014; Elsner & Schliemann, 2015). Basis aller Vorschriften bildet die rechtsverbindliche *EU-(Arbeitsschutz-)Rahmenrichtlinie 89/391/EWG* bzw. das *Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG)*, welches die Richtlinie in dt. Recht überträgt und die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes durch die zuständigen staatlichen Behörden regelt und überwacht (Arbeitsschutzgesetz [ArbSchG], 2020, § 1ff.). Neben diesem existieren weitere zentrale, arbeitsschutzrelevante Grundlagengesetze (z. B. Arbeitssicherheitsgesetz [ASiG], Chemikaliengesetz [ChemG]) und Verordnungen (z. B. Gefahrstoffverordnung [GefStoffV]) sowie von den UVT auf Rechtsgrundlage des SGB VII erlassene Vorschriften,

Regeln, Informationen und Grundsätze der Unfallverhütung²⁰ (DGUV Regel 100-001, 2014; Schlick, Bruder & Luczak, 2018). Alle gesetzlichen Regularien dienen dazu, Sicherheit und Gesundheitsschutz der Beschäftigten bei der Arbeit durch Maßnahmen des Arbeitsschutzes zu sichern und zu verbessern (z. B. ArbSchG, 2020, Art. 1 Abschn. 1 Richtlinie 89/391/EWG).

„As referred, according to EU legislation employers are responsible for performing risk assessment regarding safety and health at work. Therefore, the overall responsibility for identifying, assessing and controlling risks at the workplace lies with the employer, who must guarantee that the occupational safety and health (OSH) risk management activities are properly executed.“ (Occupational Safety and Health Administration [OSHA], 2016, o.S.)

Ausgangspunkt aller Maßnahmen bildet eine ausführliche Gefährdungsbeurteilung (DGUV Regel 100-001, 2014; TRGS 401, 2008). Diese dient der Identifikation (z. B. hautgefährdende/-resorptive Arbeitsstoffe), Beurteilung (geringer/mittlerer/hohes Grad relevanter Gefährdung) und Verhinderung oder Minimierung (Festlegen von Schutzmaßnahmen) der am Arbeitsplatz auftretenden Hautbelastungen und wird unter der Verantwortung des Arbeitgebenden, ggf. unter Einbezug anderer Personengruppen (z. B. Fachkräfte für Arbeitssicherheit [Sifa], ärztliches Fachpersonal, Sicherheitsbeauftragte) (Alfonso et al., 2017; DGUV Regel 100-001, 2014; TRGS 401, 2008). Die Arbeitsplatzanalyse unterliegt einem kontinuierlichen Prozess und sollte in regelmäßigen Abständen bzw. bei Bedarf aktualisiert werden (Alfonso et al., 2017; TRGS 401, 2008). Die auf Basis der Gefährdungsbeurteilung erforderlichen und umsetzbaren Schutzmaßnahmen folgen einer gesetzlich verankerten Hierarchie-Ebene, dem sog. *STOP-Prinzip* (s. Tabelle 1) (DGUV Regel 100-001, 2014; TRGS 401, 2008; TRGS 500, 2019). Dieses sieht vor, dass kollektive Maßnahmen (Substitution, Technik und Organisation) sowie Arbeitshygiene Priorität ggü. persönlichen Schutzmaßnahmen haben (DGUV Regel 100-001, 2014; TRGS 401, 2008; TRGS 500, 2019), da ihr Erfolg nicht von der Compliance der Beschäftigten abhängt (Kütting & Drexler, 2008). Können Hautgefährdungen nicht durch die in der Rangfolge höher stehender Schutzmaßnahmen (nach dem Stand der Technik und Wissenschaft) ausgeschlossen werden, müssen individuelle Schutzmaßnahmen ausgewählt und bereitgestellt werden (DGUV Regel 100-001, 2014; TRGS 401, 2008; TRGS 500, 2019). Dabei werden Schutzhandschuhe als die wichtigste, in der Praxis einzig pragmatische und sofort wirksame (GUV-I 8559, 2007) Hautschutzmaßnahme in der Prävention von Kontaktekzemen eingestuft (GUV-I 8559, 2007; Wilke et al., 2018). Hilfestellungen zur praktischen Umsetzung der allgemein formulierten arbeitsschutzrechtlichen Anforderungen finden sich u. a. in den TRGS (z. B. Nr. 401 und Nr. 500).²¹

²⁰ Die Unfallverhütungsvorschriften bzw. *DGUV Vorschriften* sind verbindliche autonome Rechtsnormen, die von den UVT gemäß § 15 des SGB VII erlassen werden (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. [DGUV], 2022b). *DGUV Regeln* stellen bereichs-, arbeitsverfahrens- oder arbeitsplatzbezogene Inhalte zusammen und bieten Unternehmen Hilfestellung bei der Umsetzung der aus staatlichen Arbeitsschutzvorschriften und/oder Unfallverhütungsvorschriften resultierenden Pflichten (DGUV, 2021a). *DGUV Informationen* stellen spezielle Veröffentlichungen einzelner UVT dar, die bestimmte Branchen, Tätigkeiten und Zielgruppen unverbindliche Hilfestellungen und Empfehlungen bieten (DGUV, 2021a).

²¹ Die *Technischen Regeln* (TR) bzw. *Technischen Regeln für Gefahrstoffe* (TRGS) werden durch den beim *Bundesministerium für Arbeit und Soziales* (BMAS) gebildeten *Ausschuss für Gefahrstoffe* erarbeitet und enthalten branchenübergreifende Empfehlungen zur Einhaltung und Umsetzung von Gesetzen, Verordnungen etc. Sie stellen keine Rechtsnormen dar. Bei Umsetzung der Empfehlungen der TR ist davon auszugehen, dass die Anforderungen der entsprechenden Gesetzmäßigkeiten eingehalten bzw. umgesetzt werden (Vermutungswirkung). D. h., für den Arbeitgebenden wirkt ein Handeln nach den TR wie ein antizipiertes Rechtsgutachten (Brandenburg & Woltjen, 2018; Schlick, Bruder & Luczak, 2018).

Tabelle 1: Hierarchie von Schutzmaßnahmen nach dem STOP-Prinzip

STOP-Prinzip	Mögliche Schutzmaßnahmen / konkrete Beispiele
S - Substitution (Ersatz, Elimination)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Risikobewertung / Gefährdungsbeurteilung des Arbeitsplatzes ▪ Elimination der Irritanzien bzw. potenten Allergene oder Ersatz durch weniger hautgefährdende Substanzen (Ersatzstoff-/Substitutionsprüfung) ▪ Ersatz eines Verfahrens durch ein Verfahren mit geringerer Gefährdung ▪ Ersatz flusssäurehaltiger durch säurefreier Felgenreiniger ▪ Ersatz eines ‚unnötig aggressiven‘ durch ein milderes Hautreinigungsmittel (Bauer et al., 2020; Brans et al., 2019; DGUV Information 212-017, 2021; TRGS 401, 2008; TRGS 500, 2019)
T - Technische Schutzmaßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Rangfolge nach abnehmender Wirksamkeit:</i> 1) Geschlossene Anlagen / Systeme, 2) Absaugungen, 3) Raumb- und -entlüftungen / Lüftungssystem ▪ Automatisierung von Arbeitsprozessen ▪ Spritzschutz / Abschirmung ▪ Ordnungsgemäße Kennzeichnung und Lagerung von Chemikalien ▪ Regelmäßige Wartung von Werkzeugen ▪ Einsatz von: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Non-Touch- oder Minimal-Kontakt-Techniken (z. B. Pipette, Spatel) ▪ Gekapselten Maschinen bei der Metallbearbeitung ▪ Auftragshilfsmitteln (z. B. Fettpresse, Pinsel, Rolle) ▪ Putzautomaten ▪ Mischapplikatoren und Portionsspendern zur Konzentratverdünnung ▪ Dosierhilfsmitteln (z. B. Kartusche für Klebstoffe, Silikondichtmasse) ▪ Kontaktfreien Verpackungen (z. B. Kartusche bei Epoxidharzsystemen) (Alfonso et al., 2017; Bauer et al., 2020; Brans et al., 2019; DGUV Information 209-022, 2021; DGUV Information 212-017, 2021; TRGS 401, 2008; TRGS 500, 2019)
O - Organisatorische Schutzmaßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Änderung von Arbeitsabläufen ▪ Gleichmäßige Verteilung der Feuchtarbeit auf alle Personen bzw. Rotationen zw. Arbeitsplätzen mit stärkerer oder schwächerer Feuchtigkeitbelastung ▪ Längere Pufferzeiten zum Abtrocknen von Werkstücken ▪ Aussparung erkrankter Personen von gefährdenden Tätigkeiten ▪ Regelmäßige Reinigung kontaminierter Arbeitsgeräte und -flächen ▪ Sofortiger Wechsel verschmutzter und durchtränkter Arbeitskleidung ▪ Wechsel durchfeuchteter Schutzhandschuhe (Bauer et al., 2020; Brans & Skudlik, 2019; DGUV Information 212-017, 2021; Skudlik & John, 2020; TRGS 500, 2019)
P - Persönliche Schutzmaßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Arbeitsschutzunterweisung/-schulung ▪ Verwendung einer geeigneten PSA (z. B. Schutzhandschuhe) ▪ Auswahl und Einsatz von Hautmitteln (Hautschutz-, Hautreinigungs- und Hautpflegepräparate) entsprechend der Leitlinie <i>Berufliche Hautmittel</i> (AWMF-Nr. 013/056) (Bauer et al., 2020; Brans et al., 2019; DGUV Information 212-017, 2021; Elsner & Schliemann, 2015)

Personen, die sich für die Erwerbsaufnahme in einem Risikoberuf interessieren, haben die Möglichkeit, dermatologische Vorsorgeuntersuchungen (Einstellungsuntersuchungen/Berufseingangsberatungen) wahrzunehmen (S. M. John, 2008; TRGS 401, 2008). Gemäß der *Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge* (ArbMedVV) (Sekundärprävention) haben Arbeitnehmende das Recht, sich bei Tätigkeiten, bei denen ein Gesundheitsschaden nicht ausgeschlossen werden kann, arbeitsmedizinisch beraten und untersuchen zu lassen (Wunschvorsorge) (2019, § 2 Abs. 4). Bei der Ausübung bestimmter (besonders) (haut-)gefährdender Tätigkeiten muss eine Angebotsvorsorge (z. B. Feuchtarbeit \geq 2 Std/Tag) oder

Pflichtvorsorge (z. B. Feuchtarbeit ≥ 4 Std/Tag) seitens des Arbeitgebenden veranlasst werden (Arb-MedVV, 2019, § 2 Abs. 2-3).

Kostenträger allgemeiner und betrieblicher primärer Präventions- und Gesundheitsförderungsmaßnahmen sind die Träger der *gesetzlichen Krankenversicherung* (GKV) (Krankenkassen) (Sozialgesetzbuch Fünftes Buch [SGB V], 1988, § 20ff.). Zusätzliche Maßnahmen für die Arbeitnehmenden obliegen der finanziellen Förderung durch die Arbeitgebenden. Bei der Wahrnehmung ihrer Aufgaben arbeiten die Träger der GKV mit den für den Arbeitsschutz zuständigen Landesbehörden sowie den UVT²² zusammen (SGB VII, 1996, § 20b Abs. 2). Die UVT verfolgen auf Basis der gesetzlichen Regelungen zur Prävention und Rehabilitation für Hautkrankheiten im SGB VII und der *Berufskrankheiten-Verordnung* (BKV) die übergreifende strategische Zielsetzung, mit allen geeigneten Mitteln für die Verhütung von Arbeitsunfällen, Berufskrankheiten und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren zu sorgen (DGUV, 2019). Dabei gilt der Programmsatz ‚Prävention vor Rehabilitation und Entschädigung‘ (Brandenburg & Woltjen, 2018). Im Bereich der Generalprävention obliegt den UVT die Aufgabe der Überwachung und Beratung von Unternehmen im Bereich des Gesundheitsschutzes (SGB VII, 1996, § 17 Abs. 1). Alle außer-/medizinischen Leistungen zur Rehabilitation, Leistungen zur Teilhabe am Arbeitsleben und Leben in der Gemeinschaft sowie ergänzende Leistungen (z. B. Geldleistungen/Entschädigungen), werden i. d. R. vollumfänglich von den UVT übernommen.

	Präventionsebene	Präventionsziele	Personenkreis	Präventionsmaßnahmen bei berufsbedingten Hauterkrankungen
Prävention	Primäre Prävention	- Vorbeugung	- Hautgesunde Personen, insbesondere in Hautrisikoberufen mit hohem HE-Risiko	- Regularien des Arbeitsschutzes (z. B. Gefahrstoffverordnung, TRGS 401) - EU-Rechtsvorschriften (z. B. EU-Verordnung über Nickel)
	Sekundäre Prävention	- Früherkennung/ Frühintervention	- Personen mit subklinischem HE, Verhinderung von Rezidiven	- Hautarztverfahren - Ambulantes Heilverfahren nach § 3 BKV - Ambulante Hautschutzseminare - Betriebsberatungen durch Präventionsdienste - Arbeitsmedizinische Vorsorge
	Tertiäre Prävention	- Rehabilitation	- Personen mit manifestem beruflichem HE	- Modifiziertes stationäres Heilverfahren

Abbildung 3: Präventionsmaßnahmen bei berufsbedingten Hauterkrankungen [Eigene Darstellung, nach Brandenburg & Woltjen, 2018; Elsner & Schliemann, 2023; Symanzik et al., 2020]

²² Die gesetzliche Unfallversicherung in Dtl. besteht aus drei Bereichen: Gewerbliche Unfallversicherung (Berufsgenossenschaften, BG), Öffentliche Unfallversicherung (Unfallkassen und Gemeindeunfallversicherungsverbände), Landwirtschaftliche Unfallversicherung (Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Gartenbau). Die DGUV vertritt die gemeinsamen Interessen der gewerblichen Berufsgenossenschaften und der UVT der öffentlichen Hand.

II.2.3 SEKUNDÄRE PRÄVENTION

„The aim of secondary prevention is to avoid disease chronicity and/or progression by early diagnosis and intervention.“ (Alfonso et al., 2017, S. 40) Die *Sekundäre Individualprävention* (SIP) von Berufsdermatosen obliegt nach § 1 Abs. 1 des SGB VII der Zuständigkeit der gesetzlichen Unfallversicherung und basiert auf den Inhalten der BKV (Elsner & Schliemann, 2015), welche in § 3 einen universellen Präventionsauftrag („Vorbeugeparagraf“) verankert:

„Besteht für Versicherte die Gefahr, daß eine Berufskrankheit entsteht, wiederauflebt oder sich verschlimmert, haben die Unfallversicherungsträger dieser Gefahr mit allen geeigneten Mitteln entgegenzuwirken. Ist die Gefahr gleichwohl nicht zu beseitigen, haben die Unfallversicherungsträger darauf hinzuwirken, daß die Versicherten die gefährdende Tätigkeit unterlassen.“ (Berufskrankheiten-Verordnung [BKV], 2021, § 3 Abs. 1)

Maßnahmen der Sekundärprävention (s. Abbildung 3) sind demnach angezeigt, wenn bereits eine berufsbedingte Hauterkrankung konstatiert wurde, diese aber noch nicht die nach BK-Nr. 5101 definierten Kriterien erfüllt. Programme der sekundären Individualprävention setzen bei den Verhältnissen am Arbeitsplatz an und wirken zugleich auf ein gesundheitsbewusstes Verhalten der betroffenen Beschäftigten hin (Brandenburg & Woltjen, 2018). Die bereits für die Primärprävention geschilderten Schutzmaßnahmen finden weiterhin Umsetzung bzw. sollten fortlaufend überprüft und ggf. optimiert werden (Brans & Skudlik, 2019; S. M. John & Thielitz, 2016; Skudlik & John, 2020). Zielstellung der Summe aller Maßnahmen auf Ebene der Sekundärprävention ist die Verhinderung einer Chronifizierung, Verschlimmerung oder eines Wiederauflebens der Hauterkrankung (Brans & Skudlik, 2019; S. M. John & Thielitz, 2016; Skudlik & John, 2020).

Bei Verdacht auf möglicherweise beruflich verursachte krankhafte Hautveränderungen kann bei dem zuständigen UVT ein *Hautarztbericht – Einleitung Hautarztverfahren/Stellungnahme Prävention* eingereicht werden (DGUV, 2014; Elsner & Schliemann, 2015; Skudlik et al., 2017). Mit Erteilung des ambulanten Behandlungsauftrages wird das sog. *Hautarztverfahren* („Verfahren Haut“, ehemals: „Stufenverfahren Haut“) seitens der UVT eingeleitet (DGUV, 2014; Elsner & Schliemann, 2015; Skudlik et al., 2017). Hierbei handelt es sich um einen 2004 seitens der UVT eingeführten, im Berufskrankheitenrecht einmaligen mehrstufigen, interdisziplinären Interventionsansatz, der schnelle und individuelle präventive Hilfe für alle betroffenen Beschäftigten, unabhängig vom Schweregrad der Erkrankung oder der Berufsbranche bietet (Bauer et al., 2020; Elsner, 2008; Skudlik & John, 2020). Das Verfahren sieht im Sinne der Verhältnismäßigkeit des Mitteleinsatzes eine gestufte Intervention vor, bei der mit niederschweligen Maßnahmen begonnen und im Hauterkrankungsverlauf weitere, aufwändigere Leistungen bereitgehalten werden (Elsner, 2008; Skudlik et al., 2017). Neben intensiver Diagnostik, Beratung und Therapie durch die behandelnde Dermatologin oder den behandelnden Dermatologen finden dabei verschiedene spezifische Präventionsangebote auf Ebene der ambulanten und stationären Individualprävention Umsetzung. Im Wesentlichen können hierbei spezielle Haut(schutz)sprechstunden (Brandenburg & Woltjen, 2018) und (berufsgruppenspezifische) i. d. R. mehrtägige Hautschutzschulungen mit gesundheitserzieherischem Schwerpunkt (Seminare der SIP, sog. *SIP-Seminare*) genannt werden (Brans & Skudlik, 2019; Elsner & Schliemann, 2015). Trotz differenzierter Gestaltungsformate zielen Letztere auf Basis der Vermittlung krankheitsspezifischen Wissens und relevanter

Hautschutzmaßnahmen im Kern auf den Anstoß von Prozessen des Empowerments – d. h., die Stärkung von Gesundheitsbewusstsein und Eigenverantwortlichkeit – ab (Diepgen, Radulescu, Bock & Weisshaar, 2005; Diepgen et al., 2015a; Siekmann, Friedlein & Neuber, 2019; Skudlik & John, 2020; Wilke et al., 2020).

„Aufklärung über und Training von Hautschutzmaßnahmen sind wichtiger Bestandteil der Sekundärprävention, da sie Betroffene zur richtigen Anwendung von Hautschutzmaßnahmen motivieren und das Gesundheitsbewusstsein und die Eigenverantwortlichkeit bei den Betroffenen stärken.“ (Diepgen et al., 2015b, S. 79)

Die o. g. Hautschutzschulungsmaßnahmen durchführenden Zentren stellen allesamt auf die Prävention von Berufsdermatosen spezialisierte dermatologische Einrichtungen dar (Elsner & Schliemann, 2015). So stehen bspw. seit Mitte der 1990er-Jahre für die bei der BGW Versicherten in Hautrisikoberufen (z. B. Friseurgewerbe, Gesundheits- und Krankenpflege) bundesweit Schulungs- und Beratungszentren (schu.ber.z) zur Verfügung, welche u. a. berufsgruppenspezifische Hautschutzseminare anbieten.²³ In den Folgejahren etablierten auch andere UVT (z. B. BGHM) Angebote dieser Art zur Versorgung der Versicherten (Skudlik & Weisshaar, 2015). Das *iDerm an der Universität Osnabrück* bietet mehrtägige, berufsgruppenübergreifende Hautschutzseminare an (Gesundheitspädagogische Seminare, sog. ‚GPS-Seminare‘).²⁴ Zusätzlich zu den Seminaren besteht die Möglichkeit, eine Optimierung der Präventionsmaßnahmen am Arbeitsplatz unter Einschaltung des technischen Aufsichtsdienstes der UVT durchzuführen (Betriebsbegehungen/-beratungen).

Alle im Rahmen des Hautarztverfahrens, d. h. nach Erteilung eines Behandlungsauftrages anfallenden Diagnostik- und Behandlungskosten (z. B. ambulante und stationäre Behandlungskosten, Aufwendungen für PSA, Ausgleich des Minderverdienstes bei innerbetrieblichen Umsetzungen), werden von den UVT übernommen und unterliegen nicht der Budgetierung der GKV („mit allen geeigneten Mitteln“) (DGUV Information 212-017, 2021; S. M. John, 2018; Skudlik, Geier & John, 2014). Sämtliche Maßnahmen greifen auch dann, wenn die berufliche Exposition nur eine wesentliche Teilursache der Auslösung oder Verschlimmerung der Erkrankung der erkrankten Person darstellt (Mahler, 2016).

²³ Die o. g. schu.ber.z'e als Ort der Rekrutierung verteilen sich über das gesamte Bundesgebiet und bieten in regelmäßigen Abständen Schulungen sowie individuelle pädagogische und medizinische Beratungen für die Versicherten der BGW an. Die 2-tägigen Hautschutzseminare ‚Haut-nah erleben‘ werden i. d. R. berufsbezogen (z. B. Physiotherapie, Gesundheitswesen, Hauswirtschaft) durchgeführt und wenden sich ausschließlich an Versicherte mit berufsdermatologischer Vorgeschichte. Mehr Informationen zu den Angeboten der BGW unter der URL: <https://www.bgw-online.de/bgw-online-de/themen/gesund-im-betrieb/gesunde-haut/hautschutzseminare-retten-sie-ihre-haut-im-rahmen-der-19006> (Stand: 27.07.2022). Details zur Ausgestaltung der Seminare finden sich bspw. in der aktuellen Publikation von Hamm und Drechsel-Schlund (2019).

²⁴ Mehr Informationen zu den Angeboten des *iDerm* finden sich unter der URL: <https://www.bg-kliniken.de/iderm/> (Stand: 27.07.2022).

II.2.4 TERTIÄRE PRÄVENTION

„The aim of tertiary prevention is medical and occupational rehabilitation of workers with an established disease.“ (Alfonso et al., 2017, S. 40) Im Rahmen der *Tertiären Individualprävention* (TIP) von Berufskrankheiten wird für Betroffene mit schweren Berufsdermatosen im Rahmen des *Verfahrens Haut* ein modifiziert-stationäres Heilverfahren (*TIP-Maßnahme*)²⁵ angeboten (s. Abbildung 3) (Brandenburg & Woltjen, 2018). In der *AWMF-S1-Leitlinie Stationäre Dermatologische Rehabilitation* (013-083) (AWMF, 2020) werden folgende Indikationen für die Teilnahme an einer Rehabilitationsmaßnahme benannt:

- ambulant therapieresistente Berufsdermatosen, drohende BK nach Nr. 5101 der BKV;
- Hautveränderungen, länger als drei Monate bestehend;
- Arbeitsunfähigkeitszeiten, dokumentiert oder absehbar länger;
- Förderung der Motivation bei mangelnder Compliance seitens der Versicherten;
- Therapieresistenz, progredienter Verlauf der Dermatose;
- wiederholtes Heilverfahren bei älteren Versicherten mit häufigeren Rezidiven zur Vermeidung der Tätigkeitsaufgabe;
- Verlaufsbeobachtung bei fraglicher Kausalität, Abgrenzung einer Eigendynamik, Vervollständigung der Diagnostik;
- Minderung der BK-Folgen bei anerkannter BK mit schlechter Heilungstendenz.

Übergeordnetes Ziel der Maßnahme stellt die Förderung, Wiedererlangung und Bewahrung einer möglichst uneingeschränkten Aktivität und Teilhabe durch Restitutio ad integrum am privaten, sozialen und beruflichen Leben mit einer insgesamt guten Lebensqualität dar (AWMF, 2020). In dem, i. d. R. über drei Wochen andauernden stationären Heilverfahren (Brans & Skudlik, 2019; Skudlik & Weisshaar, 2015; Wilke et al., 2020), finden neben intensiven dermatologischen Beratungen, Untersuchungen und Behandlungen u. a. auch standardisierte gesundheitspädagogische, gesundheitspsychologische und ergotherapeutische Interventionen zur Motivationssteigerung, Wissens-, Einstellungs- und Verhaltensmodifikation Umsetzung (Brans & Skudlik, 2019; Skudlik & Weisshaar, 2015; Wilke et al., 2020).²⁶ Schwerpunkte bzw. Zielsetzungen dieser edukativ-präventiven Seminare/Sitzungen bilden nachfolgende Aspekte (AWMF, 2020):

- Information über die Haut- und mögliche Begleiterkrankungen;
- Hautrisikofaktoren, Auslösemechanismen, Therapieoptionen und Prognose;
- Strategien zur Verminderung hautschädigender Einflüsse am Arbeitsplatz und in der Freizeit;
- Strategien zum Umgang mit den Beeinträchtigungen durch die (chronische) Hauterkrankung.

Im Anschluss an den stationären Aufenthalt ist eine 3-wöchige Arbeitskarenz zur weiteren Stabilisierung des Hautzustands vor Wiederaufnahme der Berufstätigkeit vorgesehen (Skudlik & Weisshaar,

²⁵ *Synonyme*: Integrierte ambulant-stationäre medizinische und gesundheitspädagogische Versorgung bei schweren Berufsdermatosen; stationäres Heilverfahren zur Individualprävention bei Berufsdermatosen; tertiäre Individualprävention; stationäre(-rehabilitative) Individualprävention.

²⁶ *Weiterführende Literatur*: Mehr Informationen zur Ausgestaltung und Inhalte der gesundheitspädagogischen Schulungen im iDerm Osnabrück finden sich z. B. in der Publikation von Wilke, Fischer, Brans und Sonsmann (2023). Details zu den gesundheitspsychologischen Seminaren und ergotherapeutischen Schulungen im iDerm in Osnabrück halten bspw. die Publikationen von Julia Meyer, Sauerzapfe und John (2019) und Wilke et al. (2022) bereit.

2015). Während dieser poststationären Phase erfolgte eine konsequente, nahtlose Weiterbehandlung durch den niedergelassenen Dermatologen am Heimatort, um eine vollständige Konsolidierung der epidermalen Barrierefunktion des Hautorgans zu ermöglichen (Brans & Skudlik, 2019; Skudlik & Weisshaar, 2015). I. d. R. wird das ambulante Heilverfahren samt in der Reha-Maßnahme eingeleitetem Therapieverfahren auch in den Folgewochen und -monaten fortgeführt (S. M. John, 2008; Skudlik & Weisshaar, 2015). Zur Unterstützung des erfolgreichen Heilungsverlaufes sind ambulante Wiedervorstellungen drei Wochen nach der stationären Entlassung, vier Wochen nach Wiederaufnahme der beruflichen Tätigkeit und auf Wunsch des UVT ein, drei bzw. bis zu fünf Jahre nach dem stationären Aufenthalt vorgesehen. Durch eine Wiederherstellung des gesunden Hautzustands kann unter optimierten Haut- und Arbeitsschutzbedingungen sowie unter hautfachärztlicher Supervision der Wiedereintritt in die Berufstätigkeit gewährleistet werden (S. M. John & Thielitz, 2016).

Die geschilderten Ansätze und Maßnahmen des Hautverfahrens basieren maßgeblich auf dem sog. *Osnabrücker Modell*, welches bereits 1994 als ein gestuftes Präventionskonzept initiiert wurde. Auf der Ebene der tertiären Prävention findet das inzwischen modifizierte stationäre Heilverfahren bundesweit Umsetzung und wird als mögliches Vorbild (*blueprint*) für die Strategieentwicklung in anderen europäischen Ländern angesehen (Alfonso et al., 2017).

Das dargestellte Heilverfahren wurde bereits umfassend im Rahmen der DGUV-geförderten prospektiven Multicenterkohortenstudie *Medizinisch-berufliches Rehabilitationsverfahren ‚Haut‘ – Optimierung und Qualitätssicherung des Heilverfahrens* (ROQ-Studie I; FB 0096; Laufzeit: 2005-2013) sowie dem gleichnamigen Folgeprojekt (ROQ-Studie II; FB174; Laufzeit: 2011-2015) wissenschaftlich evaluiert. Die Langzeitergebnisse belegen die Effektivität, Übertragbarkeit und Nachhaltigkeit einer TIP-Maßnahme im Hinblick auf die Minderung der Krankheitsschwere, Reduktion der Anwendung nebenwirkungsreicher Therapien, Steigerung der Lebensqualität, Arbeitszufriedenheit, Arbeitsfähigkeit bzw. Anzahl der Arbeitsunfähigkeitstage sowie den Berufsverbleib (Andrees et al., 2020; Brans et al., 2016; Skudlik et al., 2009; Skudlik et al., 2012; Skudlik & Weisshaar, 2015; Skudlik et al., 2017; Weisshaar et al., 2013). Die damit einhergehende Kosteneffektivität (Verhinderung kostenintensiver Umschulungsmaßnahmen etc.) der TIP-Maßnahme konnte ebenfalls aufgezeigt werden (Andrees et al., 2020).

In diesem Kapitel wurde ein Überblick zum Thema „Prävention“ gegeben. Die dargestellten Sachverhalte lieferten zusätzliche Informationen zu den gesetzlichen Regularien und institutionellen Umständen, unter bzw. in denen die Untersuchungen I und II stattfanden (s. Teil III). Die Ausführungen machten deutlich, welchen Prinzipien und Hierarchien der Einsatz persönlicher bzw. personenbezogener Schutzmaßnahmen, welche die Verwendung von Schutzhandschuhen einschließen, auf primärpräventiver Ebene folgt.

II.3 SCHUTZHANDSCHUHE

Das nachfolgende Kapitel wird einen Überblick über das Thema *Schutzhandschuhe* geben. Im Rahmen einer allgemeinen Einführung werden die zugrunde liegenden gesetzlichen bzw. normativen Regularien des Einsatzes von PSA erläutert. Die sich anschließenden Unterkapitel geben einen groben Überblick der möglichen Risiken bzw. Anwendungsfehler, die mit der Verwendung von Schutzhandschuhen verbunden sind und zur Auslösung oder Verschlechterung von Berufsdermatosen an den Händen beitragen können. Den Kapitelabschluss bildet eine kurze Zusammenstellung allgemein gängiger Maßnahmen zur Vermeidung der dargestellten Problematiken.

II.3.1 EINFÜHRUNG

Persönliche Schutzausrüstung (PSA) und Schutzhandschuhe

Die *Verordnung (EU) 2016/425 des Europäischen Parlaments über persönliche Schutzausrüstungen*²⁷, *Richtlinie 89/656/EWG* und *PSA Benutzungsverordnung (PSA-BV)* regeln die Bereitstellung von PSA durch Arbeitgebende sowie die Benutzung derselben durch Beschäftigte bei der Arbeit. Zur PSA zählt „Ausrüstung, die entworfen und hergestellt wird, um von einer Person als Schutz gegen ein oder mehrere Risiken für ihre Gesundheit oder ihre Sicherheit getragen oder gehalten zu werden“ (PSA-Verordnung (EU) 2016/425, Kap. 1 Art. 3 Abs. 1). PSA wird in drei Risikokategorien untergliedert, wobei jede Kategorie mit spezifischen Konformitätsbewertungsverfahren für das herstellende Unternehmen korreliert. PSA der Kat. I soll ausschließlich ggü. geringfügigen Risiken (z. B. Kontakt mit schwach aggressiven Reinigungsmitteln) und PSA der Kat. III ausschließlich ggü. Risiken, die zu sehr schwerwiegenden Folgen wie Tod oder irreversiblen Gesundheitsschäden (z. B. im Zusammenhang mit gesundheitsgefährdenden Stoffe und Gemischen) führen können, schützen (PSA-Verordnung (EU) 2016/425, Anh. I). Kategorie II umfasst Risiken, die nicht unter Kategorie I oder III aufgeführt sind. Produkte mit bestimmten Funktionen für den privaten Gebrauch werden explizit ausgeschlossen (z. B. Produktschutz ggü. Feuchtigkeit und Nässe bei der Geschirreinigung wie Spülhandschuhe) (PSA-Verordnung (EU) 2016/425, Abs. 10). Schutzhandschuhe, insbes. für den Schutz ggü. Chemikalien, fallen überwiegend in die Kat. III, für die erweiterte Vorschriften bzw. strengere Anforderungen gelten. Am Arbeitsplatz darf grds. nur PSA zum Einsatz kommen, die mit dem EU-Recht im Einklang steht (DGUV Regel 112-995, 2007; TRGS 500, 2019).

Einen wichtigen Bestandteil der PSA stellen Schutzhandschuhe dar (Richtlinie 89/656/EWG). Gemäß der DGUV Regel 112-995 handelt es sich hierbei um „Handschuhe, die die Hände vor Schädigungen durch äußere Einwirkungen mechanischer, thermischer und chemischer Art sowie vor Mikroorganismen und ionisierender Strahlung schützen“ (DGUV Regel 112-995, 2007, S. 8). Die Stulpe, als Teil des Schutzhandschuhes, die das Handgelenk und ggf. Teile des Unter-/Arms abdeckt, wird dabei explizit

²⁷ Die neue europäische Verordnung (EU) 2016/425 über persönliche Schutzausrüstungen (PSA) wurde am 31. März 2016 im Amtsblatt der Europäischen Union veröffentlicht und ist seit dem 21. April 2018 verbindlich anzuwenden. Sie ersetzt die bisherige Richtlinie 89/686/EWG.

miteinanderbezogen (DGUV Regel 112-995, 2007; DIN EN ISO 21420:2020-06, Kap. 3.2). Die allgemeinen materialspezifischen Qualitätsanforderungen werden durch die (Grundlagen-)Norm *EN ISO 21420:2020 Schutzhandschuhe - Allgemeine Anforderungen und Prüfungen* geregelt (z. B. Gestaltung, Konstruktion, Unschädlichkeit, Tragekomfort, Zweckmäßigkeit, Kennzeichnung und Produktinformationen). Verschiedene weitere DIN-Normen²⁸ legen die Leistungsanforderungen und Testverfahren für spezifische Schutzwirkungen fest.²⁹ Jede Normprüfung führt zu einer Kennzeichnung (Piktogramm) auf dem Schutzhandschuh (z. B. Erlenmeyerkolben oder Hammer). Zusätzliche Anforderungen und Hinweise für die Auswahl und Benutzung von Schutzhandschuhen enthalten die seitens des BMAS (z. B. TRGS 401), der DGUV³⁰ (z. B. DGUV Regel 112-995: Benutzung von Schutzhandschuhen; DGUV Information 212-007 2009 Chemikalienschutzhandschuhe) als auch verschiedener UVT veröffentlichten Informationsschriften/Regelwerke. Aus der Einstufung von Schutzhandschuhen gemäß der o. g. Risikokategorien lassen sich keine generellen Aussagen für die Eignung in einem bestimmten Kontext treffen; die Auswahl sollte viel mehr in Orientierung an dem Leistungsniveau der o. g. Normen vollzogen werden (Sonsmann, 2019). Bei Untersuchungen der Effizienz persönlicher Schutzausrüstung ggü. dermalen Belastungen ergab sich ein mittlerer Schutzfaktor von 88 % für den Gebrauch von Schutzhandschuhen (Oltmanns et al., 2016).

Medizinprodukte (MP) und Schutzhandschuhe

Schutzhandschuhe, die für den Einsatz im medizinischen Bereich bestimmt sind, unterliegen nicht zwingend einer PSA-Zuordnung, sondern können auch als Medizinprodukte (MP) deklariert werden. MP fallen, im Gegensatz zu PSA, unter die *Medizinproduktrichtlinie 93/42/EWG (MDD)*³¹ bzw. *Europäische Verordnung für Medizinprodukte (EU) 2017/745 (Medical Device Regulation [MDR])*³², welche die Anforderungen an Entwurf, Herstellung und Inverkehrbringen von MP regelt und im Mai 2021 in Kraft trat. MP dienen in erster Linie der „Erkennung, Verhütung, Überwachung, Behandlung oder Linderung von Krankheiten“ (Richtlinie 93/42/EWG, Art. 1 (2a)) und damit dem Schutz der Patienten und Patientinnen vor Kontamination, zweitrangig dem der Tragenden. Basierend auf der Neufassung der EU-Richtlinie 2007/47/EG ist die duale Kennzeichnung von Produkten für einen doppelten Verwendungszweck als MP und als PSA möglich (Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention

²⁸ Auf nationaler Ebene werden die DIN Normen von der nicht staatlichen Einrichtung *Deutsches Institut für Normung e. V.* (DIN) und auf internationaler Ebene durch die *International Organization for Standardization* (ISO) erlassen. DIN, EN und ISO Normen besitzen nur Leitfadenscharakter und sind grundsätzlich nicht verbindlich für die Umsetzung. Verbindlichkeit entsteht durch Bezugnahme, z. B. in einem Vertrag zw. privaten Einrichtungen oder in Gesetzen/Verordnungen (Schlick, Bruder & Luczak, 2018).

²⁹ Bsp.: DIN EN 388:2016 - Schnittschutz, DIN EN 407 - Thermische Risiken, DIN EN 511 - Kälteschutz, DIN EN 374 - Chemikalienschutz.

³⁰ Die DGUV Regeln erläutern die *PSA-Benutzungsverordnung* sowie die Unfallverhütungsvorschrift *Grundsätze der Prävention* (GUV-V A 1) hinsichtlich der Benutzung von Schutzhandschuhen u. ä.

³¹ *Richtlinie 93/42/EWG des Rates vom 14. Juni 1993 über Medizinprodukte* (ABl. L 169 vom 12.7.1993, S. 1). Zuletzt geändert durch: *Richtlinie 2007/47/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. September 2007*. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A01993L0042-20071011>.

³² *VERORDNUNG (EU) 2017/745 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 5. April 2017 über Medizinprodukte, zur Änderung der Richtlinie 2001/83/EG, der Verordnung (EG) Nr. 178/2002 und der Verordnung (EG) Nr. 1223/2009 und zur Aufhebung der Richtlinien 90/385/EWG und 93/42/EWG des Rates. (Text von Bedeutung für den EWR)* (ABl. L 117 vom 5.5.2017, S. 1). Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02017R0745-20200424>. Diese soll die MDD mit einem Übergangszeitraum von drei Jahren ersetzen. Der Geltungsbeginn der MDR war der 26. Mai 2020; dieser wurde wegen der Covid-19-Pandemie um ein Jahr auf den 26. Mai 2021 verschoben.

(KRINKO) beim Robert Koch-Institut [RKI], 2016). In diesen Fällen müssen Produkte nicht nur der *DIN EN 455: Medizinische Handschuhe (1-4)* entsprechen, sondern auch die einschlägigen grundlegenden Gesundheits- und Sicherheitsanforderungen für PSA erfüllen (Crepy, Boman & Zimmermann, 2020; Leitgeb, 2015). Entscheidend für die Einstufung als MP oder PSA ist die für den Herstellenden bzw. Inverkehrbringenden primäre Zweckbestimmung der Handschuhe, die sich aus der Kennzeichnung, der Gebrauchsanweisung und den Werbematerialien ergibt (Wittmann, 2016). Unter Berücksichtigung der damit verbundenen Risiken erfolgt in Orientierung an den Klassifizierungsregeln (z. B. Verwendungsdauer, Invasivität, Nicht-/Aktivität) eine Einteilung in die Risikoklassen I, IIa/b und III (s. Anh. VIII MDR 2017/745).

„Human hands may be exposed to harm or infection in the presence of many materials. One way to reduce the risk of such damages is to wear suitable protective gloves. Now, a wide variety of protective gloves are available, each of which protects hands and fingers against various dangers. It is noteworthy that the use of any kind of safety gloves would not be suitable for every work, because there are different risks associated with different jobs.“ (Zare Bidoki, Ezazshahi, Mousazadegan & Latifi, 2021, S. 4)

Schutzhandschuhe existieren in vielfältigen Ausführungsvarianten hinsichtlich Form, Größe und Material (s. Tabelle 2), welche je nach Gestaltung unterschiedliche Produkteigenschaften bedingen.

Tabelle 2: Vereinfachte Kategorisierung von Handschuhmaterialien (Bundesverband Handschutz e. V. [BVH], 2009a; DGUV Information 209-022, 2021; DGUV Regel 112-995, 2007; Wilke, 2018; Wilke et al., 2020; Wulfhorst et al., 2021)

Elastomere (Gummi / Rubber)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Natürlicher Kautschuk: Naturkautschuk/Naturlatex/Latex (Natural Rubber = NR) ▪ Synthetischer Kautschuk: z. B. Nitril / Nitrilkautschuk (Acrylnitril-Butadien Rubber = NBR/NI), Polychloropren/Chloroprenkautschuk (Chloropren Rubber, Neopren® = CR), Butylkautschuk/Butyl (Isobutyl-Isopren-Rubber = BR/IIR), Fluorkautschuk/Fluorkautschuk-Monomere/Viton® (Fluorkautschuk-Monomere = FKM)
Plaste	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Duroplaste: Polyurethan (PU) ▪ Thermoplaste: Polyvinylchlorid (PVC, Vinyl), Polyethylen (Copolymer³³, PE), Polyethylen (Folie, PE)
Leder	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Narbenleder, Spaltleder, schrumpfarme Spezialleder
Textilfasern	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Naturfasern (z. B. Baumwolle, Bambus, Seide) ▪ Chemische Fasern (z. B. Polyamid/Nylon, Polyester)
Laminate	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Handschuhe aus mehreren Schichten
Spezielle Fasermaterialien	<ul style="list-style-type: none"> ▪ z. B. Kevlar® (Aramid), Lycra®, Spectra®

Je nach Art (z. B. vollständige Benetzung, Teilexposition durch Spritzer, Sprühnebel, Stäube, kontaminierte Oberflächen, Konzentration und Temperatur der Chemikalien) und Dauer der hautbelastenden Exposition (kurz- oder längerfristig), den rechtlichen Rahmenbedingungen (z. B. Verordnungen, Normen) sowie den ergonomischen und gesundheitlichen Erfordernissen der Anwendenden (z. B. Hautverträglichkeit, Atmungsaktivität, Tragekomfort, Taktilität, Greifvermögen), variieren die an Handschuhe gestellten Anforderungen (Crepy et al., 2020; DGUV Information 212-007, 2009; Dianat, Haslegrave & Stedmon, 2012; Sonsmann, John, Hansen et al., 2015; TRGS 401, 2008; Wilke et al., 2020). Dabei treten nicht selten Widersprüche zw. Wunsch (z. B. Atmungsaktivität) und Notwendigkeit (z. B. Impermeabilität) auf (Watson, Troykinov & Lingard, 2018; Wilke, 2018).

³³ Aus zwei oder mehr verschiedenen Monomer Typen aufgebaute Polymerketten (Kummer, 2020).

II.3.2 RISIKEN UND ANWENDUNGSFEHLER

Viele Arbeitsplätze sind durch einen hohen Anteil an Feuchtarbeit und/oder Kontakt zu flüssigen Arbeitsstoffen (z. B. Wasser, Anwendungslösungen von Detergenzien, Desinfektionsmittel, Kühlschmierstoffe) gekennzeichnet (A. Hansen, Brans & Sonsmann, 2021). Diese machen den Einsatz von impermeablen und ggü. den eingesetzten Berufsstoffen beständigen Schutzhandschuhen erforderlich (DGUV Information 212-007, 2009; A. Hansen, Brans & Sonsmann, 2021; Klingner & Boeniger, 2002; Tiedemann et al., 2016). Weitere Indikationen finden sich im Gesundheitswesen, wo das Tragen von Schutzhandschuhen neben der hygienischen Händedesinfektion zu den wichtigsten infektionsprophylaktischen Maßnahmen gehört (AWMF, 2017b) oder auch im Reinraumbereich, wo flüssigkeitsdichte Handschuhe dem Produktschutz dienen (IPA, 2017).

„Dazu müssen die Ausgangswerkstoffe und sonstigen Bestandteile dieser Arten von PSA so gewählt oder entworfen und eingearbeitet sein, dass sie möglichst eine völlige Dichtheit, welche erforderlichenfalls eine längere tägliche Verwendung gestattet, oder, falls das nicht möglich ist, eine beschränkte Dichtheit, welche eine Begrenzung der Tragedauer erforderlich macht, gewährleisten.“ (PSA-Verordnung (EU) 2016/425, Anh. II Abs. 3.10.2)

PSA bietet nur max. Schutz, wenn sie korrekt ausgewählt, richtig getragen, sicher abgelegt und regelmäßig ersetzt oder gewartet wird (Houle, Holness & DeKoven, 2021; Klingner & Boeniger, 2002; Nicholson et al., 2010; Thyssen et al., 2022; Wilke et al., 2018; Wilke & Sonsmann, 2022).

„Depending on the glove and the working materials used gloves are/may be permeable to chemicals and do not provide overall protection; side effects such as occlusion, type I allergy to latex, and contact allergy to rubber accelerators are common and reasons for discontinuance of their usage.“ (Wulfhorst et al., 2021, S. 1234)

(Un)wissentliche Anwendungsfehler von v. a. impermeablen und ggf. chemikalienbeständigen Schutzhandschuhen können auf mehreren Ebenen problematisch für die Hautgesundheit werden (Crepý & Hoerner, 2022; DGUV Information 212-007, 2009; DGUV Regel 112-995, 2007; B. S. Li, Estlander, Jolanki & Maibach, 2020; Wilke, 2018; Wilke & Sonsmann, 2022).

II.3.2.1 PERMEATION, PENETRATION UND DEGRADATION

Ein Handschuh kann zur Hautbelastung werden, wenn die Auswahl und Anwendung nicht unter Berücksichtigung der am Arbeitsplatz gegebenen Gefährdungen erfolgt (DGUV Information 212-007, 2009; DGUV Regel 112-995, 2007; C. Foti, Bonamonte, Bosco & Angelini, 2021; Oltmanns et al., 2016; Wilke, 2018).

„Aufgrund ihrer Beschaffenheit und der vorhersehbaren Einsatzbedingungen haben verschiedene gesundheitsgefährdende Stoffe und Gemische oder schädliche biologische Wirkstoffe eine hohe Penetrationskraft, die für die betreffenden PSA eine Beschränkung der Schutzdauer bedingt; diese PSA sind nach ihrer durch Standardprüfungen ermittelten Leistung einzustufen.“ (PSA-Verordnung (EU) 2016/425, Anh. II Abs. 3.10.2)

Insbesondere im Kontakt ggü. Chemikalien führen eine mangelnde Beständigkeit (z. B. aufgrund falscher Materialwahl und -stärke) und/oder Überschreitung der Tragezeit an die Grenzen der Gebrauchsfähigkeit eines Handschuhes (Crepý et al., 2020; DGUV Information 212-007, 2009; C.

Packham, 2006). Die Trage- bzw. Nutzungsdauer bezeichnet zunächst die Zeit, die ein Schutzhandschuh unter Praxisbedingungen getragen werden kann, ohne von dem chemischen Arbeitsstoff durchdrungen zu werden (DGUV Information 212-007, 2009). Die Durchbruchzeit umfasst hingegen jene Zeitspanne, in der der Durchbruch der Chemikalie an der nicht exponierten Seite des Handschuhmaterials festgestellt werden kann (TRGS 401, 2008). Folgende drei, durch die in der *DIN EN ISO 374 - Schutzhandschuhe für gefährliche Chemikalien und Mikroorganismen*³⁴ festgelegten Leistungsanforderungen bzw. Prüfverfahren geregelten Mechanismen, reduzieren die Schutzwirkung des Handschuhmaterials: Im Rahmen der *Permeation* (Durchdringung) lagern sich gefährdende Substanzen auf der äußeren Handschuhoberfläche an (Adsorption), werden in das Handschuhmaterial bzw. die Werkstofffläche aufgenommen (Absorption), durchdringen das Material auf molekularer Ebene entlang des Konzentrationsgradienten (Diffusion), diffundieren nach Erreichen der Handschuhinnenseite wieder von der Oberfläche weg (Desorption) und permeieren ggf. in die Hautoberfläche (Bhuiyan, Wang, Shaid, Shanks & Ding, 2019; Crepy et al., 2020; DIN EN ISO 374-1:2018-10, Kap. 3.6; C. Packham, 2006; Wulforst et al., 2021). Der Effekt der Permeation kann durch die *Penetration*, bei der ein physikalischer Defekt im Handschuh (z. B. Loch, Pore, Riss oder Naht) auf nicht-molekularer Ebene den Durchtritt von Stoffen verschiedener Aggregatzustände oder Mikroorganismen befördert, begleitet oder verstärkt werden (Bhuiyan et al., 2019; DGUV Information 212-007, 2009; DGUV Regel 112-995, 2007; DIN EN ISO 374-1:2018-10, Kap. 3.4/3.6; Kwon, Campbell & Zirwas, 2006). Gleiches trifft für die *Degradation* zu, bei der es zur Veränderung einer oder mehrerer physikalischer Eigenschaften des Handschuhmaterials durch den Chemikalienkontakt kommt (z. B. Aufquellen, Auflösung, Versprödung, Verfärbung) (Bhuiyan et al., 2019; DGUV Information 212-007, 2009; DGUV Regel 112-995, 2007; DIN EN ISO 374-1:2018-10, Kap. 3.4/3.6; Kwon et al., 2006).

„The terms ‘penetration’ and ‘permeation’ describe specific transition processes and therefore influence the exposure reduction by PPE. However, they should not be used as synonyms for the efficiency of protective equipment in real workplace situations.“ (Oltmanns et al., 2016, S. 10)

Letztlich können sowohl verstärkte Permeation, Penetration als auch Degradation zu einer Kontamination im Inneren von Handschuhen führen. Diese kann aber auch durch eine inkorrekte Handhabung (z. B. fehlerhaftes An- und Ausziehverhalten) hervorgerufen und gefördert werden (Rawson, Cocker, Evans, Wheeler & Akrill, 2005; TRGS 401, 2008; Wilke, 2018). Vereinzelt Studienergebnisse weisen darauf hin, dass das Tragen von der Innenseite kontaminierter Handschuhe zu einer stärkeren dermalen Penetration als der Verzicht auf Handschuhe führt (Rawson et al., 2005). Mögliche Expositionen ggü. bspw. gefährdenden Chemikalien können zur Verursachung oder Verschlimmerung von Kontaktdermatosen an den Händen beitragen (Kwon et al., 2006; Thyssen et al., 2022).

³⁴ Permeation: EN 16523-1:2015 - Bestimmung des Widerstands von Materialien gegen die Permeation von Chemikalien - Teil 1: Permeation durch potentiell gefährliche flüssige Chemikalien unter Dauerkontakt (ersetzt die zurückgezogene Norm EN ISO 374-3) (Bestimmung von Leistungsstufen [A-C] durch Testung der Durchbruchzeit mittels 12 standardisierter Chemikalien).
 Penetration: EN ISO 374-2:2014 - Teil 2: Bestimmung des Widerstandes gegen Penetration (Bestimmung des Acceptable Quality Level [AQL, 1-3] durch Wasser- und Luftlecktests).
 Degradation: EN ISO 374-4:2013 - Bestimmung des Widerstands gegen Degradation durch Chemikalien (Durchstichtest vor und nach Chemikalienkontakt)

Die Gefahr einer möglichen dermalen Penetrationsbeschleunigung von Gefahren- bzw. Fremdstoffen durch die Hautbarriere kann durch den Okklusionseffekt (s. Kap. II.3.2.3) sowie die Verwendung nicht geeigneter Hautschutzmittel (Bourke et al., 2009; Fartasch et al., 2015; Gina, Wichert, Kutz, Brüning & Fartasch, 2023; Strunk, Ollmann & John, 2018; TRGS 401, 2008; Xhaufaire-Uhoda, Macarenko, Denooz, Charlier & Piérard, 2008) und Hautpflegemittel (AWMF, 2014; Diepgen et al., 2015b; TRGS 401, 2008; Zachariae, Held, Johansen, Menné & Agner, 2003) verstärkt werden. Seitens der DGUV wird nach dem aktuellen Kenntnisstand von der gleichzeitigen Anwendung von Hautschutzmitteln und Schutzhandschuhen aufgrund möglicher Interaktionseffekte abgeraten (DGUV, 2021b; DGUV Information 212-017, 2021). In die Hautoberfläche permeierte Substanzen können zur Auslösung irritativer oder allergischer Kontaktdermatosen beitragen (Crepy et al., 2020). Hautschutzmittel sollten nur zum Einsatz kommen, wenn das Tragen von Schutzhandschuhen nicht möglich bzw. erlaubt ist (z. B. bei Tätigkeiten an Maschinen mit Einzugsgefahr) (DGUV Information 209-022, 2021).

II.3.2.2 ALLERGENE

Kontaktsensibilisierungen bzw. allergische Kontaktdermatosen ggü. bestimmten Handschuhinhaltsstoffen stellen eine immer größer werdende Problematik dar (s. Kap. II.1.3) (Alfonso, 2018a), die bei der Auswahl von PSA zwingend zu berücksichtigen ist (AWMF, 2021; TRGS 401, 2008). Bei den am häufigsten in Erscheinung tretenden Sensibilisatoren handelt es sich um sog. *Akzeleratoren* (lat. ‚accelerator‘ = Vulkanisations-/Beschleuniger), die bei der Produktion vieler elastomerer Handschuhe aus natürlichem und synthetischem Kautschuk eingesetzt werden, um die (Ketten-)Polymerisation (Kreuzvernetzung der Molekülketten, auch: Vulkanisation) zu beschleunigen (D. Becker, 2018; DGUV Information 212-007, 2009; A. Hansen, Brans & Sonsmann, 2021; Sonsmann, John, Wulfhorst & Wilke, 2015; Wilke et al., 2018) und Materialeigenschaften zu verbessern (z. B. Reißfestigkeit und Dehnung) (Raetsch, 2012). Da im Rahmen der Produktion kein vollständiger Verbrauch der Akzeleratoren erfolgt bzw. diese während der Waschung nicht restlos entfernt werden, verbleiben Chemikalienrückstände in relevanten Konzentrationen in den Gummihandschuhen (Bauer et al., 2015; Knudsen, Larsen, Egsgaard & Menné, 1993). Die Rückstände persistieren an der Handschuhoberfläche, werden während des Gebrauchs freigesetzt und können in die Haut penetrieren (Bauer et al., 2015; Geier et al., 2012). Die Penetration wird dabei durch das Schwitzen bzw. die Menge an Schweiß im Handschuh (s. Kap. II.3.2.3) verstärkt (Bauer et al., 2015; Crepy & Belsito, 2020; Knudsen et al., 1993). Darüber hinaus sind eventuelle Wechselwirkungen zw. Schutzhandschuh und angewandtem Hautschutzprodukt zu berücksichtigen (DGUV Information 212-017, 2021; DGUV Information 213-032, 2021; Fartasch et al., 2015; TRGS 401, 2008). Die häufigste Allergenquelle in Hautrisikoberufen stellen Einmal-, aber auch Mehrweghandschuhe aus Kautschuk dar (Bauer et al., 2015). Zu den relevantesten Allergenen gehören Thioamide, Dithiocarbamate, Mercaptobenzothiazole, Guanidine und Thioharnstoffe (Crepy & Belsito, 2020; Crepy & Hoerner, 2022; DIN EN ISO 21420:2020-06, Anh. G; Geier et al., 2012; Goodier,

Ronkainen & Hylwa, 2018)³⁵, wobei Carbamate am häufigsten als Beschleuniger in der Handschuhproduktion eingesetzt werden (Goodier et al., 2018). Additive wie Biozide (z. B. Cetylpyridiniumchlorid [CPC]), A. Hansen, Buse et al., 2021), Farbstoffe (z. B. Pigment Blue 15 [PB15], Reckling, Engfeldt & Bruze, 2016) und Stabilisatoren (z. B. Di-(n-octyl) tin-bis(2-ethylhexylmaleate), Ueno et al., 2007) sind als Sensibilisatoren bekannt, bisher aber nur in Einzelfällen in Erscheinung getreten.

Eine weitere relevante Allergenquelle findet sich in den in Naturlatex-Einmalhandschuhen enthaltenen Latexproteinen, die durch perkutane Sensibilisierung zur Auslösung einer Typ-I-Allergie (Soforttypsensibilisierung) führen können (Crepy et al., 2020; Fritsch & Schwarz, 2018d; Mahler & Drexler, 2004). Der Latexgehalt von Einmalhandschuhen darf 30 µg Protein/g Handschuhmaterial nicht überschreiten (DGUV Information 213-032, 2021; TRGS 401, 2008). Die Verwendung gepuderter Handschuhe ist verboten (DGUV Information 213-032, 2021; TRGS 401, 2008). Handschuhe aus PVC enthalten statt der Akzeleratoren sog. Weichmacher (*plasticizer*) (Phthalate wie z. B. Di(2-ethylhexyl)phthalat [DEHP], welche die Verformbarkeit des Polymermaterials erhöhen und dem Endprodukt spezielle Eigenschaften verleihen (z. B. Biugsamkeit, Feuerfestigkeit) (Elias, 2003; Giessmann, 2019a; Kurzweil, 2020). Einzelne Fälle von allergischen Reaktionen auf diese (Sowa, Kobayashi, Tsuruta, Sugawara & Ishii, 2005) und Zusatzstoffe wie Antioxidantien (z. B. Bisphenol A, Aalto-Korte, Alanko, Henriks-Eckerman, Estlander & Jolanki, 2003) und Biozide (z. B. Benzisothiazolinon, Aalto-Korte et al., 2007; z. B. Formaldehyd, Liou, Schlarbaum, Kimyon & Hylwa, 2019; Pontén, 2006) wurden beschrieben. Für die Verwendung von chromgegerbten Lederhandschuhen wird auf eine vermehrte Chrom-Exposition hingewiesen (Geier et al., 2008). Eingesetzte Modelle müssen chromatfrei sein bzw. dürfen einen bestimmten Chrom(VI)-Gehalt nicht überschreiten (DIN EN ISO 13688:2013-12, Kap. 4.2; DIN EN ISO 21420:2020-06, Kap. 4.2a) und es dürfen keine Gefährdungen durch weitere Additive (z. B. Biozide) von ihnen ausgehen (TRGS 401, 2008).

II.3.2.3 OKKLUSIONSEFFEKT

Flüssigkeitsdichte Schutzhandschuhe bestehen i. d. R. aus impermeablen (= undurchlässigen, -gängigen) Materialien (z. B. Latex, Nitril-Kautschuk, PVC, Polychloropren), welche durch ihre hydrophobe Natur die Entstehung von *Okklusionseffekten* fördern können (Bhuiyan et al., 2019; Crepy & Hoerner, 2022; Graves, Edwards & Marks, 1995; Wilke, 2018). Unter dem Okklusionseffekt (lateinisch: ‚occludere‘ = verdecken, verschließen) wird ein Wärme- und Feuchtigkeitsstau verstanden, der im Wesentlichen auf die fehlende Möglichkeit der Abgabe von Wasserdampf von der Hautoberfläche durch eine flüssigkeitsisolierende bzw. wasserdampf- und luftundurchlässige Abdeckung zurückzuführen ist (s. Abbildung 4) (Antonov, Schliemann, Elsner & John, 2020; Burg, Hartmann & Elsner, 1990; DGUV

³⁵ *Weiterführende Literatur:* Ein detaillierter Überblick relevanter Typ-IV-Allergene in Schutzhandschuhen findet sich bspw. bei Kersh, Helms und La Feld (2018) oder A. Hansen, Brans und Sonsmann (2021).

Information 212-007, 2009; Graves et al., 1995; Kligman, 2000; Mahler, 2016; Sonsmann, John, Hansen et al., 2015; TRGS 401, 2008; Zhai & Maibach, 2002).³⁶

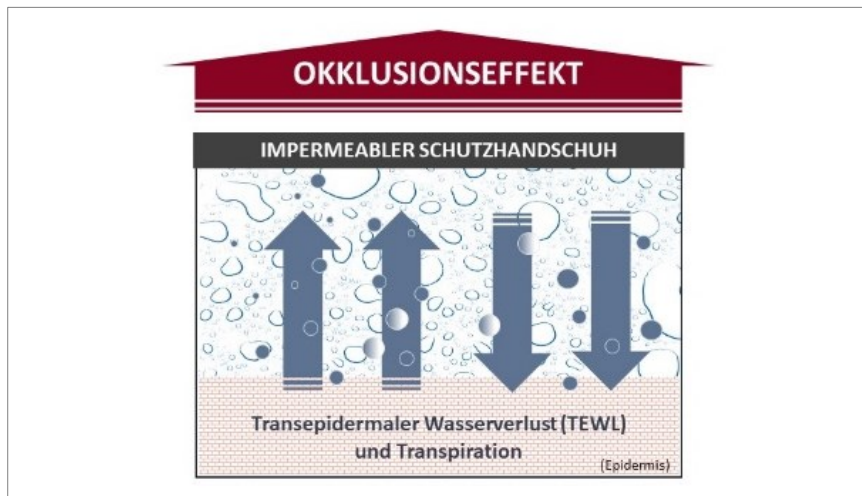


Abbildung 4: Schematische Darstellung des Okklusionseffekts unter impermeablen Schutzhandschuhen [Eigene Darstellung]

Die Handinnenflächen weisen eine besonders hohe Dichte an ekkrinen Schweißdrüsen auf (Fuhrer, 2002), welche das Stratum corneum (SC) im Normalfall durch die physiologische Schweißsekretion in einem hydrierten und damit geschmeidigen Zustand halten (Fritsch & Schwarz, 2018b; Sonsmann, John, Hansen et al., 2015). Ein gesundes SC enthält etwa 10-20 % (Zhai & Maibach, 2001) bzw. 15-20 % Wasser (Proksch & Weidinger, 2011). Die Abdunstung von Wasser (*Perspiratio insensibilis* = unmerklicher Wasserverlust, ca. 250 mL täglich) stellt einen wichtiger Parameter der Barrierefunktion dar (Gruber & Schmuth, 2014). Eine (prolongierte) okklusive Handschuhabdeckung führt zu einer Blockade des Transepidermalen Wasserverlustes (TEWL) und der Schweißdrüsenaktivität (Antonov et al., 2020; Burg et al., 1990; Zhai & Maibach, 2002).

„The breathability of the glove is its permeability to air and water vapour. The perspiration generated on the skin of the hand builds up in the glove if it is unable to get through the glove membrane, thereby creating a feeling of sweatiness and discomfort. Also, during exertion, there may be an excessive increase in temperature inside of the glove.“ (Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail [IRSST], 2012, S. 30)

Hinzu kommt ein verstärktes Schwitzverhalten durch die Arbeit selbst (Vierhaus, 1999). Thermophysiologisch ungünstige Bedingungen (s. Kap. II.4.3.2) an den Händen nehmen Einfluss auf die gesamte körperliche Leistungsfähigkeit (Fuhrer, 2002).

„For hours on end, their hands are subjected to a hot, sticky, wet environment that can not only make working uncomfortable, but also can significantly impede productivity and lead to more serious, longer-term health issues.“ (Occupational Health & Safety [OHS], 2016)

In Untersuchungen des Schwitzverhaltens unter impermeablen Schutzhandschuhen zeigten sich Flüssigkeitsmengen von \varnothing 180 μ L (Frauen) bis \varnothing 475 μ L (Männer) ohne Stimulus (Bariya et al., 2020)³⁷ bzw.

³⁶ Für Handschuhe aus impermeablen Materialien wie bspw. Ethyl-Methylacrylat oder Vinyl konnte eine Wasserdampfdurchlässigkeit in Höhe von 2.5 g/m² h (5 Min) bis ca. 4.0 g/m² h (90 Min) ermittelt werden (zur Methodik der Testung s. Damer, 2006).

³⁷ Ergänzende Studieninformationen: N=12, Nitril-Einmalhandschuhe (n. a. Materialstärke, puderfrei, Fa. Kimberly-Clark), 30 Min. Tragezeit, Messungen am Arbeitsplatz bei 18-21 °C.

0.8 g/Std ohne bis zu 10.0 g/Std mit Stimulus/Aktivität (Boissé 1987³⁸ zit. in Tremblay-Lutter, Lang & Pichette, 1996). Die Schweißsekretion variiert in Abhängigkeit von der Temperatur (B. Das, A. Das, V. K. Kothari, R. Fanguiero & M. de Araújo, 2007a; Bariya et al., 2020), dem Aktivitätsstatus (Boissé 1987 zit. in Tremblay-Lutter, Lang & Pichette, 1996, Bariya et al., 2020; Branson, Abusamra, Hoener & Rice, 1988) dem Geschlecht (Hände Männer > Hände Frauen (Bariya et al., 2020; S. C. Chen, Tarawneh, Goodwin & Bishu, 1998), der Größe der Körperoberfläche (Daumen > kleine/r Finger (Bariya et al., 2020) und ggf. vorhandenen (Vor-)Erkrankungen (z. B. Palmoplantare Hyperhidrose, Kalkan, Aydemir, Karakoç & Körpınar, 1998).

Ein verstärktes bzw. anhaltendes Schwitzen unter impermeablen Handschuhen wird von Personen mit Hauterkrankungen als Problematik, die zur Entstehung und Aufrechterhaltung von Erkrankungen und ggf. auch ein reduzierter Handschuhverwendung beiträgt, eingestuft (z. B. Bathe, Diepgen & Mattered, 2012; Rocholl, Ludewig, Brakemeier, John & Wilke, 2021). In Untersuchungen unter hautgesunden Personen, in denen die Relevanz verschiedener Eigenschaften von Ein- und Mehrweghandschuhen erfragt wurde, nahm der Aspekt Schwitzverhalten eher eine mittlere bzw. nachgeordnete Position ein (Scanlan, Roberts, McCallum & Robinson, 2004; Zare, Choobineh, Mokarami & Jahangiri, 2021). Die Frage nach Problemen bei der Handschuhverwendung führte wiederum zu differenzierten Ergebnissen; so zeichnete sich das Schwitzverhalten teilweise ebenfalls als Schwierigkeit (A. Lee, Nixon & Frowen, 2001; Nixon, Roberts, Frowen & Sim, 2006), teilweise aber auch als eher untergeordnete Problematik bei der Handschuhverwendung ab (Zare et al., 2021).

Das SC zeigt eine ausgeprägte Hygroskopizität, welche die Aufnahme einer Flüssigkeitsmenge von 500 % des Trockengewichts pro einer Stunde und eine Anschwellung auf das 4-5 fache der (Ausgangs-) Breite ermöglicht (Gruber & Schmuth, 2014; Kligman, 2000). In Folge einer verminderten bzw. gestörten Transpiration durch eine Abdeckung kommt es zu

- einer Erhöhung der Hauttemperatur (Borgatta, Fisher & Robbins, 1989; Rawson et al., 2005) und damit Beeinflussung der gesamten Wärmeregulation des Körpers (Fuhrer, 2002),
- einer Hyperhydratation (verstärkte Aufquellung) und einem Elastizitätsverlust des SC (Burg et al., 1990; Hatch, Wilson & Maibach, 1987; Hatch et al., 1992; Peiss & Randall, 1957; Vilhena & Ramalho, 2016; Zhai & Maibach, 2001),
- einem intra- und interzellulären Ödem, einer Vakuolisierung der Keratinozyten und Dilatation der Blutgefäße (Niedner, 2008) und
- einer Mazeration (Erweichung) der Haut (Borgatta et al., 1989; DGUV Information 212-007, 2009; Fritsch & Schwarz, 2018f; Graves et al., 1995; Mahler, 2016; Peiss & Randall, 1957; TRGS 401, 2008; Wulfhorst et al., 2021).

Eine vermehrte Schweißbildung kann weiterhin, insbes. bei Personen mit AE, zu einem verstärkten Pruritus sowie ggf. der Entstehung von Entzündungen führen (Kobaly, Somani, McCormick & Nedorost, 2010; Murota et al., 2019). Ein mazeriertes SC zeigt eine höhere bzw. erhöhte Anfälligkeit ggü. Friktion

³⁸ Die Originalarbeit ist nicht (mehr) verfügbar: Boissé, S. (1987) „Novel approaches to reduction of Sweat Build-up Inside Moisture Impermeable CG Gloves and a Review of Recent Glove developments“. Defense Research Establishment Ottawa, Canada, DREO-TN-87-27.

bzw. mechanischen Belastungen (s. Kap. II.3.2.4) (Graves et al., 1995; Hatch et al., 1992; OHS, 2016; Vilhena & Ramalho, 2016). Beim Ablegen der Schutzhandschuhe verdampft die angesammelte Feuchtigkeit und es kommt zu einem sprunghaften Wasserverlust (Hatch et al., 1987; Hatch et al., 1992; Peiss & Randall, 1957), wobei sich der Grad der Verdampfung proportional zum Grad der Hydratation verhält (Hatch et al., 1987). In Folge dieser Vorgänge zeigt sich eine Exsikkation (subklinische Austrocknungserscheinungen) des SC (Wollina, Abdel-Naser & Verma, 2006).

„Unfortunately, skin health can be compromised from a continued cycle of hands going from a warm, wet glove interior to the rapid drying caused by evaporation when gloves are removed, and then back again.“ (OHS, 2016)

Eine zunehmende Barrierschädigung begünstigt das Eindringen von Irritanzien, sensibilisierenden Stoffen und/oder Infektionserregern (AWMF, 2014; BAuA, 2022; DGUV Information 212-007, 2009; Fartasch et al., 2015; Flores, Estlander, Jolanki & Maibach, 2012; Fritsch & Schwarz, 2018f; Gina et al., 2023; Graves et al., 1995; Mahler, 2016; C. L. Packham & Packham, 2004; TRGS 401, 2008; Wulfhorst et al., 2021; Zhai & Maibach, 2001). Darüber hinaus kann die (repetitive) Handschuhokklusion das Auftreten von Nagelkomplikationen bzw. Erkrankungen wie der Onychoschisis (lamellenartiges Absplittern) (Bährle-Rapp, 2020; Weistenhöfer, Uter & Drexler, 2017) oder Onychomykose (Möhrenschlager, 2020) befördern.

Auch die mikrobielle Flora der Hände wird u. a. durch Änderungen im pH-Wert und Feuchtigkeitsgehalt beeinflusst (Aly, Shirley, Cunico & Maibach, 1978; Nørreslet et al., 2021; OHS, 2016; Todd, Michaels, Greig, Smith & Bartleson, 2010). Prolongierte Handschuhtragezeiten impermeabler Handschuhe führen, wie kürzlich aufgezeigt wurde, bei Personen mit HE zu einer dichteren Besiedlung mit *S. aureus* auf bestehenden ekzematösen Hautläsionen (Nørreslet et al., 2021).

Die Auswirkungen der Okklusionsbelastung durch das alleinige Tragen von Handschuhen auf die epidermale Barriere werden diskutiert (Fartasch, Gina & Brüning, 2022; IPA, 2017; Tiedemann et al., 2016; Weistenhöfer, Wacker, Bernet, Uter & Drexler, 2015). Die aktuelle Version der TRGS 401 greift den Begriff der Okklusionsbelastung als Verstärker für nachfolgende durchgeführte hautbelastende Tätigkeiten (z. B. Einwirkung von Detergenzien) auf (2022). Impermeable Abdeckungen der gesunden Haut führten in einigen experimentellen Untersuchungen zu nachweisbaren Barrierschäden (z. B. Ramsing & Agner, 1996a; Wulfhorst et al., 2004), in anderen Studien wiederum nicht (z. B. Ramsing & Agner, 1996b; van de Kerkhof, Mare, Arnold & van Erp, 1995; Wetzky, Bock, Wulfhorst & John, 2009). Für impermeable Abdeckungen der vor-/irritierten Haut zeigte sich in experimentellen Untersuchungen ein relativ klarerer Nachweis eines Barrierschadens (z. B. M. Bock, Damer, Wulfhorst & John, 2009; Ramsing & Agner, 1996b), während sich bspw. in Experimenten in Real-Life-Settings keine eindeutigen Ergebnisse bzw. nur Tendenzen abzeichneten (z. B. Jungbauer, van der Vleuten, Groothoff & Coenraads, 2004). Zusammenfassend kommt ein aktueller Review nach dem aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnistand zu dem Ergebnis, dass die gesunde Haut die negativen Auswirkungen repetitiver Okklusion weitgehend kompensieren kann (Tiedemann et al., 2016). Jedoch scheinen insbes. exzessive Handschuhtragezeiten (6 Std/Tag für > 10 Tage), die Kombination von Exposition und Okklusion sowie die Okklusion vorirritierter Haut zu Beeinträchtigungen der epidermalen Hautbarriere zu führen (Tiedemann et al., 2016). Zusätzlich nehmen Faktoren wie die Umgebungstemperatur und die Art des

Handschuhmaterials sowie die ggf. zusätzliche Anwendung von (fettenden) Hautschutzmitteln Einfluss (Antonov et al., 2020; DGUV Information 212-017, 2021; Tiedemann et al., 2016). Grundsätzlich kann dem Handschuhtragen Vorrang vor unmittelbarem Wasserkontakt gegeben werden, da der aus dem Handschuhtragen resultierende hautschützende Effekt größer als die Hautschädigung durch Okklusion eingestuft wird (DGUV Information 212-017, 2021; Fartasch et al., 2012; IPA, 2017).

Okklusion als therapeutisches Prinzip

Im medizinischen Sektor wird sich der Okklusionseffekt durch impermeable Schutzhandschuhe bewusst zu Nutze gemacht. Durch den sog. *Okklusionsverband* mittels impermeabler Membranen (z. B. Handschuhe aus PVC oder PE, Plastikfolie) wird bei großflächigen bzw. entzündlichen Dermatosen eine max. Quellung des SC durch *Perspiratio insensibilis* mit folgender ca. 5 bis 10-fach höherer Penetration³⁹ bzw. Absorption⁴⁰ der aufgetragenen Therapeutika (z. B. Steroide) angestrebt (D. A. Buckley & Chowdhury, 2022; Burg et al., 1990; Epstein, 2006; Fritsch & Schwarz, 2018c, 2018g; Garbe & Staubach-Renz, 2018; Mader & Riedl, 2018; Rundle et al., 2020; Soost & Worm, 2012; Sterry, 2018). Für die Behandlung des chronischen HE belegen Einzelstudien, in Kombination mit den entsprechenden wirkstoffhaltigen Externa, eine gute Wirksamkeit (z. B. Belsito et al., 2004; Bettley, 1964; Hordinsky et al., 2010; Thaçi, Steinmeyer, Ebelin, Scott & Kaufmann, 2003). Diese Form des Okklusionsverbandes kann dem Bereich der sog. *trockenen Okklusion* zugeordnet werden, von dem die *feuchte Okklusion* (*wet wrap treatment/therapy*, WWT) als gängige therapeutische Maßnahme zur Behandlung verschiedener Hauterkrankungen (z. B. AD, Psoriasis) abzugrenzen ist. Für die Behandlung der akuten AD wird die feuchte Okklusion als effektive und äquivalente Maßnahme zur Standardtherapie (offen unter Einsatz von Kortikosteroiden) bewertet; die trockene Okklusion erwies sich in der Therapie chronischer Läsionen der AD ebenfalls als effektiv, zeigt aber keine Überlegenheit ggü. der Standardtherapie (Braham, Pugashetti, Koo & Maibach, 2010). Okklusionsverbände sind im Rahmen der Therapie der AD verbreitet; Reviews o. ä. für den Bereich der (berufsbedingten) Kontaktdermatosen liegen nicht vor.

II.3.2.4 FRIKTION

Bisher dargestellte Problematiken fokussierten v. a. auf Auswahl- bzw. Anwendungsfehler mit Bezug zum Handschuhmaterial. Ein weiterer möglicher Problembereich im Umgang mit (impermeablen) Schutzhandschuhen bezieht sich auf deren Beschaffenheit, einschließlich der *funktionalen Aspekte* Passform, Materialstärke, Nähte, Bündlänge und -form (IRSST, 2012; B. S. Li et al., 2020; Wilke et al., 2018). Sind diese nicht individuell auf den Nutzenden und/oder die Arbeitsaufgabe/n abgestimmt und besteht weiterhin eine hautbelastende Art der Anwendung (z. B. prolongierte Tragezeiten, häufiges An- und Ausziehen), kann es zu einer (verstärkten) Ausübung von *Druck und Friktion* auf die Haut kommen (Barber, 1989; Davis, 2003; Held & Jorgensen, 1999; Houle et al., 2021; B. S. Li et al., 2020; OHS,

³⁹ Die *Penetration* bezeichnet in diesem Kontext das Eindringen eines Wirkstoffs durch das SC (Garbe & Staubach-Renz, 2018).

⁴⁰ Die *Absorption* bezeichnet in diesem Kontext die Aufnahme von Substanzen aus einer Grundlage in bestimmte Schichten der Haut (Garbe & Staubach-Renz, 2018).

2017a; Thyssen et al., 2022). Diese kann sich wiederum nachteilig auf *funktionelle Aspekte* wie die Hautbeschaffenheit (z. B. Sebumgehalt) (Y. Li & Li, 2021), die Hautverträglichkeit, das Feuchttransportvermögen, die Taktilität und Beweglichkeit (z. B. Greifvermögen, Fingerfertigkeit) (Houle et al., 2021; Thyssen et al., 2022) auswirken (s. hierzu auch Kap. II.4.5.2, Abs.: Textile Friktion).

„Managed moisture equates to less friction within the glove, meaning dermal integrity is maintained and the skin can retain its natural protective barrier. When that natural barrier is compromised, skin is more susceptible to dermatitis, since bacteria, chemicals, and other irritants are more likely to pass through the outer skin layers and be absorbed quicker.“ (OHS, 2017b)

Neben Risiken wie dem (verstärkten) Schwitzverhalten (s. Kap. II.3.2.3) wurden Friktion und Druck als relevante Mechanismen der Irritation und damit mögliche Auslöser von Kontaktdermatosen identifiziert (Arora et al., 2023; Brans, 2020; Bullock, Sood & Taylor, 2022; Kwok, Arrandale & Skotnicki-Grant, 2009; McMullen & Gawkrödger, 2006). Belastungen dieser Art können als Verstärker der bereits dargestellten Problembereiche agieren, aber auch durch die Arbeitstätigkeiten selbst verstärkt werden (z. B. wiederholte Handhabung von Werkzeugen).

II.3.3 PROBLEMVERMEIDUNG

Neben organisatorischen, technischen und allgemeinen Hygienemaßnahmen kann den unter Kapitel II.3.2 benannten Risiken auf Basis einer umfassenden Expositionsermittlung und nachfolgender adäquater Handschuhauswahl (u. a. Berücksichtigung der Informationen aus dem Sicherheitsdatenblatt der Arbeitsstoffe, Normierung und Identifizierung des Schutzlevels der Handschuhe) mittels Betriebsan- und Unterweisungen Rechnung getragen werden (Banaee & Que Hee, 2020; DGUV Information 212-007, 2009; DGUV Regel 100-001, 2014; C. L. Packham & Packham, 2004; TRGS 401, 2008; PSA-BV).

„Damit Versicherte Sicherheits- und Gesundheitsgefährdungen erkennen und entsprechend den vorgesehenen Maßnahmen auch handeln können, müssen sie auf ihre individuelle Arbeits- und Tätigkeitssituation zugeschnittene Informationen, Erläuterungen und Anweisungen bekommen.“ (DGUV Regel 100-001, 2014, S. 23–24)

Dies schließt v. a. die Weitergabe von Informationen zur Handschuhbeschaffenheit (z. B. Form, Material, Hinweise auf mögliche Allergene) und einem sachgemäßen Handschuhgebrauch (z. B. An- und Ablegen, Verwendung, Pflege, Reinigung) sowie ggf. deren praktische Erprobung mit ein (Banaee & Que Hee, 2020; DGUV Regel 112-995, 2007; Richtlinie 89/656/EWG, Art. 4 (7–8); Thyssen et al., 2022; TRGS 401, 2008; Wulfhorst, John & Schwanitz, 1992). Die TRGS und das Regelwerk enthalten an dieser Stelle sehr konkrete Anwendungsempfehlungen für den Einsatz von Hautmitteln und Schutzhandschuhen bereit; verschiedene Handschuhdatenbanken der UVT liefern ergänzend Tragedauerempfehlungen für konkrete Handschuhfabrikate für verallgemeinerte Produktgruppen.⁴¹

Bei der Auswahl von Schutzhandschuhen sind vorhandene Empfindlichkeiten oder Sensibilisierungen ggü. einem oder mehreren Handschuhinhaltsstoffen zu berücksichtigen (DGUV Information 212-007,

⁴¹ Bsp.: Gefahrstoff-Informationssystem „GISBAU-Handschuhdatenbank“ der BG BAU, mehr Informationen unter der URL: <https://www.wingisonline.de/handschuhdb/> (Stand: 28.02.2023).

2009; DGUV Regel 112-995, 2007; TRGS 401, 2008). Der (direkte) Kontakt ggü. der/den sensibilisierenden Substanz/en ist unbedingt zu vermeiden (Crepy & Belsito, 2020; A. Hansen, Brans & Sonsmann, 2021; Lopushinsky et al., 2020; Sonsmann, John, Wulfhorst & Wilke, 2015). Eine Deklarationspflicht der Inhaltsstoffe besteht nicht (Uter, Werfel, Lepoittevin & White, 2020), häufig erfolgen unzureichende Deklarationen (B. S. Li, Cary & Maibach, 2018; Uter, Werfel, Lepoittevin & White, 2021). Teilweise finden sich Angaben zu ggf. enthaltenen Akzeleratoren in den Produktinformationen oder technischen Datenblättern zu den Handschuhen (A. Hansen, Brans & Sonsmann, 2021; Nadler, 2021; Sonsmann & Wilke, 2022). Seitens des herstellenden Unternehmens muss auf Anfrage eine Liste der chemischen Inhaltsstoffe zur Verfügung gestellt werden, die während des Herstellungsprozesses hinzugefügt oder bekanntermaßen im Produkt enthalten sind (DIN EN 455-3:2015-07, Kap. 4.2; DIN EN ISO 21420:2020-06, Kap. 7.4; B. S. Li et al., 2018; Nadler, 2021).

Gleichwohl die Auswahl geeigneter Schutzhandschuhe bei bestehenden Sensibilisierungen ggü. einem oder mehr Akzeleratoren (v. a. Dithiocarbamate) Einschränkungen unterliegt, stehen auf dem Markt diverse akzeleratorenfreie Modelle (darunter vornehmlich Einmalhandschuhe) verschiedener Unternehmen zur Verfügung (Crepy, Lecuen, Ratour-Bigot, Stocks & Bensefa-Colas, 2018; Crepy et al., 2020; Crepy & Belsito, 2020; Goodier et al., 2018; A. Hansen, Brans & Sonsmann, 2021; Kersh, Helms & La Feld, 2018; Müller et al., 2009; Wulfhorst et al., 2021; M. Zuther, Skudlik, John, Damer & Wulfhorst, 2007). Diese wurden teilweise bereits erfolgreich von sensibilisierten Personen praktischen Anwendertests unterzogen (Crepy et al., 2018). Das Angebot an akzeleratorenfreien langstulpigen (Ludewig, Hansen, Wilke & Sonsmann, 2023), dickwandigen Chemikalienschutzhandschuhen ist derzeit noch eher gering (A. Hansen, Brans & Sonsmann, 2021; Wulfhorst et al., 2021). Die Verwendung akzeleratorenfreie Modelle wird grds. als kostspielig(er) eingeschätzt (Uter et al., 2020).

In Ergänzung oder auch Alternative zu diesen Anwendungshinweisen wird zur Verhinderung bzw. Abmilderung der Effekte von Allergenpenetration, Okklusion und Friktion der (zusätzliche) Einsatz von *textilen* (s. Kap. II.5.2) oder *semipermeablen* (s. Kap. II.7.4) *Unterziehhandschuhen* empfohlen bzw. für möglich gehalten.

In diesem Kapitel wurde ein Überblick zum Thema „Schutzhandschuhe“ gegeben. Die dargestellten Sachverhalte lieferten zusätzliche Informationen zu den in allen Untersuchungen (s. Teil III) mittelbar eingesetzten Testprodukten (hier: impermeable Materialien). Die Ausführungen vermittelten ein Grundverständnis der für die Auswahl und Verwendung von Schutzhandschuhen geltenden gesetzlichen und normativen Regularien. Im Fokus der Betrachtung standen weiterhin die Anwendungsfehler bzw. Risiken des Handschuhtragens, die die Entstehung bzw. Verschlimmerung von Berufsdermatosen befördern können. Die Ausführungen machten deutlich, dass es sich bei der Verwendung von Unterziehhandschuhen um eine dem Schutzhandschuheinsatz untergeordnete bzw. nachrangige Maßnahme handelt.

II.4 TEXTILE WERKSTOFFE, TEXTILPRODUKTE UND GESUNDHEIT

Das nachfolgende Kapitel wird einen Überblick über das Thema *Textile Werkstoffe, Textilprodukte und Gesundheit* geben. Einer allgemeinen Einführung in die Thematik folgt eine differenzierte Betrachtung der in der Herstellung klassischer textiler (Unterzieh-)Handschuhe eingesetzten Textilfasern. Anschließend werden die für den Einsatz von Textilien relevanten bekleidungsphysiologischen Aspekte näher beleuchtet. Das Folgekapitel gibt einen Einblick in den Bereich der (bio-)funktionalen Textilien mitsamt der Faserarten bzw. -technologien, die zum gegenwärtigen Zeitpunkt in Form von (Unterzieh-)Handschuhen Anwendung finden. Weiterführend wird das Thema Textilunverträglichkeiten und hierbei insbes. die irritative und allergische Textildermatitis nähere Betrachtung finden. Den Abschluss bildet ein kurzer Abriss der Empfehlungen für eine geeignete Textilauswahl und eine entsprechende Handhabung unter humanökologischen Kriterien.

II.4.1 EINFÜHRUNG

Etymologisch betrachtet stammt der Begriff *textil* bzw. *Textil* vom lateinischen ‚textilis‘ (= gewebt, gewirkt) bzw. ‚texere‘ (= weben, flechten, zusammenfügend verfertigen, bauen, errichten) ab (DWDS, 2021a). Im Textilgewerbe eingesetzte Produkte und deren physikalische und chemische Eigenschaften basieren auf (Spinn-)Fasern (Karim et al., 2020). Fasern (*fibres*) bilden die kleinste Einheit aller Textilien (Karim et al., 2020; Löbke, 2008). Fasern stellen primär entstehende, eindimensionale, dünne Stränge dar (Elias, 2003), deren Länge (mm) zumeist begrenzt/endlich ist (DGUV Regel 112-189, 2007). Nicht begrenzte Gebilde werden, mit Ausnahme von Seide, als Filamente (*filament*) (Endlosfasern, auch Fäden [*thread*]) bezeichnet (Elias, 2003). Einzelne Filamente stellen Mono- und mehrfache vorkommende Multifilamente dar (Grundmeier, 2011).

„Alle textilen Fasern haben etwas gemeinsam: Sie bestehen aus Polymeren – viele hintereinander gereichte Moleküle. Bei den pflanzlichen Fasern sind dies Zellulose-, bei den tierischen Fasern Eiweißketten und bei den natürlichen Kunstfasern wiederum Zellulose.“ (Raetsch, 2012, S. 122)

Die Fasergrundstrukturen bestehen aus makromolekularen organischen Verbindungen, sog. Polymeren (altgriech. ‚poly‘ = viel, ‚meros‘ = Teil, Kummer, 2020), die aus Monomeren (niedermolekularen Grundbausteinen) aufgebaut sind (Kurzweil, 2020). Sowohl pflanzliche als auch synthetische Fasern setzen sich aus einem Verbund amorpher und kristalliner Bereiche zusammen (Gries, Veit & Wulfhorst, 2019). Die amorphen (griech. ‚ámorphos‘ = gestaltlos, ungeordnet, DWDS, 2022) Bereiche bestehen aus wirt liegenden Molekülketten unterschiedlich starker Orientierung, die u. a. die Elastizität und Festigkeit bedingen (Gries et al., 2019; Meyer zur Capellen, 2012). Die Eigenschaften der kristallinen (geordneten) Bereiche (Kristallitstrang > Mikrofibrille > Makrofibrille > Fibrillenstränge) sind durch den Faserrohstoff bedingt und wenig beeinflussbar, wobei Grad und Orientierung der Kristallinität von der Verarbeitung abhängen (Gries et al., 2019). Durch die eingesetzten Verfahren können somit thermische und mechanische Stabilität der Faser bzw. des Festkörpers bewusst herbeigeführt werden (Gries et al., 2019).

Die *Faserfeinheit*⁴² kann in Grob-, Fein- und Feinstfasern unterteilt werden, wobei Textilien mit sinkendem Wert der Faserfeinheit einen weicheren Griff bzw. Textur (Industrievereinigung Chemiefaser e. V. [IVC], 2021b), höheres Bauschvolumen⁴³ sowie geringere Biegesteifheit⁴⁴, Kräuselung⁴⁵ und Knitterresistenz⁴⁶ aufweisen (Bobeth, 1993a). Darüber hinaus nimmt die Faserfeinheit Einfluss auf das Aussehen, das Anfärbeverhalten und die Gargleichmäßigkeit (Gries et al., 2019). Der Begriff *Mikrofaser (-gewebe)* (*micro fibre fabric*) bezeichnet Feinstkapillargewebe aus Chemiefasern, welches sich durch eine besondere Leichtigkeit, Dichte und Feinheit (0.01-1.0 dtex, Knecht, 2003; 0.3-1.0 dtex, Löbbe, 2008) auszeichnet (Meyer zur Capellen, 2012; Raetsch, 2012). Mikrofasern werden üblicherweise aus Nylon, Acryl oder Polyester gefertigt (Chan, 2021). Chemiefasern, die in kürzere Längen geschnitten werden, nennt man *Stapelfasern* (Elias, 2003). Während die Länge und Feinheit von Naturfasern begrenzt ist und in Abhängigkeit von Art und Herkunft variiert, erlaubt die industrielle Fertigung die Produktion von Chemiefasern in nahezu unbegrenzten Längen und Formen (Gries et al., 2019).

Naturfasern (s. Abbildung 5) werden per Rotor-, Streichgarn-, Zylinder-, Kammgarn- und Bastfaser-spinnverfahren verarbeitet (Kalweit, Paul, Peters & Wallbaum, 2012b). Naturfasern zeichnen sich durch verhältnismäßig geringe Herstellungskosten, ihre Hydrophilie (s. Kap. II.4.3.1), gute physikalische Eigenschaften (z. B. Zugfestigkeit, Elastizität), Biokompatibilität, Nicht-Kanzerogenität und biologische Wiederverwertbarkeit aus (Afzal, Zubair, Saeed, Afzal & Azeem, 2020; Mahmud et al., 2021). Nachteilig bewertet wird der Mangel an Beständigkeit⁴⁷ ggü. Laugen (Mahmud et al., 2021) und Mikroorganismen (Z. Ahmad, Naeem, Jabbar & Irfan, 2020). Natur- und Cellulosefasern neigen zu Fäulnis und Verrottung (Kalweit et al., 2012b). Einen Nachteil im Vergleich zu synthetischen Fasern stellt auch die hohe Variabilität hinsichtlich der geometrischen Eigenschaften dar (Kasal, Leschinsky, Oehr, Unkelbach & Wolperdinger, 2019).

Synthetische Fasern (*man-made fibres, chemical fibres*) (s. Abbildung 5) als Endlos- oder Spinnfasern (auf eine bestimmte Länge geschnittene oder gerissene Endlosgarne) werden im Nass-, Trocken- oder Schmelzspinnverfahren hergestellt (Gries et al., 2019; Kalweit et al., 2012b). Die Verfügbarkeit synthetischer Fasern ist nicht von pflanzlichen oder tierischen Ressourcen abhängig (Afzal et al., 2020). Sie zeichnen sich ggü. Naturfasern durch eine stärkere Ausprägung ihres physikalischen Leistungsspektrums (Zugfestigkeit, Dehnung, Schrumpfung, wasser- und schmutzabweisendes Verhalten), des Trocknungsverhaltens, der Chemikalienbeständigkeit, der Pflege- und Wascheigenschaften, der Haltbarkeit

⁴² Die *Feinheit* (Titer) einer Einzelfaser oder eines Einzelfilamentes ist ein Merkmal der Faserqualität. Die Einheit des Titers ist das tex (Tex-System: $T_t = \text{Titer in tex}$). Der Titer entspricht der Masse eines Garnes in Gramm bei einer Länge von 1.000 Meter (m). Für Filamentgarne und Spinnfasern wird die Feinheit in Europa in deztex (dtex) angegeben (1 tex = 10 dtex). Je höher die Tex-Nummer, desto größer die Beschaffenheit von Faser oder Garn und desto geringer die Feinheit des textilen Gebildes (Industrievereinigung Chemiefaser e. V. [IVC], 2021a; Meyer zur Capellen, 2012).

⁴³ Die *Bauschigkeit* beschreibt die Voluminösität eines Garns. Das Bauschvolumen ist durch ein hohes Luftvolumen zw. den gekräuselten Filamenten gekennzeichnet (H. Thomas, Reumann & Kleinhansl, 2000).

⁴⁴ Das *Biegeverhalten* beeinflusst die Verarbeitungseigenschaften von Fasern und folgende mechanische Eigenschaften der daraus hergestellten Garne. Die Biegeeigenschaften nehmen somit weiterführend Einfluss auf das mechanische Gebrauchsverhalten des Endtextils (u. a. textiler Fall, Knitterverhalten, Griff) (Kleinhansl & Reumann, 2000).

⁴⁵ Der Begriff *Kräuselung* bezeichnet wellenförmige Bögen im Längsverlauf von Fasern (Kleinhansl & Reumann, 2000).

⁴⁶ Die *Knitterneigung* bezeichnet das Bestehenbleiben ungewollter Knitterfalten unterschiedlicher Intensität unmittelbar nach dem Entfernen einer Knitterfalte auf einem textilen Flächengebilde (Reumann, Haase et al., 2000).

⁴⁷ Die *Beständigkeit* beschreibt die Echtheit und Stabilität textiler Fasern hinsichtlich der Erhaltung der Substanz ggü. bspw. äußeren Einflüssen (Schenek, 2001).

und Stabilität sowie biologischen Kompatibilität und Beständigkeit aus (Afzal et al., 2020; Schwarz & Kovačević, 2017). Synthetische Fasern sind kostengünstig in der Produktion (Afzal et al., 2020), die zur Herstellung eingesetzten Energien (Erdöl, Erdgas, Kohle) aber nicht erneuerbar (Gries et al., 2019). Als eher nachteilig werden u. a. die Hydrophobie (s. Kap. II.4.3.1), Schwierigkeiten bei der Ausrüstung, Pillingneigung⁴⁸, teilweise niedrige Schmelztemperaturen, schlechte Isolationsmöglichkeiten, schnellere Brennbarkeit und gewisse Anfälligkeit für das Wachstum von pathogenen Mikroorganismen bewertet (Afzal et al., 2020). Chemiefasern können durch Variationen in der chemischen Zusammensetzung und der Synthesebedingungen in ihren Eigenschaften verändert (Gries et al., 2019) und hinsichtlich ihrer Qualität stabilisiert werden (Chan, 2021), was sie stark von den Naturfasern unterscheidet.

Pflanzliche Fasern (Cellulose)	Samenfasern	Baumwolle, Kapok
	Bastfasern	Leinen (Flachs), Hanf, Jute, Ramie
	Hartfasern	Sisal, Manila (Abaca), Kokos
Tierische Fasern (Eiweiß)	Wolle	Wolle, Schurwolle
	Feine Tierhaare	Alpaka, Lama, Vikunja, Guanako, Kamel, Kanin, Angora, Mohair, Kaschmir, Kaschgora, Yak
	Grobe Tierhaare	Rinderhaar, Rosshaar, Ziegenhaar
	Seiden	Seide (Maulbeerseide), Tussahseide
Chemiefasern (natürliche Polymere)	Cellulosische Chemiefasern	Viskose, Modal, Lyocell, Cupro, Acetat, Triacetat
	Alginat	Alginat
	Gummi	Gummi
Chemiefasern (synthetische Polymere)	Elasto	Elastan (Polyurethan), Elastodien
	Fluoro	Fluoro
	Polyacryl	Polyacryl, Modacryl
	Polyamid	Polyamid, Aramid
	Polychlorid	Polyvinylchlorid, Polyvinylidenchlorid
	Polyester	Polyester
	Polyolefin	Polyethylen, Polypropylen
	Polyvinylalkohol	Polyvinylalkohol

Abbildung 5: Übersicht der Einteilung textiler Faserstoffe, Bezeichnung und Faser/Gattung (ohne Fasern aus Mineralien und anorganischen Stoffen) [Eigene Darstellung, Modifikation nach Kalweit et al., 2012b]

Werden Fasern versponnen (zusammengedreht), entsteht ein *Garn* (*yarn*) (DGUV Regel 112-189, 2007). Mindestens zwei verdrehte bzw. gezwirnte Garne bilden einen *Zwirn* (*twist, ply yarn*) (Gries et al., 2019; Kalweit et al., 2012b). Zwirne zeigen eine weniger starke Ausfaserung, höhere (Reiß-)Festigkeit und weniger starke Schmutzanfälligkeit ggü. Garnen (Kalweit et al., 2012b). Die Drehung von Garnen und Zwirnen nimmt Einfluss auf deren physikalische Eigenschaften (H. Thomas, Reumann & Kleinhansl, 2000). Die Verwendung feiner(er) Garne in Textilien führt zu einer Erhöhung der Elastizität⁴⁹ bzw. Dehnbarkeit⁵⁰, aber Verringerung des Rückstellvermögens bzw. der Widerstandsfähigkeit (*tensile resiliency*) (Raj & Sreenivasan, 2009). Entsprechend geht die Verwendung größerer Garne (*coarser count*

⁴⁸ Als *Pilling* wird eine der textilen Warenoberfläche anhaftende knötchen- oder knäulartige Faserbündelung bezeichnet, die auf eine permanente mechanische Belastung (Reibung) zurückzuführen ist (Meyer zur Capellen, 2012; Reumann, Haase et al., 2000).

⁴⁹ *Elastizität* bezeichnet die Fähigkeit eines Körpers, die unter der Einwirkung einer Zugkraft vorgenommene Längenänderung ganz oder teilweise wieder umzukehren (H. Thomas, Reumann & Kleinhansl, 2000). Das elastische Verhalten beeinflusst andere Gebrauchseigenschaften (u. a. Knitterverhalten) (Reumann, Hempel & Haase, 2000).

⁵⁰ Die *Dehnbarkeit* setzt sich aus der Summe elastischer (reversibler) und plastischer (bleibender) Dehnung zusammen, welche einen überlappenden und fließenden Übergang aufweisen. Die Bruchdehnung umfasst die maximale Dehnbarkeit bis zum Zerreißen (Reumann, 2000).

yarns) bzw. Garne mit erhöhter Drehung mit verbesserten mechanischen Eigenschaften einher, die sich jedoch teilweise zu Lasten der Elastizität und des Tragekomforts (z. B. Steifigkeit) auswirken (Kamalha, Zeng, Mwasiagi & Kyatuheire, 2013; Meyer zur Capellen, 2012; Raj & Sreenivasan, 2009; Shanmugasundaram, 2008).

Fadenmaterialien (Garne, Zwirne) stellen sog. *eindimensionale Halbzeuge* dar, aus denen textile Flächen oder dreidimensionale Textilstrukturen gefertigt werden (s. Abbildung 6) (Kalweit et al., 2012b). Zu diesen zählen Geflechte, Kettenwaren, Vliese, Filze, Nähwirkware und Maschenwaren sowie Gestricke und Gewebe (Kalweit et al., 2012b). Sämtliche faser- und fadenförmigen Gebilde können unter dem Sammelbegriff *textile Faserstoffe* subsumiert werden (DGUV Regel 112-995, 2007).

Vliese (*nonwoven fabrics*) stellen flexible Flächengebilde dar, die sich aus ungeordneten Natur- oder Chemiefasern zusammensetzen (Kalweit et al., 2012b). In der Herstellung werden die Fasern wirr oder richtungsorientiert miteinander verfestigt (Kleben, Nähen, Schweißen) (Kalweit et al., 2012b; Loy, 2001). Vliese bzw. Vliesstoffe sind durch eine glatte bis voluminöse Oberfläche gekennzeichnet (Giessmann, 2019b), variieren in ihren Eigenschaften (z. B. Dehnung, Festigkeit) und finden als Verstärkungseinlagen in Bekleidungstextilen sowie im Hygiene- und Medizinbereich (z. B. Wegwerfartikel) Anwendung (Kalweit et al., 2012b).

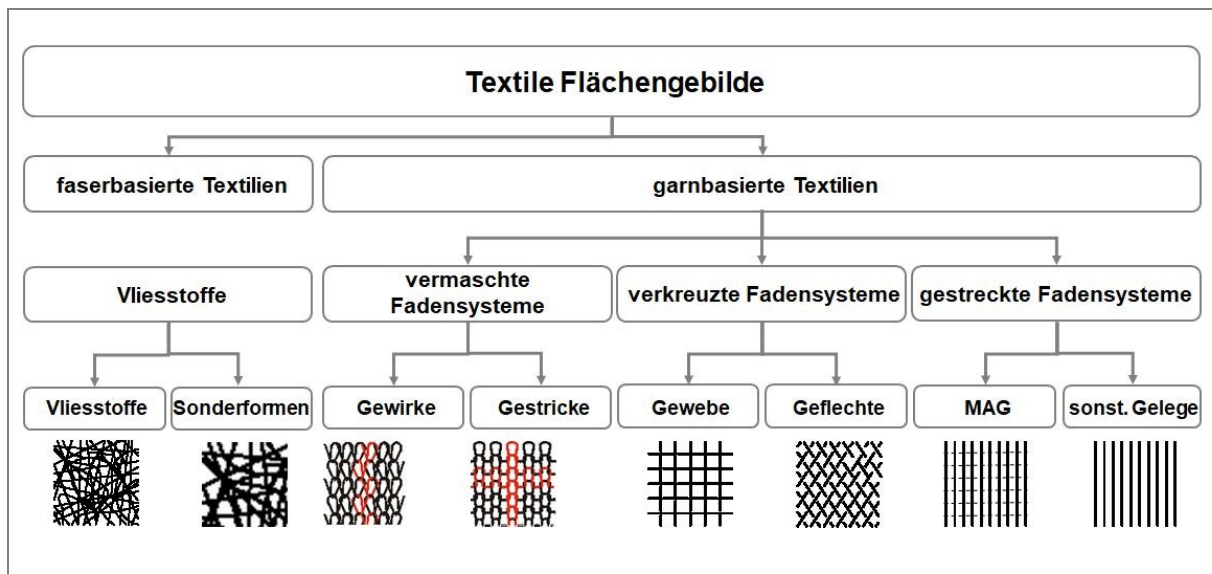


Abbildung 6: Einteilung textiler Flächengebilde [Gries et al., 2019, S. 16, Gebrauch mit Einverständnis]

Gestricke zählen zu den Maschenwaren (Kalweit et al., 2012b). Beim Stricken werden Fäden mit einer oder mehreren glatten Nadeln zu Maschen und anschließend zu einem flächigen Maschenwerk verschlungen (Kalweit et al., 2012b). Maschenwaren sind durch ihre Dehnbarkeit, Elastizität, offene Oberfläche, Luftdurchlässigkeit, gute Wasserdampfdurchlässigkeit und Wärmeisolation gekennzeichnet (Giessmann, 2019b; Gries et al., 2019; Kalweit et al., 2012b; Loy, 2001); die Biegesteifigkeit erhöht sich mit der Maschendichte (Kamalha et al., 2013). Maschenwaren knittern weniger stark als Gewebe und werden zu einer Vielzahl möglicher Bekleidungsstücke verarbeitet (Kalweit et al., 2012b).

Gewebe (woven fabric, woven) zählen zu den nicht maschenbildenden Systemen, die durch Weben aus zwei oder mehr sich rechtwinklig verkreuzenden Fadensystemen entstehen und eine geschlossene Oberfläche aufweisen (Giessmann, 2019b; Kalweit et al., 2012b). Die Verkreuzung wird Bindung genannt und in die drei Grundbindungen Leinwand-, Köper- und Atlasbindung unterteilt (Kalweit et al., 2012b). Die Art und Weise der Verwebung der Fadensysteme nimmt Einfluss auf die Gewebestrukturen, -muster und -eigenschaften (Kalweit et al., 2012b; Shanmugasundaram, 2008). Gewebe finden ihr Hauptverwendungsgebiet in der Textil- und Bekleidungsindustrie (Kalweit et al., 2012b). Werden mind. zwei verschiedenen Fasermaterialien vor dem Verspinnen gemischt oder bestehen die Garne in Kette und Schuss aus unterschiedlichem Fasermaterial, liegt ein *Mischgewebe* vor (DGVU Regel 112-189, 2007).

Nach Umwandlung des Faserrohstoffes in Fäden oder Garne und der Transformation dieser zu textilen Flächengebilden (Gewebe, Gestricke, Gewirke, Vliesstoffe) können, in Abhängigkeit von der Faserchemie und -herkunft sowie der angestrebten Produktqualität, *verschiedene mechanische und chemische Prozesse* zur Herstellung des Endproduktes zur Anwendung kommen (s. Abbildung 7). Diese Prozesse umfassen im Wesentlichen die Vorbehandlung (z. B. Waschen, Bleichen, Merzerisieren⁵¹), die Farbgebung und die Anwendung von Ausrüstungs- und Veredelungsverfahren (z. B. Ausstattungen zur Verbesserung der Krumpfbeständigkeit) (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019; M. Möller & Popescu, 2009). Alle Arten von Vor- bzw. Oberflächenbehandlung nehmen Einfluss auf das Faserverhalten (z. B. Wasseraffinität) bzw. die späteren Gebrauchs- und Pflegeeigenschaften eines Textils (Grundmeier, 2011; Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019).

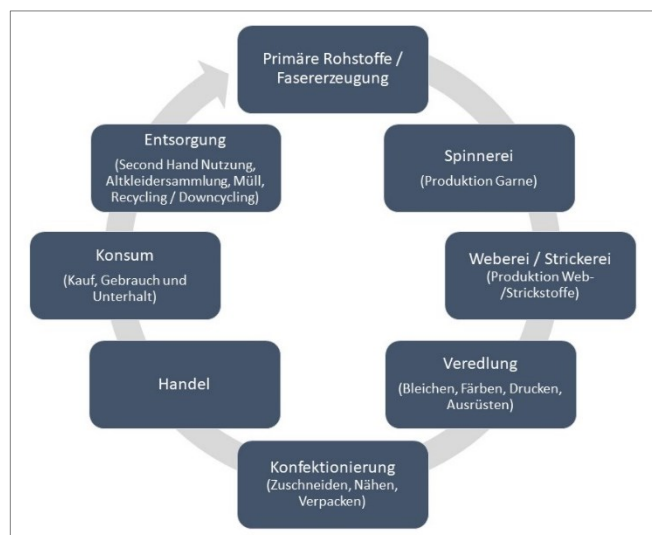


Abbildung 7: Textile Wertschöpfungskette [Eigene Darstellung, nach Stamm, Altenburg, Müngersdorff, Stoffel & Vrolijk, 2019]

Technische Textilien (Protech)

Textilfasern spielen für technische Anwendungen eine zunehmende Rolle (S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020; Kalweit et al., 2012b; MarketsandMarkets Research Private Ltd., 2020). Technische Textilien werden unter dem Gesichtspunkt der Funktionalität konstruiert (Gries et al., 2019) und zeichnen sich ggü. nicht-textilen Materialien durch eine stärkere Flexibilität, gute mechanische Eigenschaften sowie eine

⁵¹ Beim Vorgang des *Merziersieren* werden Baumwollgewebe oder -garne mit Natronlauge oder Ammoniak behandelt, was zu einer Quellung der Fasern, Veränderung des Querschnitts (rund), Erhöhung/Beständigkeit des Glanzes und einer verbesserten Weichheit und Festigkeit führt (Kalweit, Paul, Peters & Wallbaum, 2012b; Schenek, 2001).

leichte Konvertierbarkeit hinsichtlich der Struktur (nicht/gewebt) aus (S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020).

„Humans civilization development goes hand in hand with that of textile technology. (...) Giving for granted that protection and esthetics are the two main characteristics associated with clothing, technical Performance is a third emerging feature required to satisfy the needs of today's consumers. In the last decade, textiles have been facing new challenges with the advancement of miniaturized electronics and new smart materials. Therefore, textiles are nowadays expected to exhibit additional functionalities besides the conventional ones.“ (Ferri, Plutino & Rosace, 2019, S. 200141)

Sie gelten als eines der innovativsten Produktsegmente in der globalen Textilindustrie (MarketsandMarkets Research Private Ltd., 2020) und lassen sich u. a. in die Bereiche *Clothtech* (Bekleidung und Schuhe), *Medtech* (z. B. Hygiene und Medizin), *Hometech* (z. B. Möbel) und *Protech* (Schutzkleidung) differenzieren (Rasheed, 2020).⁵²

„Selection of fiber type and composition, fabric construction, fabric density and textile treatments are vital determinants of resultant PPC [Personal Protective Cloth] performance.“ (Watson et al., 2018, S. 318)

Literatur, welche sich mit der für Schutzkleidung (protective textiles; *Protech*) typischerweise eingesetzten Fasern/Materialien beschäftigt, fokussiert häufig ausschließlich auf Spezialfasern im Kontext der jeweiligen Anwendungs- bzw. Gefahrenbereiche (z. B. Chemikalien oder Hitze/Feuer). Demgegenüber konzentrieren sich Ausführungen zum Textileinsatz im medizinischen Bereich häufig auf Gesundheits- und Hygieneprodukte (*Medtech*) sowie (nicht) implantierbare Materialien (z. B. Afzal et al., 2020). Für funktionelle Berufskleidung (Roller-Aßfalg, 2003; Uvex Arbeitsschutz GmbH, 2022b) und medizinische Schutzkleidung (Karim et al., 2020) werden häufig synthetische Materialien (z. B. Polyester) bzw. Mischgewebe (Babikir & Schuster, 2018) eingesetzt. Im Gesundheitswesen finden sowohl Vlies-, Web- als auch Stricktechnologien Anwendung, wobei Vliesstoffen (auch über den klinischen Sektor hinaus) aus Gründen der Infektionskontrolle, Sterilisationsmöglichkeiten, Produktionszeit und -kosten etc. die größte Bedeutung beigemessen wird (P. I. Dolez & Izquierdo, 2018; Karim et al., 2020; Mukhopadhyay & Midha, 2008b; O'Mahony, 2011; Sayantan, 2020). Baumwolle nimmt im Bereich der Vliesstoffe eine vergleichsweise untergeordnete Rolle ein, rückt aber im Bereich der Körperpflegeprodukte zunehmend in den Fokus (Imran, Khan, Salam & Ahmad, 2020). Reine Baumwolle findet im Bereich der OP-Abdeckungen und -Schutzkleidung keine Anwendung (mehr) (Babikir & Schuster, 2018). Textile Handschuhe finden in beiden Bereichen wenig bis keine Betrachtung.

II.4.2 TEXTILFASERN

Das folgende Kapitel wird einen Überblick über die in der Herstellung klassischer textiler (Unterzieh-) Handschuhe eingesetzten relevantesten *Textilfasern* geben. Die Darstellung der einzelnen Faserarten

⁵² Im Jahr 2021 wurden in Dtl. für den technischen Einsatz insgesamt 59 % aller Fasern, davon 99 % Chemiefasern und 1 % Baumwolle, verwendet; auf den Bereich der Bekleidung entfielen 15 % und den Bereich der Heimtextilien 26 % (IVC, 2022).

erfolgt entlang der Wiedergabe allgemeiner Informationen; detaillierte Ergänzungen zu den verschiedenen Eigenschaftsmerkmalen (z. B. Feinheit, Dehnung) finden sich im Anhang (s. Anhang 1).⁵³

II.4.2.1 PFLANZLICHE NATURFASERN - BAUMWOLLE

Zu den Fasern *pflanzlichen Ursprungs* gehören Samenfasern (Baumwolle, Kapok), Bastfasern (Leinen [Flachs], Hanf, Jute, Ramie) und Hartfasern (Sisal, Manila [Abacá], Kokos) (Kalweit et al., 2012b), welche überwiegend aus dem Biopolymer Cellulose bestehen (Eyerer, 2020b). Im Folgenden soll ausschließlich der Fasertyp Baumwolle, als am häufigsten für die Herstellung textiler (Unterzieh-)Handschuhe verwendetes Material, vorgestellt und besprochen werden.⁵⁴

Allgemeines

Bei *Baumwolle* (CO) handelt es sich um Fasern aus den Samen der Baumwollpflanze (Gattung *Gossypium*) (EU-Verordnung Nr. 1007/2011, Anh. I). Die Baumwollpflanze gehört der Familie der Malvengewächse an, welche in den sub-/tropischen Regionen der Erde beheimatet ist (Alban, 2010; Kalweit et al., 2012b). Die textilen Naturfasern werden von den Samenkörnern bzw. -haaren der Nutzpflanze gewonnen und bestehen im Wesentlichen aus dem Polysaccharid *Cellulose* ($C_6H_{10}O_5$)_n, welches rund 80-96.5 % der Zusammensetzung der Trockenmasse der Faser ausmacht (Eyerer, 2020a; Kalweit et al., 2012b; Kocak, Tasdemir & Gul, 2020; M. Möller & Popescu, 2009; Rabe et al., 2021).

„Cellulose ist die Grundsubstanz aller pflanzlichen Zellen. Sie ist rein weiß, besteht zu 44 % aus Kohlenstoff, zu 6 % aus Wasserstoff und zu 50 % aus Sauerstoff und ist in Wasser unlöslich. Die einzelnen Cellulosemoleküle sind kettenförmige Makromoleküle, deren kleinste Glieder Glukoseeinheiten sind: Monomer der Cellulose ist das Glukosemolekül; zusammen mit weiteren Glukosemolekülen und je einem Wasserstoffmolekül entsteht das Polymer.“ (Löbbecke, 2008, S. 176–177)

Hemicellulose (Gemische von Polysacchariden), Lignine (Holz, Gruppe phenolischer Makromoleküle), Pektin, Fette/Wachse, Asche und weitere wasserlösliche Bestandteile bilden den restlichen Faseranteil (Eyerer, 2020a; Kalweit et al., 2012b; Kocak et al., 2020; M. Möller & Popescu, 2009; Rabe et al., 2021). Der stabile Faseraufbau basiert auf einer Vielzahl von Polysaccharid-Einheiten, die durch starke inter- und intramolekulare Wasserstoffbrückenbindungen zu Molekülketten stabilisiert sind (Türk, 2014b). Diese Ketten (Elementarfibrillen) lagern sich zu Mikrofibrillen zusammen, welche sich wiederum bündeln und zu fadenförmigen Makrofibrillen verbinden (Türk, 2014b; G. Wagner, 2017). Morphologisch gesehen setzt sich jede einzelne Faser aus strukturell unterschiedlichen Schichten (Lumen, Sekundärwände, Primärwand und Cuticula) zusammen (M. Möller & Popescu, 2009). Die Faser selbst stellt eine Art hohlen Schlauch dar, der eine schlechte Wärmeleitfähigkeit besitzt (H. Wang, Siddiqui & Memon, 2020), aber ein gutes Wasseraufnahme und -rückhaltevermögen bedingt (Lugoloobi & Memon, 2020). Die mittlere Faserlänge liegt bei 10-60 mm (Gries et al., 2019; Material-Archiv, 2015b), die mittlere

⁵³ *Weiterführende Literatur:* Eine Übersicht sämtlicher gängiger Faserstoffe zzgl. detaillierter Informationen zu diesen finden sich u. a. bei Veit (2023), Berger, Faulstich et al. (1993), Kalweit et al. (2012b), Raetsch (2012), Chan (2021), Beckman, Lozano, Freeman und Riveros (2021) oder auf den Internetseiten des Netzwerks Material Archiv (URL: www.materialarchiv.ch, Stand: 09.06.2023).

⁵⁴ *Weiterführende Literatur:* Detaillierte Informationen zum Thema Baumwolle finden sich bspw. im Sammelwerk von H. Wang und Memon (2020a).

Fadenlänge bei 2.5 cm (Elias, 2003) und die durchschnittliche Faserbreite bei etwa 15 µm (Bobeth, 1993a) bis 18 µm (Elias, 2003). Die technologischen Eigenschaften können, wie bei allen anderen Fasern auch, variieren und sind im Wesentlichen vom Anbauggebiet und den Wachstumsbedingungen abhängig (Gries et al., 2019; Ramkumar, Purushothaman, Hake & McAlister, 2007). Die nachfolgende Übersicht stellt einige zentrale Eigenschaften der Baumwolle anderen Natur- und Chemiefasern gegenüber (s. Tabelle 3).

Tabelle 3: Vereinfachte Gegenüberstellung zentraler Eigenschaften verschiedener Natur- und Chemiefasern

Textilfaser / Eigenschaft (Bewertung/Legende)		Naturfasern			Chemiefasern						
		Baumwolle	Seide	Wolle	Viskose	Polyamid	Polyester	Elastan	Polyacryl	Polypropylen	
Höchstzugkraftdehnung ^a		+	n. a.	++	n. a.	+++	++	n. a.	++	++	
Steiheit ^a	+++ sehr gut, ++ gut, + ausreichend	++	n. a.	++		++	+++	n. a.	++	+	
Formbeständigkeit ^a		++	n. a.	++	n. a.	++	+++	n. a.	++	-	
Reißfestigkeit ^b		+	+	-	+/-	++	+	++	+	n. a.	
Scheuerfestigkeit ^b	++ sehr hoch, + hoch, +/- mittelmäßig, - gering, -- sehr gering	+	++	-	+/-	++	++	-	+	n. a.	
Elastizität ^b		-	++	+	- bis +	++	++	++	++	n. a.	
Saugfähigkeit ^b		+	+	++	++	-	--	--	--	n. a.	
Wärmehaltevermögen ^b		-	++	++	-	- bis +	- bis +	n. a.	+	n. a.	
Knitterverhalten ^b	++ knittert nicht, -- knittert sehr leicht	--	+	+	--	+	+	+	+	n. a.	
Elektrostatische Aufladung ^b	++ lädt sich nicht auf, -- lädt sich leicht auf	++	-	-	++	--	-	-	+/-	n. a.	
Beständigkeit	Oxidationsmittel ³	++ sehr gut, + gut, +/- ausreichend, - schlecht	+/-	-	-	-	n. a.	++	n. a.	+	+/-
	UV- / Licht ^{55(c)}	++ sehr gut, + gut, +/- ausreichend, - kaum ausreichend, -- nicht ausreichend	+/-	-	-	-	n. a.	++	--	++	--
	Bewitterung ^c		+/-	-	-	-	+/-	+	--	+	--
	Insekten ^c	++ sehr gut, + gut, +/- mäßig, - schlecht, -- sehr schlecht	+	--	--	-	+/-	+/-	n. a.	+/-	+/-
	Mikroorganismen ^c		--	-	--	--	+/-	+	+/-	+	+
	Laugen ^a	+ gut beständig, 0 weniger beständig, - nicht beständig	+	n. a.	0	0	+	+	0	0	+
	Säuren ^a		-	n. a.	+	-	0	+	0	+	+
	Thermik ^a	+++ sehr gut, ++ gut, + ausreichend	+	n. a.	-	n. a.	+	++	n. a.	+	-

Quellen: ^a Koslowski, 1997; ^b Stuber, 2022; ^c Bobeth, 1993b

Feuchtigkeitsaufnahme und -transport

Die hygroskopischen Eigenschaften der Baumwolle beruhen auf der mehrschichtigen fibrillären Struktur und kapillaren Oberfläche der Fasern, welche auch im trockenen Zustand Wasser enthalten (Eyerer, 2020a). Der damit dauerhaft einhergehende Zustand geringer Quellung beeinflusst die Geschmeidigkeit, Elastizität und Festigkeit des Fasermaterials und begünstigt die Absorption von Feuchtigkeit

⁵⁵ Z. B. Rückstände vom Waschen, Bleichen, Desinfizieren, infolge mangelhafter Nachbehandlung.

(Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019). Das Wasseraufnahmevermögen⁵⁶ von Baumwolle liegt bei etwa 8 % (S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020; Rabe et al., 2021; H. Wang & Memon, 2020b) und das Wasserrückhaltevermögen⁵⁷ bei etwa 30-40 % (Eyerer, 2020a) bzw. 45-50 % (Kleinhansl & Reumann, 2000). Baumwolle kann 65 % des Eigengewichts aufnehmen ohne zu tropfen (Knieli, 2010; Raetsch, 2012; G. Wagner, 2017). Die zunehmende Feuchtigkeitsaufnahme geht nicht mit einer Festigkeitsverringerung der Fasern einher (Bobeth et al., 1993; Reumann & Kleinhansl, 2000). Baumwolle zeigt eine sehr schnelle Aufnahme von Wasser, welches sich jedoch aufgrund der starken wasserbindenden Zwischenmolekularkräfte nur langsam ausbreitet (Guruprasad, Vivekanandan, Arputharaj, Saxena & Chattopadhyay, 2015; Uçar, 2007; Umbach; Yamuna Devi, Indran & Divya, 2021; Zhang, Tang, Li & Yang, 2020) und in den kristallinen Faserbereichen gespeichert wird (Raetsch, 2012). Hieraus resultiert ein langsames Trocknungsverhalten (Guruprasad et al., 2015; Uçar, 2007; Yamuna Devi et al., 2021) und mit fortschreitender Zeit verändertes Wärmeisoliationsverhalten (verstärktes Nässeempfinden und Kältegefühl) (Erhart, Zangerle & Mäser, 1988; Umbach; Yoo & Barker, 2004; Zhang, Tang, Li & Yang, 2020). Für das Feuchtegefühl bzw. die Feuchtefühlgrenze⁵⁸ werden Werte von 11 % (Bobeth et al., 1993) bzw. 20 % Aufnahme dampfförmiger Feuchte (Mieck et al., 2012; Raetsch, 2012) beschrieben.

Nassbehandlungsprozesse

Grundsätzlich sind aus Baumwollgewebe gefertigte Produkte gut waschbar (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019). Durch die Einwirkung von Wasser kommt es zur Vergrößerung des Faserquerschnitts, d. h., einer Umfangzunahme und Verkürzung der Fasern, wodurch die Ablösung ggf. anhaftender Schmutzpartikel gefördert wird (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019). Diese Faserquellung kann die Ursache für die Krumpfung (Einlaufen) von (reinen) Baumwollmaterialien bei Nassbehandlungsprozessen sein (DGUV Regel 112-189, 2007; Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019). Langzeitgebrauch und häufige Waschprozesse mit anschließender Trocknung können zu einem verminderten Wasserrückhaltevermögen (Bobeth et al., 1993) sowie Verlust an Reißkraft, durch den sich wiederum die mechanische Beanspruchbarkeit reduziert (DGUV Regel 112-189, 2007; S. Fischer, Ring & Abeck, 2003; Kurz, 2003; G. Wagner, 2017), führen. Im Gegensatz zu Nassbehandlungsprozessen treten bei der Textilreinigung mit Lösemitteln (Perchloroethylen [PCE] oder Kohlenwasserstofflösemittel) keine Faserquellung oder andere Beeinflussungen des Baumwollgewebes auf (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019). Der Einsatz von

⁵⁶ Das *Wasseraufnahmevermögen* (W_A) bezeichnet die Wassermenge, die ein im Normklima angeglichenes Textil aufnehmen kann (s. Kap. II.4.3.1) (Gries, Veit & Wulfhorst, 2019).

⁵⁷ Das *Wasserrückhaltevermögen* (W_K oder W_r) setzt sich aus dem an den Fasern, der Faseroberfläche und in den Faserzwischenräumen (Poren) haftenden minimalen Wassermenge zusammen, die in einem Textil nach Abführen (Abquetschen oder Zentrifugieren) verbleibt (Gries, Veit & Wulfhorst, 2019; Kleinhansl & Reumann, 2000; Reumann, Hempel & Haase, 2000). Das Wasserrückhaltevermögen nimmt nachhaltigen Einfluss auf die Textiltrocknungsdauer nach Veredlungs- und Pflegeprozessen (s. Kap. II.4.3.1) (Reumann, Hempel & Haase, 2000).

⁵⁸ Die *Feuchte(ge)fühlgrenze* bezeichnet den Feuchtegehalt eines Textils, bei dem sich das Textil gerade noch nicht feucht anfühlt (Korrelation Empfindungen ‚noch trocken, im Übergang zu feucht‘) (Reumann, Haase et al., 2000).

Trocknergeräten kann aufgrund der hohen Temperaturen zu strukturellen Faserveränderungen führen und somit die Feuchtigkeitskapazität von Textilien verringern (S. Fischer et al., 2003).

Bedeutung in der Textil- und Bekleidungsindustrie

Bei Baumwolle handelt es sich um eines der begehrtesten Materialien für Textilien (Raj & Sreenivasan, 2009; Ramkumar et al., 2007), welches „is also considered as the most used trustworthy fabric in the views of customers“ (Khanzada, Khan & Kayani, 2020, S. 388). Der Einsatzbereich von Baumwolle erstreckt sich von Bekleidung (ca. 60-70 %), über Heimtextilien (ca. 20-30 %) bis hin zu Industrie-, Hygiene- und Gesundheitsprodukten (ca. 10 %) (z. B. Uniformen, Kissenbezüge, Laken, Bettwäsche, OP-Kleidung, Verbände, Pflaster) (Afzal et al., 2020; Kalweit et al., 2012b; Textile Exchange, 2021). Baumwolle kann mit einer Vielzahl von Fasern unterschiedlichen Ursprungs kombiniert werden, was zur fortlaufenden Entwicklung neuer Materialmischungen mit modifizierten Gebrauchseigenschaften (Gimpel & Umbach, 1995; Khankhadjaeva, 2020; Knight, Hersh & Brown, 1970; Roller-Aßfalg, 2003) bzw. verbessertem Tragekomfort (12-fache Steigerung durch andere Regeneratfasern, Khanzada et al., 2020) und ggf. damit verbundenen neuen Anwendungsspektren führt (H. Wang et al., 2020). Im Bereich der Produktion antimikrobieller Textilien zeichnet sich Baumwolle als wichtigste Faser ab (MarketsandMarkets Research Private Ltd., 2021).

Ökologische Bedeutung

Baumwolle gehört zu den populärsten und wichtigsten pflanzlichen Fasern (Andra, Balu, Jeevanandam & Muthalagu, 2021; Chan, 2021; Gries et al., 2019; Kalweit et al., 2012b; Umair & Khan, 2020); der Baumwollanteil am Gesamtfaseraufkommen liegt bei ca. 50 % (Gries et al., 2019). Zu den Ländern, die mehr als 75 % der Baumwollernte weltweit produzieren, gehören China, Indien, Pakistan, Brasilien und die Vereinigten Staaten (Kocak et al., 2020; Umweltbundesamt [UBA], 2021). Der Anteil der Rohbaumwolle am Weltfasermarkt liegt bei rund 30 % (Internationaler Verband der Naturtextilwirtschaft e. V. [IVN], 2021) und in der Gruppe der Naturfasern bei 77 % (Hortmeyer, 2018). Bei Baumwolle handelt es sich um die günstigste Naturfaser (IVN, 2021).

Mit Blick auf die Nachhaltigkeit sind die Umweltauswirkungen der Produktion des Nutzpflanzlings als problematisch einzustufen, da enorme Mengen an Land, Wasser, chemischen Düngemitteln, Herbiziden und synthetisch hergestellten Pestiziden zum Einsatz kommen (Chan, 2021; IVN, 2021; M. Möller & Popescu, 2009; Periyasamy & Militky, 2020; Raetsch, 2012; Sfiligoj Smole et al., 2019a; Stamm et al., 2019; UBA, 2021). Die (unterirdische) Tröpfchenbewässerung (*subsurface drip irrigation*, SDI) gilt als sparsamste und effizienteste Methode der Bewässerung, entsprechende Systeme finden sich aus Kostengründen bislang aber nur bei max. 5 % der Baumwollabauenden weltweit (H. Wang et al., 2020). Der kontrollierte, nachhaltigkeitsorientierte Anbau von Biobaumwolle (*organic cotton*) umfasst bislang nur etwa 0.5-1 % (Hortmeyer, 2018; Sfiligoj Smole et al., 2019a) und ist einem hohen Preisdruck ausgesetzt (Veit, 2023). Gentechnisch veränderte Baumwolle (Bt-Baumwolle) bringt neue Herausforderungen wie die Resistenzentwicklung bei den Schädlingen durch große Monokulturen mit sich (Veit,

2023). Da Baumwolle häufig Verunreinigungen durch an-/organische Fremdstoffe aufweist (Adamu & Wagaye, 2020), kommt insbes. den Vorbehandlungsverfahren eine große Bedeutung zu (Jhatial, Yesuf & Wagaye, 2020). Auch diese sind bislang mit einem hohen Verbrauch an Energie, Wasser und Chemikalien verbunden, was sich zusätzlich auf die ökonomische Belastung auswirkt und sich auch in den Herstellungskosten widerspiegelt (Jhatial et al., 2020). Positiv hervorzuheben ist, dass Baumwolle im Unterschied zu Kunststofffasern keine schädlichen, in die Umwelt und Nahrungskette gelangbaren Mikropartikel verursacht (UBA, 2021).

II.4.2.2 TIERISCHE NATURFASERN

Zu den aus Proteinen bestehenden Naturfasern *tierischen Ursprungs* gehören Wolle, feine Tierhaare (z. B. Alpaka, Lama, Vikunja), grobe Tierhaare (Rinder-, Ross- und Ziegenhaar) und Seiden (Kalweit et al., 2012b). Im Folgenden sollen ausschließlich die Fasertypen Seide und Wolle kurz vorgestellt und besprochen werden.

Seide

Bei *Seide* (Seide/Maulbeerseide [SE]; Tussahseide [ST]) handelt es sich um Fasern, die ausschließlich aus Kokons seidenspinnender Insekten gewonnen werden (EU-Verordnung Nr. 1007/2011, Anh. I). Die Maulbeerspinnerseide (auch Zucht-, Endlos- oder Naturseide, echte Seide) wird von Seidenraupen (Maulbeerspinner) produziert, die sich von den Blättern des Maulbeerbaumes ernähren (Kalweit et al., 2012b; Meyer zur Capellen, 2012). Die Wildseide wird vom Tussahspinner, d. h., Raupen wild lebender Schmetterlinge, gefertigt (Meyer zur Capellen, 2012). Die durchschnittliche Seidenfaserlänge liegt bei etwa 700-1.500 mm (Shaker & Nawab, 2020) und die durchschnittliche Faserbreite bei etwa 20-15 µm (Bobeth, 1993a). Naturseide besteht zu 70-80 % aus dem wasserunlöslichen Fibroin (Seidenfilament) und zu 20-28 % aus wasserlöslichem Sericin (Seidenleim, Grundelemente: Kohlen-, Wasser-, Sauer- und Stickstoff) (Gries et al., 2019); sie ähnelt mit dieser Menge an Proteinanteil dem Grundaufbau des menschlichen Haares (G. Ricci, Patrizi, Bellini & Medri, 2006). Der innere ungeordnete Kern ist von einer Faserschicht längs ausgerichteter Fibrillenbündel in Faltblattstruktur umgeben, welche wiederum von einer dünnen Schleim- und Bastschicht ummantelt werden (Raetsch, 2012). Strukturell liegt ein inhärenter Verbundwerkstoff⁵⁹ vor (Türk, 2014c). Beim Vorgang des Entbastens (Abkochen mit Seife/Chemikalien) wird die äußere Sericin-Schicht entfernt, was der Maulbeerseide u. a. ihr charakteristisches Aussehen verleiht (Material-Archiv, 2013). Seide weist eine Feuchteaufnahme von etwa 9-11 % (20 °C, 65 % relative Luftfeuchtigkeit [r.F.]) (Kleinhansl & Reumann, 2000) und ein Wasserrückhaltevermögen von 40-50 % (Bobeth et al., 1993) auf. Sie kann bis zu 30 % ihres Eigengewichtes an Wasser aufnehmen, ohne sich feucht anzufühlen (Maute-Daul, 1995). Mögliche antibakterielle

⁵⁹ D. h., der Aufbau beinhaltet ausschließlich eine chemische Stofffamilie, die aber in verschiedenen strukturellen Erscheinungsformen in einem Material umgesetzt ist (Türk, 2014c).

Eigenschaften werden diskutiert (Omollo Oduor, Wanjiru Ciera & Kamalha, 2021; Sanders, Grunden & Dunn, 2021).

Das Naturprodukt bildet das Ausgangsmaterial für die Herstellung edler und repräsentativer Bekleidung (z. B. Blusen, Krawatten, Schals), Heimtextilien sowie einer Reihe medizinischer und technischer Anwendungen (Kalweit et al., 2012b; Schwarz & Kovačević, 2017). Seide gehört zu den wichtigsten tierischen und zugleich hochwertigsten Fasern (Kalweit et al., 2012b) und stellt die Naturfaser mit der höchsten Festigkeit dar (Raetsch, 2012). Die Zucht und Herstellung von Seide gestaltet sich verhältnismäßig aufwendig und kostenintensiv und ist aus ökologischer Sicht bedenklich (Gries et al., 2019; Kalweit et al., 2012b; Türk, 2014c). Im Jahr 2020 lag der weltweite Fasermarktanteil bei etwa 0.1 % (Textile Exchange, 2021). Bislang sind nur geringe Mengen an Bio-Seide verfügbar (Raetsch, 2012).

(Schaf-)Wolle

Bei *Wolle* (Wolle [WO]; Schurwolle [WV]) handelt es sich um Fasern von dem Fell bzw. Vlies des Schafes (*Ovis aries*) (> 200 Züchtungen weltweit, Chan, 2021) oder Fasergemischen von der Schafschur und Haaren verschiedener Tiere (z. B. Alpakas, Kamele) (EU-Verordnung Nr. 1007/2011, Anh. I). Wollfasern haben je nach Qualität eine Länge von 40-250 mm (Meyer zur Capellen, 2012). Chemisch betrachtet besteht Rohwolle zur Hälfte aus Kohlenstoff, den Rest bilden Wasser-, Sauer- und Stickstoff sowie Schwefel und Asche (Gries et al., 2019). Wolle stellt das wichtigste natürliche Polymer unter den Keratinen (Behr & Seidensticker, 2018) und einen inhärenten Verbundwerkstoff dar (Türk, 2014c). Die aus Aminosäuren aufgebauten Wollproteine liegen in einer α -Helix vor, in der zwei Helices über Wasserstoffbrückenbindungen miteinander verbunden sind (Gries et al., 2019). Der hohe Vernetzungsgrad stabilisiert die dreidimensionale Struktur der Proteine (Bündelung zu Spindelzellen/Fibrillen) und bedingt letztlich zusammen mit der Kräuselung (flach-, normal-, hochbogig) und dem Luftanteil von bis zu 85 % die guten thermoregulatorischen Fähigkeiten (Isolation) der Wolle (Jaros, Wilson & Shi, 2020; Kalweit et al., 2012b; Knieli, 2010; Material-Archiv, 2014e; Mieck et al., 2012). Die dachziegelartige, komplexe Schuppenstruktur der Wollfasern (bestehend aus Cuticula, Cortex und bei groben Fasern Medula) bedingt deren Filzfähigkeit, wobei die Filzneigung mit der Feinheit der Haare (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019) sowie unter dem Einfluss von Wärme, Laugen, Feuchtigkeit und mechanischer Belastung (Kalweit et al., 2012b; G. Wagner, 2017) zunimmt. Die technologischen Eigenschaften und Qualität der Wolle (hier v. a. Feinheit: fein, mittel, grob) sind im Wesentlichen von dem Klima im Erzeugerland, der Rasse (z. B. Merino-, Cheviot- und Crossbredschafe) und der Ernährung der Tiere abhängig (Gries et al., 2019).

Wollfasern sind stark hydrophob (Hosseini Ravandi & Valizadeh, 2011; Kalweit et al., 2012b) und können Feuchtigkeit nur in Dampfform aufnehmen (Meyer zur Capellen, 2012). Bei hoher Luftfeuchte können insgesamt Mengen von ca. 15-17 % bis max. 30 % absorbiert werden (Raetsch, 2012). Die Feuchtigkeitsab- bzw. -weiterleitung erfolgt schneller als bspw. bei Baumwolle (Knieli, 2010). Die Feuchtefühlgrenze wird mit Werten um 13 % (Bobeth et al., 1993) bzw. 30 % umschrieben (Material-Archiv,

2014e), wobei ab einem Feuchtegehalt von 33 % Komfort und Kälteschutz abnehmen (Erhart et al., 1988).

Wolle stellt die älteste von Menschen genutzte Faser dar (Chan, 2021; Schwarz & Kovačević, 2017; Türk, 2014c). Im Jahr 2020 lag der weltweite Fasermarktanteil bei etwa 1 % (Textile Exchange, 2021). Der Einsatzbereich erstreckt sich von Bekleidungstextilien (ca. 60 %) über Heimtextilien bis hin zu Dämm- und Brandschutzmaterialien sowie Polsterungen in der Industrie (ca. 30-40 %) (Kalweit et al., 2012b; Textile Exchange, 2021). Die Tierhaltung zum Gewinn von Wolle ist stellenweise fragwürdig (z. B. Behandlung von Insektenstichen) und die Behandlung erfordert i. d. R. große Mengen an Chemikalien und Energie (Chan, 2021). Ggü. der konventionellen Produktion zeichnet sich die Erzeugung von Bio-Wolle durch eine kontrollierte biologische Tierhaltung (kbT) aus, welche bislang allerdings eher selten zu finden ist (Raetsch, 2012). Weitere allgemeine Vorteile finden sich in der Recyclbarkeit, biologischen Abbaubarkeit und Langlebigkeit (Knieli, 2010; UBA, 2021).

II.4.2.3 CHEMIEFASERN AUS NATÜRLICHEN POLYMEREN

Chemiefasern aus natürlichen Polymeren können in zellulose Chemiefasern (Regeneratfasern: Viskose, Modal, Lyocell, Cupro; Acetat, Triacetat), Alginat und Elastodien (Gummi) unterschieden werden (s. Abbildung 5) (Kalweit et al., 2012b). Cellulosefasern, d. h. Fasern aus regenerierter Cellulose oder Celluloseestern (Regeneratfasern oder regenerierte Fasern), haben die größte Bedeutung für den Textilsektor (Gries et al., 2019). Im Folgenden soll lediglich ein Teil der genannten Fasern einer näheren Betrachtung unterzogen werden.

Viskose

Bei *Viskose* (CV) handelt es sich um Cellulosefasern, die als Endlofasern und Spinnfasern nach dem Viskoseverfahren hergestellt werden (EU-Verordnung Nr. 1007/2011, Anh. I). Als Quelle für das Rohmaterial dienen Fichten, Pinien oder Buchen (Kalweit et al., 2012b), deren Gerüstsubstanz Cellulose darstellt (Gries et al., 2019). Die aus einer Kern-Mantel-Struktur (Gries et al., 2019) bestehenden Cellulosefasern weisen einen Feuchtigkeitsgehalt von 5-15 % auf und besitzen eine starke Neigung zur Aufnahme und Speicherung von Flüssigkeiten (Rabe et al., 2021). Für die Quellfähigkeit werden Werte von 85-120 % (Rabe et al., 2021) benannt. Die Feuchtaufnahme ist größer als die von Baumwolle (12.5-13.5 %; 20 °C, 65 % r.F.; S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020; Bobeth, 1993a; Mieck et al., 2012; Wollina, Heide, Müller-Litz, Obenauf & Ash, 2003) aber das starke Aufquellverhalten bedingt eine geringe(re) Luftdurchlässigkeit und längere Trocknungszeit (Material-Archiv, 2014d; Raetsch, 2012). Die Feuchtefühlgrenze liegt bei etwa 16 % (Bobeth et al., 1993).

Viskosefasern finden als ‚Kunstseide‘ (UBA, 2021) häufig in Mischung mit anderen Fasern (Material-Archiv, 2014d; Raetsch, 2012), in der Herstellung von Bekleidungs- und Heimtextilien, im Bereich der Technischen Textilien (z. B. Hochgeschwindigkeitsreifen) sowie als Beflockungsmaterial Anwendung (IVC, 2021h; Kalweit et al., 2012b). In der Gruppe der Chemiefasern stellen Viskosefasern die

wichtigsten Fasern dar (Gries et al., 2019; Material-Archiv, 2014d; Textile Exchange, 2021). Die angewandten Produktionsverfahren tragen zu hohen Treibhausgasemissionen (Chan, 2021) sowie einem vergleichsweise hohen Energie-, Chemikalien- und Wasserbedarf bei (UBA, 2021).

Modal

Bei *Modal* (CMD) handelt es sich um eine modifizierte Viskosefaser (Kosłowski, 1997), die nach einem durch den Einsatz zusätzlicher Chemikalien (Raetsch, 2012) modifizierten Viskoseverfahren hergestellt wird (EU-Verordnung Nr. 1007/2011, Anh. I). Als Quelle für das Rohmaterial dienen Fichten, Pinien oder Buchen (Kalweit et al., 2012b). Gegenüber Viskose zeichnet sich Modal durch eine geringe Quellfähigkeit bzw. Volumenquellung von 25-30 % (Meyer zur Capellen, 2012), bessere Reißkraft (Material-Archiv, 2014b) und wesentlich höhere Festigkeit im konditionierten und nassen Zustand aus, welche auf den höheren Grad der Polymerisation zurückzuführen ist (Löbke, 2008; Mieck et al., 2012). Modalfasern zeigen eine schneller Feuchtigkeitsaufnahme als Baumwolle (Material-Archiv, 2014b), die Saugfähigkeit liegt um 50 % höher (Erhart et al., 1988).

Modalfasern finden rein, meist aber in Mischungen mit anderen Fasern (z. B. Baumwolle, Polyester) (Material-Archiv, 2014b) insbes. in der Herstellung von Bekleidungs- (z. B. Hemden, Blusen) und Heimtextilien (z. B. Tischdecke, Bettwäschen) Anwendung (Kalweit et al., 2012b). Modalfasern stellen nach Viskosefasern die wichtigsten Cellulosefasern in der Gruppe der Chemiefasern dar (Material-Archiv, 2014b). Ihre Produktion wird, wie auch die von Viskose, als ökologisch bedenklich eingestuft (z. B. Chemikalieneinsatz, Wasserverbrauch) (Raetsch, 2012).

Lyocell / Tencel

Bei *Lyocell* (CLY) handelt es sich um Cellulosefasern, die in Auflösungs- und Spinnverfahren in organischen Lösungsmitteln hergestellt werden (EU-Verordnung Nr. 1007/2011, Anh. I). Als Quelle für das Rohmaterial dient (reines) Holz (z. B. Buche oder Eukalyptus) (Kalweit et al., 2012b; Meyer zur Capellen, 2012). Lyocellfasern zeichnen sich durch ihre hydrophilen Eigenschaften und kontrollierte Fibrillierung aus (Material-Archiv, 2014a). Die Fibrillation bezeichnet einen Aufbruch der Fasern und Fibrillen unter gleichzeitiger Einwirkung von Mechanik und Feuchtigkeit (Raetsch, 2012), der zur Abspaltung feinsten Härchen längs zur Faserachse und somit verschiedenen Griffvariationen der Endtextilien führt (seidig bis wollig) führt (Gries et al., 2019; Material-Archiv, 2014a). Lyocellfasern nehmen mit 11-15 % (Meyer zur Capellen, 2012) bzw. 12-13 % (20 °C, 65 % r.F.) (Jaros et al., 2020; Mieck et al., 2012; Periyasamy & Militky, 2020) etwa 50 % mehr Feuchtigkeit als Baumwolle auf (Material-Archiv, 2014a) und weisen die höchste Trockenreißfestigkeit aller Regeneratfasern auf (Raetsch, 2012). Das Wasserrückhaltevermögen liegt bei etwa 60-70 % (Mieck et al., 2012).

Lyocellfasern finden rein oder in Mischungen mit anderen Materialien (z. B. Baumwolle, Seide) (Material-Archiv, 2014a) insbes. in der Herstellung von Bekleidungs- und Heimtextilien sowie Einlagevliesen Anwendung (Material-Archiv, 2014a). Aufgrund des Einsatzes nachwachsender Rohstoffe, ökologisch

weniger bzw. nicht bedenklicher Verfahren und der biologischen Abbaubarkeit (100 %) wird Lyocell als eine umweltfreundliche (Badr, Hassanin & Moursey, 2016; Jaros et al., 2020; Kalweit et al., 2012b; Knecht, 2003; Knieli, 2010; Mieck et al., 2012; Periyasamy & Militky, 2020) und im Vergleich zu allen anderen Rayon-/Viskose-Variationen als umweltfreundlichste Faser (Chan, 2021) eingestuft.

Bambus

Bambusfasern stellen nach dem Viskoseverfahren hergestellte, regenerierte Cellulosefasern dar; sie werden daher nicht zu den Natur-, sondern Viskosefasern (Chemiefasern aus Bambuszellstoff) gezählt (Meyer zur Capellen, 2012; Schild, 2021). Die Faserbündel aus Bambusrohren werden als Bambusfasern bezeichnet (Material-Archiv, 2015a). Sie stammen von der schnell wachsenden Bambuspflanze (> 90 Gattungen), welche in tropischen und subtropischen bis mild-gemäßigten Regionen der Erde (z. B. Asien und Afrika) verbreitet ist, ab (Afzal et al., 2020; A. Kumar et al., 2021; Sfiligoj Smole et al., 2019b). Die chemische Zusammensetzung von Bambus gleicht der aller anderen Cellulosefasern, wobei der Anteil an Cellulose bei ca. 60-73 % liegt (Sfiligoj Smole et al., 2019b). Die Breite und Länge einzelnen Fasern variiert zw. 10-65 mm (Kasal et al., 2019) bzw. 10-80 mm (Veit, 2023). Bambus weist eine gute Feuchtigkeitsaufnahme von etwa 12-13 % auf (Periyasamy & Militky, 2020; Yamuna Devi et al., 2021); in vielen seiner (weiteren) Eigenschaften zeigt sich eine starke Ähnlichkeit ggü. Viskose und Lyocell, was Bambus das Alleinstellungsmerkmal nimmt (Knieli, 2010; Schild, 2021).

Der Begriff ‚Bambus‘ als Rohstoffgehaltsangabe in der Textilkennzeichnung darf nur dann verwendet werden, wenn tatsächlich Naturfasern aus Bambus verarbeitet werden (BTE Handelsverband Textil, 2021; Schild, 2021). Wird Bambus nur als Rohstoffquelle für Cellulose eingesetzt – wie es häufig der Fall ist (Nayak & Mishra, 2016; Schild, 2021) – muss das jeweilige Endprodukt mit der Bezeichnung ‚Viskose (aus XY)‘ deklariert werden (BTE Handelsverband Textil, 2021). Ein guter Tragekomfort lässt sich nur durch die Kombination mit anderen Fasern erreichen (Material-Archiv, 2015a). Die Faseraufbereitung und Herstellung entsprechender Mischungen erfordert häufig den Einsatz diverser Chemikalien, welche zu einem Verlust der primären Fasereigenschaften führen (Nayak & Mishra, 2016). Zu diesen wird u. a. die stark diskutierte (Schild, 2021) antimikrobielle Aktivität gezählt (Nayak & Mishra, 2016; Veit, 2023).

Bambus wird stellenweise als eines der natürlichsten und umweltfreundlichen neue Textilmaterialien des 21. Jahrhunderts gehandhabt (Periyasamy & Militky, 2020) und gehört zu den nicht-konventionellen faserliefernden Pflanzen, deren Einsatz in vielen Bereichen denkbar, aber noch weitgehend unerforscht ist (Nayak & Mishra, 2016; Sfiligoj Smole et al., 2019b). Bambusfasern finden derzeit u. a. in Textilien im medizinischen Bereich (z. B. OP-Kleidung), im Sportbereich (z. B. Yoga-Kleidung) und der Herstellung von Hygieneprodukten (z. B. Damenbinden, OP-Masken) Anwendung (Afzal et al., 2020; Umair & Khan, 2020). Bei Bambus handelt es sich um einen relativ neuen Werkstoff im Bereich der Handschuhherstellung; in der aktuellen Literatur wird Bambus bereits zu den Materialien, die zur Herstellung textile Handschuhe verwendet werden können, gezählt (Alfonso, 2018b; Wulfhorst et al.,

2021). Bislang sind, verglichen mit dem diversen Angebot an Handschuhen aus bspw. Baumwolle, nur wenige Textilhandschuhe mit bzw. aus Bambus auf dem Markt erhältlich (s. Anh. 4, Tabelle 53).

Der Anbau von Bambus kommt i. d. R. ohne den Einsatz von Düngemitteln oder Pestiziden aus (Nayak & Mishra, 2016; Periyasamy & Militky, 2020; Umair & Khan, 2020), bisher hauptsächlich angewandte chemisch-technische Herstellungsverfahren bedingen jedoch den Einsatz ökologisch bedenklicher Chemikalien (Nayak & Mishra, 2016). Bambusfasern sind biologisch abbaubar (Afzal et al., 2020; Chan, 2021).

II.4.2.4 CHEMIEFASERN AUS SYNTHETISCHEN POLYMEREN

Chemiefasern aus synthetischen Polymeren (man-made fibres) lassen sich in Elasto, Fluoro, Polyacryl, Polyamid, Polychlorid, Polyester, Polyolefin und Polyvinylalkohol differenzieren (s. Abbildung 5) (Kalweit et al., 2012b). Ihre Herstellung erfolgt mittels der Synthese von Monomeren, nach dem Prinzip der Polymerisation, -addition und -kondensation (Gries et al., 2019). Im Folgenden soll lediglich ein Teil der genannten Fasern einer näheren Betrachtung unterzogen werden.

Polyamid / Nylon

Bei *Polyamid* bzw. *Nylon* (Polyamid [PA], Aramid [AR]) handelt es sich um Fasern aus synthetischen linearen Makromolekülen, deren Kette sich wiederholende Amidbindungen aufweist, von denen mind. 85 % an lineare aliphatische oder zykoaliphatische Einheiten gebunden sind (EU-Verordnung Nr. 1007/2011, Anh. I). Nylon bzw. Polyamid wird aus Erdöl gewonnen (Chan, 2021) und häufig unter der Bezeichnung *Mikrofaser* geführt (Rabe et al., 2021). Zu den bedeutendsten Polyamidfasern gehören Polyamid 6 und Polyamid 6.6 bzw. 66 (Beckman, Lozano, Freeman & Riveros, 2021; Raetsch, 2012). Der Feuchtigkeitsgehalt der Fasern beträgt max. 0.06 % (Rabe et al., 2021) und die Feuchtigkeitsaufnahme etwa 4 % (Shaker & Nawab, 2020; Wollina et al., 2003), womit Polyamide die höchste Wasseraufnahmekapazität unter den synthetischen Fasern besitzen (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019). Die Feuchtefühlgrenze liegt bei etwa 5-8 % (Polyamid 6 und 6.6) (Reumann, Haase et al., 2000) und das Wasserrückhaltevermögen wird mit 10-15 % (Heide et al., 2006; Kleinhansl & Reumann, 2000; Mieck et al., 2012; Wollina et al., 2003) als (sehr) gering (Gries et al., 2019; Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019) eingestuft.

Polyamidfasern finden insbes. für Bekleidungs- (z. B. Damenstrümpfe, Badeanzüge) und Heimtextilien (z. B. Teppiche) Anwendung, werden aber auch zur Herstellung von Angelschnüren, Kletterseilen, Borsten von Zahnbürsten u. ä. eingesetzt (S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020; Kalweit et al., 2012b). Polyamidfasern stellen nach Polyester die zweitwichtigste Materialklasse im Bereich der technischen Fasern dar (IVC, 2021e). Im Jahr 2020 lag der Anteil am globalen Fasermarkt bei 5 %; aus Gründen der Verfügbarkeit, des Preises und Fragen zur Nachhaltigkeit macht der Marktanteil biobasierter Fasern derzeit etwa 0.4 % des Polyamidfasermarktes aus (Textile Exchange, 2021). Polyamidfasern entstehen

durch nicht erneuerbare, kohlenstoffintensive Ressource; in der Be- bzw. Verarbeitung kommen häufig ökologisch bedenkliche Substanzen zum Einsatz (Chan, 2021).

Polyester

Bei *Polyester* (PES, Gruppenbezeichnung) handelt es sich um künstliche, aus Chemikalien hergestellte Fasern aus linearen Makromolekülen, deren Kette zu mind. 85 % aus dem Ester eines Diols mit Terephthalsäure besteht (EU-Verordnung Nr. 1007/2011, Anh. I). Polyester wird häufig unter der Bezeichnung ‚Mikrofaser‘ geführt (Rabe et al., 2021). Polyesterfasern besitzen lipophile Eigenschaften (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019), eine sehr gute Elastizität (v. a. Rückfederungsvermögen) (Raetsch, 2012) und im Vergleich zu anderen Fasern wie Nylon, Acryl, Wolle und Cellulose die besten Gebrauchseigenschaften hinsichtlich der Pill- und Knitterneigung, Wasch-/Trage-Performance und Abrieb/Festigkeit (Haltbarkeit) (Gandhi, 2020). Die Feuchtigkeitsaufnahme wird mit 0.4 % (S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020; Periyasamy & Militky, 2020) bis 1 % (Afzal et al., 2020) als sehr gering eingeschätzt. Das Wasserrückhaltevermögen liegt bei 3-5 % (Bobeth et al., 1993; Heide et al., 2006; Kleinhansl & Reumann, 2000; Wollina et al., 2003) und die Feuchtefühlgrenze bei etwa 2 % (Bobeth et al., 1993). Polyesterfasern weisen eine gute Kapillarität (Öner, Atasagun, Okur, Beden & Durur, 2013), aber eine schlechte Benetzbarkeit auf (B. Das et al., 2007a).

Bei *Thermolite*[®] und *Coolmax*[®] handelt es sich um Marken der Fa. The Lycra Company. Beide Marken gehören zu der Gruppe der Polyesterfasern und können aus recycelten PET-Flaschen (Polyethylenterephthalat, Gruppe der Polyester) oder Textilabfällen der Bekleidungsherstellung hergestellt werden (The LYCRA Company, 2021c, 2021e). *Thermolite*[®] wird aufgrund seiner Hohlfaserstruktur v. a. zu Zwecken der Wärmedämmung und -isolation unter Beibehalt einer hohen Atmungsaktivität in der Produktion verschiedener Bekleidungstextilien eingesetzt (The LYCRA Company, 2021b, 2021e). *Coolmax*[®] (erhältlich in verschiedenen Leistungsniveaus) zeichnet sich durch eine vergrößerte Faseroberfläche (Querschnittsform mit Kanälen) aus, welche einen schnelle(re)n Feuchtigkeitsabtransport an die Textilaußenseite ermöglicht und wird sowohl in Heim- als auch Bekleidungstextilien (v. a. Funktionstextilien) verwendet (The LYCRA Company, 2021a, 2021d).

Polyester findet als ‚Allround-Kunststofffaser‘ (UBA, 2021) in Mischung mit anderen Synthetik- oder Naturfasern (z. B. Baumwolle) als Füllmaterial (z. B. Schlafsäcke), Beflockung, in Bekleidungs- (ca. 30-50 %) und Heimtextilien (ca. 20-25 %) sowie der Herstellung von technischen Textilien (z. B. Zelte, Autoreifen, Bodenbeläge) Anwendung (S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020; Kalweit et al., 2012b; Textile Exchange, 2021). Die Produktion und der Verbrauch machen mehr als 50 % der weltweiten Gesamtnutzung synthetischer und natürlicher Fasern aus (S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020; IVC, 2021f; Textile Exchange, 2021). Polyester gehört daher mengenmäßig zu den bedeutendsten synthetischen Fasermaterialien (Andra et al., 2021; European Environment Agency [EEA], 2019; Kalweit et al., 2012b; Karim et al., 2020; Material-Archiv, 2014c; UBA, 2021). Der Anteil biobasierter Fasern beläuft sich aus Gründen der Verfügbarkeit, des Preises und Fragen der Nachhaltigkeit derzeit auf etwa 0.03 % des globalen Polyesterfasermarktes (Textile Exchange, 2021). Polyesterfasern entstehen auf Erdölbasis und stellen

daher trotz kostengünstiger Produktion eine nicht erneuerbare, kohlenstoffintensive Ressource dar (Chan, 2021; Knieli, 2010; Periyasamy & Militky, 2020; Umair & Khan, 2020). Sie sind, wie auch Polyamid/Nylon, biologisch nicht abbaubar (keine Verrottung) (Raetsch, 2012; UBA, 2021).

Polyurethan / Elastan

Bei *Polyurethan* (PUR) handelt es sich um Fasern aus linearen Makromolekülen, deren Kette eine Wiederkehr der funktionellen Urethangruppen aufweist (EU-Verordnung Nr. 1007/2011, Anh. I). *Elastan* (EL) (auch Spandex) wiederum besteht aus mind. 85 % segmentiertem Polyurethan (EU-Verordnung Nr. 1007/2011, Anh. I). Elastanfasern können unter Einwirkung einer Zugkraft um die dreifache ursprüngliche Länge gedehnt und nach Entlastung sofort wieder die Ausgangslage zurückkehren (EU-Verordnung Nr. 1007/2011, Anh. I), was ihr wichtigstes Kennzeichen darstellt (IVC, 2021g; Material-Archiv, 2008). Die Feuchtigkeitsaufnahme ist mit Werten von 0.5-1.5 % (20 °C, 65 % r.F.) (Kleinhansl & Reumann, 2000; Material-Archiv, 2008) eher gering (Kalweit et al., 2012b); das Wasserrückhaltevermögen liegt bei 7-11 % (Bobeth et al., 1993; Kleinhansl & Reumann, 2000).

Polyurethan findet in der Herstellung von Bekleidungstextilien, Polstermöbeln (z. B. Teppiche) und Gegenständen wie Pinseln, Bürstenborsten, Klebstoffen und Textilbeschichtungen Anwendung (Kalweit et al., 2012b). Elastan wird aufgrund der hohen Dehnungselastizität, Rückstellkräfte und Formstabilität v. a. in Ober- und Sportbekleidung (z. B. Badeanzüge, Skibekleidung) (Meyer zur Capellen, 2012; UBA, 2021) in Verbindung mit anderen (weniger dehnfähigen) Fasertypen eingesetzt (Knieli, 2010; Löbbe, 2008). Im Handschuhbereich kommt Elastan u. a. in Stretchgeweben und Bündchen zum Einsatz (Dronik Arbeitsschutz GmbH, 2016).

Polyacryl

Bei *Polyacryl* (Polyacryl [PAN], Modacryl [MAC]) handelt es sich um Fasern aus linearen Makromolekülen, deren Kette aus mind. 85 % Acrylnitril aufgebaut wird (EU-Verordnung Nr. 1007/2011, Anh. I). Acrylnitril wird aus Polypropylen und Ammoniak gewonnen (Kalweit et al., 2012b). Modalacryl stellt modifiziertes Polyacryl dar (Raetsch, 2012), das aus weniger als 85 % Polyacrylnitril bestehen kann (Mieck et al., 2012). Mengenmäßig bildet Polyacrylnitril das viertwichtigste synthetische Fasermaterial (Veit, 2023). Polyacrylfasern weisen eine geringe Neigung zur Feuchtigkeitsaufnahme und schnelles Trocknungsverhalten auf (Veit, 2023); porös strukturierte Acrylfasern zeigen ein besseres Aufnahmevermögen und eine mit Baumwolle vergleichbare Sauggeschwindigkeit (Raetsch, 2012). Die Feuchtefühlgrenze liegt bei etwa 5 % und im porösen Zustand bei 19 % (Bobeth et al., 1993).

Polyacryl findet, allein oder in Mischungen, u. a. in der Herstellung von Bekleidungstextilien (z. B. Unterwäsche) und Heimtextilien (z. B. Tischdecken, Vorhang- und Dekostoffe) Anwendung (Kalweit et al., 2012b; Meyer zur Capellen, 2012). Polyacryl verursacht bspw. im Vergleich zu Wolle weniger klimaschädliche Treibhausgase in der Herstellung, verliert aber im Wiederaufbereitungsprozess mehr Fasern als Polyester (UBA, 2021).

Polypropylen

Bei *Polypropylen* (PP) handelt es sich um teilkristalline Fasern aus linearen, gesättigten, aliphatischen Kohlenwasserstoffen, in denen jeder zweite Kohlenstoff eine Methylgruppe in isotaktischer Anordnung trägt (EU-Verordnung Nr. 1007/2011, Anh. I). Polypropylen, welches aus gasförmigem Propen entsteht (Material-Archiv, 2022), zählt, wie auch Polyester, zur Gruppe der Polyolefine und kostengünstigen (Massen-)Kunststoffe bzw. Thermoplaste (Kalweit, Paul, Peters & Wallbaum, 2012a). Im Jahr 2021 lag der Anteil am globalen Fasermarkt bei 2.7 % und der von recyceltem Polypropylen bei 0.2 % (Textile Exchange, 2022). Polypropylen zählt nach Polyester und Polyamid mengenmäßig zu den dritt-wichtigsten synthetischen Chemiefasern (Veit, 2023). Polypropylen zeigt eine geringe Neigung zur Wasseraufnahme (Kalweit et al., 2012b) und weist einen Feuchtigkeitsgehalt von 0 % (20 °C, 65 % r.F.) auf (Rath, 1963). In seinen Fasereigenschaften ähnelt es PE (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019; Kalweit et al., 2012b) und zeichnet sich daher v. a. durch hohe Dehnungs- und Festigkeitswerte aus (Veit, 2023).

Polypropylen findet v. a. in der Herstellung von Produkten aus den Bereichen Technik, Industrie und Medizin Anwendung; Bekleidungstextilien machen einen weitaus geringeren Anteil aus (Textile Exchange, 2022). Abfälle aus dem Werkstoff weisen aufgrund chemisch-physikalischer Eigenschaften eine gute Recyclbarkeit auf (Kalweit et al., 2012a), die Fasern verrotten aber nur langsam (Kalweit et al., 2012b).

II.4.2.5 ÖKOLOGISCHE ASPEKTE DER TEXTILFASERN

Die ökologische Bedeutung der einzelnen Faserarten wurden bereits in den vorhergehenden Abschnitten betrachtet (s. Kap. II.4.2.1-II.4.2.4).⁶⁰

„The environmental impact of fibers depends not only on the fiber type but also on where and how the fibers are manufactured. The context in terms of scale, geography, energy sources, chemical suppliers and waste management can matter greatly, as will the final use of the fibers in different types of garments and the possibilities for reuse and recycling at end-of-life. Also, it is important to stress that a certain fiber type most often can be produced from different raw materials which influence the environmental performance.“ (Sandin, Roos & Johansson, 2019, S. 48)

Seitens des *Deutschen Instituts für Entwicklungspolitik* (DIE) werden Nassprozesse in der Textil-Wertschöpfungskette (z. B. chemische Faserbehandlung, (hoher) Wasserverbrauch, chemische Kontamination von Oberflächen- und Grundwasser) als die schwerwiegendsten ökologischen Probleme eingeschätzt (Stamm et al., 2019). Ein Vergleich der mit der Produktion verschiedener Fasern einhergehenden ökologischen Belastungen zeigt, dass Textilien aus Acryl und PET die geringsten Auswirkungen auf die Umwelt haben, gefolgt von Elasthan, Nylon und Baumwolle (van der Velden, Patel & Vogtländer, 2014). Auch andere Autoren bzw. Projekte identifizierten den Gewinn von Naturfasern als ökologisch schwerwiegender als die Herstellung synthetischer Fasern (z. B. Kleinhüeckelkotten, Neitzke & Schmidt, 2018). In der Gesamt-Ökobilanz schneidet Baumwolle meist schlechter als Chemiefasern ab (Gries et

⁶⁰ *Weiterführende Literatur*: Eine ausführliche Übersicht und Einschätzung der Umweltauswirkungen verschiedener Textilfasern findet sich bspw. im Bericht von Sandin, Roos und Johansson (2019).

al., 2019). Eine aktuelle Untersuchung kommt zu dem Ergebnis, dass sowohl natürliche als auch synthetische Fasern die Umwelt (insbes. Süßwasserökosysteme) annähernd gleichermaßen negativ beeinflussen, wobei erstere das größere Problem in der Produktionsphase und letztere das größere Problem in der Gebrauch- und Entsorgungsphase darstellen (C. Stone, Windsor, Munday & Durance, 2020). Unabhängig von der Faserart dominieren in der Herstellungsphase soziale und ökologische Risiken, während in der Nutzungsphase die ökologischen Risiken als relevanter eingestuft werden (Ferenschild & Mürlebach, 2021).

Experten aus dem Textilsektor sind sich darüber einig, dass sich die Weltwirtschaft zunehmend in Richtung einer *Green Economy* entwickelt, was die gesamte textile Wertschöpfungskette (s. Abbildung 7) einschließt. Mit Blick auf die Themen Klimawandel und Nachhaltigkeit werden u. a. verschärfte Vorgaben für die Wiederverwertung und das Recycling von Textilien, die verstärkte Verwendung recycelter Ausgangsmaterialien oder biologisch abbaubarer Fasern, der Ersatz fossiler durch nachwachsende Rohstoffe (z. B. Holz, Hanf, Lignin) und der Einsatz nachhaltiger Farbe- und Funktionalisierungstechnologien erwartet (Forschungskuratorium Textil e. V. [FKT], 2020). Diese Einschätzungen spiegeln sich u. a. in den Plänen bzw. Zielsetzungen der *Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung* der Vereinten Nationen (Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung [BMZ], 2022) sowie dem *Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft* der Europäischen Union (Europäisches Parlament [EU-Parlament], 2022, 2023b) wider. Letzterer schließt ganz konkret die *Strategie für nachhaltige und kreislauffähige Textilien* (30. März 2022) ein:

„Insgesamt sollen mit der EU-Textilstrategie sowie dem Transformationspfad für das Ökosystem Textil konkrete Maßnahmen für den gesamten Lebenszyklus von Textilerzeugnissen vorgeschlagen werden. Dabei wird dem Sektor zugleich die notwendige Unterstützung beim ökologischen und digitalen Wandel und hin zu mehr Resilienz angeboten. Das textile Ökosystem kann und wird so verstärkt nachhaltige technologische Lösungen und innovative Geschäftsmodelle umsetzen können, wodurch sowohl die sich ändernden Anforderungen der Verbraucherinnen und Verbraucher adressiert werden als auch der Umwelt- und Klimaschutz noch weiter in den Fokus von Produktions- und Vertriebsprozessen rückt.“ (Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz [BMWK], 2022, S. 21)

Grundsätzlich gilt, dass der persönlichen Gesundheit und Sicherheit bei der Auswahl, Produktion und des Einsatzes von Schutzkleidung eine höhere Priorität bzw. Relevanz als Umweltaspekten zukommt (DIN EN ISO 13688:2013-12, Anh. F; Vanhoutte, 2022). Hierdurch ergeben sich Einschränkungen bei der Auswahl von PSA, da die Schutzfunktion auch nach der Reparatur oder Reinigung erhalten bleiben sollte (Vanhoutte, 2022).

„Die Schaffung nachhaltiger Produkte ist eine komplexe Angelegenheit. Es ist keine Frage des Recyclings ODER der sozialen Verantwortung ODER des Ökodesigns. Vielmehr ist es eine übergreifende Frage des Recyclings UND der sozialen Verantwortung UND des Ökodesigns sowie vieler weiterer Aspekte. Und nicht zuletzt geht es um den Einklang mit der Funktion der PSA: dem Schutz der Trägerinnen und Träger.“ (Vanhoutte, 2022, S. 24)

Soweit möglich, sollten Parameter wie die Materialauswahl, Verpackungsgestaltung, Wiederverwendbarkeit und das Recycling Berücksichtigung in allen Stadien des Produktlebenszyklus finden (DIN EN ISO 13688:2013-12, Anh. F) und die Herstellung und Entsorgung von Schutzhandschuhen möglichst geringe Auswirkungen auf die Umwelt ausüben (DIN EN ISO 21420:2020-06, Kap. 4.2, Anh. F). Das Thema Nachhaltigkeit bildet, v. a. auch im Hinblick auf die europaweiten Regulierungen im Umwelt-,

Chemikalien-, Kreislaufwirtschafts- und Abfallrecht, bereits einen elementaren Schwerpunkt in der Wertschöpfungskette vieler PSA herstellender Unternehmen (vgl. Kap. IV.2.3) (z. B. Uvex Arbeitsschutz GmbH, 2022b).

II.4.3 BEKLEIDUNGSPHYSIOLOGISCHE ASPEKTE

„Die Bekleidungsphysiologie befaßt sich mit den physiologischen und biologischen Zusammenhängen des menschlichen Organismus mit den physikalischen Eigenschaften der Bekleidung. Hervorgegangen aus dem medizinischen Wissensgebiet der Hygiene ist die Bekleidungsphysiologie eng verbunden mit der Bekleidungshygiene und der Dermatologie und Bakteriologie.“ (Herzog, 1964, S. 60)

Das folgende Kapitel wird einen Überblick über die für den Einsatz von Textilien relevanten *bekleidungsphysiologischen Aspekte* geben.⁶¹

II.4.3.1 FEUCHTIGKEITSMANGEMENT

Alle Faserstoffe sind in der Lage, Feuchtigkeit in unterschiedlichem Maße an die umgebende Luft abzugeben oder aufzunehmen (Grundmeier, 2011; Kleinhansl & Reumann, 2000; Leong, Hatch & Maibach, 2017). Diese Eigenschaft wird *Hygroskopizität* genannt (hygroskopisch: griech. ‚hydrós‘ = feucht, nass, Wasser aufnehmend und festhaltend, bindend, Meyer zur Capellen, 2012).

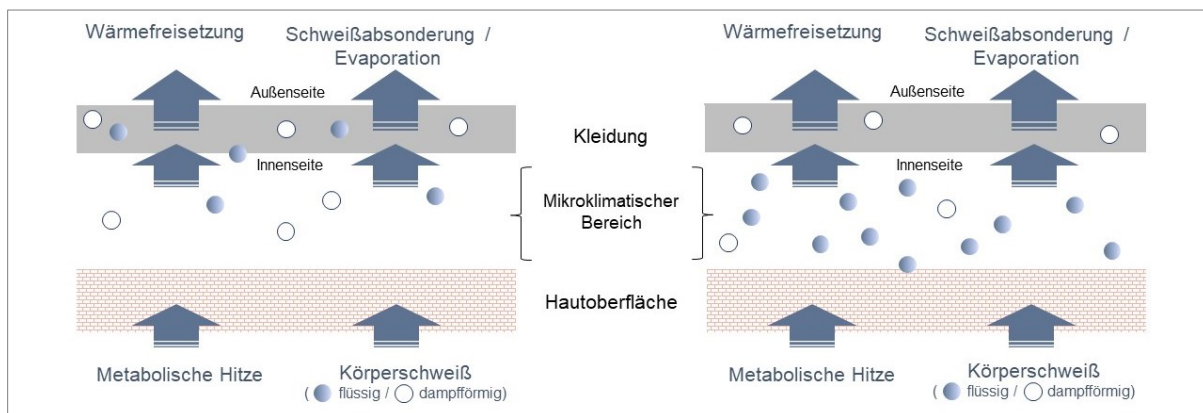


Abbildung 8: Feuchtigkeitsregulation in hydrophilen (linke Seite) und hydrophoben (rechte Seite) Fasern/Textilen [Eigene Darstellung, Modifikation nach A. Das & Alagirusamy, 2010, S. 141]

Das Feuchtetransportvermögen wird von chemischen Einflüssen (z. B. Zusammensetzung und Beschaffenheit der Fasern), physikalischen Einflüssen (z. B. Temperatur und Luftfeuchte) und textilkonstruktiven Einflüssen (z. B. Fadendichte, Flächenstruktur und -masse, Ausrüstung) beeinflusst (Bobeth et al., 1993; Grundmeier, 2011). Je nach Ausprägung dieser Einflüsse verhalten sich Textilien entweder hydrophil (griech. ‚hydór‘ = Wasser, ‚phílos‘ = liebend, wasseranziehend oder -freundlich, feuchtigkeitsleitend; gute Oberflächenbenetzbarkeit) oder hydrophob (griech. ‚hydór‘ = Wasser, ‚phóbos‘ = Furcht,

⁶¹ Weiterführende Literatur: Detaillierte Informationen zum Thema finden sich bspw. im Sammelband von Patricia I. Dolez, Vermeersch und Izquierdo (2018).

wasserabweisend oder -abstoßend, nicht feuchtigkeitsleitend; schlechte Oberflächenbenetzbarkeit) (s. Abbildung 8) (Mecheels, 1991; Meyer zur Capellen, 2012). Natur- und Regeneratfaserstoffe weisen i. d. R. eine höhere Hygroskopizität als synthetische Faserstoffe auf, binden die Feuchtigkeit jedoch im Inneren und transportieren diese nur wenig weiter (Reumann, Haase et al., 2000; Umbach, 2003).

Die Wechselwirkungen mit Wasser vollziehen sich über die vorliegenden polaren Gruppen, welche, ausschließlich an der Oberfläche angeordnet, zu einer selektive Adsorption (Ribitsch, 2002) bzw. festen Bindung adsorbierten Wassers über Wasserstoffbrückenbindungen führen (Jacobasch, 1993). Der Prozess der Feuchtigkeitsaufnahme und -abgabe dauert an, bis ein Gleichgewichtszustand zw. der (relativen) Material- und Luftfeuchte erreicht wird (Kleinhansl & Reumann, 2000; Ribitsch, 2002). Grundsätzlich verringert sich die Geschwindigkeit der Feuchteaufnahme mit Annäherung an den Gleichgewichtszustand (Bobeth, 1993a). In Räumen von Temperaturen mit etwa 18-25 °C zeigt der Feuchtegehalt in Faserstoffen nur eine geringe Temperaturabhängigkeit (Reumann & Kleinhansl, 2000). Temperatur- und Luftdruckanstieg führen zu einer verringerten Faserstofffeuchte/Feuchteaufnahme (Bobeth et al., 1993; Reumann & Kleinhansl, 2000). Eine verstärkte Feuchtigkeitsaufnahme zeigt sich hingegen bei einem Anstieg des Luftdrucks (Bobeth et al., 1993). Die max. Menge an Wasser, die ein Textil bei Normalklima nach Lagerung im Wasser aufnehmen kann, wird als *Wasseraufnahmevermögen* bezeichnet (s. Tabelle 4) (Reumann, Hempel & Haase, 2000).

Bei der Feuchteaufnahme und dem Feuchtetransport in der dampfförmigen Phase kommen die folgenden Mechanismen zum Tragen (B. Das et al., 2007a; Chinta & Gujar, 2013):

- *Diffusion* des Wasserdampfes durch die Schichten
- *Absorption* (= Feuchtigkeitsaufnahme), *Transmission* und *Desorption* (= Feuchtigkeitsabgabe/Verdunstung) des Wasserdampfes durch bzw. entlang der Fasern
- *Adsorption* (= Anlagerung) und *Migration* des Wasserdampfes entlang der Faseroberfläche
- *Transmission* des Wasserdampfes durch erzwungene Konvektion.

Feuchteaufnahme und -transport in der flüssigen Phase basieren auf der Benetzbarkeit der Faseroberfläche und der Wirkung der Kapillarkräfte (Mukhopadhyay & Midha, 2008a; Reumann, Hempel & Haase, 2000). Die *Benetzbarkeit* (auch: Benetzung) beschreibt die Fähigkeit zur (bestenfalls schnellen und gleichmäßigen) Flüssigkeitsaufnahme und ist abhängig von der Grenzflächenspannung (Kleinhansl & Reumann, 2000; Reumann, Hempel & Haase, 2000). Für die Ermittlung der Benetzbarkeit existieren verschiedene Verfahren, die auf der Saugfähigkeit eines Textils basieren (Reumann, Hempel & Haase, 2000). Die *Saugfähigkeit* beschreibt den Wassertransport (Reumann, Hempel & Haase, 2000) und wird im Wesentlichen durch die Geschwindigkeit der Wasseraufnahme beurteilt (Kleinhansl & Reumann, 2000). Entsprechend fördert eine gute Benetzbarkeit (hydrophil) die Saugfähigkeit eines Textils (Reumann, Hempel & Haase, 2000), während eine geringe Wasseraffinität der Faseroberfläche (hydrophob) diese einschränkt (Grundmeier, 2011; Mecheels, 1991). Die Benetzung bildet die Grundlage für die *Kapillarität* (auch Kapillareffekt, Wicking oder Dochtwirkung) (Reumann & Kleinhansl, 2000). Die *Kapillarwirkung* beschreibt den Flüssigkeitstransport in bzw. an Kapillaren (in Durchmesser und Verteilung variierende Faserzwischenräume) in Richtung des Feuchte- und Druckgefälles (Kleinhansl & Reumann, 2000). Je größer das Textil, feiner die Fasern und kürzer die Faserzwischenräume (zw. den

Fasern befindliche Spalten/Poren mit Luft) sind, desto besser ist der Feuchtigkeitstransport und angenehmer der Tragekomfort (Chinta & Gujar, 2013; Classen, 2018; Gandhi, 2020; Grundmeier, 2011; Mecheels, 1991). Das *Wasserrückhaltevermögen* sinkt mit zunehmender Garnfeinheit, steigender Garndrehungszahl und höherer Fadendichte (s. Tabelle 4) (Reumann, Hempel & Haase, 2000). Darüber hinaus beeinflussen längerer Gebrauch, häufiges Waschen mit anschließender Trocknung und andere Alterungserscheinungen das Wasserrückhaltevermögen und somit die Hygroskopizität (Bobeth et al., 1993).

„Je hygroskopischer eine Faser ist, um so mehr verursachen die Trocken- und erst recht die Naßquellung eine Gefügaufweitung der Faser und können in Verbindung mit anderen Einflußgrößen (z. B. Luftsauerstoff) irreversible Eigenschaftverschlechterungen hervorrufen, also einen Alterungsprozeß bewirken.“ (Bobeth, 1993b, S. 325)

Dickere Textilien zeigen zwar im Vergleich zu dünneren Stoffen eine höhere Feuchtigkeitsaufnahme (Kunsch, 1975), ohne dass es dabei zu einer wesentlichen Oberflächendehnung kommt, aber eine längere Trocknungszeit (Chinta & Gujar, 2013; DeNardis, 2014). Der Feuchtigkeitstransport bzw. die Wasserdampfdurchlässigkeit nimmt demnach mit der Textildichte bzw. bei Faserstoffen, die zu einer hoher Breiten- bzw. Volumenquellung neigen, ab (s. Tabelle 4) (Bobeth et al., 1993; Gibson, 1999; Mecheels, 1991; Öner et al., 2013). Faserstoffe, die leicht quellbar sind (z. B. Cellulose-Regeneratfasern), gelangen schneller an ihre Grenze der Feuchtigkeitsaufnahme (Mecheels, 1991; Reumann & Kleinhansl, 2000). Synthetische Faserstoffe zeigen eine sehr geringe Quellung (Koslowski, 1997). Je mehr Feuchtigkeit ein Faserstoff aufnehmen kann, desto stärker verändern sich auch die Fasereigenschaften (Reumann & Kleinhansl, 2000). Feuchtigkeitszunahme und -verbleib äußern sich in Gewichtssteigerung, Abmaßänderung durch meist reversible Quellvorgänge (Vergrößerung von Faserlänge und -dicke) sowie verringerter Festigkeit und nachlassendem Tragekomfort des eingesetzten Textils (Kleben, Kältegefühl) (s. Kap. II.4.3.2) (Baby, Mathur & DenHartog, 2021; Bobeth et al., 1993; Chinta & Gujar, 2013; Reumann & Kleinhansl, 2000). Eine Vergrößerung der textilen Fläche durch Absorption bzw. Verkleinerung durch Desorption von Textilfeuchte kann v. a. bei Gewebe aus Wolle oder Wollmischungen beobachtet werden (Reumann & Kleinhansl, 2000). Baumwoll- oder Viskosefaser zeigen dieses Verhalten nur in abgeschwächter Form (Reumann & Kleinhansl, 2000).

Die Trocknungsrate steigt mit der Verwendung von feineren Garnen aufgrund ihrer stärkeren Porosität an (B. Das et al., 2007a; Çil, Nergis & Candan, 2009; Uçar, 2007). Eine geringe Restfeuchte ist zu jedem Zeitpunkt in einem Textil vorhanden (Reumann & Kleinhansl, 2000). Mit einer kurzen Trocknungszeit geht eine schnelle(re) Wiederherstellung der Wärmeisolation eines Textils einher (Grundmeier, 2011). Im Vergleich einzelner Faserstoffe zeigten synthetische Fasern bzw. Synthetik-Mischungen ein schnelleres Trocknungsverhalten als reine Baumwollfasern (Çil et al., 2009).

Tabelle 4: Vergleich einzelner Textilfaserstoffe hinsichtlich verschiedener Prüfgrößen bzw. Eigenschaften im Kontext des Feuchtigkeitsmanagements (Darstellung jeweils in absteigender Reihenfolge)

Wasseraufnahmevermögen / Wassergehalt / Feuchteaufnahme (%; 20 °C, 65 % r.F.)

- Wolle (Protein) > Viskose > Seide > Baumwolle > Polyamid (6/6.6) > Polyacryl > Polyester (Bobeth et al., 1993; Rath, 1972)

	<ul style="list-style-type: none"> Wolle > Viskose > Modal > Baumwolle (merzersiert) > Seide > Baumwolle (roh) > Polyamid (6/6.6) > Polyacryl > Polyester (E. Wagner, 1981, hier auch Kleinhansl & Reumann, 2000)
Wasseraufnahme nach Einlegen in Wasser und Abschleudern (%)	<ul style="list-style-type: none"> Viskose > Baumwolle > Seide > Wolle > Nylon (Rath, 1972)
Wasserrückhaltevermögen	<ul style="list-style-type: none"> Viskose (normal) > Modal > Baumwolle > Seide (entbastet) > Wolle > Polyacryl > Polyamid > Elastan > Polyester (Bobeth et al., 1993) Modal > Baumwolle > Wolle (Schaf) > Seide (entbastet) > Polyamid (6/6.6) > Polyacryl > Polyester > Polypropylen (E. Wagner, 1981, hier auch: Kleinhansl & Reumann, 2000)
Formbeständigkeit nach Wasseraufnahme	<ul style="list-style-type: none"> Cellulose \triangleq Polyester > Polyamid > Polyacryl (Bobeth, 1993c)
Quellung (%)	<ul style="list-style-type: none"> Cellulose > Baumwolle > Wolle \triangleq Seide > Polyamid > Polyacryl > Polyester (Falbe & Amelingmeier, 1999)
Volumenquellung	<ul style="list-style-type: none"> Viskose > Baumwolle > Baumwolle (merzersiert) > Wolle > Seide > Polyacryl > Polyamid (Bobeth et al., 1993, hier auch Kleinhansl & Reumann, 2000)
Längsquellung	<ul style="list-style-type: none"> Polyamid > Viskose > Seide > Baumwolle > Wolle > Baumwolle (merzersiert) > Polyester \triangleq Polyacryl (Bobeth et al., 1993)
Feuchtefühlgrenze	<ul style="list-style-type: none"> Polyacryl (porös) > Viskose > Wolle > Baumwolle > Polyamid > Polyacryl > Polyester (Bobeth et al., 1993, hier auch: Reumann, Haase et al., 2000)
Luftdurchlässigkeit	<ul style="list-style-type: none"> Polyamid > Polyester > Polacrylnitril > Wolle > Seide > Baumwolle (Gries et al., 2019)
Wärmeleitfähigkeit ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$)	<ul style="list-style-type: none"> Baumwolle > Viskose > Seide > Polyester \triangleq Wolle \triangleq Polyester > Polyamid 6 > Polyacryl > Elastan (Bobeth, 1993c)
Wärmerückhaltevermögen	<ul style="list-style-type: none"> Wolle > Seide > Baumwolle > Polyamid > Polyester > Polacrylnitril (Gries et al., 2019)

Wasserdampfdurchlässigkeit und Luftdurchlässigkeit

Die *Wasserdampfdurchlässigkeit* (auch Feuchtedurchgangsvermögen) beschreibt die Atmungsaktivität⁶² von Textilien unter Berücksichtigung der Wärmeisolation (R_{ct}) und wird über den Wasserdampfdurchgangsindex (i_{mt}) ermittelt. Je höher der Wasserdampfdurchgangsindex bzw. je geringer der *Wasserdampfdurchgangswiderstand* (R_{et} -Wert) ist, desto höher ist die Atmungsaktivität (s. hierzu auch: Kap. II.7.1.1, Abs.: Wasserdampfdurchlässigkeit und -widerstand).⁶³

„When a fabric allows the transport of water vapor at a faster rate, it is said to be a breathable fabric. In other words, the faster a fabric breathes, the better is its comfort. This property has direct implications on the end-use applications, consumer appeal and sales value of the fabric.“ (Ramkumar et al., 2007, 10)

(Strukturell) Dichte Textilien weisen aufgrund der geringen Porosität/Lufteinschlüsse einen hohen Wasserdampfdurchgangswiderstand und eine geringe Luftdurchlässigkeit auf (Çil et al., 2009; Cubric, Skenderi & Havenith, 2013; Mecheels, 1991). Mit zunehmendem Luftanteil im Gestrick steigt demnach die Wasserdampfdurchlässigkeit (DeNardis, 2014; Kunsch, 1975). Der Feuchtigkeitstransport, die

⁶² Umgangssprachlicher Begriff für Wasserdampfdurchlässigkeit.

⁶³ Exemplarische Gegenüberstellung der Wasserdampfdurchlässigkeitswerte (W_d , $g/m^2 \cdot h \cdot kPa$) verschiedener Textilien/Materialien: Gewebe-/Maschenwaren für Unter-/Oberbekleidung 2.200-45; beschichtete Gewebe 13-3; Gummi / PVC 0.6; Polyester 0.2; PE 0.18 (Reumann, Haase et al., 2000).
Exemplarische Gegenüberstellung des Wasserdampfdurchgangswiderstandes (R_{et}) verschiedener Textilien/Materialien: Gewebe-/Maschenwaren für Unter-/Oberbekleidung 0.3-15; beschichtete Gewebe 50-2.000; Gummi / PVC 1.120; Polyester 3.380; PE 3.700 (Reumann, Haase et al., 2000).

Wasserdampfdurchlässigkeit und Wärmeisolation lassen sich durch den Einsatz von Materialgemischen bzw. die Zugabe synthetischer Fasern erhöhen (Guruprasad et al., 2015).

„Air permeability is a hygienic property of textiles which influences the flow of gas from the human body to the environment and the flow of fresh air to the body.“ (Frydrych, Dziworska G. & Bilka, 2002, S. 44) Die *Luftdurchlässigkeit* eines Textils ergibt sich aus der Materialstärke und -festigkeit sowie Porenstruktur bzw. Porosität (s. Tabelle 4) (Bhattacharya & Ajmeri, 2014; Mecheels, 1991; Reumann, Hempel & Haase, 2000). Die Porosität hängt von der Beschaffenheit des Garnes ab (Bhattacharya & Ajmeri, 2014). Zwischen der Luftdurchlässigkeit, der Materialstärke und -festigkeit besteht eine negative Korrelation (Bhattacharya & Ajmeri, 2014). Die Abführung von Körperfeuchte bedarf keiner hohen Luftdurchlässigkeit (Bobeth et al., 1993).

Wärmeverhalten

Zwischen dem Wärmeverhalten und der Dicke bzw. Struktur eines Flächengebildes besteht eine lineare Beziehung (Kunsch, 1975). Der Wärmetransport wird durch die Temperaturdifferenz zw. der Hauttemperatur an der Körperoberfläche und der Umgebungstemperatur angetrieben (Gries et al., 2019). Sorptionsvorgänge sind i. d. R. mit einer Wärmeentwicklung verbunden, währenddessen es für die Desorption einer (externen) Wärmezufuhr bedarf (Bobeth et al., 1993; Herzog, 1964). Je höher die Luftdurchlässigkeit ist, desto höher ist der Wärmeverlust bzw. desto geringer ist das *Wärmerückhaltevermögen* (s. Tabelle 4) (Bhattacharya & Ajmeri, 2014; Herzog, 1964; Raj & Sreenivasan, 2009). Feinere Fasern zeigen aufgrund der höheren Porositätswerte eine geringere Wärmeleitfähigkeit (Prakash, Ramakrishnan & Koushik, 2013b; Yamuna Devi et al., 2021). Mit abnehmender *Wärmeleitung* sinken auch die Isolationseigenschaften eines Textils vor Kälte und Wärme (s. Tabelle 4) (Grundmeier, 2011; Raj & Sreenivasan, 2009). Feuchte bzw. nasse Stoffe weisen eine höhere Wärmeleitfähigkeit als trockene Stoffe auf (Herzog, 1964).

Waschbarkeit und Nassreinigungsfähigkeit

Die Waschbarkeit und Nassreinigungsfähigkeit von Textilien sind von den Fasereigenschaften, der Garn- und Gewebekonstruktion, der Ausrüstung und Färbung, der Verarbeitung und Materialkombination abhängig (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019; Hyrenbach, 2005). Feucht- und Nassbehandlungen können zu einer Lösung der latent vorhandenen inneren Spannungen in Garnen und textilen Flächengebilden führen (Gries et al., 2019; Hyrenbach, 2005; Keeble, Correll & Ehrich, 1993). In Abhängigkeit von der Art der Spannung kann es zu einer ggf. teilweise irreversiblen Schrumpfung oder Längenveränderung kommen (Gries et al., 2019; Reumann, Haase et al., 2000). Bei Maschenwaren aus Naturfasern und Cellulose-Regeneratfasern ist die Gefahr einer Verformung oder Maßveränderung besonders stark ausgeprägt (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019). Weiterhin führen längerer Gebrauch und häufige Waschungen mit anschließender Trocknung zu einer Verringerung der Hygroskopizität (Bobeth et al., 1993). Im Allgemeinen werden Chemiefasern bessere Pflegeeigenschaften zugeschrieben (DGUV Regel 112-189, 2007). Eine angemessene Textilpflege,

welche auch die Waschung einschließt, kann die Lebensdauer eines Textils verlängern (Gries et al., 2019). Die Verwendung von Weichspülern geht mit einer Abnahme der Wasserdampf- und Luftdurchlässigkeit gewaschener bzw. behandelter Textilien einher (Chen-Yu, Guo & Kemp-Gatterson, 2009). Flüssiger Weichspüler übt dabei einen höheren Einfluss als Trockner-Tücher aus, welcher sich insgesamt stärker bei natürlichen (Baumwolle) als synthetischen (Polyester) Fasern bemerkbar macht (Chen-Yu et al., 2009). Positive Effekte des Einsatzes von Weichspülern zeigen sich in einer geringeren Anschmutzbarkeit, besseren Bügelbarkeit (Raetsch, 2012) sowie geringeren elektrostatischen Aufladung (Park, Chung & Yun, 2007).

Dampfeinwirkungen, bspw. im Rahmen von Sterilisationsverfahren, können zu Veränderungen der Textileigenschaften (z. B. Festigkeit, Saugfähigkeit) führen (Sayantan, 2020) und den Alterungs- und Verschleißprozess von Textilien befördern (Bobeth, 1993b). Die Trocknungseignung für Textilien im Wäschetrockner variiert zw. den einzelnen Faserarten; lange Trocknungszeiten im Trockner verringern die Feuchtigkeitsaufnahme und erhöhen die elektrostatische Aufladung (Park et al., 2007).

Das Feuchtigkeitsmanagement und angrenzende Textileigenschaften stellen ein komplexes, zentrales und häufig anzutreffendes Untersuchungsthema in der Literatur dar. „Auf Basis der Neigung und Fähigkeit zur Aufnahme und zum Transport von Feuchtigkeit wird die Einsatztauglichkeit von Faserwerkstoffen für Sport- und Arbeitsbekleidung bewertet.“ (Kalweit et al., 2012b, S. 279) Da es nicht möglich ist, alle wünschenswerten (Textil-)Eigenschaften in einem Fasertyp zu vereinen (Guruprasad et al., 2015), wird v. a. an und mit Materialmischungen geforscht, um je nach angestrebtem Verwendungszweck bestmögliche Eigenschaften zu kreieren (Çeven & Günaydin, 2021; Prakash, Ramakrishnan & Koushik, 2013a).⁶⁴ D. h., die Faserauswahl erfolgt in Abhängigkeit von dem angestrebten Nutzen des Endproduktes (Gries et al., 2019; Nawab & Ahmad, 2020) und das dosierte prozentuale Mischungsverhältnis der verwendeten Rohstoffe bestimmt die Vorzüge einer Mischung (Koslowski, 1997; Meyer zur Capellen, 2012). Bekleidung besteht häufig zu 55 % aus synthetischen und zu 45 % natürlichen Fasern; Haus- und Heimtextilien weisen einen Chemiefaseranteil von etwa 73 % auf (Gries et al., 2019). In Fasermischungen sind die Naturfasern zumeist für den Feuchtigkeitsaustausch und die synthetischen Fasern für pflegeleichte Stoffkonstruktion zuständig (G. Wagner, 2017). Neben dem Fasermaterial

⁶⁴ *Exemplarische Studienergebnisse:* Knight et al. konnten aufzeigen, dass eine Erhöhung des synthetischen Faseranteils in Baumwoll-Synthetik-Mischungen mit einer Zunahme der Wasserdampf- und Luftdurchlässigkeit einhergeht (Knight, Hersh & Brown, 1970). Prakash, Ramakrishnan und Koushik (2012) ermittelten, dass ein zunehmender Bambus-Anteil in Materialmischungen aus Baumwolle und Bambus zu einem Anstieg der Luft- und Wasserdampfdurchlässigkeit und einer Abnahme der Wärmeleitfähigkeit und des Wärmewiderstandes führt. Hussain et al. konnten im Rahmen einer vergleichende Untersuchung verschiedener Polyester-Baumwoll- und Polyester-Bambus-Materialmischungen aufzeigen, dass sich die Luftdurchlässigkeit und das Feuchtigkeitsmanagement der Mischgewebe mit steigendem Bambus- und Baumwollfaseranteil erhöht, die allgemeine Festigkeit hingegen abnimmt (Hussain, Younis, Usman, Hussain & Ahmed, 2015). Bei Basit et al. zeigten Materialmischungen aus Tencel in Kombination mit Viskose, Modal und Bambus (jeweils 50:50 %) eine stärkere Leistung als reine Baumwolle (100 %), wobei für die Kombination aus Tencel-Modal die besten mechanischen Eigenschaften (z. B. Zug- und Reißfestigkeit) und der höchste Tragekomfort (Luftdurchlässigkeit, Feuchtigkeitsmanagement, thermischer Widerstand) ermittelt wurden (Basit et al., 2019). Hu et al. untersuchten das Feuchtigkeitsmanagement unterschiedlicher Materialkombinationen (Polyester/Spandex, Baumwolle/Spandex, Nylon/Spandex, jeweils variierende Mengenanteile und Materialstärken) im Bereich der Sport-/Funktionskleidung: Während ein Gewebe aus einem hohen Nylon- und geringen Spandex-Anteil (92:8) die besten Werte hinsichtlich Feuchtigkeitskapazität und -transfer zeigte, fielen diese für eine Kombinationen aus hohem Baumwoll- und geringem Spandex-Anteil (95:5) am schlechtesten aus (J. Hu, Li, Yeung, Wong & Xu, 2005).

spielt die Textilkonstruktion eine entscheidende Rolle für den Feuchtetransport (Hohenstein Institute, 2009; Umbach, 2003).

II.4.3.2 TRAGEKOMFORT

Der Tragekomfort nimmt nicht nur Einfluss auf das (gesundheitliche) Wohlbefinden, sondern auch auf die Leistung/Produktivität und Effizienz des Tragenden und stellt somit ein relevantes Qualitätskriterium eines Textils dar (Classen, 2018; A. Das & Alagirusamy, 2010; Hipler & Elsner, 2006; Loy, 2006; Shaw, 2005; Swerev, 2003). Qualität beschreibt in diesem Kontext die „auf die Gesamtheit von denen auf den Verwendungszweck ausgerichteten Eigenschaften und Merkmalen eines Produktes, (...), einschließlich deren Zuverlässigkeit und Sicherheit in der Anwendung“ (Grundmeier, 2011, S. 16).

Der Tragekomfort als komplexes Phänomen beinhaltet *thermophysiologische* (Wärmeisolation, Wasserdampfdurchlässigkeit, Feuchtigkeitsmanagement etc.), *hautsensorische* (auch: taktil oder physisch) (Passform, Glätte, Weichheit etc.), *ergonomische* (Elastizität, Schnitt, Passform, Beweglichkeit etc.) und *psychologische* (auch: ästhetisch) Komponenten (Mode, individuelle Präferenzen etc.) (Classen, 2018; A. Das & Alagirusamy, 2010; Hipler & Elsner, 2006; Swerev, 2003; Umbach; Watson et al., 2018; Zhong, 2013).⁶⁵

„The subjective perception of clothing comfort is a very complex psychological process, involving many individual sensory perceptions, such as clammy, damp, prickly and heavy. Each sensation is generated from different signals at the skin surface. By formulating, weighting, combining, and evaluating against past experiences, the brain derives conclusions on overall comfort status.“ (A. Wong, Li, Yeung & Lee, 2003, S. 35)

Kennwerte zur Ermittlung der thermophysiologischen Qualität von Geweben für bspw. Schutz- und Berufskleidung stellen u. a. der Wasserdampfdurchgangsindex, das Wasserrückhaltevermögen, die Kurzzeit-Wasserdampfaufnahmefähigkeit sowie der Wärmedurchgangs- und Wasserdampfdurchgangswiderstand (s. Kap. II.4.3.1) dar (Hohenstein Institute, 2020; Reumann, Haase et al., 2000). Hierbei handelt es sich allesamt um definierte physikalische Begriffe und Messgrößen, mit denen sich verschiedene Komponenten des Feuchteverhaltens (Feuchtetransport und -aufnahme: dampfförmig und flüssig) (Reumann, Haase et al., 2000) durch objektive Testmethoden ermitteln lassen (Classen, 2018). Es existieren eine Reihe an Normen, Regeln und Prüfvorschriften auf nationaler und internationaler Ebene, die die Vergleichbarkeit und Reproduzierbarkeit von Prüfergebnissen gewährleisten (z. B. DIN, ISO) (Gries et al., 2019; Reumann & Kleinhansl, 2000).

„‘Tragekomfort‘ kann gemessen werden, weil er überwiegend kein rein individuelles und damit sehr unterschiedliches Empfinden darstellt, sondern vielmehr die direkte Folge der Wechselwirkung Körper-Klimakleidung ist.“ (Umbach, 2003, S. 45)

Zur Quantifizierung der hautsensorischen Qualität einer Textilkonstruktion finden weiterhin objektive Messungen Anwendung (z. B. Bestimmung der Steifigkeit, Zahl der Kontaktpunkte zw. Textil und Haut,

⁶⁵ *Weiterführende Literatur:* Detaillierte Informationen zum Thema Tragekomfort finden sich bspw. in der Übersichtsarbeit von Kamalha, Zeng, Mwasiagi und Kyatuheire (2013). Details zu verschiedenen Geräten und Messungen halten die Artikel/Berichte von Mecheels (1991), Grundmeier (2011) und den Hohenstein Instituten (2009) bereit.

Klebekraft- und Oberflächenindex⁶⁶) (Hohenstein Institute, 2009, 2020). Auch lassen sich Berechnungen zum Tragekomfort (Vergabe von Tragekomfortnoten [TK] im Stil von Schulnoten) durchführen, welcher bspw. im Falle von Alltagskleidung zu ca. 1/3 durch hautsensorische und ca. 2/3 durch thermophysiologische Eigenschaften eines Textilien bedingt wird (Hohenstein Institute, 2009). In Dtl. wurde die wissenschaftliche Disziplin der Bekleidungsphysiologie seit 1946 maßgeblich durch die *Hohenstein Institute* geprägt (Hohenstein Institute, 2009).⁶⁷

Thermophysiologischer Komfort

„Physiological comfort is considered as the interaction of the body with the surroundings and the physiological feeling of a person with respect to the environment. Physiological comfort is mainly related to maintenance of thermal and moisture balance of the body; in other words, it is the proper relationship between body heat and moisture production and loss.“ (Hosseini Ravandi & Valizadeh, 2011, S. 62)

Thermophysiologischer Komfort bezieht sich auf die Interaktion zw. Textil und Körper, d. h., den (Ab-)Transport von Feuchtigkeit und Hitze über den Körper, durch die Kleidung in die Umwelt (Classen, 2018). Thermophysiologischer Komfort stellt sich bei einer physiologisch erforderlichen Mindestabgabemenge von Schweiß, d. h. einem ‚feuchten‘ Wärmestrom von Null (wenn ‚trockener‘ Wärmestrom / Wärmetransport = Wärmeproduktion), ein (Gries et al., 2019). Ein angenehmes Mikroklima wird mit Werten von etwa 32 °C und einer relativen Feuchtigkeit von > 30 % beschrieben (Grundmeier, 2011). Die menschliche Haut weist auch in diesem Zustand immer eine geringe Schweißabdeckung auf, das Minimum liegt bei etwa 6 % (Mecheels, 1970, 1991). Eine Schweißabdeckung von 30 % führt zu einem angenehmen Tragekomfort, 60 % und mehr kündigen einen eher unangenehmen Bereich mit entsprechenden Empfindungen an (Mecheels, 1991).

Ein Ungleichgewicht der Energiebilanz führt zu einem trockenen Wärmeaustausch bzw. -transport (Konvektion), d. h., einer Abfuhr von Wärmeenergie, welche durch die Differenz (Druckgefälle) zw. der Körperoberflächen- und der Umgebungstemperatur und die Wärmeisolation der Kleidung angetrieben wird (DeNardis, 2014; Gimpel & Umbach, 1995; Gries et al., 2019; Havenith, 2003; Mecheels, 1991; Reumann, Haase et al., 2000; Umbach, 2003). Bei nicht ausreichend trockenem Wärmefluss versucht der Körper eine Kühlung durch feuchte Wärmeabgabe, d. h., die Verdampfung bzw. Verdunstung von Schweiß (Evaporation) an der Hautoberfläche herbeizuführen (vgl. Kap. II.3.2.3) (DeNardis, 2014; Gimpel & Umbach, 1995; Grundmeier, 2011; Mecheels, 1991; Reumann, Haase et al., 2000; Swerev, 2003; J. C. Tanner, 1979). Bei erhöhter körperlicher Anstrengung erfolgt eine zunehmende Aktivierung der

⁶⁶ *Klebekraft*: Messung der erforderlichen Kraft, um eine Textilprobe über ein feuchte, poröse Glasplatte zu ziehen (i_k) (Grundmeier, 2011; Hohenstein Institute, 2009). *Oberflächenindex*: Messgröße zur Beschreibung der Haarigkeit eines Textils durch Quantifizierung der Anzahl und Länge der aus austretenden Faserenden (i_o) (Grundmeier, 2011; Hohenstein Institute, 2009).

⁶⁷ Große Bekanntheit und weltweite Anwendung zur Messung der o. g. Parameter finden inzwischen das *Hohenstein Hautmodell* (Messungen nach DIN EN ISO 11092; Simulation von Wärme- und Feuchtetransportprozessen an der Haut), der *schwitzende Fuß* sowie die Thermoregulationsmodelle *Charlie* und *Charlene*, zwei voll bewegliche Gliederpuppen zur Beurteilung von Bekleidungs-systemen unter praxisnahen Bedingungen (Hohenstein Institute, 2009; Mecheels, 1991). Weiterhin kommt zur Beurteilung von Wärmeisolation und Atmungsaktivität von Handschuhen das 2008 in Betrieb genommene Thermoregulationsmodell *schwitzende Hand* zum Einsatz, welches die Funktionsprinzipien des Hautmodells und der thermischen Gliederpuppen miteinander kombiniert (Hohenstein Institute, 2009).

Schweißdrüsen bzw. mäßig sensible bis stark-sensible Perspiration (Grundmeier, 2011; Reumann, Haase et al., 2000; J. C. Tanner, 1979).

Hautsensorischer Komfort

Hautsensorische Aspekte beziehen sich auf Berührungsempfindungen, die taktile bzw. haptische Wahrnehmung und Bewertung von Strukturen bei unmittelbarem (mechanischen) Hautkontakt ggü. textilen Produkten (Awais, 2021; Classen, 2018; Grundmeier, 2011). Weiterhin können akustische, visuelle und olfaktorische Reize zu den sensorischen Eigenschaften gezählt werden (Kamalha et al., 2013). Die Wahrnehmung sensorischen Dis-/Komforts vollzieht sich über die Reaktion von Nervenenden auf äußere Stimulantien, welche neurophysiologische (Spannungs-)Impulse erzeugen, die an das Gehirn gesendet werden (Roy Choudhury, Majumdar & Datta, 2011). Physiologisch optimierte Strukturen und Konstruktionen kennzeichnen hautsensorisch komfortable Textilien (Grundmeier, 2011).

Das hautsensorische Empfinden wird stark durch die Wahrnehmung von Feuchtigkeit/Nässe/Klammheit (*wetness perception*) beeinflusst (Filingeri, Hodder & Havenith, 2017; Gwosdow, Stevens, Berglund & Stolwijk, 1986; Havenith, 2003).

„No sensors are available for a moisture or skin wetness sensation. Instead, this sensation is in part determined by the temperature sensors, sensing an increased cooling speed of wet skin, and by tactile sensors that sense sweat drops trickling down the skin. Our brain interprets this as a moisture sensation.“ (Havenith, 2003, S. 47)

Textilien und Haut im angefeuchteten bzw. nassen Zustand zeigen stärkere Adäsionskräfte als im trockenen Zustand (Leong et al., 2017; Raccuglia et al., 2018), welche auf die erhöhte Anzahl an Kontaktpunkten zw. aufgeweichter Hautoberfläche (Oberflächenvergrößerung und Elastizitätsverlust des SC durch Absorption) und Gewebe zurückgeführt werden (Gwosdow et al., 1986; Vilhena & Ramalho, 2016). Zwischen dem Fasertyp bzw. der Wasseraufnahmekapazität von Textilien und dem Gefühl von Feuchtigkeit/Nässe konnte eine starke Korrelation aufgezeigt werden (Tang, Kan & Fan, 2015; Zhang, Tang, Wang, Li & Tian, 2020). Textilien mit guten Eigenschaften im Bereich des Flüssigkeitsmanagements (schnelle/re Wasserausbreitungsgeschwindigkeit und geringe/re Absorptionsrate) führen zu einem weniger starken Nässeempfinden (Grundmeier, 2011; Havenith, 2003; Zhang et al., 2019; Zhang, Tang, Wang et al., 2020). Ein minimaler Wasserdampfdurchgangswiderstand sorgt für eine geringe Behinderung der Wärmeabgabe durch Schweißverdunstung (Reumann, Haase et al., 2000) bzw. entsprechend höhere Wasserdampfdurchlässigkeit (Meyer zur Capellen, 2012). Die Verminderung des sensorischen Tragekomforts bzw. das Empfinden von Feuchtigkeit/Nässe wird weiterhin in unterschiedlichem starkem Maße durch eine Zunahme der folgenden Faktoren beeinflusst (Mecheels, 1991; Raccuglia et al., 2018; Zhang, Tang, Li & Yang, 2020):

- mechanischer Druck (Erhöhung der Friktion),
- Abkühlung der Haut (lokaler Temperaturabfall),
- Anhaftung bzw. Klebrigkeit (*stickiness sensation*) eines Textils,
- Materialstärke (Dicke) eines Textils.

Eine eher indirekte bzw. nachrangige Rolle scheint die Textiltextrur bzw. Stoffbeschaffenheit (z. B. Rauheit, Glätte) zu spielen (Raccuglia et al., 2018), auch wenn diese gleichfalls den Tragekomfort

beeinflusst: Weiche, glatte Oberflächen werden als stärker förderlich für das Nässeempfinden als raue Oberflächen bewertet (Zhang, Tang, Li & Yang, 2020). Unter feuchten Bedingungen wird die Textiltex- tur im Allgemeinen stärker und weniger angenehm als im trockenen Zustand wahrgenommen (Gwosdow et al., 1986; Raccuglia et al., 2018).

„Therefore, judgments of fabric texture and associated pleasantness can change in relation to the hydration state of the skin and/or fabric moisture content. As such, evaluations of fabric/clothing texture and related acceptability should be conducted under both dry and wet conditions.“ (Raccuglia et al., 2018, S. 2167)

Textilien mit feine(re)n Fasern und glatte(re)n Oberfläche (H. Baron, 1975) wirken grds. kühler als Textilien, die eine raue und/oder haarige, durch vom Garnkern abstehende Faserenden (Schaffung von Luftspalten, Wirkung als Abstandhalter, Grundmeier, 2011; Uçar, 2007), Oberfläche und somit geringere Kontaktfläche aufweisen (Kamalha et al., 2013; Pac, Bueno, Renner & El Kasmi, 2001; Roy Choudhury et al., 2011; Uçar, 2007).

Textile Empfindungen (*fabric hand*) können durch subjektive Beurteilungen oder objektive Messungen ermittelt werden (Shanmugasundaram, 2008). Hinsichtlich der subjektiven Griffbeurteilung lassen sich fünf Dimensionen unterscheiden: Rauheit (fein oder grob), Wärme (warm und kalt), Reibung (feucht/trocken und klebrig/klitschig) und Härte (hart und weich) (Okamoto, Nagano & Yamada, 2013). Bewertungen sind dabei von der individuellen Erfahrung und Sensibilität bzw. Empfindsamkeit (Shanmugasundaram, 2008) sowie, auf eher technischer bzw. mechanischer Ebene, der statischen und dynamischen Reibung zw. Stoffoberfläche und Daumen bzw. Finger abhängig (Parmar, Sisodia & Singh, 2019); individuelle Präferenzen können variieren (DeNardis, 2014). Derzeit existieren keine einfach anwendbaren quantitativen Methoden bzw. geeigneten Geräte zur Bestimmung des Reibeverhaltens bzw. der Glätte textiler Oberflächen (Parmar et al., 2019).⁶⁸

Ergonomischer Komfort

Ergonomisch gestaltete Textilien gewährleisten eine gute Beweglichkeit (keine Behinderung von Körperbewegungen, Vermeidung einer unangenehmen Schwere/Unbequemlichkeit) und erlauben bzw. fördern eine gute Konvektion (Luftumwälzung) und Ventilation (Luftaustausch über Kleidungsöffnungen) (Reumann, Haase et al., 2000; Umbach, 2003). Ein optimales Design und Schnittgestaltung (z. B. Einsatz von Netzgewirken) erlauben einen Abtransport von bis zu 30 % der anfallenden Feuchtigkeitsmengen (Grundmeier, 2011).

⁶⁸ Bekanntheit hat u. a. das *Kawabata Evaluation System for Fabrics* (KES-FB) erlangt, welches eingesetzt wird, um auf Basis der Messung physikalischer Textileigenschaften (z. B. Dehnung, Biegung) Vorhersagen über die subjektive Griffbeurteilung von Textilien zu treffen; der Datengewinn gestaltet sich jedoch sehr aufwendig und die Geräteanschaffung ist kostenintensiv (Parmar, Sisodia & Singh, 2019; Reumann, Haase et al., 2000). Als vielversprechend haben sich die (Weiter-)Entwicklung des elektromechanischen Textilapplikators *Standardized Operating Fabric Applicator* (SOFIA) sowie der künstlichen Haut *HUMskin* durch die Hohenstein Institute erwiesen. Während ersterer die Applikation von Textilproben an verschiedenen Körperstellen von Testpersonen mit unterschiedlichem Druck und Geschwindigkeit erlaubt, kann durch die Haut eine realistische Simulation von Trageereignissen auf der Körperoberfläche sowie exakte Bestimmung von Reibungsvorgängen (z. B. statische und dynamische Friktion) auf der Haut erfolgen (Henkel, 2015).

Psychologischer bzw. ästhetischer Komfort

Zwischen den physischen Attributen des menschlichen Körpers und dem ästhetischen Komfort von Textilien/Kleidung besteht eine direkte Beziehung (A. Das & Alagirusamy, 2010), welche u. a. Aspekte der Persönlichkeit (z. B. Körperbild, kulturelle/religiöse/politische Werte oder Überzeugungen), der Kleidung (z. B. Stil, Textur, Ästhetik, Mode) und der Umwelt (z. B. geografischer Standort, klimatische Bedingungen) umfasst (Classen, 2018; Kamalha et al., 2013).

II.4.3.3 TEXTILES MIKROBIOM

Ein intaktes Mikrobiom bildet eine der Voraussetzungen für die Funktionstüchtigkeit und Gesundheit der menschlichen Haut (Skowron et al., 2021). Das *Hautmikrobiom* stellt ein komplexe System von Mikroorganismen dar, dass sich im Bereich der Hände v. a. aus vier Bakterienstämmen⁶⁹ mit den Familien *Streptokokken*, *Coryne-* und *Propionibakterien* zusammensetzt (Edmonds-Wilson, Nurinova, Zapka, Fierer & Wilson, 2015). „The skin microbiome is shaped by its natural environment and what is put on and next to the skin has an immediate impact.“ (Broadhead, Craeye & Callewaert, 2021, S. 1192) Zu den auf das Hautmikrobiom einflussnehmenden Faktoren zählen u. a. allgemeine Hygienegewohnheiten (z. B. Frequenz der Körperreinigung), der Lebensstil (z. B. Ernährungsgewohnheiten), das Umfeld (z. B. Klima), aber auch Kleidungsverhalten (Callewaert et al., 2014; Maliyar, Mufti & Sibbald, 2020; Skowron et al., 2021). An Bekleidungstextilien, die (ggf. über einen längeren Zeitraum) in engem Kontakt mit der Haut stehen, kommt es zur Absorption und Adsorption von Schweiß, Sebum, Epithelzellen und Bestandteilen der mikrobiologischen Hautflora (Abney, Ijaz, McKinney & Gerba, 2021; Bockmühl, 2017; Broadhead et al., 2021; Laing, 2019; McQueen & Vaezafshar, 2020; Skowron et al., 2021).

„(...) we do know that microbes can generally transfer from clothing to skin and back over shorter time periods. This transfer may promote selective bacterial enrichment, that is, when a habitat selects for the growth of certain microbes above others, and so these particular microbes are enriched in numbers compared with their non-selected neighbours.“ (Sanders et al., 2021, S. 4)

Mikroorganismen unterscheiden sich dabei hinsichtlich ihrer Fähigkeit, an textilen Oberflächen zu haften.⁷⁰ Die Adhäsion(ssstärke) und das Wachstum bzw. die Entwicklung des textilen Mikrobioms (Ausbildung Biofilm) werden durch die Zusammensetzung des individuellen Hautmikrobioms, die physikochemischen Textileigenschaften (z. B. Größe, Hydrophobie/Hydrophilie, Oberflächenrauheit, Gewebestruktur), das textile Nutzungsverhalten (z. B. Exposition, Verwendung- und Wechselfrequenz) (Broadhead et al., 2021; Hsieh, Timm & Merry, 1987; Laing, 2019; McQueen & Vaezafshar, 2020; van Herreweghen, Amberg, Marques & Callewaert, 2020) sowie die Umgebungstemperatur, die Luftfeuchtigkeit und den Luftstrom beeinflusst (McQueen & Vaezafshar, 2020). Die Anreicherung von Mikroorganismen verläuft dabei selektiv (Callewaert et al., 2014; McQueen & Vaezafshar, 2020; Sanders et al.,

⁶⁹ In absteigender Reihenfolge: Firmicutes, Actinobacteria, Proteobacteria und Bacteroidetes.

⁷⁰ In früheren Untersuchungen zeigte die Gruppe der Staphylokokken (*Staphylococcus epidermidis* [S. epidermidis] > *S. aureus*) ein stärkeres Adhäsionsvermögen als *Escherichia coli* (E. coli) (Hsieh & Merry, 1986; Hsieh, Timm & Merry, 1987). In einer aktuellen Untersuchung verschiedener Bakterienstämme erwies sich die Anzahl von *Pseudomonas aeruginosa* (P. aeruginosa) am höchsten, gefolgt von *S. aureus*, *Acinetobacter calcoaceticus* (A. calcoaceticus) und *E. coli*; ursächlich hierfür wurden die geringe Hydrophobizität und das starke Zeta-Potential von *E. coli* angeführt Varshney, Sain, Gupta und Sharma (2021).

2021). Ursächlich hierfür sind v. a. ein Ungleichgewicht der elektrostatischen/-kinetischen Anziehungskräfte (Zeta-Potential) zw. den Bakterien und verschiedenen Textiloberflächen (Callewaert et al., 2014) sowie die Hygroskopizität/Hydrophobizität der Fasern (Hemmatian, Lee & Kim, 2021; Møllebjerg, Palmén, Gori & Meyer, 2021). Rauere Oberflächen (Hemmatian et al., 2021; Sanders et al., 2021) und ein vergrößertes Porenvolumen (Hemmatian et al., 2021) erlauben im Allgemeinen eine bessere Adhäsion von Mikroorganismen (Sanders et al., 2021). Eindeutig richtungsweisende Ergebnisse für die selektive Anreicherung spezifischer Bakterien auf bestimmten Textilfasertypen konnten bislang nicht aufgezeigt werden. In einigen Untersuchungen wurde eine stärkere bakterielle Besiedlung natürlicher Fasern (z. B. Baumwolle, Wolle) nachgewiesen (z. B. McQueen, Laing, Brooks & Niven, 2007). In anderen Untersuchungen zeigte bspw. Viskose die geringste (Vergleich mit Baumwolle, Nylon, Fleece, Polyester etc., Callewaert et al., 2014) oder stärkste bakterielle (Vergleich mit Seide, Polyester, Wolle, Polypropylen, Varshney, Sain, Gupta & Sharma, 2021) Adhäsion von Mikroorganismen in der Gegenüberstellung mit den jeweils untersuchten Materialien. Seide erwies sich mehrfach als wenig adhärent (z. B. Varshney, Pandey, Gupta & Sharma, 2020; Varshney et al., 2021). Naturfasern weisen insgesamt eine höhere Anfälligkeit als Synthefasern für den mikrobiellen Befall auf, was sich u. a. durch die stärkeren Absorptionsfähigkeiten und chemische Zusammensetzung (z. B. Verfügbarkeit von Nährstoffen) begründen lässt (Andra et al., 2021; Callewaert et al., 2014; Gutarowska & Michalski, 2012; Mondal, 2021; Periolatto, Ferrero, Vineis, Varesano & Gozzelino, 2017; Sanders et al., 2021; Szostak-Kotowa, 2004).

Eine Ansammlung von Mikroorganismen kann zu unerwünschten Textilveränderungen (z. B. Reduktion der mechanischen Festigkeit, Flecken/Verfärbungen) und der Entwicklung unangenehmer Gerüche führen (Andra et al., 2021; Broadhead et al., 2021; Gao & Cranston, 2008; Gutarowska & Michalski, 2012; Periolatto et al., 2017).

„Traditionally, a malodour is considered to be a very unpleasant smell, i.e. one that elicits a response of disgust or repulsion such as (...), sweat, damp (...). (...) A broader and more satisfactory description of malodour might be ‘an unwanted smell’ as this also accounts for an unexpected odour in a specific context.“ (A. Hammond et al., 2021, S. 251)

Für die Geruchsentstehung entscheidend ist weniger die Anzahl von Mikroorganismen als deren Art (McQueen et al., 2007). Spezifische geruchsverursachende Bakterientypen siedeln sich wahrscheinlich bevorzugt auf bestimmten Fasertypen an (Callewaert et al., 2014). Synthetische Fasern zeigen aufgrund ihrer Hydrophobizität (McQueen, Laing, Delahunty, Brooks & Niven, 2008; Møllebjerg et al., 2021) und ggf. höheren Sebumgehalts (Møllebjerg et al., 2021) tendenziell eine intensivere Geruchsbildung als natürliche Fasern (Klepp, Buck, Laitala & Kjeldsberg, 2016; McQueen et al., 2007; McQueen & Vaezafshar, 2020). Ein aktueller Review bestätigt die Einschätzung von Wolle als eher geruchsarm, wohingegen die Materialien Baumwolle, Viskose, Leinen und Polyester/Polyamid in aufsteigender Reihenfolge eine stärkere Geruchsintensität aufweisen (Laing, 2019). Hinsichtlich der Textilbeschaffenheit zeigt sich ein (Geruchs-)Vorteil für Stoffe mit geringeren Materialstärken, wobei dieser relevanter für synthetische Textilien zu sein scheint (McQueen et al., 2007). In natürlichen Fasern kommt es auch bei Dickenzunahme möglicherweise eher zu einer Art (inneren) Verteilung bzw. Weitergabe der Gerüche (McQueen et al., 2007).

Synthetische Textilfarbstoffe (s. Kap. II.4.5.3) üben ggf. eine desodorierende Wirkung aus (McQueen & Vaezafshar, 2020); natürlich färbenden Substanzen werden antimikrobiellen Eigenschaften zugeschrieben (z. B. Pal, Tripathi, Kumar & Upadhyay, 2016). Derzeit finden zur Geruchshemmung insbes. Technologien unter der Verwendung der Geruchsadsorptionsmittel Cyclodextrin, Aktivkohle und Zeolith, Anwendung (McQueen & Vaezafshar, 2020). Inwiefern antimikrobielle Ausstattungen (s. Kap. II.4.4.2) Geruchsemissionen vermindern können bzw. wirklich notwendig sind, ist fraglich (Klepp et al., 2016; Laing & Wilson, 2017; McQueen & Vaezafshar, 2020).

Die spezifischen Interaktionen zw. Faser- und Textilbeschaffenheit und Mikroorganismen sind bislang nur unzureichend verstanden (Maliyar et al., 2020; Sanders et al., 2021; Varshney et al., 2021). Als gesichert gilt jedoch, dass es im Falle eines pathogenen Wachstums (z. B. *S. aureus*) bzw. der Entstehung einer Dysbiose im Hautmikrobiom, auch hervorgerufen und/oder gefördert durch die Verwendung von thermoregulatorisch nicht geeigneten Textilien (suboptimales Mikroklima) (s. Kap. II.4.3.2), zur Ausbildung oder Verschlimmerung von Hautinfektionen und -erkrankungen kommen kann (Andra et al., 2021; Augustin et al., 2018; Broadhead et al., 2021; Gutarowska & Michalski, 2012; Hornstein, 1989). Besondere Bedeutung kommt damit auch einer adäquaten mikrobiologischen Aufbereitung der Textilwäsche im beruflichen und häuslichen Kontext zu (Bockmühl, 2017).

II.4.4 (BIO)FUNKTIONELLE TEXTILIEN

„Textiles lie at the interface between human body and the environment and cover the majority of body surface for most of the day. This simple observation suggests that textiles can be used as comfortable systems for delivering active principles/drugs either towards the body or the surrounding environment.“ (Ferri et al., 2019, 020014-3)

Das folgende Kapitel wird einen Überblick über das Thema (*Bio-*)Funktionelle Textilien in der Dermatologie geben.

II.4.4.1 EINFÜHRUNG

Textile Ausstattungen bzw. Oberflächenmodifizierungen reichen von gewöhnlichen antimikrobiellen Ausrüstungen (s. Kap. II.4.4.2) in Wellness-, Gesundheits- und Hygieneprodukten (s. Kap. II.4.4.3-II.4.4.4) bis hin zur Fertigung komplexer textiler Strukturen, die bspw. in der Wundversorgung (z. B. Pflaster, Binden, Nähfäden) oder intrakorporal (z. B. Chirurgische Netze, Gefäßprothesen) Anwendung finden (Gries et al., 2019; Kalweit et al., 2012b).

Im Rahmen verschiedener Methoden können textile Flächen für biologische Anwendungen mit hautpflegenden und/oder biotherapeutisch bzw. pharmazeutisch wirksamen Substanzen ausgestattet werden (Grundmeier, 2011; Massella et al., 2019). Die Materialwahl und -verarbeitung hängen von den gewünschten Eigenschaften des Endproduktes ab (Atanasova, Staneva & Grabchev, 2021). Die Freisetzungsmechanismen variieren in Abhängigkeit von der Art des Depot (z. B. wiederaufladbare Wirkstoffdepots wie Hohlfasern, Mikro- oder Nanokapseln, Dedrimere) bzw. den Systemen (z. B. Drug Delivery Systeme, DDS; Transdermale therapeutische Systeme, TTS) (Loy, 2006; Massella et al., 2019), werden

aber auch durch Änderungen von Umgebungsparametern auf der Hautoberfläche (z. B. pH-Wert, Feuchtigkeit, Temperatur, Friktion, mechanische Druckeinwirkung) beeinflusst (Buschmann & Schollmeyer, 2006; Loy, 2006). Die Fähigkeit einer Substanz durch die Haut zu permeieren weist wiederum in Abhängigkeit von ihrer molekularen Größe, Fettlöslichkeit, Polarität und Affinität zur Haut Variationen auf (Ferri et al., 2019; Grundmeier, 2011).⁷¹

II.4.4.2 ANTIMIKROBIELLE AUSSTATTUNGEN

„‘Antimicrobial’ means the action of growth inhibition, or the destruction of microorganisms. This may refer to either antimicrobial finishes applied on textile materials or a property acquired by manmade fibres when spun with antimicrobial compounds (antimicrobial fibres).“ (Choudhury, 2017, S. 329)

Antimikrobielle Ausrüstungen können zum Zwecke des Materialschutzes, aus hygienischen und/oder therapeutischen oder prophylaktischen Gründen vorgenommen werden (Choudhury, 2017; H. Fischer, Krätke & Platzek, 2006; Hilgenberg & Vossebein, 2018; Windler, Height & Nowack, 2013). Mit dem Einsatz von antimikrobiellen Ausrüstungen gehen folgenden Zielstellungen einher (Daeschlein et al., 2010; H. Fischer et al., 2006; Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019; Loy, 2006; Shahidi & Wiener, 2012; Szostak-Kotowa, 2004):

- Verhinderung der Kontamination des Textils mit (pathogenen) Mikroorganismen (einschließlich Bakterien [antibakteriell], Viren [antiviral], Pilzen [antifungal], Protozoen [antiprotozoisch], Karim et al., 2020);
- Reduktion der bakteriellen Besiedlung der Haut auf ein Minimum bzw. nicht infektiöses Maß;
- Verringerung der Geruchsbildung durch mikrobiellen Abbau von Körperschweißbestandteilen;
- Vermeidung eines Verlustes der Gebrauchstüchtigkeit durch mikrobiellen Faserabbau (z. B. Schädigen durch schimmel-, mehltau- oder fäulnisverursachenden Mikroorganismen).

Textilien können dabei, je nach Anforderungsprofil, im Rahmen verschiedener Verfahren mit entsprechenden Wirkstoffen ausgestattet werden (D. Coman, Oancea & Vrinceanu, 2010; Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019; Heide et al., 2006; Loy, 2006; Periolatto et al., 2017; W. Wang, Hui & Kan, 2017):

- *Modifikationen chemischer Art*: Verbindung mit dem Fasermaterial über chemische Reaktionen;
- *Modifikationen physikalischer Art*: Direkte Zugabe der Wirksubstanzen zur Polymerschmelze oder Spinnmasse im Spinnprozess;
- *Finishing* (Imprägnierung, Oberflächenbehandlung): Nachträgliche Aufbringung einer Lösung, Suspension oder Emulsion auf das fertige Textil;
- *Mikroverkapselung* (Gutarowska & Michalski, 2012).

Als geeignetstes Verfahren wird die chemische Bindung eingeschätzt, da hierdurch Gewebe mit dauerhaften Eigenschaften hergestellt und wiederholte Waschzyklen möglich werden (D. Coman et al.,

⁷¹ *Weiterführende Literatur*: Einen detaillierteren Einblick in das Thema (Bio-)Funktionelle Textilien geben bspw. die Review-Artikel von Massella et al. (2019), Atanasova, Staneva und Grabchev (2021), Raza, Taqi und Tariq (2022) (Bezug PSA) und Zanchettin et al. 2023 (doi: <https://doi.org/10.1007/s10570-023-05060-8>).

2010; Gao & Cranston, 2008). Die Prozessauswahl sollte v. a. in Abhängigkeit des angestrebten Verwendungszwecks (z. B. Ein- oder Mehrwegartikel) erfolgen (Gutarowska & Michalski, 2012).

Grundsätzlich lassen sich *passive und aktive antimikrobielle Prinzipien* unterscheiden. Bei passiven Fasern ohne Additive wird eine mikrobielle Besiedlung des Textil durch chemische oder strukturelle Modifikation der Oberflächenstruktur verhindert (quasi-antimikrobielle Wirkung); die Kontaktkraft zw. Mikroorganismen und der Beschichtung wird reduziert (Anti-Adhäsion) (VDI Verein Deutscher Ingenieure e. V. [VDI] & VDI-Gesellschaft Technologies of Life Sciences, 2020) und die Mikroorganismen selbst werden nicht beeinträchtigt (z. B. Tepso®) (Höfer, 2006). Dieser Vorgang wird als *bakteriophobe Ausrüstung* bezeichnet (Heide et al., 2006).

„Some materials with antimicrobial components have deliverable antimicrobial activity, whereas other combinations may only result in a textile which is protected from bacterial colonization itself, but does not possess deliverable antimicrobial activity. A deliverable antimicrobial activity, however, is important for the therapeutic usefulness of a ‘functional’ textile, because the ultimate goal of reducing *S. aureus* on the skin is not the same as carrying a garment with low bacterial load.“ (Srouf, Berg, Mahltig, Smolik & Wollenberg, 2019, S. 385)

Die weitaus häufiger vorkommende (Hilgenberg & Vossebein, 2018) physikochemische Ausstattung aktiver Fasern führt zu einer Einflussnahme auf die Mikroorganismen, bspw. deren Metabolismus (Höfer, 2006). Die Wirkmechanismen einzelner antimikrobieller Substanzen variieren dabei stark voneinander (z. B. Hemmung der Enzymaktivität oder Nukleinsäuresynthese, Zerstörung oder Beeinflussung der Permeabilität von Zellwänden) (Choudhury, 2017; Gao & Cranston, 2008). Im Falle einer reversiblen Wachstumshemmung (Bakteriostase) liegt eine *bakteriostatische Ausrüstung* vor (Fille & Ziesing, 2020; Heide et al., 2006). Wird eine irreversible Wachstumshemmung bzw. Abtötung der adherierten Mikroorganismen (Bakterizide) angestrebt, spricht man von einer *bakterioziden Ausrüstung* (Fille & Ziesing, 2020; Heide et al., 2006). Hiervon können u. a. *antimykotische Ausrüstungen*, die der Abtötung von Pilzen dienen (fungizid und fungistatisch), und *algizide Ausrüstungen*, die vor dem Bewuchs von Algen schützen, differenziert werden (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019). Bakterizide und fungizide Ausrüstungen sind nicht für Textilien geeignet, die auf der Haut getragen werden (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019). Aktive Fasern arbeiten nach dem Diffusionsprinzip, wobei die Freisetzung bzw. Migration von Ionen/Partikeln stärker durch deren Beschaffenheit und die Technologie der Funktionalisierung als durch die in das Textil eingebrachte Menge beeinflusst wird (Wagener et al., 2016). Welche antimikrobiell wirkende Menge tatsächlich an die Haut abgegeben wird, ist häufig unbekannt (Höfer & Hammer, 2011; Swedish Chemicals Agency [KEMI], 2012).

„The mode of action is directly related to the concentration of the active substance in the textile. The minimum inhibitory concentration (MIC) is required for biostatic activity, but the minimum biocidal concentration (MBC) should be exceeded for biocidal activity.“ (Simoncic & Tomsic, 2010, S. 1722)

Zu den, die Wirksamkeit von antimikrobiell ausgestatteten Fasern/Textilien weiterhin beeinflussen Faktoren gehören: Konzentration, Kontaktzeit, Art der Mikroorganismen, Vorhandensein von an-/organischen Verunreinigungen, Temperatur, (Luft-)Feuchtigkeit und pH-Wert (Gutarowska & Michalski, 2012). Grundsätzlich sind antimikrobiell wirksame Substanzen durch eine starke Heterogenität

hinsichtlich ihrer physikalischen Stabilität und Beständigkeit ggü. wiederholten, die Wirksamkeit beeinflussen, Waschvorgängen gekennzeichnet (H. Fischer et al., 2006; Gao & Cranston, 2008; KEMI, 2012; Srour et al., 2019; Windler et al., 2013).

„In order to ensure a chemical reaction between the agent and the fibers, it is important to use agents with reactive groups, crosslinking agents as intermediates and to pre-treat the textile fibers to increase the concentration of functional groups. The products' effectiveness and durability depend on the polymer type of the textile fiber, the agent and the finishing or incorporation technique used in production.“ (Morais, Guedes & Lopes, 2016, S. 513)

Wie zu Eingang des Kapitels dargestellt, lässt sich nahezu jede Art von Textilprodukt – einschließlich klassischer Schutzhandschuhe – in Abhängigkeit des jeweiligen Anforderungsprofils im Rahmen verschiedener Verfahren mit antimikrobiellen Wirkstoffen ausstatten. Entsprechend ausgerüstete Fasern sind i. d. R. synthetischen (z. B. Polyamid, Polyester) oder natürlichen (z. B. Seide, Angora, Baumwolle, Modal, Lyocell) Ursprungs (Srour et al., 2019) und werden häufig als *(Bio-)Funktionstextilien* bezeichnet (Mobolaji-Lawal & Nedorost, 2015). Zu den in textilen (Unterzieh-)Handschuhen zum Einsatz kommenden Substanzen gehören bspw. Silber und Silberverbindungen (z. B. Padycare®, BestSilver, Binamed®, HeiQ Viroblock®, Shieldex®), quaternäre Ammoniumverbindungen (z. B. DermaSilk®, DreamSkin®), Zink(oxid) (z. B. smartcel™ sensitive) sowie Algen (z. B. SeaCell™) (s. Kap. II.4.4.3). Darüber finden eine Vielzahl weiterer antimikrobieller Wirkstoffe wie bspw. Chitosanverbindungen, Isothiazoline, Cyclo-dextrine, PHMB (Poly(hexamethylenbiguanide)-hydrochlorid) und Triclosan Anwendung. Einige dieser Substanzen werden dem Bereich der *Biozid-Wirkstoffe* bzw. *Biozidprodukte*⁷² zugeordnet.

II.4.4.3 FUNKTIONSFASERN / -TECHNOLOGIEN

„The protective aspects of textile have provided the most textile ground for innovative developments. Hygiene has acquired importance in recent years. Odour has become an important factor. Microorganism growth is another factor that has resulted in development of antimicrobial finish.“ (Sayed, Sharma & Parte, 2017, S. 46)

Das nachfolgende Teilkapitel gibt einen Überblick über aktiv und passiv antimikrobiell wirksame *Faserarten bzw. -technologien*, die zum gegenwärtigen Zeitpunkt auch in Form von (Unterzieh-)Handschuhen vorliegen bzw. im inhaltlichen Kontext der vorliegenden Arbeit von Bedeutung sind.⁷³ Die Darstellung erfolgt entlang der Wiedergabe allgemeiner Informationen zur Funktionalität des Materials,

⁷² *Biozidprodukte* werden als Stoffe/Gemische mit einem oder mehreren (Biozid-)Wirkstoffen, die der Bekämpfung (u. a. Zerstörung, Abschreckung oder Unschädlichmachung) von Schadorganismen dienen, definiert (Biozid-Verordnung, 2012, Art. 3 Abs. 1a). Die EU-Vermarktung von mit Biozidprodukten behandelten Gebrauchsgegenständen bedarf einer Genehmigung und Prüfung gemäß der *Verordnung (EU) Nr. 528/2012* (Biozid-Verordnung, BPR) bzw. *Verordnung über die Meldung und die Abgabe von Biozid-Produkten sowie zur Durchführung der Verordnung (EU) Nr. 528/2012* (Biozidrechts-Durchführungsverordnung, ChemBiozidDV). Von dem Geltungsbereich der Verordnung ausgenommen sind Produkte bzw. behandelte Waren, die bereits einer anderen (im Anhang der Verordnung gelisteten) Gesetzmäßigkeit unterliegen (Biozid-Verordnung, 2012, Art. 2). Mit Bioziden behandelte Textilien können gemäß der Verordnung der Hauptgruppe 1 (Desinfektionsmittel) oder der Hauptgruppe 2 (Schutzmittel) zugeordnet werden. Werden Biozidfunktionen eines Produktes beworben, muss die Ware mit einer entsprechenden Kennzeichnung (Inhalt, Verwendungszweck, ggf. belegbare biozide Eigenschaften) versehen werden (Biozid-Verordnung, Art. 58 Abs. 3). Geeignete Biozide zeichnen sich u. a. durch einen günstigen Erwerb, Effizienz, Stabilität und ein breites Wirksamkeitsspektrum auch in geringen Konzentrationen, keine objekt- und gesundheitsschädigenden Effekte und Abbaubarkeit nach der Anwendung aus (Gutarowska & Michalski, 2012).

⁷³ Die Darstellung erfolgt ohne Anspruch auf Vollständigkeit.

welche durch ggf. existierende Studienergebnisse (zum allgemeinen Textileinsatz) erweitert werden.⁷⁴ In Ergänzung zu den nachfolgenden Inhalten findet sich im Anhang der vorliegenden Arbeit eine exemplarische Übersicht textiler (Unterzieh-)Handschuhe verschiedener Materialien mit antimikrobieller Ausstattung (s. Tabelle 54).

PADY-CARE®

Bei *Padycare*® handelt es sich um eine zur Therapie entzündlicher Hautzustände (z. B. Pruritus, Nässen, bakterielle Infektion) und -erkrankungen (z. B. Psoriasis, Mykosen, AE) empfohlene Marke der Fa. Texamed (DtI.) (Texamed GmbH, o.J., 2018). *Padycare*® besteht zu 100 % aus versilberten Polyamid-Filamenten (Texamed GmbH, o.J.), deren Wirkung sich über eine Silberionenfreigabe mit nachfolgender Zerstörung bzw. Inaktivierung der Mikroorganismen vollzieht (Haug et al., 2006). Der Silberionentransport auf bzw. in die Haut soll durch Körperwärme und Feuchtigkeit (auch durch Eincremen) verstärkt werden (Texamed GmbH, 2018). Das *Padycare*®-Bekleidungssortiment beinhaltet neben Verbandmitteln und Heimtextilien u. a. (fingerlose) Handschuhe (sog. Handverbände), deren Einsatz therapiebegleitend bei Hauterkrankungen bzw. Ekzemen empfohlen wird (Texamed GmbH, o.J.). Die nachfolgende Übersicht fasst die (weiteren) Eigenschaften von *Padycare*®-Textilien zusammen (s. Tabelle 5).

Tabelle 5: Eigenschaften von Textilien aus *Padycare*®

Zulassung / Zertifizierung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ MP nach CE-Klasse 1 (Kostenerstattung durch GKV möglich) ▪ u. a. Oeko-Tex® Standard 100 (Texamed GmbH, o.J.)
Faserbeschaffenheit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Querschnitt: Rund (Höfer, 2018) ▪ Oberfläche: Glatt (Höfer, 2018)
Gebrauchseigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Guter Tragekomfort, körpertemperaturregulierend (Höfer, 2018) ▪ Gute Elastizität (Texamed GmbH, o.J.) ▪ Atmungsaktiv (Texamed GmbH, o.J.) ▪ Symptom- bzw. Schmerzlinderung (z. B. Pruritus) (Höfer, 2018; Texamed GmbH, o.J.) ▪ Antibakterielle Wirkung (Texamed GmbH, o.J.) ▪ Kontaktschutz (Texamed GmbH, o.J.) ▪ UV-Schutz (Texamed GmbH, o.J.) ▪ Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) (Texamed GmbH, o.J.)
Wiederaufbereitung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Waschbehandlung/Nassreinigung: Schonwaschgang, 30 °C, keine chlorhaltigen Reiniger und Weichspüler (Texamed GmbH, o.J., 2018) ▪ Lösemittelbehandlung: Nein (Texamed GmbH, o.J.) ▪ Tumbler Trocknung: Nein (Texamed GmbH, o.J.) ▪ Bügelbehandlung: Nein (Texamed GmbH, o.J.)
Antimikrobielle Aktivität	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Padycare</i>®-Textilien im Original-/Neuzustand: Sehr geringe Gesamtkeimzahl, nach 200 Waschzyklen noch anhaltende antimikrobielle Aktivität (Srouf et al., 2019)⁷⁵

⁷⁴ *Weiterführende Literatur:* Detaillierte Übersichten weiterer bzw. neuerer antimikrobieller Substanzen (z. B. probiotische Bakterien) und Verfahren (z. B. Mikroverkapselung, Nanotechnologie, Oberflächenmodifikation durch Laser) sowie möglicher zukünftiger Entwicklungen (z. B. Microbiome-Smart Clothing) finden sich bspw. bei Simoncic und Tomsic (2010), Gutarowska und Michalski (2012), Morais, Guedes und Lopes (2016), Broadhead, Craeye und Callewaert (2021), Granados, Pleixats und Vallribera (2021) oder Andra, Balu, Jeevanandam und Muthalagu (2021).

⁷⁵ *Ergänzende Studieninformationen:* Untersuchung der antimikrobiellen Aktivität elf verschiedener Funktionstextilien (u. a. *DermaSilk* [Aegis®], *Binamed*, *PadyCare*, *Best4Body* [BestSilver]) im Rahmen einer In-vitro-Studie zur Behandlung der AD. Messung der Gesamtkeimzahl (*Bioburden*) auf der Oberfläche des Textils im Originalzustand nach DIN EN ISO 11737-1:2009. Messung der antimikrobiellen Aktivität ggü. *S. aureus* nach 30, 70, 100, 150 und 200 Waschzyklen bei 40 °C nach ISO 22196 / JIS 2801. Zur Kritik an der Untersuchung s. Kopera 2019 (doi: <https://doi.org/10.1111/jdv.15399>).

- Podycare®-Textilien im Suspensionstest: Starke antibakterielle Aktivität (konstant für mind. 24 Std.); keine Ergebnisreproduktion auf einer mit *S. aureus* besiedelten künstlichen Haut unter trockenen Bedingungen, (Wieder-)Anstieg der antibakteriellen Aktivität unter nassen Bedingungen (jeweils keine Signifikanz) (Höfer, 2018)⁷⁶

Die klinische Wirksamkeit und Funktionalität von Podycare® zur Behandlung der AD wurden bereits mehrfach eruiert: In In-vitro-Studien konnte eine signifikante Verminderung der Kolonisierung der Haut mit *S. aureus*, *P. aeruginosa* und *Candida albicans* belegt werden (Haug et al., 2006⁷⁷). In einem 7-tägigen Trageversuch zeigte sich eine signifikante Reduktion der Besiedlung mit *S. aureus*, welche einer Baumwollabdeckung überlegen war (n=15) (Gauger et al., 2003). Nach 2-wöchiger Testung konnte eine objektiv nachweisbare Verbesserung der Symptome der AD nachgewiesen werden; subjektiv wurden der Tragekomfort und die Funktionalität der untersuchten Textilien für sehr gut, vergleichbar mit denen von Baumwolle, bewertet (n=68) (Gauger et al., 2006).

BINAMED®

Bei *Binamed*® handelt es sich um medizinische Silbertextilien der Fa. Binamed® Moll GmbH (Dtl.), die bei chronischen, entzündlich bedingten Hauterkrankung mit starkem Pruritus (z. B. Neurodermitis, AE) eingesetzt werden können. Die Spezialtextilien bestehen aus Micromodalfasern und von reinem Silber ummantelten Polyamidfäden (Silbergarn), welche in einem patentierten Verfahren (keine Nano-Technologie) ausschließlich an der Innenseite der Textils eingearbeitet werden (Binamed® Moll GmbH, 2021c). Das Binamed®-Bekleidungs Sortiment beinhaltet u. a. (fingerkuppenlose) nahtfreie Handschuhe (s. Abbildung 9a), deren Anwendung ohne besondere Indikation (Neurodermitikerkleidung) empfohlen wird (Binamed® Moll GmbH, 2021a, 2022). Die nachfolgende Übersicht fasst die (weiteren) Eigenschaften von Binamed®-Textilien zusammen (s. Tabelle 6).

Tabelle 6: Eigenschaften von Textilien aus Binamed®

Zulassung / Zertifizierung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ MP Kat. I (CE-Zertifiziert) (Kostenerstattung durch GKV möglich) (Binamed® Moll GmbH, 2021c) ▪ Oeko-Tex® Standard 100 (Binamed® Moll GmbH, 2021c)
Faserbeschaffenheit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Querschnitt: Rund (Höfer, 2018) ▪ Oberfläche: Glatt (Höfer, 2018)
Gebrauchseigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zertifizierter Tragekomfort (Note 1.7; Forschungsinstitut Hohenstein), hohe Klimafunktion, gute Feuchtigkeitsregulation (Binamed® Moll GmbH, 2021c; Höfer, 2018) ▪ Gute Elastizität (Binamed® Moll GmbH, 2021c) ▪ Antimikrobielle Wirksamkeit (z. B. ggü. <i>S. aureus</i>) (Binamed® Moll GmbH, 2021d) ▪ Symptom- bzw. Schmerzlinderung (z. B. Pruritus) (Binamed® Moll GmbH, 2021d; Höfer, 2018) ▪ Keine Nano-Technologie und Beschichtung (Binamed® Moll GmbH, 2021c)

⁷⁶ Ergänzende Studieninformationen: Untersuchung der antimikrobiellen Aktivität sieben verschiedener Funktionstextilien (u. a. Silk-Aegis [Dermasilk®], PA-Silver [PadyCare®], Smart-Zinc [Smartcel®], Modal-Silver [Binamed®]) im Rahmen einer In-vitro-Studie zur Behandlung der AD. Messung der antibakteriellen Aktivität nach 6, 18 und 24 Std. nach DIN EN ISO 20743 (Suspensionstest). Weitere Messung der antibakteriellen Aktivität auf einer mit *S. aureus* besiedelten künstlicher Haut unter trockenen und nassen (Anfeuchtung des Textils bis zur individuellen Wasseraufnahmekapazität) Tragebedingungen nach 1, 4 und 18 Std. nach DIN EN ISO 20743.

⁷⁷ Die Originalarbeit ist nicht (mehr) verfügbar: Bioservice Test 001118. 2001.

Wiederaufbereitung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nassreinigung/Waschbarkeit: 60 °C Waschmaschine, kein Weichspüler / Desinfektionsmittel / chlorhaltige Reiniger (Binamed® Moll GmbH, 2021c) ▪ Tumbler Trocknung: Nein (Binamed® Moll GmbH, 2021b) ▪ Bügelbehandlung: Lauwarm, ohne Dampf (Binamed® Moll GmbH, 2021b) ▪ Lösemittelbehandlung: Nein (Binamed® Moll GmbH, 2021b)
Antimikrobielle Aktivität	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Binamed®-Textilien im Original-/Neuzustand: Mäßig erhöhte Gesamtkeimzahl und nach 150 Waschzyklen noch anhaltende antimikrobielle Aktivität (Srour et al., 2019; hier auch: Elsner & Piehler, 2020)⁷⁵ ▪ Binamed®-Textilien im Suspensionstest: Antibakterielle Aktivität (konstant über 18/24 Std.); keine Ergebnisreproduktion auf einer mit <i>S. aureus</i> besiedelten künstlichen Haut unter trockenen Bedingungen, (Wieder-)Anstieg der antibakteriellen Aktivität unter nassen Bedingungen (jeweils keine Signifikanz) (Höfer, 2018)⁷⁶



Abbildung 9: Handschuh-/Modelle der Fa. Binamed® Moll GmbH (DEU): a) Binamed® Fingerhandschuhe, nahtlos, Strickbund; b) Binamed® Ellenbogenstulpen [Eigene Aufnahmen]

Der Tragekomfort verschiedener Binamed®-Textilien wurde in Anwendungsbeobachtungen/-untersuchungen im hautärztlichen (n=15, Seidel, 2007) und klinischen Setting (einschließlich Handschuhen bzw. Fäustlingen, n=25, Walker & Amon, 2008) evaluiert.⁷⁸ Während die Studienteilnehmenden (Neurodermitis, Hand/Fuß-Ekzeme) diesen für sehr gut befanden, schätzte das prüfende ärztliche Fachpersonal die Textilien abschließend als „sehr gute Ergänzung des Behandlungsspektrums bestimmter chronischer Hauterkrankungen“ (Walker & Amon, 2008, S. 82) ein.

BESTSILVER

Bei *BestSilver* handelt es sich um medizinische Silbertextilien (*Best4Hand*, *Best4Body*, *Best4Feet*, z. B. Wäsche, Socken, Strümpfe, Handschuhe) der Fa. BestSilver GmbH & Co. KG (Dtl.), die bei verschiedenen Hautzuständen bzw. -erkrankungen (z. B. Neurodermitis, Diabetis, Psoriasis) eingesetzt werden können. In der Produktion kommt die sog. *Nahtlos-Technologie* zum Einsatz, bei der Silberfasern⁷⁹ (Silber mit Polyamidkern) auf der Textilinnenseite eingewebt bzw. eingestrickt werden (s. Abbildung 10a) (BestSilver GmbH & Co. KG [BestSilver KG], o.J.a, o.J.b). Der Silberionentransport auf bzw. in die

⁷⁸ Weiterführende Erkenntnisse zum Einsatz von Binamed®-Textilien werden nach Abschluss bzw. Veröffentlichung der Ergebnisse der Multicenterstudie *The effectiveness of antibacterial therapeutic clothing based on silver or chitosan as compared with non-antibacterial therapeutic clothing in patients with moderate to severe atopic dermatitis* (ABC trial) erwartet. Mehr Informationen bei Ragamin et al. (2021) bzw. unter der URL: <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT04297215?term=NCT04297215&draw=2&rank=1> (Stand: 20.05.2023).

⁷⁹ Reinheitsgrad 99.9 %, CAS-Nr. 7440-22-4, Registrierung unter der Nummer N-58251 (Handelsname Shieldex) bei der BauA (BestSilver GmbH & Co. KG [BestSilver KG], 2021).

Hautoberfläche soll durch zunehmende Feuchtigkeit verstärkt werden (BestSilver KG, 2021). Das BestSilver-Bekleidungsassortiment beinhaltet u. a. (fingerkuppenlose) Handschuhe (auch *Best4Hand*) verschiedener Ausführungen, welche als Schutzhandschuhe (z. B. bei Morbus Raynaud, Sklerodermie) und Unterziehhandschuhe (z. B. bei Hyperhidrose) eingesetzt werden können (s. Abbildung 10c-e). Die nachfolgende Übersicht fasst die (weiteren) Eigenschaften von BestSilver-Textilien zusammen (s. Tabelle 7).



Abbildung 10: a) Mechanismus der Handschuhe mit Silber der Fa. BestSilver GmbH & Co. KG (DEU); Exemplarische Auswahl verschiedener Strickhandschuhe der Fa. BestSilver GmbH & Co. KG (DEU): b) Silberhandschuhe; c) Fingerkuppenlose Silberhandschuhe; d) Silberhandschuhe extra lang; e) Raynaud Handschuhe nahtlos Viskose/Silber [© BestSilver GmbH, Gebrauch mit Einverständnis]

Tabelle 7: Eigenschaften von Textilien aus BestSilver

Zulassung / Zertifizierung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bis 09/2018 MP Klasse I, aktuell weder MP oder PSA (BestSilver KG, o.J.a, o.J.b)⁸⁰ ▪ Verordnungsfähig (Kostenerstattung durch GKV/UVT möglich) (BestSilver KG, o.J.a) ▪ Oeko-Tex® Standard 100 (BestSilver KG, o.J.a)
Gebrauchseigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Temperatur- und Feuchtigkeitsregulation, Unterstützung der Mikrozirkulation (Basis: Anregung Magnetfeld durch schwachen Stromfluss), Vorbeugung von Geruchsentwicklung (BestSilver KG, o.J.b, 2021) ▪ Antibakterielle Wirkung (BestSilver KG, o.J.a, o.J.b) ▪ Elektrische Leitfähigkeit: Gut (BestSilver KG, 2021)
Wiederaufbereitung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nassreinigung/Waschbarkeit von Körper- und Fußprodukten: 40 °C Waschmaschine, kein Weichspüler ▪ Nassreinigung/Waschbarkeit von Handprodukten: Handwäsche oder 30 °C Waschmaschine, kein Weichspüler ▪ Lösemittelbehandlung: Nein ▪ Tumbler Trocknung: Körper- und Fußprodukte: Ja; Handschuhe: Nein, liegend trocknen ▪ Bügelbehandlung: Nein (BestSilver KG, o.J.a, o.J.b)
Antimikrobielle Aktivität	<ul style="list-style-type: none"> ▪ BestSilver-Textilien im Original-/Neuzustand: Erhöhte Gesamtkeimzahl und Verlust der antimikrobiellen Aktivität nach 100 Waschkzyklen (Srouf et al., 2019)⁷⁵

⁸⁰ Nach Aussage der BestSilver KG (Auskunft per E-Mail vom 26.03.2021).

DERMASILK® (AEGIS®)

Bei *DermaSilk*® handelt es sich um eine (Sericin-freie) aus Fibroinfasern gefertigte medizinische Spezialseide der Fa Al.Pre.Tec. (Italien) (seit 2001). Die Seidenfasern werden mit der quartären Ammoniumverbindung AEM5772/5 ausgestattet (Ferdinand Menzl Medizintechnik GmbH, 2021a), deren technisch aktiven Inhaltsstoff die Substanz 3-(trihydroxysilyl) propyldimethyloctadecyl ammonium chloride bildet (Microban International, 2021). Das farb- und geruchslose Polymer geht eine molekulare Verbindung mit der behandelten Oberfläche (hier Seide) ein und wirkt auf rein elektro-physikalischer Ebene, indem es auf Basis seiner kationischen Wirkung die Zellmembran von Mikroben (Bakterien, Pilze) zerstört und somit seine antimikrobielle und -mykotische Wirkung entfaltet (Microban International, 2021) sowie Gerüche und Flecken beseitigt (Tanatex Chemicals B.V., 2021). Das Polymer gilt aus ökologischer Sicht unbedenklich und zersetzt sich in Grundstoffe wie Wasser, Siliziumdioxid (Sand) und Kohlendioxid (Tanatex Chemicals B.V., 2021). Das *DermaSilk*®-Sortiment umfasst zahlreiche Bekleidungs- und Heimtextilien, welche bei verschiedenen Hautbeschwerden bzw. -erkrankungen (z. B. Neurodermitis, HE, Kontaktdermatitis) (als eine Art Verbandstoff) verwendet werden können (Ferdinand Menzl Medizintechnik GmbH, o.J.a, 2021b). Laut Angaben des herstellenden Unternehmens wird *DermaSilk*® u. a. von ärztlichem Personal europaweit empfohlen (Ferdinand Menzl Medizintechnik GmbH, o.J.a). Die im Angebot enthaltenen (fingerlose) Handschuhe, können zur Behandlung des chronischen HE und von Kontaktdermatosen eingesetzt werden (s. Abbildung 11). Die Haut sollte sauber, trocken und fettfrei bzw. aufgetragene Externe komplett eingezogen sein, bis die Textilien verwendet werden (Ferdinand Menzl Medizintechnik GmbH, 2012). Die nachfolgende Übersicht fasst die (weiteren) Eigenschaften von *DermaSilk*®-Textilien zusammen (s. Tabelle 8).

Tabelle 8: Eigenschaften von Textilien aus *DermaSilk*® (Aegis®)

Zulassung / Zertifizierung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ MP (Verbandstoff) nach CE-Klasse 1 (teilweise Kostenerstattung durch Krankenkassen)
Faserbeschaffenheit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Querschnitt: Rund (Höfer, 2018) ▪ Oberfläche: Lang, glatt (Ferdinand Menzl Medizintechnik GmbH, o.J.a; Höfer, 2018) ▪ Gewicht: Gut (Ferdinand Menzl Medizintechnik GmbH o.J.a), geringer als Binamed / PadyCare / BestSilver (Srouf et al., 2019) ▪ pH-Wert: 5.0-5.5 (Ferdinand Menzl Medizintechnik GmbH, o.J.a)
Gebrauchseigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Atmungsaktivität, Gute Temperatur- und Feuchtigkeitsregulation, keine relevante Wärmeentwicklung (Ferdinand Menzl Medizintechnik GmbH, o.J.a) ▪ Weich, geschmeidig (Ferdinand Menzl Medizintechnik GmbH, o.J.a) ▪ Reduktion Pruritus (Überlegenheit ggü. Baumwolle) (Gauger et al., 2006) ▪ Reduktion Hautreizungen, beschleunigte Neubildung bzw. Heilung der Haut (vergleichbare Wirkung wie Kortison) (Ferdinand Menzl Medizintechnik GmbH, o.J.a, 2021a) ▪ Antimikrobielle Wirkung (Ferdinand Menzl Medizintechnik GmbH, 2021a)
Wiederaufbereitung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nassreinigung/Waschbarkeit: Handwasch- oder Schonprogramm bei 30 °C, Wäschesack, geeignetes Waschmittel, kein Schleudern; Empfehlung Handwäsche mit ph-neutralem Shampoo oder Seife; kein Weichspüler (AllergyCare AG, 2022) ▪ Lösemittelbehandlung: Nein ▪ Tumbler Trocknung: Nein ▪ Bügelbehandlung: Nein, max. lauwarm nach Schrumpfung durch Waschen (Ferdinand Menzl Medizintechnik GmbH, o.J.a, 2012)

**Antimikrobielle
Aktivität**

- Aegis®-Textilien im Original-/Neuzustand: Gering(st)e Gesamtkeimzahl, sowohl vor als auch nach einer Vielzahl von Waschzyklen keine antimikrobielle Aktivität (Srouer et al., 2019)⁷⁵
- Aegis®-Textilien im Suspensionstest: Schwache antibakterielle Aktivität (Abfall über 6, 18, 24 Std.); Ergebnisverstärkung unter trockenen Bedingungen auf einer mit *S. aureus* besiedelten künstlichen Haut, unter nassen Bedingungen minimaler (Wieder-)Anstieg der antibakteriellen Aktivität (jeweils keine Signifikanz) (Höfer, 2018)⁷⁶
- Diese Ergebnissen decken sich mit denen anderer Studien (in vivo, G. Ricci, Patrizi, Mandrioli et al., 2006) und deuten darauf hin, dass die antimikrobielle Wirkung auf das Textil selbst beschränkt ist (Bakterienresistenz) und keine Abgabe an die Haut des Textilträgers erfolgt (Srouer et al., 2019)



Abbildung 11: Handschuhe der Fa. Al.Pre.Tec (ITA): a) DermaSilk Handschuhe [Eigene Aufnahme]; b) DermaSilk Handschuhe; c) DermaSilk Handschuhe Open Finger [© Microair Barrier socks and gloves/Al.Pre.Tec, Gebrauch mit Einverständnis]

Die klinische Wirksamkeit und Funktionalität von DermaSilk®-Textilen zur Behandlung des AE wurde bereits mehrfach eruiert: Nach einem 1-wöchigen (n=46, G. Ricci et al., 2004), 4-wöchigen (n=30, Stinco, Piccirillo & Valent, 2008) bzw. 3-monatigen Trageversuch (n=22, Koller, Halmerbauer, Böck & Engstler, 2007) konnte eine klinisch signifikante Verbesserung der Symptomatik und Überlegenheit ggü. den Vergleichsobjekten aus einfacher Seide bzw. Baumwolle aufgezeigt werden. Im Vergleich zu einer kortisonhaltigen Behandlung zeigte sich an den mit DermaSilk® bedeckten Arealen die gleiche klinische Wirksamkeit wie an den mit Steroiden behandelten Arealen; signifikante Unterschiede konnten nicht ermittelt werden (21 Tage, n=14) (Senti et al., 2006). Weitere Untersuchungen lassen auf eine gute Anwenderakzeptanz und objektiv nachweisbare Verbesserung des Hautbefundes nach 3-wöchiger Anwendung der Handschuhe in Kombination mit dem Microair® Barrier Handschuh (als Überziehhandschuh, s. Kap. II.7.2.3) bei Personen mit HE schließen (Kinaciyan, Weiss, Zbyszewski, Stuetz & Gleiss, 2009, 2010). Studienergebnisse geben Hinweise darauf, dass DermaSilk®-Textilen ein adjuvantes Tool im Rahmen des Managements weiterer Hauterkrankungen darstellen könnten.⁸¹ Eine gute Wirksamkeit wird eher bei regelmäßigen und langen Tragezeiten (mit intensivem Hautkontakt), ggf. sogar über den ganzen Tag (G. Ricci et al., 2004), erwartet (G. Ricci, Patrizi, Bellini & Medri, 2006).

⁸¹ Bsp.: Akne (Schaunig & Kopera 2017, doi: <https://doi.org/10.1111/ijd.13541>), Lichen sclerosus (D'Antuono et al. 2022, doi: <https://doi.org/10.1097/LGT.0b013e31821380a0>), Mykosen (D'Antuono et al. 2012, doi: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0507.2011.02102.x>). Eine Auflistung weiterer Studienergebnisse findet sich unter der URL: <https://www.menzl.com/index.php/de/allergenvermeidung/864-produkt-info/haut-info/derma/dermasilk-klinisch-getestet/6005-dermasilk-klinisch-getestet> (Stand: 08.11.2022).

Ergebnisse einer aktuellen, kontrollierten, multizentrischen klinischen Studie belegen, dass die Verwendung von Silbertextilen, hier DermaSilk®, nicht zu einem zusätzlichen klinischen oder ökonomischen, über die Standardversorgung hinausgehenden Nutzen für die Ekzemtherapie bei Kindern führt (K. S. Thomas et al., 2017).

TEPSO®

Bei Tepso® handelt es sich um für Neurodermitiker empfohlene unbeschichtete Spezialfasern bzw. Textilien der Fa. Tepso Deutschland. Laut Angaben des herstellenden Unternehmens stellt Tepso® die glatteste verfügbare Bekleidungsfasern mit antibakterieller Faserstruktur und Sensory Cooling Effect (Tepso, 2021b) dar, welche zu einer Reduktion bestehender Hautirritationen beitragen kann (Tepso, 2021d). Tepso® wird umweltfreundlich produziert und als haltbarer als Leinen oder Baumwolle eingestuft (Tepso, 2021b). Das Bekleidungsassortiment der Fa. Tepso Deutschland beinhaltet u. a. Handschuhe, die für Personen mit chronischen Hauterkrankungen (z. B. Neurodermitis, Psoriasis, Ekzem) und entsprechenden Symptomen (z. B. Pruritus, Wunden, Schwellungen, Entzündungen) empfohlen werden (s. Abbildung 12a) (Tepso, 2021b, 2021d). Die Handschuhe werden u. a. explizit für die Abdeckung eingecremter Hände ausgelobt, wobei aufgetragene Externa/Therapeutika auf der Haut verbleiben, nicht am Textil haften oder nach außen dringen sollen (Tepso, 2021b, 2021d, 2021e). Dies soll zu einer effektiveren therapeutischen Wirkung beitragen (Tepso, 2021a) und zugleich den Materialaufwand verringern (Tepso, 2021d). Die nachfolgende Übersicht fasst die (weiteren) Eigenschaften Tepso®-Textilien zusammen (s. Tabelle 9).

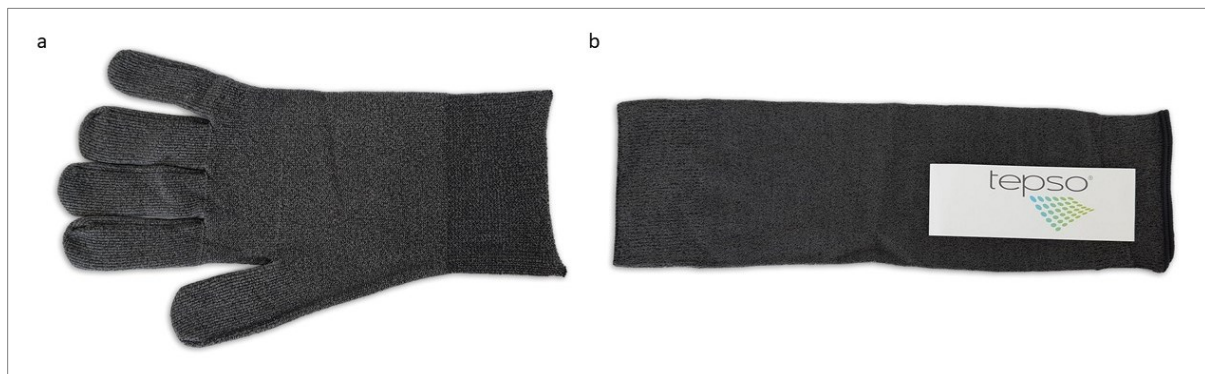


Abbildung 12: Handschuh-/Modelle der Fa. Tepso (DEU): a) Neurodermitis Handschuhe Premium; b) Tepso Ellbogenschützer Neurodermitis [Eigene Aufnahmen]

Tabelle 9: Eigenschaften von Textilien aus Tepso®

Zulassung / Zertifizierung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Oeko-Tex® Standard 100, Produktion gemäß ISO 13485 (Tepso, 2021d)
Gebrauchseigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elastizität: Sehr gut (Tepso, 2021e) ▪ (Ab-)Reibungskoeffizient: Sehr niedrig (Tepso, 2021e) ▪ Kühlend („Sensory Cooling Effect“), weich, leicht, geschmeidig, frisch, antibakteriell, hoher Transpirationsgrad, Symptom- bzw. Schmerzlinderung (Tepso, 2021b, 2021e) ▪ Lebensdauer: Sehr gut (Tepso, 2021d) ▪ Hitzebeständigkeit: Gut (Tepso, 2021d) ▪ Farbbeständigkeit: Sehr gut (Tepso, 2021d)

Wiederaufbereitung

- Gut, empfohlen wird ein Handwäschesprogramm ähnlich Niedrigtemperatur-Programm ohne Schleudern (Tepso, 2021d, 2021e)

DREAMSKIN®

Bei *DreamSkin*® handelt es sich um aus medizinischer Seide bestehende Gesundheitskleidung der Fa. DreamSkin® Health Ltd. (Vereinigtes Königreich) bzw. Marke/Technologie der Fa. Intelligent Fabric Technologies North America. Im Herstellungs-/Produktionsprozess werden die Seidenfasern per Nanokugel-Dispersion mit dem DreamSkin®-Molekül bzw. -Polymer sowie einem Zink-basierten, antibakteriell wirkenden Mittel versehen (DreamSkin® Health Ltd, 2022b).⁸² Das Polymer ordnet sich während der Trocknung zu einer Lamellarstruktur an, die dem menschlichen Hautaufbau ähnelt (DreamSkin® Health Ltd, 2022b). Während der hydrophobe Anteil der Struktur eine antiadhäsive Wirkung bedingt (Verhinderung der Anlagerung und/oder Verteilung im Gewebe), besitzt der hydrophile Anteil feuchtheit-rückhaltende und -spendende Eigenschaften (DreamSkin® Health Ltd, 2022b).

Laut Angaben des herstellenden Unternehmens bzw. firmeninterner Untersuchungen weisen die für Personen mit Hauerkrankungen (z. B. Dermatosen, AD) empfohlenen DreamSkin®-Textilien temperatursausgleichende, anti-irritative und regenerationsfördernde Eigenschaften auf (HappySkin, 2023); die Hautverträglichkeit wurde gemäß der Norm JIS L1918 bestätigt (DreamSkin® Health Ltd, 2022b). Das Bekleidungsassortiment der Fa. DreamSkin® Health Ltd. beinhaltet u. a. nahtlose Handschuhe, welche zur Linderung der Symptome (z. B. Trockenheit) der geschädigten bzw. erkrankten Haut (z. B. Kontaktdermatosen) empfohlen werden (DreamSkin® Health Ltd, 2022a). Die Wiederaufbereitung von DreamSkin®-Textilien kann im Schonwaschgang bei 40 °C oder per Handwäsche erfolgen (milde Waschmittel, kein Bleichmittel, Trockner und Bügelbehandlung möglich) (DreamSkin® Health Ltd, 2012).

Positive Erfahrungsberichte für die Verwendung von DreamSkin®-Textilien liegen vor (n=1, 14 Tage, Qassem & Kyriacou, 2014). Ergebnisse einer aktuellen, kontrollierten, multizentrischen klinischen Studie belegen, dass die Verwendung von Silbertextilien, hier DreamSkin®, nicht zu einem zusätzlichen klinischen oder ökonomischen, über die Standardversorgung hinausgehenden Nutzen für die Ekzemtherapie bei Kindern führt (n=300) (K. S. Thomas et al., 2017).

SMARTCEL™ SENSITIVE

Bei *smartcel*™ sensitive handelt es sich um mit reinem inkorporiertem Zinkoxid (Zinkoxid Pharma 4) versehene Cellulosefasern der Fa. smartfiber AG (DtI.) (Smartfiber AG, 2020a). Diese bestehen im klimatisierten Zustand aus ≥ 67 % Cellulose und 16 % Zinkoxid (Smartfiber AG, 2020b). Smartcel™ sensitive-Fasern werden aus regenerierten Rohstoffen in energiesparenden und ressourcenschonenden Lyocell-Verfahren hergestellt und sind 100 % biologisch abbaubar (Smartfiber AG, 2020a). Die Fasern werden in der Produktion von Sport-, Freizeit- und Heimtextilien verwendet (Smartfiber AG, 2020a). In Untersuchungen durch Hohenstein Laboratories GmbH & Co. KG konnte u. a. ein Wirkstoffübertritt

⁸² Alkoxysilane/quartäre Ammoniumverbindung, (Jaros, Wilson & Shi, 2020); Phosphorcholin (TESCO® & DreamSkin® Health Ltd, 2014).

von Zink auf die Haut von diversen Textilproben⁸³ mit smartcel™ sensitive sowie eine starke antibakterielle Aktivität⁸⁴ der Fasern belegt werden (Smartfiber AG, 2020a). Die dermatologische Abteilung der Universitätsklinik Jena bestätigte weiterhin u. a. die Hauerträglichkeit, antimykotische Wirkung und antioxidative Wirksamkeit (Smartfiber AG, 2020a). Die nachfolgende Übersicht fasst die (weiteren) Eigenschaften von smartcel™ sensitive-Fasern bzw. Textilien zusammen (s. Tabelle 10).

Tabelle 10: Eigenschaften der smartcel™ sensitive-Fasern bzw. Textilien mit smartcel™ sensitive-Fasern

<p>Fasereigenschaften (Smartfiber AG, 2016d, 2016e)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Farbe: Weiß, tiefmatt ▪ Holz-Zellstoff: Buche/Eukalyptus ▪ Schnittlänge: 38 mm ▪ Cellulosegehalt: ≥ 67 % ▪ Feuchtigkeitsgehalt: ≤ 12 % ▪ Querschnitt: Rund (Höfer, 2018) ▪ Oberfläche: Glatt (Höfer, 2018) ▪ smartcel™ sensitive 6.7 dtex / 60 mm <ul style="list-style-type: none"> ▪ Festigkeit: trocken 23 cN/tex, nass: 17 cN/tex ▪ Dehnung trocken: 11 %, nass: 14 % ▪ smartcel™ sensitive 2.5 dtex / 38 m <ul style="list-style-type: none"> ▪ Festigkeit: trocken 25 cN/tex, nass: 20,3 cN/tex ▪ Dehnung trocken: 11 %, nass: 13.7 %
<p>Eigenschaften</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wirksamkeit ggü. u. a.: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bakterien (<i>S. epidermidis</i> und <i>Corynebacterium jeikeium</i>, DIN EN ISO 20743:2013-12; <i>S. aureus</i> (MRSA) ATCC 33591, JIS L 1902: 2002, AATCC 100, DIN EN ISO 9001: 2008) ▪ Gerüchen ▪ Pilzen (<i>Trichophyton interdigitale</i> DSM, AATCC 100, DIN EN ISO 9001: 2008) ▪ Hausstaubmilben (NF G 39-011) ▪ UVA- und UVB-Strahlung (UPF 50+, Standard AS/NZS 4339:2017, AATCC TM 183:2014) ▪ In vitro-Zytotoxizität (DIN Norm ISO10993-12) ▪ Antioxidative Kapazität ggü. freien Radikalen (ROS) (in vitro) ▪ Waschtest mit 50 Zyklen: Abnahme Zinkgehalt ca. 9 %; Test mit 100 Zyklen: Abnahme Zinkgehalt ca. 21 % (Wäsche 27 °C, Trocknung 60 °C, US EPA 3052, AATCC 135-2015) (Intertek Testing Services Taiwan Ltd., 2017) ▪ Label/Zertifizierung: u. a. Oeko-Tex® Standard 100 für Produktklasse I (Babyprodukte), EU Ecolabel Forest Stewardship Council® (FSC®), Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes (PEFC™) (Smartfiber AG, 2020a)
<p>Antimikrobielle Aktivität</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Smartcel sensitive™-Textilien im Suspensionstest: Starke antibakterielle Aktivität (konstant für mind. 18 Std.); keine Ergebnisreproduktion auf einer mit <i>S. aureus</i> besiedelten künstlichen Haut unter trockenen Bedingungen, (Wieder-)Anstieg der antibakteriellen Aktivität unter nassen Bedingungen (jeweils keine Signifikanz) (Höfer, 2018)⁷⁶

⁸³ Ergänzende Studieninformationen: Messung des Wirkstoffübertritts auf die Haut durch mechanische Beanspruchung eines Unterhemds/Shirts an einem technischen Hautmodell: Unter normalem Raumklima (24 °C, 58 % r.F.) zeigten sich in den beiden untersuchten Proben Werte von 10.58-12.03 mg Zink/m² Haut und bei feuchtem Klima (24 °C, 80 % r.F.) Werte von 7.91-9.09 mg Zink/m² Haut (Hohenstein Laboratories GmbH & Co. KG, 2014b).

Messung des Wirkstoffübertritts auf die Haut durch mechanische Beanspruchung einer Bettdeckenfüllung an einem technischen Hautmodell: Unter feuchtem Klima (24 °C, 80 % r.F.) zeigten sich in den beiden untersuchten Proben Werte von Werte von 1.,22-12.38 mg Zink/m² Haut (Hohenstein Laboratories GmbH & Co. KG, 2014a).

⁸⁴ Das herstellende Unternehmen weist explizit darauf hin, dass Zink auf dem europäischen Markt aufgrund seiner Einordnung als Nicht-Biozid nicht für antibakterielle Anwendungen beworben werden darf (Smartfiber AG, 2020a).

Die Smartfiber AG selbst produziert keine Güter, stellt aber ihre Fasertechnologie anderen Firmen für die Herstellung individueller Endprodukte wie Sport-, Freizeit- und Heimtextilien zur Verfügung. Das Bekleidungssortiment (Rubrik Funktionsunterwäsche) der Fa. benevit van Clewe GmbH & Co. KG (Dtl.) beinhaltet u. a. die *Handschuhe Basel mit smartcel™ sensitive Fasern*, die mit einer klima- und feuchtigkeitsregulierenden (hier auch: Höfer, 2018) sowie hautpflegenden und -wachstumsfördernden Wirkung zur Anwendung bei Hautirritationen bzw. -erkrankungen (z. B. Neurodermitis, Psoriasis, Allergien) empfohlen werden (s. Abbildung 13a) (benevit van Clewe GmbH & Co. KG, 2019a). Darüber hinaus sind inzwischen weitere mit dieser Technologie ausgestattete (Schutz-)Handschuhe anderer Unternehmen verfügbar (s. Anh. 4, Tabelle 54).

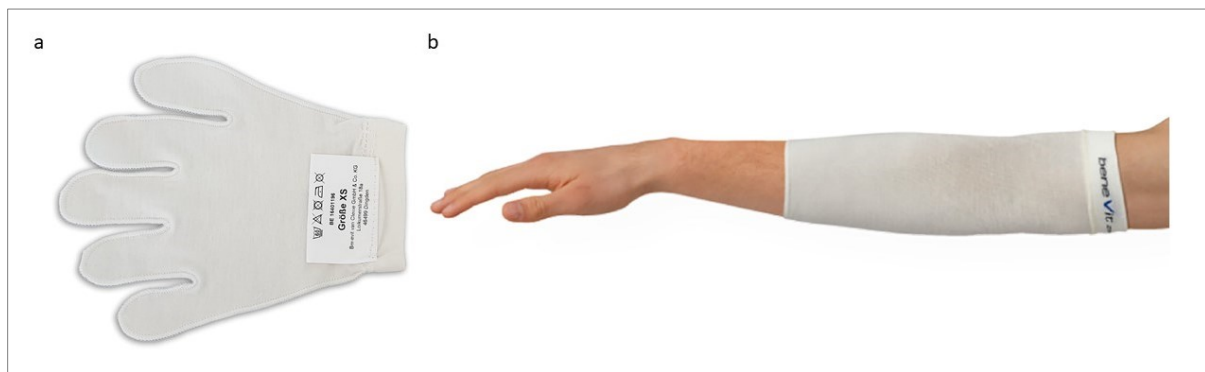


Abbildung 13: Handschuh-/Modelle der Fa. benevit van Clewe GmbH & Co. KG (DEU): a) Handschuhe Basel mit smartcel™ sensitive Faser [Eigene Aufnahme]; b) Gelenkstulpen Basel smartcel™ sensitive Faser [© benevit van Clewe GmbH & Co. KG, Gebrauch mit Einverständnis]

Wiegand et al. untersuchten die Wirkung von smartcel™ sensitive (74 % Lyocell, 19 % smartcel sensitive, 7 % Spandex) auf die Kontrolle von oxidativem Stress bei der AD: In vitro konnte eine hohe Biokompatibilität aufgezeigt werden; in vivo führten die mit den smartcel™ sensitive Fasern ausgestatteten Textilien (Nachtwäsche, Fa. benevit van Clewe GmbH & Co. KG) zu einer Verbesserung des Nachtschlafes und Pruritus sowie einer Verminderung des Schweregrades der AD der Studienteilnehmenden (n=12, 3 Nächte) (Wiegand, Hipler, Boldt, Strehle & Wollina, 2013). Vergleichbare Ergebnisse zeigten sich in einer Anwendungsbeobachtung mit einer Bettausstattung auf Basis von smartcel™ sensitive (Fa. Frankenstolz) (n=10, 10-12 Tage) (Wollina, Schmidt, Mühle & Hansel, 2018).

SEACELL™

Die *SeaCell-Spezialfasern* stellen Algen-inkorporierte Lyocellfasern dar, die auf Basis des *Lyocell-Verfahrens* aus Cellulose und Algen (SeaCell®) bzw. Cellulose, Algen und Silber (SeaCell Active [SCA]⁸⁵) hergestellt werden (Elsner, Fluhr & Hipler, 2007; Hipler, 2008). Die mit Extrakten der isländischen Meeressalge *Ascophyllum nodosum* (Knotentang, Braunalge, 4 %) angereicherten Fasern werden aktuell unter den Labeln *SeaCell™ LT* und *SeaCell™ MT* seitens der smartfiber AG vertrieben und produziert

⁸⁵ In Untersuchungen konnte aufgezeigt werden, dass die Faser SeaCell® Active (Silbergehalt: 6000 ppm Silber) antimykotische Eigenschaften ggü. verschiedenen Pilzen der Familie *Candida* sowie antibakterielle Eigenschaften ggü. *S. aureus* und *E. coli*, in Abhängigkeit von der Dosierung und dem Fasergehalt, aufweist (Fluhr et al., 2010; Hipler, 2008; Zikeli, 2006).

(Smartfiber AG, 2021).⁸⁶ Während SeaCell™ LT mit Hilfe des Lyocell-Verfahrens, bei dem die getrockneten Algen grob zerkleinert, gemahlen und gleichmäßig in die Cellulosefaser eingebracht werden, hergestellt wird, kommt für die Produktion der SeaCell™ MT die Modal-Technologie zum Einsatz, bei der die Alge direkt in die Cellulosefaser integriert wird (Smartfiber AG, 2021). Bei den SeaCell®- Fasern handelt es sich um einen Rohstoff, der aus erneuerbaren Ressourcen in energiesparenden und ressourcenschonenden Verfahren aufbereitet wird und mikrobiologisch abbaubar ist (Smartfiber AG, 2021).

Laut Angaben des herstellenden Unternehmens regt das Fasermaterial bzw. die darin enthaltenen natürlichen Wirkstoffe (z. B. Mineralien, Aminosäuren, Vitamine, Fette) den Zellregenerationsprozess an, was zur Linderung von Hautkrankheiten und Pruritus beitragen kann und entzündungshemmend wirken soll (Smartfiber AG, 2021, hier auch: Loy, 2006; Meyer zur Capellen, 2012). Weiterhin wird den Fasern durch die im Inneren eingelagerten Zinkoxide und Silberionen eine antibakterielle Wirkung zugeschrieben (Veit, 2023). Die smartfiber AG verweist darauf, dass mind. 20-25 % SeaCell™ in einer Konstruktion enthalten sein müssen, um die entsprechenden Faserfunktionen in einem Textil zu erreichen.⁸⁷ Die nachfolgende Übersicht fasst die weiteren Eigenschaften von SeaCell-Fasern bzw. Textilien zusammen (s. Tabelle 11). Die Smartfiber AG selbst produziert keine Güter, stellt aber ihre Fasertechnologie anderen Firmen für die Herstellung individueller Endprodukte wie Sport-, Freizeit- und Heimtextilien zur Verfügung (Smartfiber AG, 2021). Das Handschuhsortiment der Fa. Hase Safety Gloves GmbH beinhaltet u. a. das textile Modell Metz Seastar, welches als *Allergikergeeigneter Montage-/Unterziehhandschuh* vermarktet wird (s. Abbildung 14). Darüber hinaus sind weitere mit der dargestellten Technologie ausgestattete (Schutz-)Handschuhe verfügbar (s. Anh. 4, Tabelle 54).



Abbildung 14: Handschuh Metz Seastar (Fa. Hase Safety Gloves GmbH, DEU) [© Hase Safety Gloves GmbH, Gebrauch mit Einverständnis]

Tabelle 11: Eigenschaften verschiedener SeaCell™-Fasern bzw. Textilien mit SeaCell™-Fasern

	SeaCell™LT 1.7 dtex / 38 mm (Smartfiber AG, 2016a, 2021)	SeaCell™ LT 6.7 dtex / 60 mm (Smartfiber AG, 2016b, 2021)	SeaCell™ MT (Smartfiber AG, 2016c, 2021)
Farbe	Hellbraun	Hellbraun	Hellbraun
Holz-Zellstoff	Buche/Eukalyptus	Buche/Eukalyptus	Buche
Schnittlänge	38 mm	60 mm	38/60 mm
Cellulosegehalt	≥ 85 %	≥ 85 %	≥ 83 %
Feuchtigkeitsgehalt	≤ 12 %	≤ 12 %	≤ 12 %

⁸⁶ Laut aktueller Literatur (Jaros, Wilson & Shi, 2020; Periyasamy & Militky, 2020) sind die Fasern in den Varianten SeaCell® pure und SeaCell® active erhältlich. Die smartfiber AG verneinte dies auf Anfrage (Auskunft per E-Mail vom 23.02.2021). Im Internet sind noch diverse Produkte von verschiedenen Anbietern erhältlich, die entsprechende Fasern enthalten (z. B. Kompressionsstrümpfe).

⁸⁷ Nach Aussage der smartfiber AG (Auskunft per E-Mail vom 23.02.2021).

Dehnung trocken	11.2 %	9 %	11-14 %
Dehnung nass	16,1 %	14 %	11-14 %
Festigkeit trocken	29 cN/tex	22 cN/tex	≥ 25 cN/tex
Festigkeit nass	25 cN/tex	17 cN/tex	≥ 13 cN/tex

- Antibakterielle Wirkung (*S. aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, JIS L 1902:2008)
- Antioxidative Kapazität gegen reaktive Sauerstoff- und Stickstoffspezies (ROS/RNS)
- In vitro-Zytotoxizität (DIN EN ISO ISO10993-5)
- Tragekomfort: Sehr gut, flauschig, seidig
- Waschtest mit 50 Zyklen: Abnahme der Wirksamkeit von 12-22 %
- Umweltfreundlich, biologisch abbaubar, kompostierbar, kohlenstoffneutral
- Label/Zertifizierung: u. a. EU Ecolabel, Oeko-Tex® Standard 100 für Produktklasse I (Babyprodukte), Europäischer Umweltpreis 2000 (Smartfiber AG, 2021)

IONIC+™ (X-STATIC®)

Bei *Ionic+™* (ehemals X-STATIC®) handelt es sich um eine Technologie der Fa. Noble Biomaterials, Inc. (Vereinigte Staaten), in der reines, an Nylon gebundenes Silber (99.9 %) (CAS: 7761-88-8, Skafit, 2023c) zum Einsatz kommt. Mit *Ionic+™* versehene Produkte zeichnen sich durch gute, dauerhafte Eigenschaften hinsichtlich der Antistatik, der Wärmeleitfähigkeit/-regulation, des Feuchtigkeitstransports und der antimikrobiellen/-mykotischen Wirkung aus (Noble Biomaterials, Inc., 2023a, 2023b). Die Fa. Noble Biomaterials, Inc. selbst produziert keine Güter, stellt aber ihre Fasertechnologie anderen Firmen zur Verfügung. Das Bekleidungssortiment der Fa. Skafit (Niederlande) beinhaltet u. a. Handschuhe verschiedener Formen, Materialzusammensetzungen und Silber-Anteile, die als Unterzieh- oder Komforthandschuhe in der Prävention, Behandlung und Pflege verschiedener Erkrankungen (z. B. Dermatosen, Neurodermitis, Psoriasis, Rheuma, Sklerodermie, Raynaud-Phänomen, Allergien) eingesetzt werden können (s. Abbildung 15) (Skafit, 2023b). Hinsichtlich der Anwendung wird der nächtliche Gebrauch und ein täglicher Handschuhwechsel sowie eine entsprechende Waschfrequenz empfohlen; sofern die Verwendung von Externa notwendig ist, sollte dieses komplett eingezogen sein, bis die Handschuhe angezogen werden (Skafit, 2023a). Darüber hinaus sind weitere mit der dargestellten Technologie ausgestattete (Schutz-)Handschuhe verfügbar (s. Anh. 4, Tabelle 54).

In In-vitro-Studien konnte eine eindeutige Verminderung bzw. Eliminierung der Kolonisierung mit *E. coli* belegt werden (MacKeen, Person, Warner, Snipes & Stevens, 1987), welche u. a. mit der Erhöhung des antimikrobiell wirkenden Faseranteils anstieg. Im Rahmen einer randomisierten, monozentrischen Parallelgruppen-Vergleichsstudie der Phase II mit Personen mit AD zeigte sich eine Verbesserung des Hautzustandes (SCORAD⁸⁸), Verminderung der Kolonisierung mit *S. aureus*, Reduktion des Pruritus und nachlassende Nutzungsfrequenz topischer Glucocorticoide unter der Verwendung silberhaltiger Unterwäsche (n=30, 14-28 Tage) (Jünger et al., 2006).

Die Handschuhe der Fa. Skafit wurden kürzlich in einer randomisierten, doppelblinden Crossover-Studie an Patienten und Patientinnen mit Systemischer Sklerodermie und dem Raynaud-Phänomen evaluiert (n=7, 6 Wochen/Handschuhmodell). Unter der Verwendung des Untersuchungshandschuhs

⁸⁸ Scoring atopic dermatitis (SCORAD): Ärztlicher Score zur Beurteilung der (körperlichen) Schwere der AD.

(Baumwolle mit 8 % Silber) und Kontrollhandschuhs (Baumwolle) zeigte sich eine Verbesserung der mit der Erkrankung einhergehenden Belastung (Raynaud Condition Score [RCS], Raynaud Severity Index) ohne dass für eines der Modelle ein signifikanter Vorteil ermittelt werden konnte (Liem et al., 2023). Die Autoren weisen darauf hin, dass aus den Resultaten keine Ergebnisse hinsichtlich der allgemeinen Wirkung von Handschuhen (Nichtgebrauch) abgeleitet werden können.



Abbildung 15: Exemplarische Auswahl verschiedener Textilhandschuhe der Fa. Skafit (NLD): a) Skafit Baumwoll-Silberhandschuhe fingerlos; b) Skafit Silberhandschuhe schwarz [© Skafit, Gebrauch mit Einverständnis]

SHIELDEX®

Bei *Shieldex*® handelt es sich um eine Technologie der Fa. Statex Produktions- und Vertriebs GmbH bzw. Shieldex GmbH (Dtl.), bei der in einem 3D-Metallisierungsprozess aus 99.9 % reinem Silber ummanteltes Polyamid zum Einsatz kommt (Statex Produktions- und Vertriebs GmbH, 2022a). Mit *Shieldex*® metallisierte Stoffe zeichnen sich laut Angaben des herstellenden Unternehmens durch antibakterielle, fungizide, geruchshemmende, hautschonende, temperaturregulierende, leitfähige, antistatische und abschirmende Eigenschaften aus (Statex Produktions- und Vertriebs GmbH, 2022a).

Das Sortiment der Statex Produktions- und Vertriebs GmbH beinhaltet neben Fasern, Garnen und textilen Flächenwaren auch in eigener Herstellung produzierte Komplettlösungen, darunter die *Shieldex*® *Hygiene-Handschuhe*, empfohlen als Schutzhandschuhe in diversen Berufsfeldern sowie für die Behandlung von Hauterkrankungen (z. B. Neurodermitis) (s. Abbildung 16a) (Statex Produktions- und Vertriebs GmbH, 2021b, 2022b).

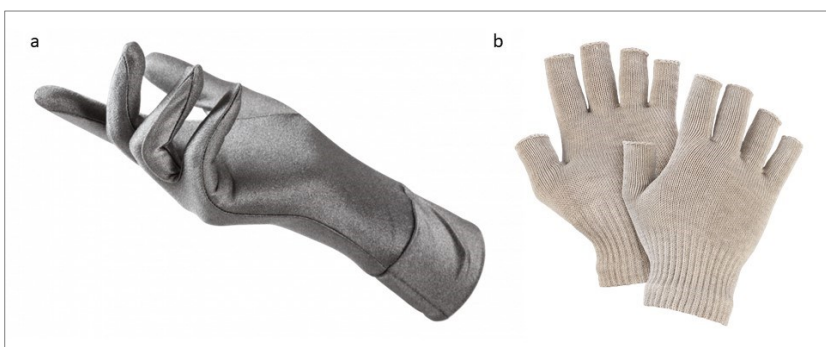


Abbildung 16: a) *Shieldex*® *Hygiene-Handschuhe* (Fa. Statex Produktions- und Vertriebs GmbH, DEU) [© shieldex.de/Statex Produktions- und Vertriebs GmbH, Gebrauch mit Einverständnis]; b) *Fingerkuppenloser Textilhandschuh mit Silberfasern (Shieldex™)* (Fa. Dastex Reinraumzubehör GmbH & Co. KG, DEU) [© Dastex Reinraumzubehör, Gebrauch mit Einverständnis]

Mit Shieldex® versehene Textilien können bei 30 °C im Schonwaschgang (milde Seife/Feinwaschmittel, kein Bleichmittel/Weichspüler, Lufttrocknen) wiederaufbereitet werden (Statex Produktions- und Vertriebs GmbH, 2021c). Darüber hinaus sind inzwischen weitere mit dieser Technologie ausgestattete (Schutz-)Handschuhe anderer Unternehmen verfügbar (s. Abbildung 16b) (s. Anh. 4, Tabelle 54).

HEIQ VIROBLOCK®

Bei *HeiQ Viroblock NPJ03*® handelt es sich um eine bereits 2013 entwickelte, antiviral bzw. antimikrobiell wirkende Textiltechnologie des Schweizer Spezialchemieunternehmens HeiQ, die im Zuge der COVID-19-Pandemie neue Aufmerksamkeit erlangte (HeiQ Materials AG, 2020). HeiQ Viroblock® besteht aus 72 % biobasiertem Kohlenstoff, 26 % Kohlenwasserstoff und 2 % Mikrosilber (HeiQ Materials AG, 2021). Die Wirkung vollzieht sich über eine Kombination aus antimikrobieller Silbertechnologie (Advanced Silver von HeiQ, Silberchlorid/-ionen) und Vesikeltechnologie (Liposomen-Vesikel-Komponente), welche Bakterien und umhüllte Viren (z. B. SARS-CoV-2) innerhalb von 30 Min. inaktiviert bzw. unschädlich machen soll (HeiQ Materials AG, 2020, 2021). Die ausgelobten antiviralen und bakterio-statischen Eigenschaften wurden gemäß spezifischer ISO-Normen zertifiziert. Darüber hinaus wurden die verantwortungsbewusste und nachhaltige Textilherstellung (bluesign®), Schadstofffreiheit (Oeko-Tex® Standard 100) und Hautverträglichkeit (48-stündiger Patchtest) offiziell bestätigt (HeiQ Materials AG, 2021). Die Technologie kann auf allen Faserarten für die Herstellung einer Vielzahl von Endprodukten (z. B. Luftfilter, Atemmasken, Vorhänge) eingesetzt werden (HeiQ Materials AG, 2021). Mit HeiQ Viroblock NPJ03® versehene Artikel können bei 60 °C wiederaufbereitet werden (mind. 30 Waschungen, Schonwäsche) (HeiQ Materials AG, 2021).

Verschiedene, als *Hygieneschutzhandschuhe* deklarierte Modelle der a. UVEX ARBEITSSCHUTZ GmbH sind mit der Textiltechnologie *HEIQ VIROBLOCK by CHT*⁸⁹ ausgestattet (Uvex Arbeitsschutz GmbH, 2021a). Die Handschuhe können singulär und unter flüssigkeitsdichten Einmalhandschuhen – auch um den direkten Kontakt mit dem potentiell sensibilisierenden Material des Einweghandschuhs zu vermeiden – verwendet werden (Uvex Arbeitsschutz GmbH, 2021a). Darüber hinaus sind weitere mit dieser Technologie ausgestattete Handschuhe anderer Unternehmen verfügbar (s. Anh. 4, Tabelle 54).

II.4.4.4 COSMETO-TEXTILIEN

„The wellness or health promoting aspects of textile finishes have become a delightful functional matter in the 21st century. (...) Cosmetotextiles are capable of imparting skincare benefits, combating ageing and promoting a feeling of wellness or well-being.“ (Kumar Singh, Varun & Behera, 2011, S. 27)

Primär zu hautformenden, -pflegenden, -kühlenden, -vitalisierenden und -verjüngenden Zwecken (mit *Scin-Care-Effekt*) eingesetzte Textilien werden als *cosmetotextiles* (Grundmeier, 2011; Kanjana & Nalankilli, 2018; Kumar Singh et al., 2011; Ripoll, Bordes, Etheve, Elaissari & Fessi, 2010) oder, im deutschen Sprachgebrauch, als *Cosmeto-/Kosmeto-* oder *Wellnesstextilien* (z. B. Bundesinstitut für

⁸⁹ Die Firma CHT Germany GmbH kooperiert mit der Fa. HeiQ im Rahmen der weltweiten Einführung von HeiQ Viroblock by CHT in der Textilindustrie.

Risikobewertung [BfR], 2012; Grundmeier, 2011) bezeichnet. Textilien dieser Art können als Untergruppe der Biofunktionstextilien (Textilien mit kosmetischem Wirkungsspektrum) (Loy, 2006), aber auch gleichrangige Gruppe neben den medizinischen Textilien (Medtech) betrachtet werden.

Bei Cosmeto-Textilien handelt es sich um Kombinationen aus textilen und kosmetischen Produkten (National Standards Authority of Ireland [NSAI], 2009), welche auf Basis ihres Wirkprofils (z. B. Textilien zum Abnehmen, zur Belebung, für die Feuchtigkeitspflege oder Parfümierung) oder der zugrunde liegenden Textilfläche (z. B. Textilien auf Basis von Geweben, Maschenwaren, Vliesstoffen) weiter klassifiziert werden können (Decaens & Vermeersch, 2018; Kumar Singh et al., 2011; Mondal, Saha & Rahman, 2021; Y. Qin, 2016; Ripoll et al., 2010; Wendler & Meister, 2020). Cosmeto-Textilien bestehen aus natürlichen oder synthetischen Fasern, welche mit Inhaltsstoffen aus tierischen (z. B. Chitosan, Squalen, Sericin), pflanzlichen (z. B. Aloe Vera, Ginseng, Vitamin E, Lavendel, Alginate), anorganischen oder synthetischen Quellen (z. B. Zink-/Eisenoxid) angereicherte Phase change materials (PCM), Nano- oder Mikrokapseln o. ä. enthalten (BfR, 2012; Decaens & Vermeersch, 2018; Kanjana & Nalankilli, 2018; Kumar Singh et al., 2011; Kumar Singh, 2014; Mondal et al., 2021; Ripoll et al., 2010; Upadhayay, Jahan & Upreti, 2016).

„The development and optimisation of cosmetotextiles is at the neonatal stage and requires proper attention and adequate funding. Various explored and unexplored natural products are available to feed the cosmetotextile industry, which have enough potential to offer wellness effects. Cosmetotextiles have to be designed in such a fashion so that the composition and construction of textiles, garment design and cosmetic finish must all work together to exhibit optimum cosmetic effects.“ (Kumar Singh et al., 2011, S. 33)

Zu den kommerziell erhältlichen Cosmeto-Textilien gehören Produkte wie Erfrischungstücher und Augenpads (Upadhayay et al., 2016), aber v. a. auch zu o. g. Zwecken produzierte und vermarktete Heim- und Bekleidungstextilien (z. B. Bettwäsche, Strümpfe, Strumpfhosen, Shapewear) (Kumar Singh et al., 2011). Analog zur Verwendung antimikrobieller Substanzen (s. Kap. II.4.4.3) können auch Handschuhe mit besonderen Wirkstoffen/Technologien (z. B. Aloe Vera, Glycerin, Lanolin, Vitamin C) zur Förderung der Hautpflege ausgestattet werden.

Für Cosmeto-Textilien lässt sich, trotz irritativen Potentials und fehlender Standards zur Evaluation der Leistung/Effektivität (Decaens & Vermeersch, 2018), ein wachsender Marktanteil verzeichnen (BfR, 2012; Ripoll et al., 2010).⁹⁰ Auswahl und Einsatz sollten unter Berücksichtigung eines möglichen Toxizität und beschränkten Wirkdauer (z. B. Reduktion durch Waschleistungen) der individuell enthaltenen Wirkstoffe erfolgen (Decaens & Vermeersch, 2018).

Feuchtigkeitsspendende Textilhandschuhe

Auf dem Markt sind eine Reihe sog. *feuchtigkeitsspendender Textilhandschuhe* erhältlich. Hierbei handelt es sich i. d. R. um reine Textilhandschuhe, aus Baumwolle oder Baumwollmischungen bestehend, die entsprechend ihrer Namensgebung mit hautpflegenden Substanzen (z. B. Aloe Vera) ausgerüstet sind, welche während des Gebrauchs an die Hautoberfläche abgegeben werden sollen (s. Tabelle 12,

⁹⁰ *Weiterführende Literatur:* Einen detaillierteren Einblick in das Thema geben bspw. die Beiträge von Kumar Singh, Varun und Behera (2011), Kumar Singh (2014) sowie Ripoll, Bordes, Etheve, Elaissari und Fessi (2010).

Nr. 1-3). In Ergänzung zur primär hautpflegenden Wirkung werden manche Textilhandschuhe auch aufgrund ihrer besonderen Faser- bzw. Gewebestruktur für die Festigung der Haut bzw. weiterführend für die Stabilisierung von Erkrankungszuständen angeboten (s. Tabelle 12, Nr. 4-6). Häufig handelt es sich bei den als auch als *spa-gloves* oder *moisturizing gloves* deklarierten Modellen um einfache Textilhandschuhe ohne jedwede Art von Ausstattung, die zur Pflege der Hände ausgelobt und teilweise irreführend hinsichtlich der Namensgebung vermarktet werden (s. Tabelle 12, Nr. 7-9). Neben rein textilen Modellen existieren dabei auch Handschuhe, die aus impermeablen Materialien (z. B. PE) gefertigt sind, aber keine Schutzhandschuhe darstellen, und zu Pflegezwecken angeboten werden (s. Tabelle 12, Nr. 10).

Tabelle 12: Exemplarische Auswahl verschiedener feuchtigkeitsspendender bzw. hautpflegender (Textil-)Handschuhe mit spezifischen Wirkstoffen bzw. Technologien

Handschuhmodell / Unternehmen	Zusammensetzung / Inhaltsstoffe und Anwendungsgebiet
1 „Feuchtigkeitsspendender Gel-Handschuh“ (BellaCare, 2021) (DEU)	▪ Gemisch aus Nylon und Spandex, Innenbeschichtung aus Gel mit botanischen Ölen, Aloe Vera, Grüntee-Extrakt, Weidenextrakt und Ceramiden. Empfohlen für die Pflege der Hände.
2 „Intense Hydrating Half-Coated Gel Gloves“ (NaturaCure®, 2022) (USA)	▪ Innenbeschichtung aus Gel (SmartGel Technology) mit ätherischen Ölen und Sheabutter. Empfohlen für die Pflege der Finger, Hände und Nagelhaut.
3 „Silipos Gel Gloves“ (The Wright Stuff, 2022) (USA)	▪ Handschuhe mit Gel (Material unbekannt), Innenbeschichtung bzw. Abgabe eines medizinischen Öles (u. a. Vitamine, Nährstoffe, Antioxidantien); erwärmbar. Empfohlen für die Pflege der Hände (u. a. bei Ekzemen, Psoriasis, Dermatosen).
4 „Beauty Moisturizing Gloves“ (Skineez Skincarewear, 2022) (USA)	▪ Fingerkuppenlose Textilhandschuhe unbekannter Faserzusammensetzung. Enthalten sind Mikrokapseln mit Shea Butter, Vitamin E, Retinol etc. Empfohlen für die (nächtliche) Pflege der Hände sowie den Schutz bzw. die Unterstützung bei bestehendem Karpaltunnelsyndrom oder Sehnenscheidenentzündungen.
5 „Feuchtigkeitsspendende und elastische Handschuhe auf Dermofibra® Hyaluronic“ (HumanWellness S.A., 2022) (CHE)	▪ Dermofibra® Hyaluronic-Gewebe (Polyester, Polyamid und Elastan, versehen mit Hyaluronsäure). Empfohlen für die (nächtliche) Anregung der Mikrobloodzirkulation, Hydratation sowie Collagen- und Bindegewebsbildung (Hautstraffung).
6 „Umorfil glove“ (Global Sources, 2022) (TWN)	▪ Bestehend aus 57 % Umorfil (n. a. Fasertypus) ⁹¹ , 41 % Nylon, 2 % Lycra (Global Sources, 2022). Empfohlen für die Verwendung als Innenhandschuh zur Hautpflege und Geruchskontrolle (Global Sources, 2022).
7 „Green Moisturizing Gloves“ (Malcolm's Miracle, 2022)	▪ Textilhandschuhe aus Baumwolle und Spandex. Keine Informationen zu Anteil und/oder Art der feuchtigkeitsspendenden bzw. hautpflegenden Handschuhkomponente/n.

⁹¹ Bei *Umorfil*® (Umorfil® Bionic Fibre Series) handelt es sich um eine bionische Technologie der Fa. Camangi Corporation (Taiwan), bei der Kollagenpeptid-Aminosäuren der aus Fischschuppen (als Abfallprodukt einer Aquakultur) extrahiert und für die Wiederverwendung mit Viskose (UMORFIL® Beauty Fibre®), Polyester (UMORFIL® T) oder Nylon (UMORFIL® N6U®) supramolekular aufbereitet werden (Camangi Corporation, 2022a, 2022b). Der Prozess der Kollagenmodifikation stellt keine Innovation dar, wird aber dem Prozess einer textilen Kreislaufwirtschaft gerecht (Hou, Huang, Lee & Chu, 2022). Den Fasern werden – in Abhängigkeit vom Fasertypus – feuchtigkeitsspendende, desodorierende (Testung gemäß ISO 17299), hautverträgliche bzw. anti-irritative (Testung gemäß EN ISO 10993), antistatische und vor UV-Licht schützende Eigenschaften zugeschrieben (Camangi Corporation, 2022a). UMORFIL® Beauty Fibre sind weiterhin zu 100 % biologisch abbaubar (Camangi Corporation, 2022b). In experimentellen Untersuchungen konnte studienübergreifend aufgezeigt werden, dass sich die technischen Faser-/Textileigenschaften (z. B. Wasserdampfdurchlässigkeit, Dehnung) von Reinfasern (Viskose, Polyester, Nylon) durch die Zugabe von Umorfil® verbessern (Çeven & Günaydin, 2021; Hou, Huang, Lee & Chu, 2022; Kirci, Karamanlargil, Duru, Nergis & Candan, 2021).

8	„Pflegehandschuhe Stretch“ (Dirk Rossmann GmbH, 2022)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Textilhandschuhe aus 60 % Polyester, 33 % Baumwolle und 7 % Elasthan. Keine Informationen zu Anteil und/oder Art der feuchtigkeitsspendenden bzw. hautpflegenden Handschuhkomponente/n.
9	„EvidWear Moisturizing Touchscreen Cotton Gloves“ (FJDZ International, Inc., 2022)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Textilhandschuhe aus 100 % Baumwolle. Keine Informationen zu Anteil und/oder Art der feuchtigkeitsspendenden bzw. hautpflegenden Handschuhkomponente/n.
10	„Dermrelief Moisture Glove“ (Dermrelief Pty Ltd, 2022)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Handschuhe aus PE mit (Mikro-)Löchern, empfohlen zur Pflege der Hände bei empfindlicher Haut oder Hautkrankheiten (z. B. Ekzeme, Psoriasis). Das Modell kann an den Fingerspitzen gekürzt und in Kombination mit einem zweiten durchlässigen Handschuh (z. B. Baumwolle, Bambus) im Alltag verwendet werden.

Von den o. g. feuchtigkeitsspendenden Textilhandschuhen gänzlich abzugrenzen sind Handmasken, die teilweise unter ähnlichen Begrifflichkeiten (z. B. feuchtigkeitsspendende Handschuhe) vermarktet und für die zusätzliche Pflege (Ellsäßer, 2020a; Westermann, 2011) oder auch Hautverjüngung (*skin rejuvenation*) der Hände beworben werden. Hierbei handelt es sich häufig um (z. T. auch fingerspitzenlose bzw. an den Fingerspitzen perforierte) Handschuhe verschiedener Materialien (z. B. Vliesstoffe⁹²) oder auch Pads (z. B. aus Silikon⁹³), die mit ein oder mehreren hautpflegenden Substanzen (z. B. Sheabutter, Arganöl, Hyaluron, Avocado-Öl) versetzt und für den Ein- oder Mehrfachgebrauch bestimmt sind.

II.4.4.5 BEWERTUNG (BIO-)FUNKTIONELLER AUSSTATTUNGEN

Seitens des BfR wurde 2012 empfohlen, auf die Verwendung silberhaltiger Bekleidungstextilien durch gesunde Verbrauchende zu verzichten. Die zunehmende Textilausrüstung mit antimikrobiell wirksamen Substanzen wurde kritisch beurteilt, da keine ausreichenden empirischen Belege für deren Wirksamkeit und die Notwendigkeit eines breiten Einsatzes in Verbraucherprodukten vorlagen (BfR, 2012). Die Untersuchung des Einflusses von antibakteriell funktionalisierten, silberhaltigen Chemiefasern auf die gesunde Haut zeigte, dass von diesen keine potentielle Beeinträchtigungen auf die Hautmikroflora (Veränderung/Verschiebungen von Keimzahl oder -spektrum) oder hautphysiologische Parameter (Hautbarriere) ausgehen (Höfer & Hammer, 2011)⁹⁴; gemäß aktueller Studien könnte es jedoch zumindest zu einer Beeinflussung von Zusammensetzung und Metabolismus des Mikrobioms kommen,

⁹² Bsp.: „Intensive CICA Maske“ (Fa. Neutrogena / Johnson & Johnson GmbH, DEU): Einweghandschuhe/Handmaske (Einwegprodukt) mit verschiedenen Inhaltsstoffen (z. B. Glycerin, Polydimethylsiloxan, Haferöl), empfohlen für die 10-minütige Anwendung. Mehr Informationen unter der URL: <https://www.neutrogena.de/handcreme/intensive-cica-handmaske> (Stand: 04.08.2021).

Bsp.: „Hand Therapy Collagen Infused Glove“ (Fa. Beauty Pro, GBR): Einweghandschuhe/Handmaske (Einwegprodukt) mit verschiedenen Inhaltsstoffen (z. B. Glycerin, Arganöl, Sheabutter), empfohlen für die 20-minütige Anwendung. Mehr Informationen unter der URL: <https://www.beautypro.com/products/hand-therapy-collagen-hand-mask-removable-finger-tips> (Stand: 18.08.2021).

⁹³ Bsp.: „Hand Pads mit Hyaluron“ (Fa. APRICOT GmbH, DEU): Pads medizinischem Silikon und Polydimethylsiloxan (Mehrfachprodukt). Mehr Informationen unter der URL: <https://apricot-beauty.com/collections/beauty-pads/products/hand-pads-mit-hyaluron-2> (Stand: 18.08.2021).

⁹⁴ Der Beitrag bzw. die Studienergebnisse basieren auf dem IGF-Vorhaben IGF-Nr. 15537 N (Praxistauglichkeit und den Nutzen antimikrobiell ausgerüsteter Textilien beim Einsatz in der Pflege unter praxisrelevanten Gesichtspunkten), das über die *Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF)* im Rahmen des Programms zur *Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung* (IGF) vom *Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie* (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert und seitens der Hohenstein Institute für Textilinnovation e. V. durchgeführt wurde.

deren Bedeutung aber weiterer Forschung bedarf (z. B. Melnik et al., 2023). Bislang konnten keine Unterschiede in der perkutanen Penetration bzw. Absorption von Silber in Nano-/Mikrogröße bei Hautgesunden und Personen mit AD gezeigt werden (Bianco et al., 2016; Pluut et al., 2015). Auch scheinen keine Differenzen hinsichtlich des bekleidungsphysiologischen Tragekomfort zu bestehen (z. B. Hipler & Elsner, 2006). Gleichwohl silberhaltige Produkte nur noch die Minderheit eingesetzter Substanzen ausmachen und synthetisch organische Verbindungen den Markt dominieren (Windler et al., 2013), führen die mit dem Einsatz für die menschliche Gesundheit und Umwelt möglicherweise eingehenden Risiken (z. B. Bakterienresistenzbildung, toxische Abbauprodukte) zu Diskussionen (BfR, 2012; Gao & Cranston, 2008; KEMI, 2012; Licina, Morrison, Bekö, Weschler & Nazarovoff, 2019; Maity, Singha & Pandit, 2021; Mason, 2008; Morais et al., 2016; Saha, Ahmed, Mahmud & Mondal, 2022; Windler et al., 2013; Wollina et al., 2006).

Textilien wird eine zunehmende Rolle als *Therapeutika* (S. Fischer et al., 2003) bzw. *Therapiealternative* in der antimikrobiellen Therapie des AE (Eckert & Oertel, 2015; Wulf & Moll, 2004) zugesprochen. Zielsetzung besteht dabei, je nach Textilausstattung, in der Reduktion der verstärkten Kolonisation der Haut mit *S. aureus* (Schöfer et al., 2011), Verringerung des Schweregrades der Erkrankung/en (eher Silber) sowie Linderung von Symptomen (z. B. Pruritus, Schlafstörungen) (eher Seide) (C. Lopes, Silva, Delgado, Correia & Moreira, 2013). Ideal gestaltete Funktionstextilien sollten, wie nicht antimikrobiell ausgestattete Textilien auch, einen angenehmen Tragekomfort (Hipler & Elsner, 2006), eine einfache Waschbarkeit bzw. Trocknung (Elsner & Piehler, 2020) und lang anhaltende antimikrobielle Aktivität (Galli et al., 2022; Gutarowska & Michalski, 2012; Srouf et al., 2019) aufweisen, wobei letztere im Wesentlichen von der Fähigkeit einer kontinuierlichen Substanzfreisetzung aus dem Textil abhängig ist (KEMI, 2012). Die Wirksamkeit der auf dem Markt zur Verfügung stehenden Materialien variiert stark voneinander; Podycare[®]-, Binamed[®]- und Platatex[®]-Produkte wurden zuletzt als sinnvollste adjuvante Behandlung für AD eingeschätzt, da deren antimikrobielle Aktivität nicht durch die Wiederaufbereitung beeinträchtigt wurde (Höfer, 2018; Srouf et al., 2019). In Untersuchungen zeigte sich weiterhin eine stärkere antimikrobielle Aktivität im angefeuchteten bzw. nassen Textilzustand, welcher v. a. aus dermatologischer Sicht als kontrainduziert und für den Anwendenden als nicht tolerierbar eingeschätzt wird (hier: AD, Höfer, 2018). Künstlicher Schweiß führte zu einer leichten Abschwächung der Bioaktivität ausgestatteter Textilien, ohne signifikante Auswirkungen (hier: Gewebe, Majchrzycka, Gutarowska & Brochocka, 2010). Generell wird von einer Leistungszunahme unter erhöhten Umgebungsbedingungen (Temperatur, Luftfeuchtigkeit) (Gutarowska & Michalski, 2012) und Abnahme unter der Zunahme von (Schmutz-)Anhaftungen (H. Fischer et al., 2006; Höfer, 2018; Srouf et al., 2019; Windler et al., 2013) ausgegangen.

Lopes et al. (2013) kamen im Rahmen einer Meta-Analyse zu dem Ergebnis, dass derzeit keine ausreichende Evidenz für die Effektivität des Einsatzes von Funktionstextilien in der Behandlung der AD vorliegt. In den Outcomes der zugrundeliegenden Untersuchungen zeigten sich leichte Verbesserungen der Krankheitsschwere, Symptomatik und Lebensqualität, weshalb der Einsatz von Funktionstextilien grds. für sicher, aber nicht ausreichend für eine Standardempfehlung bewertet wurde (C. Lopes et al., 2013). George et al. (2019) untersuchten unlängst die Effektivität verschiedenen Interventionen zur

Reduktion von *S. aureus* bei der Behandlung von AE. Für den Einsatz therapeutischer Textilien konnte im Rahmen der Meta-Analyse weder für die Behandlung des infizierten noch nicht-infizierten Ekzems eindeutige Belege ermittelt werden (George et al., 2019). In der derzeit vorliegenden Fassung der dt. *S2k-Leitlinie Neurodermitis* wird antimikrobieller Kleidung, insbes. Unterwäsche, ein moderater klinischer Effekt zugeschrieben; bei chronischer Symptomatik kann das Tragen erwogen werden (Werfel et al., 2016).⁹⁵ In der *Konsensbasierten europäischen Leitlinie zur Behandlung der atopischen Dermatitis bei Erwachsenen und Kindern* findet sich die Verwendung von silberbeschichteten Textilien als Behandlungsempfehlung bei einem SCORAD-Wert von < 25 oder vorübergehend bestehendem Ekzem (Stufe 2 = mild) wieder (Wollenberg et al., 2018a, 2018b). Einschränkend wird auf die differenzierte bzw. nicht eindeutige Studienlage verwiesen und der Effektivität antiseptischer Textilien zusammenfassend eine mäßige klinische Wirkung zugeschrieben (Wollenberg et al., 2018b). In einem aktuellen *Positionspapier zur Diagnose und Behandlung der atopischen Dermatitis bei Erwachsenen und Kindern* der *European Task Force on Atopic Dermatitis (ETFAD)*⁹⁶ wird der Einsatz von antimikrobieller Kleidung (einschließlich Seide) für sicher bewertet und empfohlen, die Verwendung qualitativ hochwertiger Silberkleidung für Personen mit AD und starker Kolonisation oder Infektion mit *S. aureus* zu erwägen (Wollenberg et al., 2020). In der aktuellsten Fassung der *Europäischen Leitlinie zum atopischen Ekzem (EuroGuiDerm, Teil II)* wird aufgrund mangelnder Evidenz keine explizite Empfehlung für ein Material – einschließlich der Verwendung antimikrobiell ausgestatteter Kleidung – ausgesprochen, sondern auf eine Textilauswahl gemäß der individuellen Präferenzen hingewiesen (Wollenberg et al., 2022).

Bei der Untersuchung der Zusammenhänge zw. Textilien, Hautkrankheiten, Körpergerüchen und dem Mikrobiom der Haut handelt es sich um ein aufstrebendes (Broadhead et al., 2021), sich schnell entwickelndes, interdisziplinäres Forschungsfeld (Atanasova et al., 2021; Massella et al., 2019). Ursächlich hierfür sind Veränderungen im Gesundheitsbewusstsein der Gesellschaft, das zunehmende Bedürfnis nach Komfort, Hygiene, Geruchskontrolle und Wohlbefinden, auch im textilen Bereich (Gao & Cranston, 2008; Loy, 2006; Morais et al., 2016; Schulte Strathaus, 2003). Experten gehen davon aus, dass Kleidung mit verschiedenen Zusatzfunktionen⁹⁷ bis zum Jahr 2035 zur Selbstverständlichkeit und die Entwicklung hautverträglicher(er) Fasern bzw. entsprechender Ausrüstungen in den kommenden Jahrzehnten weiter voranschreiten und sich „bis zum Jahr 2030 ein kleinerer Nischenmarkt für derartige Produkte [Kleidung ohne Allergiepotezial]“ (FKT, 2020, S. 81) entwickelt. Im medizinischen Sektor entsteht hingegen ein wachsender Bedarf aus der Notwendigkeit der Infektionsprophylaxe und -kontrolle (z. B. Zunahme resistenter Keime und Pandemien) (FKT, 2020); ‚keimfreie/-keimtötende‘ Textilien könnten sich zu einem Massenmarkt entwickeln (FKT, 2020; MarketsandMarkets Research Private Ltd., 2021). Von verschiedenen Seiten werden antimikrobiell ausgerüstete Textilien (Gerhardts, Ebinger & Höfer, 2016) bzw. antiviral ausgestattete PSA (Raza, Taqi & Tariq, 2022) als hygienische Zusatzmaßnahme zur Durchbrechung von Infektionsketten eingeschätzt. In die, derzeit noch nicht

⁹⁵ Die Leitlinie befindet sich derzeit in Überarbeitung, die Gültigkeit lief am 30.03.2020 ab.

⁹⁶ Arbeitsgruppe der European Academy of Dermatology and Venereology (EADV).

⁹⁷ Bsp.: Textilien mit hautreinigender Funktion, inkl. Entfernung unangenehmer Körpergerüche; Textilien mit katalytischer Selbstreinigungswirkung; Textilien mit Anzeigefunktion für Kontaminationen durch bspw. Krankheitserreger, Gefahrstoffe, radioaktive und krebserregende Stoffe.

vollumfänglich gegebene, Nutzenbewertung für die klinische Praxis müssen jedoch Aspekte wie das Anwendungsgebiet des Textils, die Priorität des Erregers und Waschbarkeit der Ausrüstung bzw. Funktionserhalt einfließen (Gerhardts et al., 2016).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Textilien mit antimikrobieller Ausrüstung, wenn ggf. auch nur zeitlich befristet (Fritsch & Schwarz, 2018d), hilfreich sein können (Fenton & Al-Salama, 2021; Galli et al., 2022; Jaros et al., 2020; Klimek et al., 2019a; Kroth, Wollenberg & Ruzicka, 2010; Mobolaji-Lawal & Nedorost, 2015; Wollenberg et al., 2020) und vereinzelt mitunter als vielversprechendste Zusatztherapie bei der AD eingeschätzt werden (G. Ricci, Patrizi, Bellini & Medri, 2006; Srouf et al., 2019). Der Markt wächst exponentiell und viele neue(re) Substanzen mit antimikrobiellem Wirkstoffprofil und Verfahren (z. B. Plasmatechnologie) zeigen erfolgsversprechende Eigenschaften, bedürfen jedoch hinsichtlich ihres Sicherheitsprofils weiterführender Langzeituntersuchungen für Tier, Mensch und Ökologie (Atanasova et al., 2021; P. I. Dolez & Izquierdo, 2018; P. I. Dolez & Benaddi, 2018; Goddard & Lio, 2015; Gutarowska & Michalski, 2012; Jaros et al., 2020; Karim et al., 2020; KEMI, 2012; MarketsandMarkets Research Private Ltd., 2021; Massella et al., 2019; Morais et al., 2016; Saha et al., 2022; Windler et al., 2013). Dies schließt auch die Frage der Eignung für die AD ein (Elsner & Piehler, 2020; Fenton & Al-Salama, 2021). Unterschiedliche Prüfmethode und Standards erschweren die Reproduzierbarkeit, Vergleichbarkeit und Übertragbarkeit vorliegender Studienergebnisse aus (zumeist) In-vivo-Untersuchungen (P. I. Dolez & Izquierdo, 2018; P. I. Dolez & Benaddi, 2018; Elsner & Piehler, 2020; Hilgenberg & Vossebein, 2018; Shahidi & Wiener, 2012) und führen zu einer möglichen „Fehleinschätzung antibakterieller Textilien (...), woraus wiederum Hygienedefizite für den Anwender sowie wirtschaftlicher Schaden für den Hersteller resultieren können“ (Hilgenberg & Vossebein, 2018, S. 398). So wurde u. a. auch von verschiedenen Seiten die Befürchtung geäußert, dass die Verwendung antimikrobiell ausgestatteter Textilien mit einem erhöhten trügerischen Sicherheitsgefühl und einer Vernachlässigung der regelmäßigen Wäschepflege einhergehen könnte (H. Fischer et al., 2006; Jahn, Schwarz-Schulz, Nöh & Smolka, 2017). Für die AD werden, abseits der Frage der Effektivität (z. B. Carrié, 1970), die (Anschaffungs-)Kosten für Funktionstextilien (s. hierzu auch: Kap. II.6.1, Abs.: Produkteinordnung/Klassifizierung) als limitierender Faktor für die breite Anwendung genannt (AWMF, 2015; Goddard & Lio, 2015; Kroth et al., 2010; PrescQIPP C.I.C., 2017; K. Thomas, Charman, Nankervis, Ravenscroft & Williams, 2014; K. S. Thomas et al., 2017; Werfel et al., 2016).⁹⁸ Demgegenüber sind jedoch auch die für eine Therapie kumulativ entstehenden Kosten zu berücksichtigen (Kramer et al., 2006). Ein gegeneinander Abwägen des (langfristigen) Nutzen und der potentiellen Risiken der

⁹⁸ Seitens der Unternehmen, die Kleidung für von Neurodermitis betroffene Personen herstellen, wird empfohlen, die GUV oder den UVT, ggf. nach vorheriger Rücksprache mit dem/der betreuenden Mediziner/Medizinerin, zu kontaktieren und Möglichkeiten der Kostenübernahme persönlich zu besprechen (Einzelgenehmigungsverfahren).

Aktuelle Untersuchungen weisen darauf hin, dass die sozioökonomischen Aufwendungen für Personen mit AD nicht unerheblich sind und zu einer enormen (finanziellen) Belastung des alltäglichen Lebens führen können. Bei der GKV i. d. R. nicht erstattungsfähige Zusatzausgaben schließen bswp. auch Spezialkleidung ein, für welche sich ein finanzieller Mehraufwand mit zunehmender Erkrankungsschwere verzeichnen lässt (Augustin et al., 2022; Launois et al., 2019). Die steigenden Selbstkosten lassen sich u. a. auf die erforderliche Qualität der Kleidung und erhöhte Wechselfrequenz, aufgrund der Interaktion mit topischen (Externa-)Produkten, zurückführen (Launois et al., 2019). Ein entsprechender Mehraufwand konnte auch für den Erwerb bzw. die Nutzung von Handschuhen (ohne nähere Differenzierung) aufgezeigt werden (Zink et al., 2019).

Verwendung von antimikrobiell ausgestatteten Textilien wird empfohlen (Karim et al., 2020; Morais et al., 2016; Nicolai, Pirow & Luch, 2020; PrescQIPP C.I.C., 2017).

II.4.5 TEXTILUNVERTRÄGLICHKEITEN

„Clothing and textile products can have both a positive and negative influence on human health and well-being. They can protect against adverse external factors but also contribute to the development of various diseases or create a risk of injuries, burns or other harmful effects.“ (Salerno-Kochan & Kowalski, 2020, S. 12)

Durch Textilien selbst sowie die in der Kultivierung und die im Herstellungsprozess eingesetzten Substanzen bzw. deren möglicherweise Residuen kann es zu Gesundheitsrisiken kommen (BfR, 2019b; Kankande, 2015; Knieli, 2010; Licina et al., 2019; Maity et al., 2021; Manickam & Vijay, 2021; Pleschka, 2022; Rovira & Domingo, 2019; Salerno-Kochan & Kowalski, 2020; Schmitz-Spanke, 2017; Stamm et al., 2019; van der Putte et al., 2023; Veien, 2021; G. Wagner, 2017).⁹⁹ Summiert unter dem Begriff *Textilunverträglichkeiten* (veraltet: Bekleidungs-/Textilekzem) sind hierbei allem voran die irritative und allergische Textildermitis zu nennen¹⁰⁰, welche im Folgenden nach einer Einführung in die zugrunde liegenden gesetzlichen Regularien näher betrachtet werden sollen.

II.4.5.1 GESETZLICHE REGULARIEN

In Dtl. unterliegen Bekleidungstextilien dem *Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futtermittelgesetzbuch* (LFGB) (Nicolai et al., 2020). Nach der europäischen *Textilkennzeichnungsverordnung* (Verordnung (EU) Nr. 1007/2011) und dem deutsche *Textilkennzeichnungsgesetz* (TextilKennzG) müssen alle für den Endverbrauchenden bestimmten Textilerzeugnisse mit einer Angabe über die Faserart und den Gewichtsanteil des verwendeten textilen Rohstoffes (Rohstoffgehaltsangabe) versehen werden. Gemäß Anhang V der Verordnung sind Textilerzeugnisse für den Schutz und die Sicherheit (z. B. Schutzanzüge) von der Kennzeichnungs- bzw. Etikettierungspflicht ausgenommen (EU-Verordnung Nr. 1007/2011, Kap. 1 Art. 17 Abs. 2 / Pkt. 38). Die *BGR 189: Einsatz von Schutzkleidung*, welche die rechtlichen Grundlagen üblicherweise berücksichtigt aber selbst keine Rechtsverbindlichkeit besitzt, schreibt die Textilkennzeichnungspflicht von Schutzkleidung vor. Entsprechend der *Technical guidelines for EU textile laboratories* gehören Handschuhe, als Bestandteil der Gruppe der Multifaser-Textilerzeugnisse, zu jenen Produktgruppen, in denen sich verstärkt Differenzen in der Analyse gemäß der Verordnung Nr. 1007/2011 durch verschiedene Laboratorien zeigen (Torres & Pascual, 2023a).¹⁰¹

⁹⁹ *Weiterführende Literatur*: Detaillierte Informationen zur Wirkung von Chemikalien im Gesamtprozess bzw. auf den menschlichen Körper finden sich bspw. bei Licina, Morrison, Bekö, Weschler und Nazarovoff (2019) oder Manickam und Vijay (2021). Informationen zu den entsprechenden Testmöglichkeiten finden sich u. a. bei P. I. Dolez und Benaddi (2018).

¹⁰⁰ Am Rande sei auf die sog. *Multiple Chemikalien-Sensitivität* (MCS), ein Krankheitsbild aus dem Formenkreis der chronischen Multisystemerkrankungen (CMI), das sich auch in der Symptomatik der Textilunverträglichkeit äußern kann, verwiesen.

¹⁰¹ Als problematisch erwiesen sich v. a. die verschiedenen zu testenden Handschuhbestandteile/-materialien (z. B. Beschichtungen), woraus hohe Standardabweichungen und eine entsprechend geringe Reproduzierbarkeit resultierte (Torres & Pascual, 2023a, 2023b).

Für die im textilen Herstellungsprozess verwendeten oder im Endprodukt enthaltenen Stoffe bzw. Gemische (z. B. Azofarbstoffe) gilt keine Kennzeichnungspflicht im o. g. Sinne (Baum, Breuer, Eitner & Tappe, 2016; BfR, 2019b; Magiera, 2017; Nicolai et al., 2020; Pleschka, 2022; Ramos Pinheiro, Borges & Brasileiro, 2018; KEMI, 2016). Die Herstell- und Verwendungsbeschränkungen sowie Einsatzverbote bestimmter Substanzen, Gemische und Erzeugnisse (seit 2018 einschließlich CMR-Stoffe) sind in der *Europäischen Chemikalienverordnung zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe* (Verordnung (EG) Nr. 1907/2006, REACH-Verordnung¹⁰²) geregelt. Diese reguliert auch eine Auskunftspflicht der herstellenden Unternehmen zu dem Einsatz und Gehalt gefährdender Chemikalien (Pleschka, 2022). Darüber hinaus kommen u. a. die *GefStoffV* und *CLP-Verordnung*¹⁰³ zum Tragen. Initiativen wie bspw. das *Bündnis für nachhaltige Textilien* (Textilbündnis) verpflichten sich im Rahmen der Umsetzung eines verantwortungsvollen Chemikalienmanagements weiterhin zur Umsetzung der Regelungen der *Initiative zur Eliminierung gefährlicher Chemikalien* (Zero Discharge of Hazardous Chemicals, ZDHC).

Stoffe oder Gemische, die für Wasch- und Reinigungsprozesse bestimmt sind, unterstehen dem *Wasch- und Reinigungsmittelgesetz* (WRMG) sowie u. a. der *Europäischen Detergenzienverordnung* (Verordnung (EG) Nr. 648/2004), welche zahlreiche Regelungen für das Inverkehrbringen von Detergenzien (z. B. hinsichtlich der Kennzeichnung, Höchstmengen an bestimmten Verbindungen und biologischen Abbaubarkeit) bereithalten.

II.4.5.2 IRRITATIVE TEXTILDERMATITIS

Irritative Unverträglichkeitsreaktionen treten sehr häufig, echte allergische Reaktionen dagegen vergleichsweise selten auf (Bauer, Geier, Lessmann & Elsner, 2004; Bircher, 2003; G. Coman, Blattner, Blickenstaff, Andersen & Maibach, 2014; S. Fischer et al., 2003; Hatch & Maibach, 1985b; Heratizadeh, Geier, Molin & Werfel, 2017; Hornstein, 1989; Le Coz, 2006; Nedorost, 2023; Platzek et al., 2001; Sanchez Armengol, Blanka Kerezsi & Laffleur, 2022; R. Schmitz, 1956).

„From our observations, many consumers blame a skin problem on the fiber content of the garments they wear; (...). They say they are "allergic to" which may be their way of expressing an irritant condition.“ (Hatch & Maibach, 1985b, S. 8)

Da die primäre Wechselwirkung zw. Kleidung und Haut mechanischer Natur ist (Sanders et al., 2021), werden irritative Reaktionen i. d. R. auf Textilfasern zurückgeführt (Isaksson & Malinauskiene, 2020; R. Schmitz, 1956; Uter, Bauer, Geier, Lessmann & Schnuch, 2008). Jedoch können auch eine nicht den physiologischen Erfordernissen angepasste Klimatisierung (Bergen, 2000; Hornstein, 1989; van der Putte et al., 2023), Nähte (Bircher, 2003; Homey et al., 2018) sowie Etiketten/Label im Textil u. ä. (Bircher, 2003; S. Fischer et al., 2003; C. Foti, Bonamonte, Ambrogio & Angelini, 2021; Hatch &

¹⁰² Registration, evaluation, authorisation and restriction of chemicals (REACH). Als zuständige Behörde fungiert die *Europäische Chemikalienagentur* (European Chemical Agency, ECHA). Die aktuelle Verordnung ist abrufbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2006/1907/oj/deu> (Stand: 04.05.2022).

¹⁰³ VERORDNUNG (EG) Nr. 1272/2008 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006.

Maibach, 1985b; Homey et al., 2018; Veien, 2021; Voß, 1996) eine Rolle spielen. Von sog. ‚Etiketten-dermatosen‘ wurde berichtet (Veien, Hattel & Laurberg, 1992). Die, häufig als „Ausdruck einer erhöhten kumulativen Irritabilität der Epidermis bzw. deren aufgerauhter Hornschicht in Verbindung mit der neurovegetativen Labilität, auch der tieferen Haut“ (Hornstein, 1989, S. 70) auftretende Hautreaktionen (z. B. Erythem, Rötung, Pruritus) gleichen dem des endogenen Ekzems (Isaksson & Malinauskiene, 2020).

SENSIBLE HAUT: BEKLEIDUNG ALS PROVOKATIONSFAKTOR

Hauterkrankungen beruflicher (z. B. irritatives Kontaktekzem) oder immunologischer (z. B. AD) Natur können mit dem Auftreten einer sensiblen bzw. empfindlichen Haut assoziiert sein (Misery et al., 2020). Die nach Eigenanamnese sog. *sensible Haut* (auch: hyper-/sensitiv bzw. hyper-/reaktiv) wird als unabhängiges Syndrom eingeordnet und ist in der Gesamtbevölkerung weit verbreitet (Misery et al., 2020). Die sensible Haut ist durch das Auftreten unangenehmer Reaktionen auf Reize, die als gut verträglich gelten bzw. normalerweise keine solchen Empfindungen auslösen sollten und nicht auf Läsionen anderer Erkrankungen zurückzuführen sind, gekennzeichnet (Misery et al., 2020). Neben Schmerzen können Reaktionen wie Pruritus oder Kribbeln auftreten, wobei letztere in enger Verbindung stehen (s. Abbildung 17) (Choudhury, 2017).

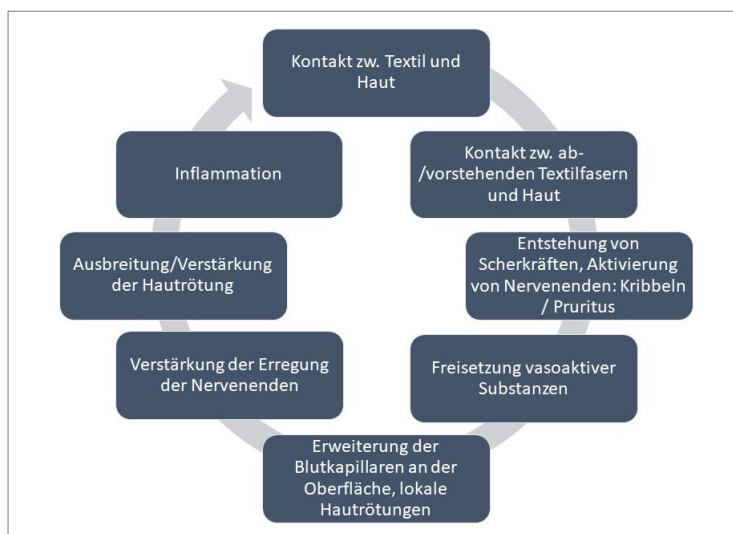


Abbildung 17: Mechanismus der Entstehung von Kribbeln und Pruritus in Folge von Textilkontakt [Eigene Darstellung, Modifikation nach Zhong, 2013, S. 82]

Als Ursache des Syndroms werden neurosensorische Dysfunktionen angenommen (Misery et al., 2020). Die häufigsten unerwünschten Reaktionen zeigen sich im Bereich des Gesichts, wobei jedoch auch die Hände zu den als besonders sensibel eingeschätzten anatomischen Körperregionen gehören (Farage, 2019; Richters et al., 2017; Saint-Martory et al., 2008). In epidemiologischen Untersuchungen erwies sich (Friktion durch) Kleidung als einer der physikalischen Provokationsfaktoren, der mutmaßlich zur Ausbildung un-/spezifischer Hautreaktionen beiträgt (Farage, 2008, 2010; Richters et al., 2017;

Saint-Martory et al., 2008).¹⁰⁴ In einer kürzlich erschienen Metaanalyse, in der die relevanten Triggerfaktoren der sensiblen Haut evaluiert wurden, wurde die Rolle von Kleidung auf Basis der aktuellen Datenlage als vergleichsweise weniger wichtiger Faktor eingestuft (Brenaut et al., 2020). Zu der Relevanz von Friktion durch Schutzhandschuhe, als mögliche (mit-)auslösende Komponente von Kontaktdermatosen, liegen keine detaillierten Angaben vor.¹⁰⁵

TEXTILE FRIKTION: HAUTREAKTIONEN DURCH PHYSISCHEN KONTAKT

Friktion bzw. Reibung ist das Ergebnis von Scherkräften, die horizontal auf die Hautoberfläche (ein)wirken (Baby et al., 2021; D'Souza et al., 2022) und u. a. zu einer Beeinflussung der Hautoberflächenstruktur des SC in Form von Deformation und/oder Ablösung von Korneozyten führen (Jung et al., 2019).

„Interaction of clothing with the skin surface is first a mechanical one with the skin surface structure. Friction and pressure are the major forces. Surface quality of textiles may directly interfere with skin integrity.“ (Wollina et al., 2006, S. 3)

Textile Friktion wird als komplexes mechanisches Traumatoma eingestuft (Menné, Johansen, Sommerlund & Veien, 2011), welches in Abhängigkeit von der Textilart und Textilstruktur bzw. -beschaffenheit Variationen zeigt (Baby et al., 2021; D'Souza et al., 2022; Gerhardt, Strässle, Lenz, Spencer & Derler, 2008; Man & Man, 2017). Im Vergleich verschiedener Fasern zeigte Wolle das stärkste friktive Verhalten, gefolgt von Polyester und Seide; Baumwolle und Polyamid wiesen aufgrund der größeren hydrophilen Tendenzen die geringsten Friktionswerte auf (Ramalho, Szekeres & Fernandes, 2013). Ähnliche Ergebnisse konnten in einer anderen Untersuchung ermittelt werden, in der von Baumwolle im Vergleich mit Polyester, Chloropren und Silikon der geringste Einfluss auf die Hautoberflächenstruktur ausging (Jung et al., 2019). Seide wiederum zeigte unter trocknen und feuchten Umgebungsbedingungen im Vergleich zu Baumwolle, Wolle und Leinen etc. den niedrigsten Reibungskoeffizienten (Gwosdow et al., 1986).

Neben der Textilbeschaffenheit spielen die Größe der Kontaktfläche (Suganuma, Itagaki, Kawada, Sasaki & Takemoto, 2020), Körperregion (Vilhena & Ramalho, 2016), die Umgebungsfeuchtigkeit und der Feuchtigkeitsgehalt der Haut (Baby et al., 2021; Bergen, 2000; van der Putte et al., 2023; Vilhena & Ramalho, 2016; Voß, 1996) bzw. die (besonders exzessive) Perspiration (Bergen, 2000; Hornstein, 1989) eine entscheidende Rolle. Mit zunehmender Hautfeuchtigkeit steigt der Reibungskoeffizient an (C. Goh & Kok, 2021; Leong et al., 2017; Voß, 1996), wobei Frauen eine stärkere Empfindlichkeit als Männer zeigen (Gerhardt et al., 2008; Ramalho et al., 2013). Im Bereich der Hände bzw. Arme wird die Friktion an den Fingerkuppen und Handinnenflächen stärker als an den Unterarmen und am Ellenbogen wahrgenommen (Vilhena & Ramalho, 2016). Nasse Textilien zeigen ggü. trockenen Textilien eine doppelt so hohe Reibung (Gerhardt et al., 2008), womit den mikroklimatischen Bedingungen auf und

¹⁰⁴ Ausschließlich Farage (2008) ermittelte die Zusammenhänge zw. den einzelnen Körperregionen und Provokationsfaktoren. Für den Genitalbereich zeigte sich die stärkste Assoziation ggü. dem Faktor (raue) Kleidung.

¹⁰⁵ Abzugrenzen hiervon ist hier die sog. *Friktionale hyperkeratotische Handdermatose* (frictional hyperkeratotic hand dermatitis, FHHD), welche primär auf wiederholte mechanische Traumen zurückgeführt wird (z. B. Walling et al. 2009, doi: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1600-0536.2007.01152.x>; Kwok et al. 2009, doi: <https://doi.org/10.2310/6620.2009.09030>).

unmittelbar um die Haut eine hohe Relevanz zukommt (s. Kap. II.4.3.2) (Baby et al., 2021; Hornstein, 1989; Zhong, Xing, Pan & Maibach, 2006). Durch physikalischen Kontakt bzw. entsprechende Wechselwirkungen bedingte Hautreaktionen halten i. d. R. nur über die Dauer des Kontaktes ggü. dem Textil an (Zhong, 2013). Verstärkte bzw. anhaltende Friktion in Kombination mit Druck/Belastung können weiterführend zur Blasenbildung, Ulzerationen o. ä. auf der Haut führen (D'Souza et al., 2022; Zhong, 2013).

Neben der eher mechanischen Belastung durch Friktion können mögliche anhaftende Fremdfasern (Veien, 2021), Verschmutzungen oder Kontaminationen (z. B. Rückstände flüssiger oder fester Berufsstoffe) (Bergen, 2000; Hornstein, 1989; Le Coz, 2006; Matthies, 2003) sowie die beim Herstellung- und Wiederaufbereitungsprozess eingesetzten Substanzen (z. B. Waschmittel) (Bai, Tam & Yu, 2020; Bergen, 2000; BfR, 2012; FORUM WASCHEN, 2017; Gauger et al., 2002; Hornstein, 1989; Jaros et al., 2020; Veien, 2021) bei der Auslösung einer irritativen Textildermatitis eine Rolle spielen.

WASCHMITTELRÜCKSTÄNDE UND -ADDITIVE

Waschmittel setzen sich aus einer Reihe verschiedener chemischer und funktionaler Substanzen zusammen. Zu diesen gehören u. a. Tenside, Wasserenthärter, Waschkalkalien, Biozide, Duftstoffe/Parfümöle, Bleichmittel, Enzyme und Korrosionsinhibitoren (Landeck, Baden & John, 2020; Lauth & Kowalczyk, 2016). Je nach Waschmittelgruppe bzw. vorgesehenem Einsatzgebiet (z. B. Voll-, Farb- oder Feinwaschmittel) variieren Vorkommen und Menge der enthaltenen Substanzen (ALLERGIE konkret, 2021; Landeck et al., 2020; Lauth & Kowalczyk, 2016). Im Kontext der möglichen Entstehung bzw. Beförderung irritativer und allergischer Reaktionen werden Konservierungsstoffe (z. B. MCI/MI, BIT) und Duftstoffe (z. B. Limonen, Linalool, Hexyl cinnamal) als relevant hervorgehoben (Aerts, Goossens, Lambert & Lepoittevin, 2017; Bai et al., 2020; Geier, 2020; Magnano, Silvani, Vincenzi, Nino & Tosti, 2009; G. Wagner, 2017).

Die Menge bzw. der Restgehalt an an-/organischen Waschmittelrückständen hängt von der jeweiligen Textilart, der Zusammensetzung des Waschmittels und dem Waschvorgang ab (Bai et al., 2020; BfR, 2012; Matthies, 2003). Faktoren wie überschrittene Dosierempfehlungen, unzureichende Spülmengen und -temperaturen können das Verbleiben von Rückständen befördern (Aerts et al., 2017; Bircher, 2003; FORUM WASCHEN, 2017; Le Coz, 2006; G. Wagner, 2017). Baumwolle zeigte ggü. synthetischen Fasern (z. B. Polyester) aufgrund der Faserstruktur eine höhere Adsorptionsfähigkeit (Kurz, 2003; Matthies, 2003). Im Vergleich von Haushaltswaschmaschinen und Handwäsche führte letztere zu nachweisbaren Rückständen (z. B. Marrero-Alemán, Borrego, González Antuña, Macías Montes & Pérez Luzardo, 2020, hier MI/MCI in Baumwolle/Polyester/Leinen/Wolle). Die Wiederaufbereitung durch professionelle Wäschereien geht i. d. R. mit einer besseren Waschqualität einher (Matthies, 2003). In einer Studie erwiesen sich Haushaltsprodukte wie Waschmittel als Provokationsfaktoren der sensiblen Haut und wurden von Personen männlichen Geschlechts im Vergleich zu anderen Produkten der Körper- und Haushaltspflege am stärksten mit Hautreizungen assoziiert (Farage, 2010). Vergleichbare Ergebnisse zeigten sich in einer internationalen Untersuchung, in der eine OR von 1.38 (95 % CI, 1.12-

1.71) zw. den Faktoren *trockene Haut* und *Waschmittel- bzw. Weichspülerkontakt* ermittelt wurde (n=3.119), wobei sich zw. der Exposition ggü. Haushaltsprodukten (als Übergruppe) und dem Auftreten einer Duftstoff-Sensibilisierung keine signifikanten Zusammenhänge zeigten (van Amerongen et al., 2021). Die Analysen des IVDK zeigen auf, dass es sich bei der Gruppe der Putz-, Reinigungs- und Waschmittel bei Patienten und Patientinnen mit (n=1.013; 7.1 %) und ohne (n=503; 1.6 %) Berufsekzem um eine eher untergeordnete ‚vermutete Allergenquelle‘ handelt (Daten: 2003-2013; n=14.234) (Bauer et al., 2015). Zuletzt wurden Reinigungs- und Waschmittel bei 2.6 % der Betroffenen als Ekzemauslöser vermutet (Geier, 2020). In den Jahren 2017-2019 lag der Verdacht auf eine Allergie ggü. Duftstoffen bei 135 Patienten und Patientinnen (N=3.000) und ggü. Konservierungsmitteln bei 750 Personen (N=16.500) (Geier, 2020). Aus den dem *Industrieverband Körperpflege- und Waschmittel e. V. (IKW)* übermittelten Daten geht hervor, dass in den Jahren 2006-2019 von Privatverbrauchenden etwa 6.132 Fälle von Haut- und Schleimhautreizungen im Kontakt ggü. Wasch-, Pflege- und Reinigungsmittel gemeldet wurden (Industrieverband Körperpflege- und Waschmittel e. V. [IKW], 2021), wobei in 41 Fällen Reizungen und 10 Fällen allergische Reaktionen ärztlich bestätigt bzw. dokumentiert wurden (Herbrich, 2020; IKW, 2021).¹⁰⁶ Insgesamt wird der Kontakt ggü. Waschmittelrückständen für die Auslösung irritativer und allergischer Reaktionen ggü. bspw. Duftstoffen und Konservierungsmitteln (Aerts et al., 2017; Basketter et al., 2010; Basketter, Lemoine & McFadden, 2015; Belsito et al., 2002; BfR, 2012; Corea et al., 2006; FORUM WASCHEN, 2017; Geier, 2020; Kurz, 2003; Landeck et al., 2020; Matthies, 2003; Smolle & Mader, 2001) bei ordnungsgemäßer Aufbereitung (Einsatz Waschmittel und Waschmaschine) (Hofmann, Giménez-Arnau, Aberer, Bindslev-Jensen & Zuberbier, 2018; Marrero-Alemán et al., 2020) für eher wenig relevant eingeschätzt. Dies schließt auch die vorgeschädigte Haut von Personen mit AD ein (Bochmann, 2013). Der Einsatz von Enzymen (Amylasen, Proteasen, Cellulasen) scheint ebenfalls eine eher irrelevante Rolle für die Entstehung irritativer oder allergischer Reaktionen zu spielen (Basketter, English, Wakelin & White, 2008; Geier, 2020; Le Coz, 2006; G. Wagner, 2017).

WEICHSPÜLER(RÜCKSTÄNDE) UND -ADDITIVE

Weichspüler zählen zu den Waschlhilfe- bzw. Nachbehandlungsmitteln (BfR, 2012; M. Möller & Popescu, 2009), deren Wirksubstanzen i. d. R. kationische Tenside darstellen (UBA, 2015). Die Wirkung vollzieht sich über eine Ummantelung/Beschichtung der Fasern mit Lipiden mit nachfolgender Verringerung der mechanischen Faseraufrauung, des Reibungskoeffizienten und der elektrostatischen Aufladung (Isoda et al., 2011; Le Coz, 2006; UBA, 2015). Die Verwendung von Waschmitteln mit höherem/alkalischen pH-Wert führt wahrscheinlich zu einer höheren Konzentration von Weichspülern; wiederholte Behandlungszyklen mit Weichspülern haben wiederum eine Erhöhung der im Textil verbleibenden Rückstände und damit Beständigkeit der angestrebten Effekte zur Folge (Obendorf, Dixit & Woo, 2009). Als allergologisch relevante Inhaltsstoffe werden Konservierungsmittel (z. B. MCI/MI, BIT),

¹⁰⁶ Nach Angaben des IKW handelt es sich bei der Produktklasse der Waschmittel im Durchschnitt um einen Fall pro 1.5 Millionen pro verkaufter Verpackung (Daten: 2006-2018).

Duftstoffe (z. B. Limonen, Linalool) (hier auch: Trocknertücher) sowie Emulgatoren bzw. Emollienzien (Lipide / Öle, z. B. Propylenglykol) beschrieben (Bai et al., 2020).

In einer Untersuchung erwiesen sich Weichspüler (Flüssigprodukte und Tücher) als Provokationsfaktoren der sensiblen Haut und wurden von Personen männlichen Geschlechts im Vergleich zu anderen Körper- und Haushaltsprodukten am stärksten mit Hautreizungen assoziiert (Farage, 2010). In den Jahren 2016 bis 2019 wurden dem IKW jährlich durchschnittlich 2016 Fälle bestehender Haut- und Schleimhautreizungen im Kontakt ggü. Weichspülern gemeldet, 12 dieser Meldungen wurden im Jahr 2017 ärztlich dokumentiert bzw. bestätigt (Morris, 2021). Im gleichen Zeitraum wurden vier Fälle fachärztlicher Meldungen über Allergien registriert, wovon keine bestätigt werden konnte (Morris, 2021). Seitens des IVDK wurden Weichspüler zuletzt bei 0.2 % der Patienten und Patientinnen als Ekzemauslöser vermutet (Geier, 2020). Aufgrund des eher indirekten Hautkontakt wird Weichspülern insgesamt eine eher untergeordnete Rolle zugeschrieben (Magnano et al., 2009; Smolle & Mader, 2001; G. Wagner, 2017).

II.4.5.3 ALLERGISCHE TEXTILDERMATITIS

Allergische Kontaktdermatosen (s. Kap. II.1.3) ggü. Textilien (*textile contact dermatitis*, TCD) stellen kein ungewöhnliches Problem dar, wenngleich nur ungenaue Aussagen zu deren Prävalenz getroffen werden können (Isaksson & Malinauskiene, 2020; van der Putte et al., 2023). Etwa 1 % der Kontaktallergien werden auf das Tragen von Textilien zurückgeführt (BfR, 2019b). Da das textile Kontaktekzem bei der Diagnose der generalisierten Dermatitis häufig vernachlässigt wird und Allergietestungen durch einen Mangel in der Deklaration der in Textilien enthaltenen bzw. für die Herstellung dieser verwendeten Komponenten (z. B. Ausrüstung) erschwert werden, ist eine höhere Anzahl betroffener Personen wahrscheinlich (Nedorost, 2023).

„Clothing that binds tightly to these areas may be a cause of allergic contact dermatitis when the exposure is associated with perspiration, but may be tolerated without dermatitis on occasions where the exposure is not associated with perspiration. This makes it difficult to diagnose textile allergic contact dermatitis by ‘trial and error’.” (Nedorost, 2023, S. 1)

Typische Dispositionsstellen finden sich an Hautbereichen, an denen Kleidung enger anliegt (G. Coman et al., 2014; Fowler, 2003; Lisi et al., 2014). Eine verstärkte Schweißbildung und Friktion (auch aufgrund von bspw. Adipositas) stellen entscheidende Provokationsfaktoren dar (Bircher, 2003; Fowler, 2003; Hornstein, 1989; Le Coz, 2006; Magiera, 2017; Maity et al., 2021; Mobolaji-Lawal & Nedorost, 2015; Nedorost, 2023; Smolle & Mader, 2001; van der Putte et al., 2023; Veien, 2021; Wollina et al., 2006).

Weiterhin spielen auch die Tragedauer und -frequenz sowie das Ausmaß der Kontaktfläche eine Rolle (Nicolai et al., 2020). Bei der Mehrzahl der Betroffenen äußert sich die Textildermatitis als typische juckende, ekzematöse Dermatitis und in etwa 20 % der Fälle mit eher atypischem Erscheinungsbild (z. B. dyshidrotisch, Psoriasis ähnlich, seborrhoisch, pustulös) (Isaksson & Malinauskiene, 2020). Häufig betroffen sind dabei die (oberen) Extremitäten, insbes. die Hände, gefolgt von dem Rumpf und dem Gesicht (Isaksson & Malinauskiene, 2020; Nedorost, 2023).

Diversen Chemikalien wird ein potenzielles kontaktallergisches Potenzial zugeschrieben, „jedoch fehlt für die meisten der Nachweis direkter gesundheitlicher Auswirkungen bei kleidungsbedingter Exposition“ (Mahler, 2021, S. 479). Grundsätzlich werden, mit Ausnahme von Kontaktallergien, beim Tragen von Bekleidungstextilien keine systemisch-toxischen Wirkungen durch chemische Substanzen erwartet (BfR, 2012). Als Auslöser der Sensibilisierung kommen v. a. folgende Stoffgruppen in Betracht: Textilfarbstoffe (Hornstein, 1989; Magiera, 2017; Nedorost, 2023; Rovira & Domingo, 2019; Sanchez Armengol et al., 2022; Uter et al., 2008; van der Putte et al., 2023; Zhong, 2013), Textilharze und -ausrüstungen (z. B. Triclosan, MI/CMI, Sulfite, Formaldehyd/-derivate) (Hornstein, 1989; Kakande, 2015; Magiera, 2017; Platzek et al., 2001; Svedman, Engfeldt & Malinauskiene, 2019; Uter et al., 2008; van der Putte et al., 2023; Zhong, 2013), Gummibestandteile (z. B. Elastan) (Bergen, 2000; Hornstein, 1989; Kakande, 2015) und Schwer-/Metalle (z. B. Kupfer) (Kakande, 2015; Rovira & Domingo, 2019; Salerno-Kochan & Kowalski, 2020). Weiterhin können, wie auch bei irritativen Textilunverträglichkeiten (s. Kap. II.4.5.2), beim Wiederaufbereitungsprozess eingesetzte Substanzen (z. B. Waschmittel- und Weichspülerrückstände) indirekt eine Rolle spielen (Bai et al., 2020; van der Putte et al., 2023). Das Ausmaß der dermalen Exposition variiert u. a. in Abhängigkeit von der Beschaffenheit des Textils (z. B. Flächengewicht), der Größe (BfR, 2012; Nicolai, Tralau, Luch & Pirow, 2021) und Beschaffenheit (z. B. pH-Wert, verstärkte Talksekretion, Hornstein, 1989) der betroffenen Hautfläche/n sowie der Konzentration und physiochemischen Struktur der auslösenden Noxe/n im Textil; die verletzte bzw. erkrankte Haut zeigt grds. eine größere Empfänglichkeit (BfR, 2012; Maity et al., 2021). Wenngleich vereinzelt Fallbeispiele vorliegen, in denen Textilfasern als Auslöser einer allergischen Reaktion vermutet wurden (z. B. Nylon, Tanaka, Kobayashi & Miyakawa, 1993), stellen Textilfasern selbst (mit Ausnahme von Gummi) i. d. R. nicht die Ursache allergischer Textildermatosen dar (Le Coz, 2006). Im Allgemeinen zeigen sich textile Unverträglichkeitsreaktionen irritativer und allergischer Natur häufig(er) bei Angestellten der Textilindustrie, deren Tätigkeiten sich durch einen (im Vergleich zu der Allgemeinbevölkerung) intensive(re)n Kontakt ggü. in der Produktion und Be-/Verarbeitung von Textilien eingesetzten (Roh-)Stoffen auszeichnen (Azenha, 2020; Y.-X. Chen, Gao, Cheng & Li, 2017; Nedorost, 2023).

„Patch testing for textile dermatitis is done using the European baseline series that includes a textile dye mixture, but also special textile series and an individual’s own material (‘as is’ and extracts made from it) should be used, if possible. Further chemical investigations of the textiles which are positive on patch testing can prove clinical relevance, and new emerging allergens may be detected.“ (Isaksson & Malinauskiene, 2020, S. 20–21)

In jedem Fall sollte bei Personen mit Verdacht auf das Vorliegen einer allergischen Reaktion eine gründliche Anamnese und klinische Untersuchung durchgeführt werden (Bircher, 2003).

TEXTILFARBSTOFFE

Bei Textilfarbstoffen handelt es sich um die am häufigsten in Textilien vorkommenden Chemikalien und hinsichtlich der Gesundheit am bedenklichsten zu bewertenden Risiken (BfR, 2012, 2019a; G. Coman et al., 2014; S. Fischer et al., 2003; Caterina Foti et al., 2020; Kakande, 2015; Magiera, 2017; Rovira & Domingo, 2019; Sanchez Armengol et al., 2022; Thierse & Luch, 2019). Unter den Farbstoffen wiederum ist die der Gruppe der Dispers- bzw. Dispersionsfarbstoffe, welche den Azofarbstoffe

angehören und zum Färben von synthetischen Textilien (z. B. Polyester, Nylon) eingesetzt werden, am relevantesten (Azenha, 2020; C. Foti, Bonamonte, Romita, Guarneri & Patruno, 2021; Isaksson & Malinauskiene, 2020; Ryberg et al., 2009; Uter et al., 2008). Gemäß den Ausführungen in der *REACH-Verordnung* dürfen Azofarbstoffe nicht zur Färbung von Textilien, einschließlich Schutzhandschuhen (DIN EN ISO 21420:2020-06, Kap. 4.2d), verwendet werden, wenn die reduktive Spaltung zur Entstehung bestimmter aromatische Amine in nachweisbaren Konzentrationen führt (REACH-Verordnung, 2006, Anh. XVII, Eintrag 43).

Das Sensibilisierungspotential lässt sich über die hohe Lipophilie, kleine Molekülgröße und fehlenden kovalenten Bindungen an die Textilfasern erklären, welche zu einer erleichterten Penetration der Farbmoleküle in die Hautoberfläche führen (BfR, 2012; Forschungsinstitut für Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung Institut der Ruhr-Universität Bochum [BFGA], 2009; Caterina Foti et al., 2020; Isaksson & Malinauskiene, 2020; Malinauskiene, Bruze, Ryberg, Zimerson & Isaksson, 2013; Platzek et al., 2001). Eine verminderte Textilqualität, Überfärbung, Abrieb, ein enges Anliegen bzw. Friktion und mangelnde Schweißechtheit können die Migration befördern (BFGA, 2009; BfR, 2012; C. Foti, Bonamonte, Romita et al., 2021; Hatch & Maibach, 1985a; Hornstein, 1989; Isaksson & Malinauskiene, 2020; Loy, 2006; Meinke et al., 2009; Nicolai et al., 2020; Raetsch, 2012).

„Ideally, the industry is trying to keep the respective release of dyestuffs as low as possible. Concomitantly, toxicological risk assessment has to evaluate whether the released amounts are safe based on the substance-inherent characteristics and expected levels of exposure. So far, assessments of the latter are mostly based on what little data is available.“ (Nicolai et al., 2021, S. 5)

Die verletzte (z. B. Friktion durch Kleidungsstücke) bzw. erkrankte Haut zeigt eine höhere Sensibilität ggü. externen Noxen (Schewe, Schewe, Rosenbach & Beining, 1997). Reaktionen auf Azofarbstoffe zeigen sich häufig in Dermatosen, welche durch purpurfarbenen Läsionen (*purpuric contact dermatitis*) gekennzeichnet sind (Bonamonte, Foti, Bosco & Angelini, 2021; C. Foti, Bonamonte, Ambrogio & Angelini, 2021).

In einer früheren Datenanalyse des IVDK lag bei 1.137 Patienten und Patientinnen (2.5 %) der Verdacht auf das Vorliegen einer Textilallergie vor (n/N=46.250; Daten: 1998-2002) (Bauer et al., 2004). Bei 696 dieser Personen wurden Epikutanestungen mit der DKG-Reihe *Textilfarbstoffe* durchgeführt, wobei sich ggü. p-Aminoazobenzol (PAAB) und Dispers Blau 106/124 die häufigsten Reaktionen zeigten (Bauer et al., 2004). In der Folgeuntersuchung mit der DKG-Reihe *Textil- und Lederfarben der Deutschen Kontaktallergie-Gruppe* (DKG) betrug der Anteil von Personen mit Verdacht auf eine Textilallergie 7.3 % (n=3.271) (n/N=37.892; Daten: 2003-2006) (Uter et al., 2008). Die ‚Allergen-Hitliste‘ setzte sich aus den Substanzen Naphthol AS, Dispers Gelb 9, Dispers Rot 11, Dispers Blau 3, Dispers Gelb 3, Dispers Rot 1, Acid Yellow 36, Bismarck Brown R, Dispers Rot 17, Dispers Blau 106/124, Dispers Orange 3, PAAB, p-Phenylendiamin (PPD) in absteigender Reihenfolge zusammen (Uter et al., 2008). In den Folgejahren betrug der Anteil an Patienten und Patientinnen, bei denen auf Basis der Anamnese ein Verdacht auf das Vorliegen einer Textilallergie geäußert wurde, 3.3 % (n=3.207) (n/N=98.417; Daten: 2007-2014) (Heratizadeh et al., 2017). Die o. g. Testreihe wurde an 51 % (n=1.628) dieser Personen eruiert, wobei sich die häufigsten positiven Reaktionen ggü. den Substanzen PAAB, PPD, Dispers

Orange 3, Dispers Blau 124 und Dispers Blau 106 (in absteigender Reihenfolge) zeigten (Heratizadeh et al., 2017). Bei der Testung eigener Materialien der Patienten und Patientinnen wurden die häufigsten Reaktionen ggü. Badebekleidung, Haushaltstextilien (z. B. Bettwäsche, Tischwäsche), Sportbekleidung und Unterwäsche beobachtet; in den 114 durchgeführten Patch-Tests mit textilen Handschuhen zeigten sich keine positiven Reaktionen (Heratizadeh et al., 2017). In einer Untersuchung von Dermatosen betroffenen Personen konnte ein signifikanter Zusammenhang zw. dem Vorliegen einer Kontaktallergie ggü. PPD (OR 2.1; 95 % CI 1.0-4.3] und, nach Eigenanamnese vorliegenden, textilbedingten Hautproblemen ermittelt werden (Schweden/Belgien, n=982) (Ryberg et al., 2009). In der mit den Epikutantestungen einhergehenden Befragung (n=858) zeigte sich, dass in 18 % der Fälle (23 % Frauen, 12 % Männer) Textilien¹⁰⁷ als mögliche Auslöser für die Hautprobleme vermutet wurden (Ryberg et al., 2009). Seitens der Autoren wurde zu bedenken gegeben, dass Unwissenheit über die eigentliche/n Textilzusammensetzung/en (häufig Materialmischungen aus Natur- und Synthefasern) zu weniger zuverlässigen Antworten geführt haben könnte (Ryberg et al., 2009).

Mit dem Auftreten von allergischen Textildermatosen wurden in der Vergangenheit am häufigsten Fasern aus Polyester (Einsatz für Materialien aus Polyester, Nylon und Acetaten) und Celluloseacetaten in Verbindung gebracht (G. Coman et al., 2014). Zum Färben der für Personen mit AD empfohlenen Naturfasern (z. B. Baumwolle, Wolle, Seide, Leinen) werden keine Dispersions-, sondern Reaktivfarbstoffe eingesetzt (Caterina Foti et al., 2020; Moreau & Goossens, 2005), weshalb für diese Personengruppe möglicherweise eine insgesamt geringere Exposition ggü. möglichen Allergenen besteht (Heratizadeh et al., 2017; Loy, 2006; Malinauskiene et al., 2013). Klinische Einzelfälle berichten von Reaktivfarbstoffen als Verursacher allergischer Dermatosen (z. B. Moreau & Goossens, 2005), die Gesamtrate der Sensibilisierungen ggü. Reaktivfarbstoffen ist jedoch sehr gering (Carrié, 1970; Svedman et al., 2019). Unter dem Aspekt der Unschädlichkeit von Schutzhandschuhen wird auf einen aufmerksamen Gebrauch bei dem Vorhandensein von Pigmenten und Farbstoffen hingewiesen (DIN EN ISO 21420:2020-06, Kap. 4.2). Das BfR kommt in einem Positionspapier von 2019 zu dem Schluss, dass die auf dem europäischen Markt vorkommenden Textil-Azofarbstoffe hinsichtlich ihrer gesundheitlichen Unbedenklichkeit weiterhin der Untersuchung bedürfen (BfR, 2019b, hier auch: Thierse & Luch, 2019). Insgesamt stellen Farbstoffe eine eher seltene Ursache für die Auslösung allergischer Kontaktallergien in Textil-, Leder- und Gummihandschuhen dar (Aalto-Korte, 2021).

FORMALDEHYD

Formaldehyd bzw. Formaldehyd freisetzende Ausrüstungen können Fasern auf Cellulosebasis (Baumwolle, Viskose) und Natur-Synthetik-Gemischen zur Qualitätsverbesserung (z. B. Knitter- und Krumpfverhalten) beigefügt werden (Azenha, 2020; Fowler, 2003; Isaksson & Malinauskiene, 2020). Etwa 8 % der Viskose- und Baumwollgewebe werden auf diese Weise behandelt (Caterina Foti et al., 2020). Da

¹⁰⁷ 58 % synthetische Materialien, 35 % Wolle, 22 % Baumwolle, 6 % Seide.

keine kovalenten Bindungen zw. Ausrüstung und Textil vorliegen, kann es zu einer (erleichterten) Freisetzung von aus dem Material bzw. einer Penetration in die Haut kommen (Azenha, 2020).

„Formaldehyde, due to its presence in cosmetics and textile finishing resins, was the cause of an epidemic of allergic contact dermatitis in the 1950s and 1960s, but its use in various consumer products has considerably decreased.“ (Aerts & Goossens, 2021, S. 845)

In der Untersuchung der DKG betrug der Anteil an Patienten und Patientinnen, bei denen auf Basis der Anamnese ein Verdacht auf das Vorliegen einer Textilallergie geäußert wurde, 3.3 % (n=3.207) (n/N=98.417; Daten: 2007-2014) (Heratizadeh et al., 2017). Von 2.990 mit der Standardserie epikutan getesteten Personen reagierten 26 positiv auf Formaldehyd (Heratizadeh et al., 2017). In einer Multicenter-Studie in Italien zeigten 154 von 277 untersuchten Personen positive Reaktionen auf Textilallergene, wobei Formaldehyd in neun Fällen (5.8 %) als relevantes Allergen identifiziert wurde (Lisi et al., 2014). Einzelne Studienergebnisse, in denen Formaldehyd/-abspalter als Auslöser von Textildermatosen identifiziert wurden, liegen vor (z. B. Donovan & Skotnicki-Grant, 2007; Reich & Warshaw, 2010). Gesetzliche Regularien haben dazu geführt, dass nur noch beschränkte Mengen an Formaldehyd eingesetzt werden bzw. im Endprodukt vorhanden sein dürfen (Azenha, 2020; Gómez García & Fernández, 2014; Isaksson & Malinauskiene, 2020), was sich in entsprechenden Studien (z. B. Bekleidungstextilien, Novick, Nelson, McKinley, Anderson & Keenan, 2013; z. B. Heimtextilien, (Nikle, Liou, Ericson & Warshaw, 2019) und einem wahrnehmbaren Inzidenzrückgang (C. Foti, Bonamonte, Ambrogio & Angelini, 2021; Nedorost, 2023) widerspiegelt. Über die eigentlichen Schwellenwerte, die zur Auslösung einer Allergie notwendig sind, liegen keine ausreichenden bzw. individuell übertragbaren Daten vor (BfR, 2012; Groot & Maibach, 2010). Es wird jedoch vermutet, dass die aus modernen Textilien freigesetzten Formaldehydmengen weit unter den Werten liegen, die früher als Auslöser für eine allergische Textildermatose angenommen wurden (Groot & Maibach, 2010). Das BfR kommt in einem Positionspapier von 2012 zu dem Schluss, dass Formaldehyd als Allergen im privaten Bereich und Formaldehyd-enthaltenden Harzen in Bekleidungstextilien als Allergene keine Bedeutung mehr zukommt (BfR, 2012). Bei Einhaltung der Grenzwerte des OEKO-TEX® Standards 100 sei ein gesundheitliches Risiko für den Verbrauchenden unwahrscheinlich (BfR, 2015).

Im Allgemeinen lassen sich sowohl Defizite hinsichtlich der Diagnostik von Textildermatosen (Nedorost, 2023) als auch hinsichtlich der Evaluation der Exposition ggü. Textilien konstatieren (Licina et al., 2019). In der Gesetzgebung zeigt sich ein zunehmendes Risikobewusstsein für den Umgang mit hautsensibilisierenden Stoffen, wenngleich der Bereich der Textilien noch immer nur gering reguliert ist (Jönsson, Roos & Hildenbrand, 2021; Magiera, 2017; Pleschka, 2022; Thierse & Luch, 2019). Der zunehmende Druck von Regierungen, Nichtregierungsorganisationen und Endverbrauchenden ggü. Textilien produzierenden und vertreibenden Firmen zugunsten einer nachhaltigen Produktion unter Verzicht gefährlicher Chemikalien erhöht sich (s. Kap. II.4.2.5) (P. I. Dolez & Vermeersch, 2018; P. I. Dolez & Benaddi, 2018; FKT, 2020, 2022; MarketsandMarkets Research Private Ltd., 2020; UBA, 2021). Hinsichtlich der Vermeidung verschiedener Hauterkrankungen (z. B. Allergien, AE) bestehen (nach wie vor) Lücken in der Deklarationspflicht von Gebrauchsgegenständen (Mangel an Transparenz) wie bspw. Kleidung (Decaens & Vermeersch, 2018; Klimek et al., 2019a, 2019b; Knieli, 2010; Nedorost, 2023;

Pleschka, 2022; Ramos Pinheiro et al., 2018; Uter et al., 2020, 2021), aber auch Handschuhen (B. S. Li et al., 2018; Santarossa & Larese Filon, 2018; Uter et al., 2020, 2021). Als zusätzliche Maßnahmen zum Schutz konsumierender Personen werden die Etablierung weiterer Kennzeichnungsmaßnahmen (s. Kap. II.4.6.5) und gesetzlicher Regularien zur Restriktion der Grenzwerte verwendbarer Substanzen sowie eine separate Regulation für Textilien diskutiert (BfR, 2019b; KEMI, 2016), wenngleich eine globale Regulierung „angesichts der Komplexitäten nationaler Souveränität, kommerzieller Interessen und Marktgesetze sowie weltweiter Ungleichgewichte (...) auch utopisch“ (Uter et al., 2021, S. 75) erscheint.

II.4.6 TEXTILAUSWAHL UND -UMGANG UNTER HUMANÖKOLOGISCHEN KRITERIEN

Eine geeignete Textilauswahl spielt v. a. für die irritierte bzw. erkrankte Haut eine bedeutende Rolle (Abeck, 2011; AWMF, 2015; Fenton & Al-Salama, 2021; Galli et al., 2022; Gauger et al., 2002; Gauger et al., 2006; Höfer, 2018; Katoh et al., 2020; Komarkova, Glombikova & Vesela, 2022). Besondere Betrachtung finden in diesem Kontext häufig Personen mit AD, deren Hautirritabilität durch die Verwendung un-/geeigneter Textilien verbessert oder verschlimmert werden kann (Fenton & Al-Salama, 2021; Gauger et al., 2002; Katoh et al., 2020; G. Ricci, Patrizi, Bellini & Medri, 2006; Werfel et al., 2016).¹⁰⁸ „The type of fabric worn by sufferers from atopic dermatitis should not exacerbate the condition but, if possible, help to control it.“ (Mason, 2008, S. 63) Die im Folgenden aufgeführten Kriterien bzw. Empfehlungen gelten in besonderer Weise für Personen mit AE und/oder bestehenden Textildermatosen, können aber bei Personen mit berufsbedingten Hauterkrankungen zur allgemeinen Verbesserung des Hautzustandes sowie Vermeidung von Textilunverträglichkeiten Berücksichtigung finden.

II.4.6.1 MATERIAL

Baumwolle (s. Kap. II.4.2.1)

Im Allgemeinen zeichnet sich Baumwolle durch eine sehr gute Hautverträglichkeit (Abeck, 2011; Diepgen, Stäbler & Hornstein, 1990; Fenton & Al-Salama, 2021; Fowler, 2003; Galli et al., 2022; Höfer, 2007; Huber, 2005; Jaros et al., 2020; Mieck et al., 2012; H. Wang & Memon, 2020b; Wollenberg et al., 2022) und ein geringes irritatives Potential aus (Gauger et al., 2006). Einfluss hierauf können jedoch die Bedingungen der Herstellung und (Weiter-)Verarbeitung der jeweiligen Textilien nehmen (Jaros et

¹⁰⁸ Die *Textilunverträglichkeit* stellt ein Nebenkriterium des Erlanger Atopie-Score dar; in der Originalpublikation heißt es zur Erläuterung „Wool intolerance (WOOL): Discomfort, irritation, and itching induced by wearing woolen textiles next to the skin“ (Diepgen, Sauerbrei & Fartasch, 1996, S. 1038). Das Minorkriterium *Unverträglichkeit von Wolle*¹⁰⁸ bildet einen Bestandteil der diagnostischen Kriterien des AE nach Hanifin und Rajka; hier heißt es in der Originalpublikation zur Erläuterung: „Intolerance to wool and lipid solvents. This probably reflects the decreased itch threshold to irritants on atopic skin and is a very common feature.“ (Hanifin & Rajak, 1980, S. 46).

In einer Studie unter Personen mit einer AD, in denen die Relevanz bestimmter Material- bzw. Produkteigenschaften von Textilien erfragt wurden, konnte folgende Gewichtung verschiedener Eigenschaften ermittelt werden (in absteigender Reihenfolge): Wasserdampfdurchlässigkeit, Luftdurchlässigkeit, Haut-/Tragegefühl (*hand value*), Absorption, Trocknung, Kühlung und Wärmeverhalten (n=145) (Komarkova, Glombikova & Vesela, 2022).

Weiterführende Literatur: Eine Übersicht ausgewählter klinischer Studien, in denen die Eignung verschiedener Textilien für die AD untersucht wurde, findet sich bspw. im Review von Jaros et al. (2020).

al., 2020). Es liegen wenige Studienberichte vor, in denen Fälle von Unverträglichkeitsreaktionen dokumentiert wurden (z. B. González de Olano, Subiza & Civantos, 2009). In Anwendungs- bzw. Textiltragstudien unter Personen mit AD zeigte sich eine stärkere Präferenz für Baumwolle im Vergleich zu Polyester (Diepffen et al., 1990; Hornstein, 1989) bzw. Lyocell im Vergleich zu Baumwolle (Love & Nedorost, 2009). Strukturelle Faseränderungen während der Be- bzw. Durchfeuchtung (Jaros et al., 2020; Komarkova et al., 2022; Mason, 2008; Schulte Strathaus, 2003), aber auch repetitive mechanische Materialbeanspruchungen (z. B. häufiges Waschen) (Isaksson & Malinauskiene, 2020; Kurz, 2003) können irritierend wirken. Baumwolltextilien können durch die Aufrüstung mit verschiedenen Substanzen (z. B. Borretschöl) zu einer Abmilderung von Symptomen (z. B. Pruritus) bei Personen mit AD beitragen (Kanehara, Ohtani, Uede & Furukawa, 2007). Der Verwendung von Weichspülern wird ebenfalls eine Verminderung des möglichen Irritationspotentials nachgesagt (Gauger et al., 2002).

(Schaf-)Wolle (s. Kap. II.4.2.2)

(Schaf-)Wolle wird eine eher ekzemverschlechternde Wirkung zugeschrieben (Abeck, 2011; Burg et al., 1990; Fenton & Al-Salama, 2021; Gauger et al., 2002; Jaros et al., 2020; Koller et al., 2007; Mason, 2008; Rajagopalan et al., 2019; Smolle & Mader, 2001; Wollenberg et al., 2022), weshalb Personen mit AE die Meidung wollhaltiger Textilien empfohlen wird (Galli et al., 2022; Langan, Silcocks & Williams, 2009; Mason, 2008; Tamagawa-Mineoka & Katoh, 2020; Wollenberg et al., 2020; Wollenberg et al., 2022). Ein aktueller Review kommt zu dem Ergebnis, dass es sich bei Wolle bzw. Wollfasern nicht um ein kutanes Allergen handelt (Zallmann et al., 2017). Vernachlässigt werden können ebenfalls potentielle Allergene (z. B. Farbstoffe), die in der Ver-/Bearbeitung von Wolltextilien eingesetzt werden (Zallmann et al., 2017). Modifikationen in der Ver-/Bearbeitung der Rohstoffe haben insgesamt zu einer allgemein besseren Hautverträglichkeit geführt (Zallmann et al., 2017). Die Rauigkeit bzw. der Kräuselcharakter (abstehende Fasern) von Wolle kann mechanisch bedingte Intoleranzen verursachen (S. Fischer et al., 2003; Gauger et al., 2002; Höfer, 2007; Jaros et al., 2020; Loy, 2006; Mobolaji-Lawal & Nedorost, 2015) und Urtikarien (Brans, John & Frosch, 2020) auslösen. Das Auftreten von Irritationen bzw. deren Intensität ist von den Fasereigenschaften (Typ, Länge, Durchmesser) abhängig, wobei ein sinkender Umfang mit einer höheren Verträglichkeit einhergeht (Fenton & Al-Salama, 2021; S. Fischer et al., 2003; Fowler, Fowler & Lorenz, 2019; Su et al., 2017; Uçar, 2007; Zallmann et al., 2017). Die Werte variieren hierbei von $< 12 \mu\text{m}$ (Höfer, 2007) bis $< 24 \mu\text{m}$ (Su et al., 2017) bzw. $\geq 30\text{-}32 \mu\text{m}$ für irritierende Effekte (Loy, 2006; Zallmann et al., 2017). Textilien aus (feiner) Merinowolle¹⁰⁹ haben sich bei Betroffenen verschiedener Altersgruppen als sinnvolle unterstützende Therapiemaßnahme der AD erwiesen (Fenton & Al-Salama, 2021; Fowler, 2003; Isaksson & Malinauskiene, 2020; Jaros et al., 2020; Su et al., 2017; Zallmann et al., 2017). Auch Cashmere¹¹⁰ weist im Allgemeinen eine bessere Hautverträglichkeit auf (S. Fischer et al., 2003; Gauger et al., 2002; Hatch & Maibach, 1985b); eine weitere

¹⁰⁹ Ursprung: Merinoschaf; feine Merinowolle: 17-20 μm (E. Wagner, 1981), ca. 3.3 dtex (Schenek, 2001); Merinowolle: \emptyset 11.7 μm (Elias, 2003), ca. 4.4 dtex (Schenek, 2001).

¹¹⁰ Ursprung: Kaschmirziege; Fasern: \emptyset 13-15 μm , 35-37 mm (Chan, 2021; Elias, 2003), 2.2 dtex (Schenek, 2001).

Alternative stellt Angora¹¹¹ dar. Bei der Verwendung von Wolltextilien sollten Triggerfaktoren wie eine verstärkte Schweißbildung und Reibung (z. B. durch körperlicher Aktivitäten oder hohe Umgebungstemperaturen) vermieden bzw. reduziert werden (S. Fischer et al., 2003).

Seide (s. Kap. II.4.2.2)

Seide zeichnet sich aufgrund des fehlenden Irritationspotenzial, der ausgeprägten Weichheit und positiven Einflusses auf den thermophysiologischen Komfort als geeignetes Textil für Personen mit AE aus (Abeck, 2011; Fenton & Al-Salama, 2021; Galli et al., 2022; Höfer, 2007; Huber, 2005; Loy, 2006; Omollo Oduor et al., 2021; Srour et al., 2019; Wollenberg et al., 2022). Wenngleich vereinzelt Fallbeispiele vorliegen, in denen Fibroin (z. B. Kurosaki et al., 1999), Sericin (z. B. Inoue, Ishido, Shoji & Yamada, 1997) oder Seide (z. B. Makatsori, Scadding, Skypala & Durham, 2014; Vandevenne, Morren & Goossens, 2015) als Auslöser immunologischer Reaktion vermutet wurden, wird das heutzutage vermehrt eingesetzte sericinfreie Faserprotein Fibroin als allergologisch unbedeutend eingestuft (Abeck, 2011; Koller et al., 2007). Aktuelle Reviews (Jaros et al., 2020) bestätigen dies im Vergleich zu älteren Übersichtsarbeiten (z. B. Shams, Grindlay & Williams, 2011).

Synthetische Fasern (s. Kap. II.4.2.3-II.4.2.4)

Kunststoffen wird ein okklusives (Galli et al., 2022; Smolle & Mader, 2001) und synthetischen Fasern ein gewisses irritatives Potential (Chow et al., 2018; S. Fischer et al., 2003; Gauger et al., 2002; Mason, 2008) zugeschrieben. Vereinzelt finden sich Hinweise auf die Vermeidung von Textilien aus Nylon (Fenton & Al-Salama, 2021; Langan et al., 2009; Rajagopalan et al., 2019), Acetat (Fenton & Al-Salama, 2021), Acryl (Rajagopalan et al., 2019) oder Polyester (Abeck, 2011; Langan et al., 2009; Mobolaji-Lawal & Nedorost, 2015) von Personen mit AE. Wenngleich vereinzelt Fallbeispiele¹¹² vorliegen, in denen Fasern wie bspw. Nylon (z. B. Tanaka et al., 1993) oder Spandex (z. B. Joseph, 1967) als Auslöser einer allergischen Reaktion vermutet wurden, stellen synthetische Textilfasern selbst i. d. R. nicht die Ursache allergischer Textildermatosen dar (Carrié, 1970; Hornstein, 1989; Le Coz, 2006). Das irritative Potenzial hängt von der Faserdicke bzw. Beschaffenheit (mögliche Rauigkeit oder Kräuselung) ab (S. Fischer et al., 2003; Loy, 2006), weshalb sich insbes. Mikrofaserntextilien durch eine gute Hautverträglichkeit, v. a. auch bei Patienten und Patientinnen mit AE, auszeichnen (S. Fischer et al., 2003; Huber, 2005). In (klinischen) Trage- bzw. Anwendungsstudien unter Personen mit einer Atopie oder Psoriasis erwiesen sich bspw. Lyocell (Love & Nedorost, 2009) oder Tencel (Diepgen & Schuster, 2006) als dermatologisch empfehlenswert.

¹¹¹ Ursprung: Angorakaninchen; Fasern: 11-15 µm, 25-50 mm (Loy, 2006; Material-Archiv, 2021), 1.4 dtex (Schenek, 2001).

¹¹² Weiterführende Literatur: Zusätzliche Fallbeispiele finden sich bspw. bei Hatch und Maibach (1985b).

II.4.6.2 BESCHAFFENHEIT

Die Feinheit und Oberflächenbeschaffenheit eines Garnes sowie die Art der Texturierung (z. B. Maschenweite) spielen eine Rolle bei der erhöhten kumulativen Irritabilität der atopischen Haut (Diepgen et al., 1990; Homey et al., 2018). Bekannt ist, dass ein geringerer Faserdurchmesser mit einer besseren Hautverträglichkeit und sinkendem Pruritus (auch Kratzgefühl oder Kribbeln) einhergeht (Fenton & Al-Salama, 2021; S. Fischer et al., 2003; Jaros et al., 2020; Kamalha et al., 2013). Die Angaben zu geeigneten bzw. nicht reizenden Faserdurchmessern schwanken von < 19-21 µm bis zu 30-32 µm (Jaros et al., 2020). Personen mit AD sollten möglichst glatte bzw. weiche Fasern (z. B. Leinen, Baumwolle, Seide, Lyocell) (Abeck, 2011; Chan, 2021; Fenton & Al-Salama, 2021; Mobolaji-Lawal & Nedorost, 2015; Ring et al., 2012; Tamagawa-Mineoka & Katoh, 2020; Wollina et al., 2006) bzw. weiche (*smooth*) (Fenton & Al-Salama, 2021; Gerhardt et al., 2016; Rajagopalan et al., 2019; Wollenberg et al., 2018a), leichte, elastische Strickstoffe/-waren mit dünnen Garnen anstelle schwerer, gewebter Stoffe, welche okklusiv(er) und steif(er) wirken können verwenden (Jaros et al., 2020; Srour et al., 2019; Wollenberg et al., 2022). Dabei übt die Beschaffenheit des Rohmaterials bzw. der Fasern einen stärkeren Einfluss auf den Tragekomfort als die Gewebestruktur aus (Çeven & Günaydin, 2021). Zu den weiterhin zu meidenden physikalischen Ursachen von Unverträglichkeiten zählen (dicke) Nähte, (harte) Etiketten und (eng abschnürende) Gummibändchen u. ä. (Voß, 1996). Textilien für Personen mit AE sollten einen guten Feuchtigkeitsabtransport bzw. -austausch ermöglichen (Fenton & Al-Salama, 2021; Jaros et al., 2020; Katoh et al., 2020; Mobolaji-Lawal & Nedorost, 2015; Ring et al., 2012); durchfeuchtete Kleidung sollte entsprechend gewechselt werden (Katoh et al., 2020; Wollenberg et al., 2022).

II.4.6.3 SENSIBILISIERUNGEN

Sowohl die irritative als auch allergische Textildermatitis (s. Kap. II.4.5.2-II.4.5.3) lassen sich am besten durch einen eingeschränkten Kontakt mit den (potentiellen) Irritantien vermeiden (G. Coman et al., 2014; Magiera, 2017; Mobolaji-Lawal & Nedorost, 2015; Nedorost, 2023; Nicolai et al., 2020; Pleschka, 2022). Voraussetzung hierfür sind Kenntnisse über die Irritationen auslösenden Textilien und/oder textilfremden Irritantien selbst (Beurteilung des Sensibilisierungspotenzials), welche bestenfalls durch entsprechende Testungen ermitteln werden (Höfer, 2007; Hornstein, 1989). Unabhängig von möglicherweise vorangegangenen klinischen Untersuchungen hat sich die Berücksichtigung von Inhalten/Aufdrucken auf Textiletiketten o. ä. hilfreich erwiesen, da diese i. d. R. Informationen zur Materialzusammensetzung und adäquaten Produktpflege¹¹³ bereithalten (Gauger et al., 2002; Isaksson & Malinauskienė, 2020). Alternativ können Anfragen bei den herstellenden Unternehmen (Pleschka, 2022), Trageversuche (Anproben) oder ein Unterarmtests, bei dem ein Textil auf der Unterarminnenseite mit leichtem Druck mehrfach hin und her bewegt wird, Aufschluss über die Verträglichkeit geben (Höfer, 2007). Aus primärpräventiven Gründen sollte, v. a. von Personen mit empfindlicher Haut, kein Erwerb

¹¹³ Ergänzend sei an dieser Stelle auf zusätzlich einsetzbare Hilfsmittel wie System-/Anwendungsprogramme verwiesen. Bspw. hält die App *Mein Pflegeetikett* der Fa. GINETEX weitere Informationen zur adäquaten Produktaufbereitung bereit; mehr Informationen unter der URL: <https://ginetex.de/> (Stand: 03.11.2022).

minderwertiger Importtextilien und/oder wahrnehmbar nach Chemie riechender Textilien erfolgen (Baum et al., 2016; Raetsch, 2012). Dies schließt insbes. auch den Kauf von PSA aus Billiglohnländern, welche beim Tragenden eher eine Textildermatitis verursachen, ein (Magiera, 2017). Grundsätzlich wird eine Orientierung an vertrauenswürdige Produktkennzeichnung (Höfer, 2007) bzw. (qualitäts-)geprüften Produkte mit Textilgütesiegel (s. Kap. II.4.6.5) empfohlen (Baum et al., 2016; BfR, 2019a; G. Coman et al., 2014; Höfer, 2007; Isaksson & Malinauskiene, 2020; Knieli, 2010; Magiera, 2017; Nedorost, 2023).

Bei Unverträglichkeiten bzw. Sensibilisierungen ggü. *Dispersionsfarbstoffen* sollten Textilien aus nicht-cellulosehaltigen Faserstoffen wie bspw. Polyester, Nylon und Acetat gemieden (Mobolaji-Lawal & Nedorost, 2015) und eher Materialien wie Baumwolle, Viskose, Leinen, Seide oder Wolle verwendet werden (Nedorost, 2023). Grundsätzlich bietet sich – insbes. bei körpernah getragener Kleidung (Höfer, 2007) – die Verwendung von ungefärbten Textilien bzw. solchen in helleren Farbtönen (z. B. natur, weiß) an, in deren Ver-/Bearbeitung keine Farbstoffe zum Einsatz kommen (ALLERGIE konkret, 2021; Baum et al., 2016; Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie [BMK], 2022; Gauger et al., 2002; Isaksson & Malinauskiene, 2020; Kakande, 2015; Pleschka, 2022; G. Ricci, Patrizi, Bellini & Medri, 2006). Alternativ kann, wenn erforderlich, der Einsatz färbender Substanzen natürlichen Ursprungs (z. B. Henna) (Le Coz, 2006) unter der Verwendung entsprechender Schutzmaßnahmen erfolgen.¹¹⁴ Zur Vermeidung möglicher Allergenkontakte bei der Verwendung gefärbter Textilien sollten Triggerfaktoren (z. B. verstärkte Schweißbildung, Reibung) reduziert werden (Mobolaji-Lawal & Nedorost, 2015).

Mit Blick auf *Formaldehyd* bietet sich ggf. der Erwerb von unbehandelten Textilien an (bezeichnet als *knitter-* oder *bügelfrei*) (Höfer, 2007; Kakande, 2015; Pleschka, 2022; Reich & Warshaw, 2010). Weiterführend kann bei bestehenden Sensibilisierungen ein Verzicht auf die Verwendung cellulosehaltiger Faserstoffe wie bspw. Baumwolle und Viskose sinnvoll sein (Mobolaji-Lawal & Nedorost, 2015).

II.4.6.4 TRAGEKOMFORT

Der Tragekomfort (s. Kap. II.4.3.2) wird unterstützt, indem der entstehende Schweiß möglichst schnell von der Hautoberfläche weg- bzw. an hautfernere Schichten abtransportiert wird, so dass sich die der Haut unmittelbar aufliegende Textilschicht trocken anfühlt (Bobeth et al., 1993; DeNardis, 2014; Erhart et al., 1988; Grundmeier, 2011; Havenith, 2003; Herzog, 1964; L. Hu, Wang, Zhang, Gan & Liu, 2021; Mecheels, 1970, 1991; Prakash et al., 2013a; Roy Choudhury et al., 2011) und kein unangenehmes Feuchte- oder Kühlegefühl entsteht (Herzog, 1964; Reumann, Haase et al., 2000).

Grundsätzlich empfiehlt sich der Einsatz von Fasern mit hydrophiler Oberfläche (Umbach, 2003) oder entsprechender Materialbehandlungen (Havenith, 2003; Mecheels, 1970, 1991), auch bei antimikrobiell ausgestatteten Textilien (Hipler & Elsner, 2006). Für den Komfort in Situationen mit weniger

¹¹⁴ Das BMK (2022) verweist in diesem Zusammenhang auf das allergologische Potential von (schwer-)metallhaltiger Beize bzw. Metallsalzen, welche für das Selbstfärben von Pflanzenfasern (Baumwolle) zur Anwendung kommen müssen. Weiterführend würden selbst gefärbte Textilien häufig eine unzureichende Waschechtheit aufweisen.

starkem Schwitzverhalten wird die Verwendung von Natur- und Cellulose-Regeneratfasern (z. B. Viskose, Modal, Lyocell) aufgrund deren guten Wasserbindung im Inneren und Quellfähigkeit empfohlen (Erhart et al., 1988; Grundmeier, 2011; Havenith, 2003). D. h., beim insensiblen Schwitzen ist die Wasserdampfdiffusion (Atmungsaktivität) entscheidend (Mukhopadhyay & Midha, 2008a; Umbach, 2003). Zur Erhalt des Tragekomfort in Situationen mit stärkerem Schwitzverhalten empfiehlt sich der Einsatz von Synthefasern (z. B. Polyester, Polyamid, Polyacrylnitril) aufgrund deren Feuchtetransportgeschwindigkeit (Grundmeier, 2011). D. h., Adsorption und Migration sowie Kapillartransport sind hier richtungsweisend (Umbach, 2003). Der Einsatz von Mikro- oder Profilfasern führt zu einer Vergrößerung der Faseroberfläche und somit effektiverem Feuchtetransportmechanismus der Adsorption und Migration (Umbach, 2003; Zhong, 2013). Eine gleichzeitige Verbesserung des Komforts wird dabei nur Beachtung der Konstruktionsleitlinien für das jeweilige textile Anwendungsgebiet gewährleistet (Umbach, 2003). Zweiflächige Konstruktionen (Innenseite: feuchtigkeitsableitend/konduktiv; Außenseite: feuchtigkeitsspeichernd/absorptiv, Pufferzone) und Denier-Gradient-Textilien (Innenseite: feine Garne/größere Einzelfasern; Außenseite: gröbere Garne/feinere Fasern) zeigen ein gutes Feuchtere-gulationsvermögen (Mecheels, 1991; Umbach, 2003) und gelten als optimale Bekleidungs-systeme (Meyer zur Capellen, 2012).

Die Auflage- bzw. Kontaktfläche eines Textils auf der Haut sollte möglichst gering sein, was durch eine lockere, körperferne Anordnung erreicht wird (Erhart et al., 1988; Mecheels, 1970, 1991; Reumann, Haase et al., 2000). Hierbei sollten geeignete Garnkonstruktionen (Spinnfasergarn > Filamentgarn, Hip-ler & Elsner, 2006; Mecheels, 1970) sowie strukturierte Web- oder Maschenkonstruktionen verwendet werden (Mecheels, 1970, 1991). Hautnah verwendete Textilien (z. B. Unterwäsche) zeichnen sich durch eine dünne Gestaltung und glatte Oberflächen (keine strukturellen Abstandshalter) aus; der Wasserdampfdurchgangswiderstand und die Wärmeisolation können variieren (Mecheels, 1991). Be- kleidung mit Silberanteil sollte grds. etwas enger anliegen (Höfer, 2007).

II.4.6.5 TEXTILKENNZEICHNUNGEN

Freiwillige Kennzeichnungen dienen dazu, bestimmte Eigenschaften, Qualitäts- oder Herstellungs-merkmale eines Produktes gesondert hervorzuheben (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft [BMEL], 2019; Rechtsteiner, 2016).¹¹⁵ Der Begriff *Kennzeichnungen* umfasst im weite- ren Sinne sowohl Produktlabels (Umwelt- und Regionalzeichen, Nachhaltigkeitslabels), Test-Labels und Firmenlabels als auch Eigenmarken, Güte- und Prüfzeichen. Vereinen Kennzeichnungen die Merkmale der Verständlichkeit, Begründung und Nachprüfbarkeit (Kriterien/Qualitätsstandards) und weisen sie einen gewissen Bekanntheitsgrad auf, können sie zu einer informierten Kaufentscheidung beitragen (BMEL, 2019; C. Fischer, Moch, Prakash & Teufel, 2019). Die bestehenden Kennzeichnungen lassen sich entsprechend ihrer Strategie- und Zielsetzungen grob in die Bereiche Nachhaltigkeits-, Sozial- oder Fairtrade-, Umwelt-, Entsorgungs- und Gesundheits-Label einteilen (Schaus, 2016). Seitens des

¹¹⁵ *Weiterführende Literatur:* Detaillierte Informationen zur Thema Zertifizierung aus verschiedenen Gesichtspunkten finden sich bspw. bei Friedel und Spindler (2016).

Bundesministeriums und anderer Verbände bzw. Initiativen stehen verschiedene Online-Informationenportale für interessierte Verbrauchende zur Verfügung, welche einen Überblick über die Qualität und Bedeutung verschiedener Kennzeichnungen geben.¹¹⁶

Mit Blick auf die Hautverträglichkeit von Textilien findet sich an verschiedenen Stellen das Produktlabel *STANDARD 100 by OEKO-TEX®* der Fa. OEKO-TEX Service GmbH als Empfehlung wieder (z. B. Isaksson & Malinauskiene, 2020). Hierbei handelt es sich um das weltweit verbreitetste (Gries et al., 2019; Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V. & Hohenstein Laboratories GmbH & Co. KG, 2019b; Schaus, 2016) und zunehmend seitens der Endabnehmenden geforderte (Rechtsteiner, 2016) Gesundheitslabel für schadstoffgeprüfte Textilien. Zur Produktzertifizierung nach *STANDARD 100 by OEKO-TEX®* muss im Rahmen der Expositionstestung bei einer Vielzahl von humanökologisch bedenklichen Stoffen (Rückstandschemikalien etc.) ein wissenschaftlich begründeter Grenzwert eingehalten werden; darüber hinaus existiert eine sog. schwarze Liste, in welcher verbotene Farbstoffe aufgeführt werden (OEKO-TEX Service GmbH, 2021). Der Öko-Tex Standard legt dabei strengere Kriterien als die deutsche und europäische Gesetzgebung zugrunde (Gries et al., 2019).

Der *Deutsche Allergie- und Asthmabund* (DAAB) legt weiterführend eine Orientierung an, von unabhängigen Instituten geprüften Labeln nahe. Hierzu zählen *Toxproof für Bekleidung* des TÜV-Rheinland¹¹⁷, das *Europäische Umweltzeichen für Textilien* der EU (EU Ecolabel/EU-Umweltzeichen)¹¹⁸ und das Zeichen *Naturtextil Siegel IVN Best* des *Internationalen Verbands der Naturtextilwirtschaft e. V.* (IVN)¹¹⁹ (Pleschka, 2022). Weiterhin gilt das *FKT Prüfsiegel* der *Förderungsgemeinschaft Körperverträgliche Textilien e. V.*¹²⁰ als empfehlenswert (Verbraucherinitiative e. V., 2021). Über die Hohenstein Institute sind, bei Erreichen der definierten Mindestanforderungen hinsichtlich der zu überprüfenden Eigenschaft/en, verschiedene Qualitätslabels (Hohenstein Qualitätslabels [HQL]) erwerbbar (Hohenstein Institute, 2009). Hierzu zählen u. a. der physiologische Tragekomfort von Textilien (Kenngrößen: Atmungsaktivität, Wärmeisolation, Hautsensorik u. a.) (s. Kap. II.4.3.2) sowie die Haut- und Allergikerfreundlichkeit.¹²¹ Zur Überprüfung der dermatologischen Hautverträglichkeit und Zertifizierung von Handschuhen kommt u. a. das o. g. Label *Fa. OEKO-TEX Service GmbH* zum Einsatz. Einzelne Unternehmen führen weitere freiwillige Analysen mit zumeist unabhängigen dermatologischen Instituten durch.¹²²

¹¹⁶ Weiterführende Informationen: Exemplarisch sei an dieser Stelle auf die vom *Ministerium der Justiz und für Verbraucherschutz* (BMJV) geförderte Seite der *Verbraucherinitiative e. V.* (URL: www.label-online.de, Stand: 22.07.2022) und die aus einem vom *Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung* (BMZ) geförderten Projekt entstandene Seite der *Deutschen Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* (GIZ) GmbH (URL: <https://www.siegelklarheit.de/>, Stand: 22.07.2022) verwiesen.

¹¹⁷ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.tuv.com/germany/de/toxproof.html> (Stand: 22.07.2022).

¹¹⁸ Mehr Informationen unter der URL: <https://eu-ecolabel.de/> (Stand: 22.07.2022).

¹¹⁹ Mehr Informationen unter der URL: <https://naturtextil.de/qualitaetszeichen/> (Stand: 22.07.2022).

¹²⁰ Mehr Informationen unter der URL: <http://www.koerpervertraegliche-textilien.de/de/home.html> (Stand: 22.07.2022).

¹²¹ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.hohenstein.de/de/vertrauen/hohenstein-qualitaetslabels/von-a-z> (Stand: 22.07.2022).

¹²² Die Fa. UVEX ARBEITSSCHUTZ GmbH (DEU) lässt ihre Schutzhandschuhe durch das *Institut für Angewandte Dermatologische Forschung GmbH* (proDERM, DEU, weitere Informationen unter der URL: <https://www.proderm.de/>) mittels ECT und/oder dermatologische Anwendungstests prüfen (Uvex Arbeitsschutz GmbH, 2021b). Alle Handschuhmodell der Fa. ATG Lanka (Pvt) Ltd. (LKA) werden durch die Fa. Skin Health Alliance (GBR, weitere Informationen unter der URL: <https://skinhealthalliance.org/>) überprüft und mit einem entsprechenden dermatologische Gütesiegel versehen (ATG® - Intelligent Glove Solutions, 2021).

Mit Blick auf *antimikrobielle Ausstattungen* wird der Erwerb von Textilprodukten empfohlen, die mit dem *Bluesign Zertifikat*¹²³ versehen sind (Baum et al., 2016). Hierbei handelt es sich um eine Kennzeichnung der *Fa. bluesign technologies ag*, welche nach Prüfung einer verantwortungsvollen, ressourcenschonenden und nachhaltigen Herstellungspraxis vergeben wird. Die Hohenstein Institute vergeben weiterführend die Qualitätslabel *Antibakteriell*, *Antimikrobiell* und *Antibakteriell & Hautfloraneutral*.

Ergänzend sei auch auf die Vielfalt an Siegeln und Gütezeichen, die Aussagen zu den ökologischen und/oder sozialen Bedingungen der Herstellung von Textilien tätigen und Unterstützung für einen nachhaltigkeitsorientierten Textil- und Bekleidungskonsum liefern, hingewiesen (z. B. *Global Organic Textile Standard* [GOTS]¹²⁴, *Grüner Knopf*¹²⁵) (Kleinhüchelkotten et al., 2018; Stamm et al., 2019; UBA, 2021).

II.4.6.6 WIEDERAUFBEREITUNG

Alle Neueinkäufe bzw. ungewaschenen Textilien sollten vor der ersten Verwendung sorgfältig (Baum et al., 2016; BMK, 2022; FORUM WASCHEN, 2019; Höfer, 2007; Leist, 2016; Nicolai et al., 2020; Raetsch, 2012; Rechtsteiner, 2016; G. Wagner, 2017) bzw. mehrfach (Kakande, 2015; Lazarov, 2004; Le Coz, 2006) und so warm wie möglich (Baum et al., 2016) gewaschen werden (American Academy of Dermatology Association [AAD], 2022; BfR, 2019a; Matthies, 2003). Dies gilt insbes. für den Erwerb bzw. angestrebten Einsatz dunkel gefärbter Textilien mit geringer Farbestabilität (Baum et al., 2016; S. Fischer et al., 2003; Moreau & Goossens, 2005), welche als *abfärbend* (auch: *fade out* oder *kann ausbluten*) oder *separat/getrennt waschen* gekennzeichnet sind (Baum et al., 2016; FORUM WASCHEN, 2019; Leist, 2016; Raetsch, 2012) und von Personen mit AE verwendet werden (Baum et al., 2016; S. Fischer et al., 2003). Das häufigere Waschen kann auch durch die mit der mechanischen Belastung einhergehenden Faserveränderungen zu einer Abmilderung von Hautirritationen beitragen (Kurz, 2003).

Waschmittel (flüssig oder pulverförmig) sollten vor dem Einsatz auf enthaltene Inhaltsstoffe geprüft werden; empfohlen wird die Verwendung *allergenarmer* Produkte mit möglichst geringem irritativen Potential (z. B. Verzicht auf Duftstoffe und allergen wirkende Konservierungsmittel) (s. hierzu auch Kap. II.4.5.2-II.4.5.3, Abs.: Waschmittel) (Aerts et al., 2017; ALLERGIE konkret, 2021; Baum et al., 2016; BMK, 2022; Fitzmaurice, 2020; FORUM WASCHEN, 2019).¹²⁶ Möglich ist auch der Einsatz von Baukastensystemen¹²⁷ oder alternativen Waschsystemen (z. B. Waschbälle, Waschnüsse), wobei die Effektivität zuletzt genannter bislang eher fragwürdig eingeschätzt wird (FORUM WASCHEN, 2021; Verbraucherzentrale Hamburg e. V. [VZHH], 2022). Da aktuelle Verbraucherstudien auf Optimierungsbedarf

¹²³ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.bluesign.com/de> (Stand: 22.07.2022).

¹²⁴ Mehr Informationen unter der URL: <https://global-standard.org/de> (Stand: 09.06.2023).

¹²⁵ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.gruener-knopf.de/> (Stand: 09.06.2023).

¹²⁶ Allergikerfreundliche Wasch- und Reinigungsmittel werden bspw. seitens der *Europäischen Allergieforschung* (ECARF) (mehr Informationen unter der URL: <https://ecarf-siegel.org/>, Stand: 22.07.2022) und den DAAB (mehr Informationen unter der URL: <https://www.daab.de/>, Stand: 22.07.2022) zertifiziert bzw. bewertet.

¹²⁷ Dosierung von Basis-Waschmittel, Wasserenthärter und Bleichmittel.

hinsichtlich verschiedener Aspekte des Waschverhaltens (z. B. Dosiermenge, Temperatur, Beladung) hinweisen (z. B. Kruschwitz, Karle, Schmitz & Stamminger, 2014), wird die Verwendung möglichst gering dosierter Mengen (Aerts et al., 2017; ALLERGIE konkret, 2021; Baum et al., 2016; FORUM WASCHEN, 2019), zumindest aber eine Berücksichtigung des Verschmutzungsgrades der Wäsche (G. Wagner, 2017) nahegelegt. Die seitens des IKW ermittelten und empfohlenen Dosiermengen variieren in Abhängigkeit der einzelnen Waschmittelformen (IKW, 2021).¹²⁸ Bei einer ggf. erforderlichen Handwäsche von Textilien kann es zu einer Überdosierung der (konzentrierten) Detergenzien und verstärkten Anlagerung von Tensiden an das Textil kommen (Matthies, 2003; G. Wagner, 2017). Möglichen Hautreizungen (Matthies, 2003; G. Wagner, 2017) sollte durch die Verwendung geeigneter Schutzhandschuhe vorgebeugt werden (FORUM WASCHEN, 2019; G. Wagner, 2017).

Weichspüler und ähnliche Produkte sollten vor dem Einsatz auf enthaltene Inhaltsstoffe geprüft werden (s. hierzu auch Kap. II.4.5.2-II.4.5.3, Abs.: Weichspüler) (Aerts et al., 2017; ALLERGIE konkret, 2021; Bai et al., 2020). Bei bestehenden Dermatosen wird die Verwendung leicht bzw. nicht parfümierter Produkte empfohlen (ALLERGIE konkret, 2021; Le Coz, 2006). Die Verwendung von Weichspülern kann durch die Faserglättung und Unterbindung der Trockenstarre (Reduktion der Friktion) (Bieber, 2000; FORUM WASCHEN, 2009; G. Wagner, 2017) zu einer Senkung des irritativen Potentials bei Personen mit gesunder (Kurz, 2003; Piérard, Arrese, Dowlati, Daskaleros & Rodríguez, 1994) und trockener Haut (Isoda et al., 2011; Piérard, Arrese, Rodríguez & Daskaleros, 1994) oder AD (Bieber, 2000; S. Fischer et al., 2003; Fujimura et al., 2011; Hermanns, Goffin, Arrese, Rodríguez & Piérard, 2001; M. Möller & Popescu, 2009; Smolle & Mader, 2001) beitragen. Hinsichtlich der Dosierung wird die Beachtung der herstellseitigen Dosierspanne empfohlen; bei glatten Fasern/Textilen genügen kleine Mengen, während voluminöse Fasern i. d. R. höhere Mengen vertragen (FORUM WASCHEN, 2009). Überdosierungen können zu einer Reduktion der Wasseraufnahmegeschwindigkeit bzw. Saugwirkung führen (G. Wagner, 2017). Wiederholte Behandlungszyklen mit Weichspülern können mit einer Erhöhung der im Textil verbleibenden Rückstände und damit Beständigkeit der angestrebten Effekte einhergehen (Obendorf et al., 2009); zugleich erhöht sich die Lebensdauer eines Textils aufgrund der Reduktion des Faserabriebs (G. Wagner, 2017). Trockner-Tücher und Wäsche-Parfüms (z. B. Perlen) werden insgesamt als eher gesundheitsgefährdend (Enthalt potentieller Allergene) und ökologisch bedenklich (z. T. keine Recyclingfähigkeit) eingestuft (VZHH, 2022). Eine zusätzliche Verwendung von Desinfektionsmitteln ist im Allgemeinen nicht notwendig (ALLERGIE konkret, 2021; G. Wagner, 2017).

Textilien für Personen mit AD sollten der täglichen Maschinenwäsche bei > 60 °C standhalten (Daeschlein et al., 2010). Für Textilien, die der Haut direkt an- bzw. aufliegen (z. B. Unterwäsche) (Gauger et al., 2002), stark mit Mikroorganismen belastet sind (BfR, 2005) oder mit infektiöser oder mykotischer Haut in Berührung kommen (BMK, 2022; Smolle & Mader, 2001; G. Wagner, 2017), werden

¹²⁸ Angaben pro Standardwaschgang (4,5 Kilogramm [kg] trockene, normal verschmutzte Wäsche und mit mittlerer Wasserhärte): Pulverförmiges Kompakt-Waschmittel 67 Gramm (g); traditionellem Pulver-Waschmittel 65 g; höher konzentrierte flüssige Waschmittel 55 g. Hochkonzentrierte, portionierte Flüssig-Waschmittel (z. B. Waschmittel-Gelkapsel) weisen eine geringere Dosierung auf (Industrieverband Körperpflege- und Waschmittel e. V. [IKW], 2021). Gelkapseln o. ä. können bei halber Beladung der Waschmaschine oder leichter Verschmutzung der Wäsche schneller zu einer Überdosierung des Waschmittels führen (ALLERGIE konkret, 2021).

hohe Waschtemperaturen (mind. 60 °C, eher Kochwäsche 95 °C) empfohlen. Für diese wird im Allgemeinen auch eine effektivere Wirkung hinsichtlich der Entfernung bzw. Vermeidung von Biofilmen in der Waschmaschine sowie der damit verbundenen mikrobiologischen Qualität der Wäsche, einschließlich der stärkeren Auslösung von (flüchtigen) Gerüchen (Laing, 2019), angenommen (Bockmühl, Schages & Rehberg, 2019; Callewaert, van Nevel, Kerckhof, Granitsiotis & Boon, 2015). Grundsätzlich ist ein zusätzlicher Spülgang (im Waschmaschinenprogramm) empfehlenswert (Aerts et al., 2017; FORUM WASCHEN, 2019; Gauger et al., 2002; Smolle & Mader, 2001), wobei niedrige(re) Waschtemperaturen hierdurch nur teilweise kompensiert werden können; einer Erhöhung der Konzentration des Waschmittels (insbes. Tenside, Bleichmittel, quaternäre Ammoniumverbindungen) wird eine stärkere Wirkung zugesprochen (Bockmühl, 2017; Bockmühl et al., 2019).

Chemisch aufbereitete Textilien sollten einen Tag auslüften (Baum et al., 2016). Eine Keimverminderung durch Nachbehandlung der Wäsche kann durch das Trocknen im Wäschetrockner oder Bügeln befördert werden (G. Wagner, 2017). Letzteres wirkt sich auch positiv auf die Verminderung des Pruritus aus (Baum et al., 2016). Die Textiltrocknung im Freien wird differenziert bewertet: Einerseits kann eine erhöhte Luftfeuchtigkeit das Wachstum bestimmter Mikroorganismen befördern (G. Wagner, 2017), andererseits wird die UV-Strahlung als effiziente Methode der (zusätzlichen) Dekontamination eingeschätzt (Abney et al., 2021). Ein Verzicht auf die Lufttrocknung kann zur Reduktion der aerogenen Pollenbelastung bei Patienten und Patientinnen mit AE beitragen (FORUM WASCHEN, 2019; Gauger et al., 2002).

In diesem Kapitel wurde ein Überblick zum Thema „Textile Werkstoffe und Textilprodukte“ gegeben. Die dargestellten Informationen lieferten zusätzliche Informationen zu den in allen Untersuchungen (Teil III) unmittelbar eingesetzten Testprodukten (hier: Baumwolle, s. Kap. II.4.2.1). Die Ausführungen vermittelten ein Grundverständnis für die in der Herstellung von Unterzieh- und/oder Komforthandschuhen zum Einsatz kommenden Materialien bzw. Technologien und deren physikalischen Eigenschaften sowie ggf. Wirkmechanismen und somit letztlich auch Gebrauchswerteigenschaften. Weiterführend wurde deutlich, in welcher Form und welchem Umfang die Interaktion zw. Textilien und Haut Einfluss auf den allgemeinen und bekleidungs- bzw. thermophysiologischen Tragekomfort nimmt und somit die Entstehung differenzierter Textilunverträglichkeiten befördern kann. Anknüpfend an diese Ausführungen erfolgte eine Zusammenstellung verschiedener Kriterien der Textilauswahl und des Textilumgangs unter humanökologischen Aspekten, welche auch für den Gebrauch von Unterzieh- und/oder Komforthandschuhen, insbes. von Personen mit irritierter bzw. erkrankter Haut, Anwendung finden können bzw. sollten.

II.5 TEXTILE (UNTERZIEH-)HANDSCHUHE

Das nachfolgende Kapitel wird einen Überblick über das Thema *Textile (Unterzieh-)Handschuhe* geben. Hierzu erfolgen im Rahmen einer allgemeinen Einführung zunächst eine definitorische Abgrenzung, eine Darstellung der gesetzlichen (Produkt-)Klassifizierungsmöglichkeiten sowie ein kurzer Abriss der Entwicklungs- und Untersuchungsanfänge. Weiterführend werden der Stand der Empfehlungen in zentralen schriftlichen Referenzen sowie allgemeine Aspekte der Verwendung, Bereitstellung und Nutzungshäufigkeit näher betrachtet. Das darauffolgende Unterkapitel zeigt die unterschiedlichen Funktionen bzw. Zielstellungen des Einsatzes textiler (Unterzieh-)Handschuhe auf; ergänzend hierzu finden auch abzugrenzende und alternative Technologien und Konstruktionen Berücksichtigung.

Die Folgekapitel nehmen eine detaillierte Betrachtung verschiedener Aspekte der Beschaffenheit, des Trage- und Gebrauchsverhaltens textiler (Unterzieh-)Handschuhe vor. Den Ausgangspunkt der Teilkapitel bilden jeweils kurze Einführungen in die Vorgaben, Standards und Hinweise, die von offizieller Seite für den Schutzhandschuhgebrauch vorliegen und teilweise auch für den Einsatz von Unterziehhandschuhen von Relevanz sind. Basierend auf den Angaben aus der wissenschaftlichen Literatur und den Informationsschriften verschiedener UVT (z. B. DGUV Regeln und Informationen) folgen jeweils Empfehlungen zur Gestaltung und Funktionalität von textilen (Unterzieh-)Handschuhen. Stellenweise werden diese durch Beobachtungen bzw. Erfahrungswerte aus der berufsdermatologischen Handschuhberatungspraxis (Bereich der TIP) ergänzt. Sofern verfügbar und im Gesamtkontext relevant und richtungsweisend, folgt weiterführend die kurze Wiedergabe zentraler Studienergebnissen zum jeweils betrachteten Kriterium.¹²⁹

In Ergänzung zu den o. g. Inhalten finden sich im Anhang der vorliegenden Arbeit Originalzüge aus den zentralen Referenzen (s. Anhang 2), tabellarische Übersichten mit Details zu den einzelnen Studien (s. Anhang 3) sowie exemplarische Übersichten textiler (Unterzieh-)Handschuhe verschiedener Materialien und Ausstattungen (s. Anhang 4).

¹²⁹ *Wichtige Hinweise zur Studiendarstellung:*

- Es wurden nur Studien berücksichtigt, in denen textile Unterziehhandschuhe unter impermeablen Schutzhandschuhen evaluiert wurden.
- Es wurden keine Studien berücksichtigt, in denen (a) die Funktionalität textiler Unterziehhandschuhe im Bereich Reinraum (z. B. antistatisches Verhalten) oder (b) textile Unterziehhandschuhe mit technischen Optimierungen zur Verbesserung des Trageverhaltens bzw. -komforts (z. B. Kühlung, Er-/Wärmung) evaluiert wurden.
- Wenn bei der Ergebniswiedergabe von (eher dickwandigen) Chemikalienschutzhandschuhen die Rede ist, sind hierbei Modelle von einer Materialstärke ab ca. > 0.2 mm gemeint. D. h., alle anderen Untersuchungen beziehen sich auf gewöhnliche Einmalhandschuhe mit einer Stärke von < 0.2 mm.
- Wenn bei der Ergebniswiedergabe von *Kurzzeit-Trageversuchen* die Rede ist, sind hierbei Anwenderversuche von wenigen Stunden bis Tagen gemeint. Die Begrifflichkeit *Langzeit-Trageversuche* bezieht sich entsprechend auf Anwenderversuche mit einer Dauer von mehreren Wochen. *Halbseiten(trage)versuche* bezeichnen Anwenderversuche, bei denen das oder die Untersuchungsobjekte jeweils nur an einer Hand (im Vergleich) erprobt wurden.
- Ein Schrägstrich zw. zwei genannten Handschuhmaterialien („/“) steht für die Anwendung/Testung einer Handschuhkombination, wobei sich das zuerst genannte Material i. d. R. auf den innenliegenden Handschuh bezieht (z. B. „Baumwolle/Vinyl“ = Baumwollhandschuh unter Vinylhandschuh).

II.5.1 EINFÜHRUNG

II.5.1.1 DEFINITION UND KLASSIFIZIERUNG

Bei *Unterziehhandschuhen*¹³⁰ (auch: Unterzughandschuhe, Unterhandschuhe, Unterzieher, Baumwollinnenhandschuhe) handelt es sich um (Innen-)Handschuhe verschiedener Materialien/-kombinationen, die unter einem zweiten (Außen-)Handschuh getragen werden.

„Glove Liner. The innermost component of the glove body composition that comes into contact with the wearer’s skin.“ (National Fire Protection Association [NFPA], 2006, S. 66)

Im internationalen Sprachgebrauch finden sich für Unterziehhandschuhe Begrifflichkeiten wie *liner*, *inner liner*, *undergloves*, *cloth glove*, *(glove) insert*, *removable (knit) insert* oder *glove liner*.¹³¹ Hiervon abgegrenzt werden muss das an der Innenseite vieler impermeabler Schutzhandschuhe vorhandene Untergewebe (auch: Innen-/Beflockung, Innenfutter, Innentrikot) aus bspw. Baumwolle, Polyester oder Velour, welches im Englischen mit Ausdrücken wie *(cotton) lined*, *(cotton) interlock*, *gloves with inserts*, *flock-lined*, *built-in liners*, *lining*, *moisture-wicking lining* oder *integral lining* bezeichnet wird. Multiple Begriffsnutzungen erschweren hierbei die sprachliche und inhaltliche Differenzierung. Allen folgenden Ausführungen liegt daher die nachstehende Nominaldefinition bzw. Abgrenzung zu Grunde:

„(...) a glove liner is defined as a separate glove-like hand covering made from a light weight material, with or without fingers. Flocking, which consists of closely placed small tufts of soft material glued or bonded onto the inside of gloves, is not defined as a glove liner.“ (Office of the Federal Register, National Archives and Records Administration, 1997, 40 CFR Part 170 Abschn. III)

Im Regelfall kommen textile Unterziehhandschuhe in Reinform, d. h., ohne jedwede Art von Beschichtung, den Zusatz von Spezialfasern oder zusätzliche Optimierung unter impermeablen Schutzhandschuhen zum Einsatz. Die folgenden Ausführungen fokussieren daher auf Handschuhe ohne entsprechende Modifikationen.

Produkteinordnung / Klassifizierung

Verschiedene Richtlinien und Verordnungen der Europäischen Union (EU) legen grundlegende Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen von Produkten fest, wobei sich die jeweils geltenden Gesetzmäßigkeiten aus der jeweiligen Gruppierung und primäre Zweckbestimmung des Produktes ergeben (PSA / MP) (s. Kap. II.3.1). Die auf dem Markt verfügbaren textilen (Unterzieh-)Handschuhe variieren hinsichtlich ihrer Zugehörigkeit: Der Großteil der Handschuhe ist als Kat. I der PSA eingestuft, eine weitaus kleinere Anzahl an Modellen sind als MP der Klasse I deklariert und für einen Teil der Handschuhe sind keine entsprechenden Informationen verfügbar (s. Anhang 4).

In die *PSA Risikokategorie I (Kat. I)*¹³² fallen Handschuhe einfacher Ausführung zum Schutz gegen minimale bzw. geringfügige Risiken (z. B. Kontakt mit Wasser, oberflächliche mechanische Verletzungen,

¹³⁰ In den Folgekapiteln wird häufiger der Begriff *(Unterzieh-)Handschuhe* zu lesen sein. (Semantisch) Ursächlich hierfür ist, dass es sich bei *Unterziehhandschuhen* primär um textile Handschuhe handelt, die in einer bestimmten Form – hier als Unterzieher – eingesetzt werden.

¹³¹ Auch im dt. Sprachgebrauch findet inzwischen die Begrifflichkeit *Liner* (z. B. Liner-Handschuhe) Anwendung.

¹³² Für PSA herstellende Unternehmen der Kat. I ist eine interne Fertigungskontrolle (Modul A) gemäß Anhang IV der PSA Verordnung 2016/425 vorgeschrieben (PSA-Verordnung (EU) 2016/425, Kap. IV Art.19). Bei der internen Fertigungskontrolle handelt es sich

Kontakt mit heißen Oberflächen) (PSA-Verordnung (EU) 2016/425, Anh. I). Besteht die Notwendigkeit, verschiedene Arten von PSA zu kombinieren (z. B. Unterziehhandschuh und Schutzhandschuh), müssen diese aufeinander abgestimmt werden, um Beeinträchtigungen der Schutzwirkung der Einzelteile bzw. des Gesamtschutzes auszuschließen (PSA-BV, § 2 Abs. 3). Eine mangelnde Kompatibilität von Ausrüstungsbestandteilen kann zu einer nicht vorgesehenen Anwendung von PSA führen (Vierhaus, 1999). In die *MP Risikoklasse I*¹³³ fallen v. a. nicht invasive Produkte (z. B. Stützstrümpfe, Lese- und Gehhilfen) (EU-Verordnung 2017/745, Anh. VIII Kap. III Abs. 4.1), darunter auch solche, „die mit verletzter Haut oder Schleimhaut in Berührung kommen (...), wenn sie als mechanische Barriere oder zur Kompression oder zur Resorption von Exsudaten eingesetzt werden“ (EU-Verordnung 2017/745, Anh. VIII Kap. III Abs. 4.4) (z. B. Verbandmittel).

II.5.1.2 ENTWICKLUNGS- UND UNTERSUCHUNGSANFÄNGE

Erste evidenzbasierte Belege für die Untersuchung von Schutzhandschuhen finden sich für die Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg (1939-1945) (Mylon, Lewis, Carré & Martin, 2014). Der Fokus lag auf Modellen für militärische Anwendungen (z. B. Flug- und Kältehandschuhe), die hinsichtlich verschiedener Aspekte der manuellen Leistung (*performance*) analysiert wurden (Mylon, Lewis, Carré & Martin, 2014). Reine Textilhandschuhe (z. B. Baumwolle) fanden bereits im 19. Jahrhundert als Schutz- und später als Überziehhandschuhe Verwendung (Hernigou, Boceno & Potage, 2022; Hernigou, 2022; Schlich, 2013).

„The rayon insert used with the A-9, A-11, and later insulative-type gloves was developed in 1942 to eliminate the danger of fingers freezing to metal when delicate manipulations precluded the use of heavy gloves during extreme cold. The insert was a significant development in military glove design. Nylon had been tested as a substitute for rayon for insert, and it was found superior in some ways. But the quantity of nylon available for gloves during the war was very limited. Also during the war, the suggestion was made the thumbs be centered in the sides of gloves, thus making them ambidextrous. This modification was later incorporated into the patterns for the wool and rayon inserts so that one could be saved if the match became useless. The change could only be made in very thin gloves, however, since the material was unavoidably bunched around the thumb.“ (Sweeting, 2015, S. 112–113)

In Amerika wurden die ersten textilen Unterziehhandschuhe vermutlich um 1942/1943 entwickelt bzw. eingesetzt; verwendet im militärischen Bereich, dienten die Handschuhe aus Viskose primär dem (zusätzlichen) Kälteschutz unter diversen Arten von Schutzhandschuhen (Overy, 2016; Sweeting,

um ein Konformitätsbewertungsverfahren, mit dem die herstellenden Firmen auf eigene Verantwortung erklären (keine unabhängige, akkreditierte Zertifizierungsstelle), dass die jeweilige PSA den grundlegenden Gesundheitsschutz- und Sicherheitsanforderungen der Verordnung genügt (PSA-Verordnung (EU) 2016/425, Anh. IV und Kap. III Art. 8). An jeder einzelnen PSA wird eine CE-Kennzeichnung (CE = Communauté européenne) angebracht (PSA-Verordnung (EU) 2016/425, Anh. IV). Mit der CE-Kennzeichnung, als europäisches Kennzeichen des Produktsicherheitsrechts, wird die Einhaltung der jeweiligen europäischen Harmonisierungsrechtsvorschriften, die die Anbringung der CE-Kennzeichnung vorschreiben, bestätigt (Produktsicherheitsgesetz [ProdSG], 2021, § 2 Abschn. 7).

Unter *oberflächliche mechanische Verletzungen* fallen gemäß der DIN EN ISO 21420:2020 bspw. Blutergüsse, Stiche oder Kratzer, die durch das Zusammenstoßen mit bspw. feststehenden Hindernissen entstehen und nicht medizinisch versorgt werden müssen (DIN EN ISO 21420:2020-06, Anh. A).

¹³³ Für MP der Klasse I herstellende Unternehmen ist die eigenständige Durchführung eines EU-Konformitätsbewertungsverfahrens (EU-Verordnung 2017/745, Kap. V Abschn. 2) und einer klinischen Bewertung/Prüfung (EU-Verordnung 2017/745, Kap. VI) vorgeschrieben. Die Erfüllung aller grundlegenden Anforderungen wird durch eine entsprechende Konformitätserklärung und CE-Kennzeichnung der Produkte dokumentiert.

2015). Es ist davon auszugehen, dass textile (Unterzieh-)Handschuhe spätestens seit diesem Zeitpunkt regelhaft für militärische Zwecke produziert und bereitgestellt wurden. So erfolgte 1945 aufgrund von Produktnappheit ein Erlass, der die Produktion bestimmter (Unterzieh-)Handschuhmodelle zu anderen als militärischen Zwecken (Armee und Marine) untersagte (Office of the Federal Register, National Archives and Records Administration, 1945)¹³⁴. In den *Index of Specifications and Standards (Used By Department of the Army)* der 50er Jahre waren textile (Unterzieh-)Handschuhe bereits gelistet (z. B. United States. Dept. of the Army, 1951). 1987 wurde eine US-amerikanische technische Militärnorm bzw. Richtlinie erlassen, die sich mit textilen (Unterzieh-)Handschuhen befasst/e.¹³⁵ Noch heute besteht militärische Handbekleidung häufig aus zwei Paar Handschuhen (*outer shell and an inner liner*), wobei der äußere Schutzhandschuh bei Nichtgebrauch einfach abgestreift werden kann (Rimpel, Boehm, O'Hern, Dashiell & Tracy, 2008; Santee, Potter & Friedl, 2017).

Nach Auskunft des *Militärhistorischen Museums* der Bundeswehr in Dresden (MHM) finden sich in der Literatur keine Belege für eine offizielle Verwendung von Unterziehhandschuhen oder reglementierte Modelle für die Zeit vor oder während des Zweiten Weltkrieges in Dtl.¹³⁶ Dass diese jedoch auch hier zum Zweck zusätzlichen (Kälte-)Schutzes (Hilfsmittel) bereits zu Kriegszeiten eingesetzt wurden, ist sehr wahrscheinlich.¹³⁷ In der dt. Bundeswehr werden heute, wie auch im amerikanischen Raum, zwei Paar Handschuhlagen in speziellen Bereichen eingesetzt (z. B. Kommando Spezialkräfte [KSK], dünnerer Handschuh/Fausthandschuh).¹³⁸

Erste dokumentierte und veröffentlichte wissenschaftliche Untersuchungen zum Einsatz von textilen Unterziehhandschuhen – im Sinne der Definition der vorliegenden Arbeit – fanden vermutlich in den 80er Jahren statt (z. B. Branson et al., 1988; Hogstedt & Ståhl, 1980; Jepsen, Sparre Jørgensen & Kyst, 1985). Bei dem Einsatz von textilen Unterziehhandschuhen unter Chemikalienschutzhandschuhen handelt/e es sich um eine gängige (zusätzliche) Maßnahme zum Okklusionsschutz im Militär (USA) (Branson et al., 1988; Keller & Santee, 2017; Teixeira & Bensele, 1990). Anwendungsempfehlungen zum genannten Zweck finden sich bereits in Berichten der *United States Army* von 1943 (United States Army,

¹³⁴ Hier heißt es: „Beginning June 18, 1945, no Person may operate fingering machines in ranges from 4 to 7 cut, inclusive, except to produce seamless gloves, mittens or inserts contracted by or for the account of the United States Army or Navy. Any person affected by this direction must accept and fill contracts and orders of or for the account of the United States Army and Navy for such gloves, mittens or inserts.“ (Office of the Federal Register, National Archives and Records Administration, 1945, Part 3290 (a)).

¹³⁵ Es handelt sich hierbei um die Norm *MIL MIL-G-3866G - GLOVE, MEN'S, CLOTH, COTTON, KNITTED, LIGHTWEIGHT*, welche nicht kostenfrei eingesehen werden kann.

¹³⁶ Schuster (2011) verweist in seinem Werk *Das Ausstattungssoll der Heeresangehörigen der Bundeswehr von 1955 bis 2010* auf Woll-Strick-/Fingerhandschuhe im Rahmen der Erstausrüstung und die spätere Einführung eines nachgebauten US-(Strick-)Modells; spezifische Informationen zum Thema Unterziehhandschuhe und/oder der Verwendung von Handschuhkonstruktionen finden sich nicht.

¹³⁷ Nach Aussage des *Militärhistorischen Museums der Bundeswehr in Dresden* (MHM), Sachgebiet Uniformen/Feldzeichen (Auskunft per E-Mail vom 02.11.2021).

¹³⁸ Nach Aussage des *Wehrwissenschaftlichen Instituts für Werk- und Betriebsstoffe* (WIWeB, Erding / AT), Sachgebiet Schuhe, Handschuhe, persönliche Ausrüstung (Auskunft per Telefon vom 16.11.2021). Handschuh herstellende Firmen wie bspw. ESKA Lederhandschuhfabrik Gesellschaft m.b.H. & Co. KG bieten u. a. differenziert gestaltete und ausgestattete Unterziehhandschuhe für das Militär an (mehr Informationen unter der URL: <https://www.eskagloves.com/de/pc/professional/militaer-handschuhe>, Stand: 03.11.2022).

1943).¹³⁹ Da durch Verteidigungsministerien u. ä. Einrichtungen geförderte Studien bzw. deren Ergebnisberichte nicht allesamt zugänglich sind, ist es denkbar, dass bereits zu früheren Zeitpunkten Untersuchungen in diesem Bereich stattfanden. Seitens der US-amerikanischen Bundesbehörde für arbeitsmedizinische Forschung, dem *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH), wurde 1978, mit Verweis auf frühere Studien bzw. Berichte¹⁴⁰, der Einsatz baumwollbeflockter Schutzhandschuhe oder textiler Unterziehhandschuhe unter impermeablen Schutzhandschuhen als (zusätzliche) Maßnahme ggü. Gefahrstoffen in der Dynamite-Industrie (Nitroglycerin und Ethylenglykodinitrat) empfohlen (National Institute for Occupational Safety and Health [NIOSH], 1978). In der 70er Jahren wurden textile Unterziehhandschuhe bereits standardmäßig in der schwedischen Dynamit-Industrie verwendet (Hogstedt & Ståhl, 1980). Die amerikanische Umweltschutzbehörde *Environmental Protection Agency* (EPA)¹⁴¹ ließ textile Unterziehhandschuhe in den 90er Jahren als Standardschutzmaßnahme im Kontakt ggü. Pestiziden zu (Office of the Federal Register, National Archives and Records Administration, 1997, 2004). Auch im Bereich der Luft- und Raumfahrt wurden bzw. werden textile Unterziehhandschuhe als ‚comfort gloves‘ oder ‚(inner) comfort liner‘ (z. B. aus Seide, Polyester oder Nylon) eingesetzt, um die Haut vor Okklusionseffekten zu schützen und den Tragekomfort sowie das An- und Ausziehverhalten der darüberliegenden, mehrlagigen Schutzhandschuhe zu verbessern (Smithsonian Institution, National Air and Space Museum, 2023; Kenneth S. Thomas & McMann, 2012). In den letzten Jahren bzw. Jahrzehnten entwickelte sich der Untersuchungsfokus für den Einsatz textiler Unterziehhandschuhe weiter und gilt, bis heute, primär dem Schutz vor Okklusion und Irritation, häufig im Rahmen der Prävention von Hauterkrankungen (z. B. Hübner et al., 2016; Ramsing & Agner, 1996a).

Im Allgemeinen lässt sich festhalten, dass textile Handschuhe den Bestandteil einer Vielzahl von Studien bilde(t)en. Analysen bezogen/beziehen sich zumeist auf Modelle mit höherer Schichtstärke unterschiedlicher Materialien (z. B. Wolle oder Baumwolle) oder Materialmischungen, welche dabei wiederum häufig singulär (ohne zweiten Handschuh), in Kombination mit ihresgleichen (z. B. Baumwolle/Baumwolle, Wolle/Wolle) oder Schutzhandschuhen permeabler Materialien (z. B. Leder/Baumwolle, Leder) evaluiert wurden/werden.¹⁴² Eine Reihe experimenteller Untersuchungen, in denen textile Unterziehhandschuhe singulär oder als zweites Paar Handschuhe (Unter- oder Überziehhandschuh) in Kombination mit Schutzhandschuhen zum Einsatz kamen, fokussierten auf die Erfassung von (dermalen) Kontaminationswerten (Messung der Stärke der Hautexposition) im Kontakt ggü. Gefahrstoffen (z. B. Pestizide).¹⁴³ Da der Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit bzw. Untersuchung/en auf der

¹³⁹ Dort heißt es bspw.: „Due to the fact that the hands sweat a great deal if the heavy rubber gloves are kept on for any length of time, it is a good practice to wear a pair of cotton gloves inside of them. The cotton gloves also afford added protection against any chemical which may get inside the rubber gloves.“ (United States Army, 1943, S. 23).

¹⁴⁰ Die Originalstudien sind nicht verfügbar/zugänglich, z. B. Anonymous (1978) *Plant observation reports and evaluation*, URL: <https://www.cdc.gov/niosh/nioshtic-2/00071889.html>; Einert et al. (1963) *Exposure to Mixtures of Nitroglycerin and Ethylene Glycol Dinitrate*, doi: <https://doi.org/10.1080/00028896309343245>.

¹⁴¹ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.epa.gov/> (Stand: 22.05.2023).

¹⁴² *Weiterführende Literatur*: Entsprechende Beispiele/Einzelstudien finden sich bspw. in den Reviews von Dianat, Haslegrave und Stedmon (2012) und Zare Bidoki, Ezazshahabi, Mousazadegan und Latifi (2021).

¹⁴³ Dosimetrie (under-glove dosimeter, cotton glove dosimeter). Weitere Informationen zu den Untersuchungsmethoden zur Effizienz dermalen Schutzausrüstung finden sich bspw. bei Oltmanns et al. (2016).

kombinierten Verwendung von Unterzieh- und impermeablen Schutzhandschuhen zum Schutz vor Okklusion und Hautirritationen liegt, lassen sich o. g. Studien nur bedingt in den Arbeitskontext aufnehmen. Vergleich, Verständnis und Interpretation werden weiterhin durch teilweise defizitäre Angaben hinsichtlich der angewandten Methodik (z. B. Materialart und -stärke) sowie nicht einheitlichen Begriffsverwendungen (s. Kap. II.5.1.1) erschwert.

II.5.1.3 AKTUELLER EMPFEHLUNGSSTAND

Im Folgenden soll dargestellt werden, ob (Quantität) und auf welche Art und Weise (Qualität) die Empfehlung der Verwendung von (textilen) Unterziehhandschuhen in *zentralen schriftlichen Referenzen* Umsetzung findet.

Informationsschriften und Regelwerke nationaler UVT und Bundesministerien

In einer Vielzahl offizieller Regelwerke und Handlungsanleitungen findet sich eine berufsgruppenunabhängige Empfehlung zum Einsatz textiler Unterziehhandschuhe, v. a. im Bereich des Okklusionschutzes, wieder (DGUV Information 212-007, 2009; DGUV Regel 112-995, 2007; TRGS 401, 2008).¹⁴⁴ Allgemeine Informationsmaterialien zum Thema Hautschutz bzw. Schutzhandschuhe aller gewerblichen Berufsgenossenschaften, der UVT der öffentlichen Hand Unfallkassen (UK) und der SVFLG greifen diese Empfehlung ebenfalls auf. Die die Empfehlungen ergänzenden Hinweise zur Art und Weise des Einsatzes von Unterziehhandschuhen zeigen eine starke Variation hinsichtlich des Inhalts und Umfangs (s. Anh. 2, Tabelle 46).

Informationsschriften internationaler Ministerien und Verbände/Gesellschaften

Der erweiterte Blick in die internationale Literatur zeigt, dass es sich bei der Verwendung von Unterziehhandschuhen um eine präventive Maßnahme handelt, die auch außerhalb Dtl. in zahlreichen branchen-/berufsgruppenspezifischen (z. B. AORN, 2017; EPA, 2015; Food and Drug Administration [FDA], 2008; Ontario Agency for Health Protection and Promotion (Public Health Ontario) [PHO], 2019) und berufsgruppenübergreifenden (z. B. Australian Safety and Compensation Council [ASCC], 2005; Health and Safety Executive [HSE], 2015; IRSST, 2012) Handlungsempfehlungen zum Schutzhandschuh Einsatz o. ä. wiederzufinden ist. Auch (internationale) dermatologische Fachgesellschaften greifen die Empfehlung der Verwendung von Unterziehhandschuhen auf (z. B. British Association of Dermatologists [BAD], 2019; Eczema Association of Australasia Inc [EAA], 2021b; National Eczema Association, 2021; National Eczema Association [NEA], 2021a). Die die Empfehlungen ergänzenden Hinweise zur Art und

¹⁴⁴ Vereinzelt Stimmen aus der älteren Literatur belegen, dass es sich hierbei vor etwa 20 Jahren noch anders verhielt: „Leider wird dem Aspekt des Tragekomforts auch in den Vorschriften und Normen zu wenig Bedeutung beigemessen. Es wäre wünschenswert, wenn neben den Schutzeigenschaften der Mensch stärker im Mittelpunkt stünde. Wahrscheinlich würde dies dazu beitragen, die Trageakzeptanz zu erhöhen. Wenn jedoch Ergänzungen zu den in den Vorschriften festgelegten Mindestforderungen sinnvoll erscheinen, dann sollten sie auch eingeführt werden. Zwei Beispiele seien genannt. 1. Dünne Baumwollhandschuhe unter den isolierenden Handschuhen sorgen für mehr Tragekomfort (...).“ (Hoffmeyer, 1999, 442).

Weise des Einsatzes von Unterziehhandschuhen zeigen eine starke Variation hinsichtlich des Inhalts und Umfangs.

Nationale Leitlinien zum Management von (berufsbedingten) Kontaktdermatosen

Die *S2k-Leitlinie Diagnostik, Prävention und Therapie des Handekzems* greift die Empfehlung der Verwendung von Unterziehhandschuhen mit dem Verweis auf verschiedene Quellen (z. B. Positionspaper von StanDerm, Review von Tiedemann et al. 2016) auf (AWMF, 2023a). In der aktuellen *S1-Leitlinie Kontaktekzem* findet sich keine entsprechende Empfehlung, aber ein Verweis auf die okklusive Wirkung von Schutzhandschuhen (Dickel et al., 2022) (s. Anh. 2, Tabelle 47).

Internationale Leitlinien zum Management von (berufsbedingten) Kontaktdermatosen

In einer Vielzahl offizieller medizinischer Leitlinien und Positionspapieren zum *Management von (berufsbedingten) Kontaktdermatosen* findet sich eine berufsgruppenunabhängige Empfehlung zum Einsatz textiler Unterziehhandschuhe wieder (Adisesh, Robinson, Nicholson, Sen & Wilkinson, 2013; Alfonso et al., 2017; Chernyshov et al., 2020; Menné et al., 2011; Salvador et al., 2020; Smedley, 2010; Thyssen et al., 2022). Entsprechende Referenzen beziehen sich in der Mehrheit auf vorhergehende oder externe Leitlinien oder Reviews. Es finden sich wenig bis keine ergänzenden Hinweise zur Art und Weise des Einsatzes von Unterziehhandschuhen. Einige Leitlinien greifen die Empfehlung nicht auf (Dobashi et al., 2020; Johnston et al., 2017; Kim et al., 2021; Lynde et al., 2010; Silverberg et al., 2021; World Health Organization [WHO], 2009), beinhalten jedoch mehrheitlich Hinweise auf die Vermeidung prolongierter Tragezeiten von Schutzhandschuhen, v. a. aufgrund der Gefahr der okklusiven Wirkung (s. Anh. 2, Tabelle 47).

Reviews zum Management von (berufsbedingten) Kontaktdermatosen

Eine Vielzahl von Reviews zum *Management berufsbedingter Kontaktdermatosen* greift das Thema Unterziehhandschuhe auf (s. hierzu auch: Zack, Arrandale & Holness, 2017): Agner & Held (2002) weisen in ihrem Review *Skin protection programmes* darauf hin, dass die Verwendung von Baumwollhandschuhen einen festen inhaltlichen Bestandteil von Hautschutzprogrammen bilden sollte (Verweis: Ramsing & Agner 1996). Saary et al. (2005) kommen in ihrem Review *Contact dermatitis treatment and prevention* zu dem Ergebnis, dass für die Empfehlung der Verwendung von Baumwollhandschuhen Studien von angemessener Qualität („fair-quality“) vorliegen (Verweis: Ramsing & Agner 1996). Sowohl Nicholson & Llewellyn (2010) (*Occupational contact dermatitis & Urticari*) als auch León et al. (2015) (*Management of Chronic Hand Eczema*) greifen in ihren Reviews die Empfehlung der Verwendung von Baumwollhandschuhen unter Verweis auf den Review von Saary et al. auf. Bauer et al. (2018) verweisen in ihrem Review *Maßnahmen zur Prävention berufsbedingter irritativer Handdermatosen* unter Bezug auf Saary et al. auf ein allgemeines Studiendefizit hinsichtlich der Bewertung der Präventionsmaßnahme hin. Insgesamt finden sich wenig bis keine ergänzenden Hinweise zur Art und Weise des

Einsatzes von Unterziehhandschuhen. Einige Reviews nehmen keinen Bezug zur Thematik (z. B. Christoffers et al., 2019).

Präventionsprogramme zur Vermeidung und Therapie von berufsbedingten Kontaktdermatosen

In einer Vielzahl von Studien, in denen die Effektivität von Präventionsprogrammen zur Vermeidung und Therapie berufsbedingter Kontaktdermatosen evaluiert wurde, bildete die Verwendung von textilen Unterziehhandschuhen (als ‚key-recommendation‘) einen integralen Untersuchungsbestandteil (Tiedemann et al., 2016; Zack et al., 2017).¹⁴⁵

„Although there is information in the literature on the topics used in skin protection training programs, there is essentially no information on the content of such programs in use within workplaces.” (Rowley et al., 2016, S. 32)

„The use of cotton gloves beneath the occlusive gloves to counteract the negative effects of occlusion (...). (...) it is often recommended in preventive programmes, and further studies on this topic are needed.” (Tiedemann et al., 2016, S. 8)

In der Mehrheit dieser Untersuchungen finden sich ausschließlich kurze Angaben zur Effektivität dieser einzelnen Präventionsmaßnahme (Steigerung/Senkung der Einsatzfrequenz), aber wenig bis keine ergänzenden Hinweise zur Art und Weise des Einsatzes der eingesetzten Unterziehhandschuhe.¹⁴⁶

Die vorherigen Ausführungen machen trotz ihrer Exemplarität deutlich, dass es sich bei der Empfehlung der Verwendung von Unterziehhandschuhen um eine gängige und weit verbreitete Präventionsmaßnahme handelt. Den Ursprung dieser bildet eine vereinzelte Studie von 1996, welche häufig als einzige Evidenz (Literaturbeleg) für die Legitimation der präventiven Maßnahme angeführt wird.

„In conclusion, prolonged glove occlusion may lead to impairment of skin barrier function. This effect is prevented by the use of cotton gloves. (...) The use of gloves for as short a time as possible and the use of a cotton glove under the occlusive glove are recommended as ways of reducing the risk of skin barrier impairment.” (Ramsing & Agner, 1996a, S. 262)

V. a. im internationalen berufsdermatologischen Kontext variiert die Bewertung dieser Maßnahme. Wenngleich vereinzelte Darstellungen der UVT und Ministerien eine gewisse Orientierung und Hilfestellung hinsichtlich des Gebrauchs von Unterziehhandschuhen geben, lässt sich insgesamt ein Mangel an differenzierten Ausführungen zur Funktionalität, Handhabung und allgemeinen Effektivität konstatieren.

¹⁴⁵ Bereich der *Primärprävention*, z. B.: Tove Agner und Held (2002); Bregnhøj, Menné, Johansen und Søsted (2012); Clemmensen, Randbøll, Ryborg, Ebbehøj und Agner (2015); Dulong, Pohrt, Skudlik und Nienhaus (2009); Flyvholm, Mygind, Sell, Jensen und Jepsen (2005); Held, Mygind, Wolff, Gyntelberg und Agner (2002); Held, Wolff, Gyntelberg und Agner (2001); Jungbauer, van der Harst, Groothoff und Coenraads (2004); Sell, Flyvholm, Lindhard und Mygind (2005); Symanzik (2021); van der Meer, Boot, Twisk et al. (2014).

Bereich der *Sekundärprävention*, z. B.: Ibler, Jemec, Diepgen et al. (2012); Schürer, Klippel und Schwanitz (2005); Soder et al. (2007); Wilke, Gediga, Weinhöppel, John und Fartasch (2012)

Bereich der *Tertiärprävention*: z. B.: J. Chen et al. (2016).

¹⁴⁶ Eine Vielzahl etablierter bzw. aktuell laufender Hautschutzprogramme (s. Kap. I.1.1) beinhaltet die Maßnahme der Verwendung von Unterziehhandschuhen (z. B. Hamm & Drechsel-Schlund, 2019; Wilke et al., 2022; Wilke, Skudlik & Sonsmann, 2018).

„Introduction of a liner raises a number of questions such as 'to what extent does a second layer of glove affect performance?'; or 'what would be the best criterion to evaluate different liners?'. Considerable literature exists on external gloves. However, studies on two layered gloves have been very few and far in between.“ (Bishu & Goodwin, 1997, S. 692)

„There is, however, very little published on the effects of glove liners on sweat absorption in chemical protective glove system. There is also very little information on the design of glove liners.“ (Tremblay-Lutter, Lang & Pichette, 1996, S. 297)

„(...), there is a lack of research on the effect of the variety and combination of different materials used to construct industrial gloves on hand performance. In other words, there appears to be a gap in the research on the effects of material types and their properties, the number of layers used in gloves, as well as the method of layer construction on the performance of hand after wearing the glove.“ (Zare Bidoki, Ezazshahabi, Mousazadegan & Latifi, 2022, 6537)

„Currently, only expert opinion exists on the benefits of cotton glove liners for secondary and tertiary prevention of occupational contact dermatitis.“ (PHO, 2019, S. 99)

Entsprechend existieren derzeit auch noch keine einheitlichen inter-/nationalen (Mindest-)Standards für einen reglementierten Einsatz von Unterziehhandschuhen (Hübner et al., 2016), für welche zunächst der Notwendigkeit weiterer (vergleichender) Untersuchungen nachgekommen werden sollte (Bauer et al., 2018; PHO, 2019; Tiedemann et al., 2016).

II.5.1.4 EINSATZMÖGLICHKEITEN

Textile Unterziehhandschuhe können grds. bei einer Vielzahl von beruflichen Tätigkeiten in den verschiedensten Berufsbereichen zum Einsatz kommen. Die Mehrzahl der offiziellen Regelwerke und Handlungsanleitungen benennt hierbei keine konkreten Tätigkeiten, sondern verweist auf den Okklusionsschutz bzw. die Verwendung (teil-) okklusiver Schutzhandschuhe als (notwendige) Voraussetzung (s. Anh. 2, Tabelle 46). Die nachfolgende Auflistung gibt eine exemplarische Übersicht differenzierter Berufszweige und Tätigkeitsfelder, die von dem Einsatz von Unterziehhandschuhen profitieren können (s. Tabelle 13).

Tabelle 13: Berufszweige und Tätigkeitsfelder mit Eignung für den Einsatz textiler Unterziehhandschuhe

Gesundheitswesen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lagerung / Mobilisierung der Patienten und Patientinnen ▪ Aufwendige Behandlungspflege (z. B. Verbandswechsel) ▪ Grundpflegerische Tätigkeiten an Patienten und Patientinnen (z. B. Wasch- und Duschassistenz, Inkontinenzversorgung)
Hauswirtschaft und Reinigung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reinigen und Pflegen von Räumen ▪ Textilreinigung und -pflege ▪ Nahrungsmittelzubereitung und -ausgabe ▪ Häusliche Pflege
Therapeutische Praxen (z. B. Physiotherapie)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lagerung / Mobilisierung / Massage der Patienten und Patientinnen ▪ Hydrotherapie (z. B. Therapie- / Bewegungsbäder) ▪ Reinigungs- und Desinfektionsarbeiten
Friseurhandwerk	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tätigkeiten mit Haarfarbe, Blondierung und Dauerwellflüssigkeit ▪ Kopfmassage und Haare waschen ▪ Reinigungs- und Desinfektionsarbeiten

Mit Ausnahme der Machbarkeitsstudie von Hübner et al. (2016) sowie den vorliegenden praxisnahen Kurzzeit-Trageversuchen (z. B. Heichel, Mertens, Wernitz & John, 2019; Heichel, Mecklenburg & Skudlik, 2021), finden sich in allen Studien, in denen der Einsatz textiler Unterziehhandschuhe evaluiert wurde (z. B. Baack, Holguin, Holmes, Praver & Scheman, 1996; Jepsen et al., 1985), keine konkreten Tätigkeiten, bei denen die Handschuhe zur Anwendung kamen. Anzunehmen ist, dass sich die in den entsprechenden Publikationen getroffenen Aussagen zur Nicht-/Eignung auf die *Gesamtheit der typischerweise in den Untersuchungsbereichen durchzuführenden Tätigkeiten* beziehen.

Zu den *nicht geeigneten Einsatzmöglichkeiten* gehört bspw. die Verwendung von Unterziehhandschuhen bei Schweiß Tätigkeiten: Bei zum Schweißen eingesetzten (Leder-)Handschuhen sollten aus Sicherheitsgründen keine reinen, unbehandelten textilen Unterziehhandschuhe verwendet werden, da es zum Flug von Funken/Metallspritzern und somit erhöhten Entzündbarkeit kommen kann. Alternativ können bspw. mit einem imprägnierten Futter (aus bspw. Baumwolle) versehene Schweißhandschuhe oder chromatfreie Lederhandschuhe eingesetzt werden. Einige Autoren empfehlen jedoch die Verwendung von textilen Unterziehhandschuhen unter Lederhandschuhen (bei Tätigkeiten mit längerem Wärmekontakt) zum Schutz vor den ggf. enthaltenen Chromaten (Y. Li & Li, 2021).

II.5.1.5 BEREITSTELLUNG UND NUTZUNGSHÄUFIGKEIT

Wie bereits dargestellt, obliegt die Erhebung und Beurteilung von Gefährdungen sowie die praktische Umsetzung ggf. notwendiger präventiver Maßnahmen am Arbeitsplatz dem Arbeitgebenden (s. Kap. II.2.1). Bezugnehmend auf die (Haupt-)Empfehlungen zur Prävention von (berufsbedingten) HE, so u. a. der Einsatz von Unterziehhandschuhen, ist der Einbezug verantwortlicher Personen aus den Bereichen Arbeitsschutz (z. B. Sifa, Sicherheitsbeauftragte, Abteilung für Infektionskontrolle/Hygiene, fachärztliches Personal) (DGUV, 2018a; Hölscher, Laurig, Lindenthal & Hoffmeier, 2016; C. L. Packham & Packham, 2004; van der Meer, van der Gulden, van Dongen, Boot & Anema, 2015) und Beschaffungswesen (Anderl & Scheuermann, 1999; Hölscher et al., 2016) von Relevanz. Da bspw. Klinikverbünde und -ketten häufig einen zentralen Einkauf betreiben, gestaltet sich die Partizipation auf Abteilungsebene teilweise schwierig (Hölscher et al., 2016). D. h., die *Bereitstellung* von textilen Unterziehhandschuhen (z. B. Qualität und Menge) obliegt in erster Instanz der Abstimmung zw. dem Arbeitgebenden und den betrieblichen Akteuren verschiedener Bereiche. Die *Nutzungshäufigkeit* variiert u. a. in Abhängigkeit von Faktoren wie der Berufsbranche und dem Gesundheits- bzw. Erkrankungszustand. Die nachfolgende Übersicht gibt einen Einblick in die verfügbaren Kennzahlen verschiedener Berufsbereiche/-gruppen (s. Tabelle 14).

Tabelle 14: Bereitstellung und/oder Nutzungshäufigkeit textiler Unterziehhandschuhe in verschiedenen Berufsbereichen/-gruppen

Studie/Autoren	Berufsbereich	Kollektiv	Ergebnisse
<i>Unspezifisch / divers</i>			
Held, Mygind, Wolff, Gyntelberg & Agner, 2002 (DNK)	Beschäftigte in Feuchtberufen (Klinik, Küche, Reinigung)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ N=375 ▪ KG: n=131/168, 30 % Hauterscheinungen Hände ▪ IG: n=156/207, 25 % Hauterscheinungen Hände 	16 % der Befragten (< 10 % immer, < 20 % manchmal) verwendeten Unterziehhandschuhe vor und 47 % (< 10 % immer, < 40 % manchmal) nach der Teilnahme an einer Interventionsmaßnahme (SIP) ($p < 0.0001$).
Mortz, Bindslev-Jensen & Andersen, 2014 (DNK)	Beschäftigte in Risikoberufen (Feuchtarbeit, Nahrungsmittel, Pflanzen; n=117), Beschäftigte anderer Bereiche (z. B. Büro)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ N=899/1206 ▪ Inzidenz HE: 8.8 / 100 Personen / Jahr 	N=23 der Befragten verwendeten Unterziehhandschuhe.
Rowley et al., 2016 (CAN)	Automobilindustrie, Gesundheitswesen, Gastronomie etc.	N=105, Hautsymptome/HE	25.7 % (n=27) der Befragten verwendeten Unterziehhandschuhe.
Zack, Arrandale & Holness, 2018 (CAN)	Automobilindustrie, Gesundheitswesen, Gastronomie etc.	N=122/175, Hautsymptome/HE	15 % (n=18) der Befragten verwendeten Unterziehhandschuhe; von diesen nahmen in der Vergangenheit jeweils n=9 an einer Hautschulung teil.
T. Gupta, Arrandale, Kudla & Holness, 2018 (CAN)	Beschäftigte in Feuchtberufen (n. a.)	N=140, Hautsymptome/HE	24 % (n=34) der Befragten verwendeten Unterziehhandschuhe.
<i>Hauswirtschaft / Reinigung</i>			
Kujala & Reijula, 1995 (FIN)	Hauswirtschaft (Krankenhaus)	N=222/334, teilweise Symptome/Diagnose einer Dermatose	43 der Befragten gaben an, Unterziehhandschuhe zu verwenden.
Geier, Uter, Lessmann & Schnuch, 2002 (DEU) ¹⁴⁷	Raumpflege	N=95, Berufsdermatose	32.6 % (n=31/95) der Befragten verwendeten Unterziehhandschuhe regelmäßig.
Soder et al., 2007 (DEU)	Reinigungspersonal, Beschäftigte in Küchen	N=212, 79.2 % HE	45.7 % (n=59/130) der Befragten verwendeten Unterziehhandschuhe nach der Teilnahme an einer Interventionsmaßnahme (SIP).
Clemmensen, Randbøll, Ryborg, Ebbehøj & Agner, 2015 (DNK)	Reinigungspersonal (Krankenhaus)	N=75, 10.7 % (n=8) HE	7.6 % (n=7/69) der Befragten verwendeten Unterziehhandschuhe vor und 12.1 % (n=11/69) ein Jahr nach der Teilnahme an einer Interventionsmaßnahme (Primärprävention) (n.s.).
Asuncion, Dy-Rabo, Quinio & Lavadia, 2018 (PHL)	Hauswirtschaft / Housekeeping (Krankenhaus)	N=91, 34 % (n=31) HE	4 % (n=3/83) der Befragten verwendeten Unterziehhandschuhe.
<i>Lebensbearbeitung/-verarbeitung</i>			
Geier et al., 2002 (DEU)	Bäckerei / Konditorei	N=43, Berufsdermatose	11.6 % (n=5/43) der Befragten verwendeten Unterziehhandschuhe regelmäßig.
Geier et al., 2002 (DEU)	Köche/Köchinnen und Küchenhilfen (Küche)	N=76, Berufsdermatose	23.7 % (n=18/76) der Befragten verwendeten Unterziehhandschuhe regelmäßig.
Sell, Flyvholm, Lindhard & Mygind, 2005 (DNK)	Beschäftigte in Käse- molkereien	N=528/569, 12.3 % Ekzem Arme/Hände	Vor Studienbeginn wurden Unterziehhandschuhe von 13 % der Befragten verwendet.
Flyvholm, Mygind, Sell, Jensen & Jepsen, 2005 (DNK) ¹⁴⁸	Beschäftigte in Schlachthöfen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ N=644 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ IG: 4.6 % (n=5/136) der Befragten verwendeten Unterziehhandschuhe vor und 26 %

¹⁴⁷ Der IVDK untersuchte das Hautschutzverhalten und die Expositions- bzw. Allergenspektren verschiedener Berufsgruppen (Daten: 1998-2001, n=1.842 mit Berufsdermatosen). Die in der Tabelle dargestellten Zahlen geben die für den kombinierten Gebrauch von Baumwoll- und Schutzhandschuhen ermittelten Kennzahlen wieder.

¹⁴⁸ Im Artikel von Mygind et al. (2006), welcher sich auf die gleiche Untersuchung bezieht, variieren die Angaben leicht. Hier gaben ca. 11 % (n=15/135) der Befragten der Interventionsgruppe an, Baumwollhandschuhe in Kombination mit Schutzhandschuhen

		<ul style="list-style-type: none"> ▪ IG: n=136/20; Ekzem Arme/Hände: T0 = 56.2 %, T1 = 41 % ▪ KG: n=280/439; Ekzem Arme/Hände: T0 = 45.9 %; T1 = 50.2 % 	<p>(n=25/136) ein Jahr nach der Teilnahme an einer Interventionsmaßnahme (SIP) ($p < 0.001$).</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ KG: Vor Studienbeginn wurden Unterziehhandschuhe von 13.2 % (n=29/280) der Befragten verwendet; ein Jahr später von 21 % (n=42/280) ($p < 0.05$).
Gesundheits-/Krankenpflege			
Lagier, Vervloet, Lhermet, Poyen & Charpin, 1992 (FRA)	Beschäftigte im Gesundheits- und Krankenpflegebereich (OP, Krankenhaus)	N=248/268, Latexallergie n=21/197, Hautsymptome bei Handschuhverwendung 41 %	Zwei der Befragten verwendeten Unterziehhandschuhe.
Holness, Tarlo, Sussman & Nethercott, 1995 (CAN)	Ärztliches und pflegerisches Personal (OP-Bereich, Krankenhaus)	N=184, 26 % Hauterscheinungen	21 % der Befragten verwendeten Unterziehhandschuhe. Die Nutzungsfrequenz dieser lag bei Personen a) weiblichen Geschlechts (unabhängig von vorliegenden Hautsymptomen), mit zum Befragungszeitpunkt b) vorliegenden Hautsymptomen (OR 3.4), c) ekzemähnlichen Hauterscheinungen (OR 3.7) oder d) trockener Haut (OR 2.1) höher.
Kujala & Reijula, 1995 (FIN)	Beschäftigte im Krankenhaus	Krankenhaus mit N=3.513 Beschäftigten	Anzahl der verwendeten Unterziehhandschuhe (Stück) nach Angabe der Zentralversorgung/Beschaffungsabteilung: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hauswirtschaft: 1990: n=1.172; 1991: n=1.120; 1992: n=984. ▪ Laborbereich: 1990: n=3.024; 1991: n=2.640; 1992: n=3.200. ▪ Chirurgie-/OP-Bereich: 1990: n=200; 1991: n=220; 1992: n=300.
	Beschäftigte im Gesundheits- und Krankenpflegebereich (Labor / Chirurgie, Krankenhaus)	N=187/304, teilweise Symptome/Diagnose einer Dermatose	Drei der Befragten gaben an, Unterziehhandschuhe zu verwenden.
	Ärztliches Personal (Krankenhaus)	N=81/191, teilweise Symptome/Diagnose einer Dermatose	Eine/r der Befragten gaben an, Unterziehhandschuhe zu verwenden.
Geier et al., 2002 (DEU)	Krankenpflege	N=189, Berufsdermatose	11.6 % (n=22/189) der Befragten verwendeten Unterziehhandschuhe regelmäßig.
Ibler, Jemec & Agner, 2012 (DNK)	Personal Krankenhaus (z. B. Ärzte, Assistenz)	N=2.269	Unterziehhandschuhe wurden von 2 % der Befragten mit HE und < 1 % der Befragten ohne HE verwendet ($p=0.030$).
van der Meer, Boot, Twisk et al., 2014 (NLD)	Gesundheitswesen (z. B. Beschäftigte im Krankenhaus)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ N=1.649 ▪ KG: n=773, 10.3 % (n=80) HE ▪ IG: n=876, 7.3 % (n=64) HE 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ IG: Vor Studienbeginn wurden Unterziehhandschuhe von 1.9 % (n=16/876) der Befragten verwendet. Drei Monate nach der Teilnahme an der Interventionsmaßnahme nutzten 2 % (n=13/651) und weitere drei Monate später 8.8 % (n=53/607) Unterziehhandschuhe. ▪ KG: Vor Studienbeginn wurden Unterziehhandschuhe von 2.6 % (n=19/773) der Befragten verwendet; drei Monate später von 1.9 % (n=10/536) und sechs Monate später von 3 % (n=14/471).
Hübner et al., 2016 / Rubbert, 2014 (DEU)	Pflegepersonal und Therapeuten /Krankenhaus (Intensivpflege)	N=18, 17 % Hauterscheinungen Hände	Alle Teilnehmenden gaben an, vor Studienbeginn noch nie Unterziehhandschuhe verwendet zu haben; 15 Befragten war diese Präventionsmaßnahme gänzlich unbekannt

vor der Teilnahme an der Interventionsmaßnahme verwendet zu haben. Beim Ein-Jahres-Follow-Up bestätigten 19 % (n=26/135) die Verwendung von Unterziehhandschuhen. In der Kontrollgruppe berichteten 18 % (n=53/277) der Befragten von der Verwendung von Unterziehhandschuhen; beim Ein-Jahres-Follow-Up 17 % (n=45/135).

Symanzik, 2021 (DEU)	Beschäftigte in Pflegeberufen im Gesundheitswesen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ N=302 ▪ KG: n=167, 59.9 % Hauterscheinungen Hände ▪ IG: n=135, 71.9 % Hauterscheinungen Hände 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ IG: Vor Studienbeginn wurden Unterziehhandschuhe von der Mehrheit der Befragten ‚nie‘ (93.3 %) verwendet, 3.7 % setzen diese ‚selten‘ und 3 % ‚überwiegend‘ ein. Drei Monate nach der Teilnahme an der Interventionsmaßnahme nutzten 6.2 % und weitere drei Monate später 4.3 % Unterziehhandschuhe ‚überwiegend‘ bzw. ‚immer‘. ▪ KG: Vor Studienbeginn wurden Unterziehhandschuhe von der Mehrheit der Befragten ‚nie‘ (92.2 %) verwendet, 4.2 % setzen diese ‚selten‘, 2.4 % ‚überwiegend‘ und 1.2 % ‚immer‘ ein. Drei Monate später nutzten 2.7 % und weitere sechs Monate später 2.9 % Unterziehhandschuhe ‚überwiegend‘ bzw. ‚immer‘.
Altenpflege			
Geier et al., 2002 (DEU)	Altenpflege	N=65, Berufsdermatose	16.9 % (n=11/65) der Befragten verwendeten Unterziehhandschuhe regelmäßig.
Dulon, Pohrt, Skudlik & Nienhaus, 2009 (DEU)	Beschäftigte im Bereich der Altenpflege	<ul style="list-style-type: none"> ▪ N=388 ▪ KG: n=242, 19 % Hauterscheinungen Hände / HE ▪ IG: n=146, 26 % Hauterscheinungen Hände / HE 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ IG: Vor Studienbeginn wurden 12 % der Befragten Unterziehhandschuhe am Arbeitsplatz zur Verfügung gestellt; ein Jahr später waren es 49 % (p < 0.001). Bezogen auf die damit verbundenen Arbeitsplätze, standen an 21 % der Plätze (ca. 1/5 der Einrichtungen) vor Studienbeginn und an 55 % der Plätze drei Monate nach der Schulung Baumwollhandschuhe zur Verfügung (Dulon, Kähler, Björn, Skudlik, Christoph & Nienhaus, 2010). ▪ KG: Vor Studienbeginn wurden 9 % der Befragten Unterziehhandschuhe am Arbeitsplatz zur Verfügung gestellt; ein Jahr später waren es 14 % (p > 0.05).
Zahnmedizin			
Geier et al., 2002 (DEU)	Zahnarztshelfer/Zahnarztshelferinnen	N=54, Berufsdermatose	5.6 % (n=3/54) der Befragten verwendeten Unterziehhandschuhe regelmäßig.
Geier et al., 2002 (DEU)	Zahntechnik	N=51, Berufsdermatose	9.8 % (n=5/51) der Befragten verwendeten Unterziehhandschuhe regelmäßig.
Minamoto, Watanabe & Diepgen, 2016 (JPN)	Beschäftigte in der Zahnmedizin	N=528/97 Kliniken, 1-Jahres Prävalenz HE: 36.2 %	In einer Klinik (n=1/97) wurden den Befragten Unterziehhandschuhe am Arbeitsplatz zur Verfügung gestellt.
Beauty/Wellness			
Geier et al., 2002 (DEU)	Massage / Medizinische Bademeister	N=44, Berufsdermatose	6.8 % (n=3/44) der Befragten verwendeten Unterziehhandschuhe regelmäßig.
Geier et al., 2002 (DEU)	Friseurhandwerk	N=209, Berufsdermatose	16.3 % (n=34/209) der Befragten verwendeten Unterziehhandschuhe regelmäßig.
Heichel, Mertens et al., 2019 (DEU)	Friseurhandwerk	N=13, 62 % Hauterscheinungen Hände	Alle Befragten gaben an, vor Studienbeginn noch nie Unterziehhandschuhe verwendet zu haben.
Heichel et al., 2021 (DEU)	Friseurhandwerk	N=34, 21 % Hauterscheinungen Hände	Der Einsatz von Unterziehhandschuhen war 52.9 % (n=18) der Befragten bekannt, wobei 41.2 % (n=14) angaben, diese schon einmal verwendet zu haben.
Havmose et al., 2022 (DNK)	Friseurhandwerk	<ul style="list-style-type: none"> ▪ N=250 ▪ Inzidenz HE: 42.0 / 100 Personen / Jahr (34.6-50.9, 95 % CI) 	Mehrere Jahre nach der Teilnahme an einer Interventionsmaßnahme (Primärprävention) gaben 0.4 % (n=1/250) der Befragten an, Unterziehhandschuhe zu verwenden.
Techniksektor			
Jepsen et al., 1985 (DNK)	Fahrzeuglackierung	N=47, Hautgesunde	Keine/r der Befragten verwendete vor Studienbeginn Unterziehhandschuhe.
Geier et al., 2002 (DEU)	Automobilmechanik	N=40, Berufsdermatose	Keine/r der Befragten verwendete Unterziehhandschuhe.

Geier et al., 2002 (DEU)	Schlosserei / Installation	N=67, Berufsdermatose	4.5 % (n=3/67) der Befragten verwendeten Unterziehhandschuhe regelmäßig.
Geier et al., 2002 (DEU)	Bauhandwerk (Betonbau etc.)	N=123, Berufsdermatose	8.9 % (n=11/123) der Befragten verwendeten Unterziehhandschuhe regelmäßig.
Geier et al., 2002 (DEU)	Metallbearbeitung	N=160, Berufsdermatose	10 % (n=16/160) der Befragten verwendeten Unterziehhandschuhe regelmäßig.
Geier et al., 2002 (DEU)	Montage / Mechanik	N=44, Berufsdermatose	13.6 % (n=6/44) der Befragten verwendeten Unterziehhandschuhe regelmäßig.
Geier et al., 2002 (DEU)	Malerei / Lackiererei	N=36, Berufsdermatose	19.4 % (n=7/36) der Befragten verwendeten Unterziehhandschuhe regelmäßig.
Geier et al., 2002 (DEU)	Kunststoffverarbeitung	N=31, Berufsdermatose	38.7 % (n=12/31) der Befragten verwendeten Unterziehhandschuhe regelmäßig.
DGUV, 2008 (DEU)	Metallverarbeitung	N=96, 18.8 % (n=18) HE	Keine/r der Befragten gaben an, Unterziehhandschuhe zu verwenden.

Abkürzungen: KG = Kontrollgruppe, IG = Interventionsgruppe, HE = Handkezem

II.5.2 FUNKTIONEN

Textile (Unterzieh-)Handschuhe können mit unterschiedlichen Funktionen bzw. Zielstellungen eingesetzt werden, welche im Folgenden näher betrachtet werden sollen (s. Abbildung 18).

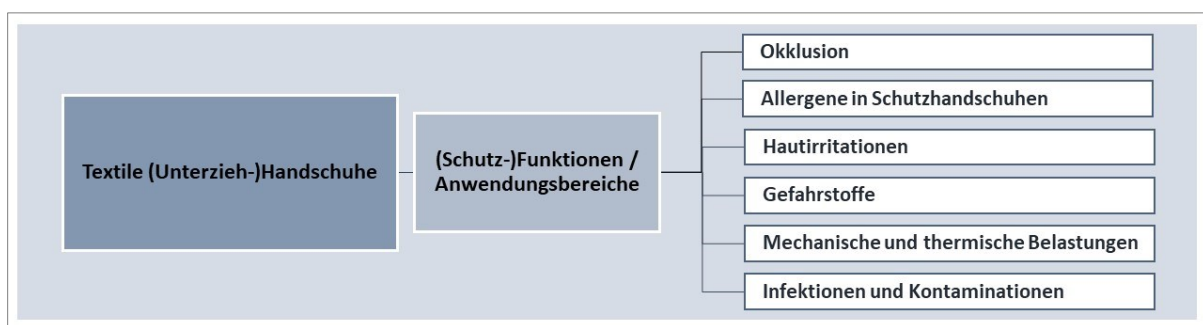


Abbildung 18: Übersicht der Funktionen / Anwendungsbereiche textiler Unterziehhandschuhe [Eigene Darstellung]

II.5.2.1 OKKLUSION

Textile Unterziehhandschuhe werden bei langen Tragezeiten impermeabler Schutzhandschuhe zur Schweißaufnahme, der Abmilderung einer Hyperhidrose sowie negativer Okklusionseffekte empfohlen (Abraham & Ramesh, 2002; Allgemeine Unfallversicherungsanstalt [AUVA], 2016; ASCC, 2005; AWMF, 2017b; Balato et al., 2020; Bauer, 2012; D. Buckley, 2021d; D. A. Buckley & Chowdhury, 2022; BAuA, 2008; Buxton, 1987; Crepy & Hoerner, 2022; DGUV Information 207-206, 2016; DGUV Information 212-007, 2009; DGUV Information 212-007, 2009; DGUV Information 213-032, 2021; DGUV Information 213-032, 2021; DGUV Regel 101-019 / BGR 209, 2001; DGUV Regel 112-995, 2007; DGUV Regel 112-995, 2007; Estlander & Jolanki, 2004; European Agency for Safety and Health at Work [EU-OSHA], 2020; Gliniecki, 1998; Hassani & Alikhan, 2014; IRSST, 2012; Loczenski, 2011; McMurray, 1970; Mellström & Boman, 2004; Nedorost & Hammond, 2020; Nixon & Moyle Mignon, 2007; OHS, 2017a; Roy, 2000; TRGS 401, 2008).

„What is needed is an arrangement that allows the moisture, both sweat and TEWL, to emerge from the skin and be held between the glove and the skin’s surface. This can be achieved quite simply by wearing a separate cotton glove underneath the occlusive glove (...).“ (C. Packham, 2020)

Hiermit eng verbunden ist die angestrebte Erhöhung des Tragekomforts von Ein- oder Mehrweghandschuhen (Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse [BG ETEM], 2020; DGUV Information 207-206, 2016; DGUV Information 213-032, 2021; EU-OSHA, 2020; Hoffmeyer, 1999; Internationale Vereinigung für Soziale Sicherheit [IVSS], 2014). Die Empfehlung der Verwendung von Unterziehhandschuhen zum Okklusionsschutz findet sich nicht nur für den beruflichen Kontext, sondern auch den Privatbereich bei bestehenden Hautproblemen (Augustin et al., 2018; S. W. Becker, 1931; Bonamonte, Foti, Gullo & Angelini, 2020; D. Buckley, 2021d; Cornelison, 1986; Ippach, 2017; Soler et al., 2015; Taradash, 1984) oder Nagelproblemen bzw. der Prophylaxe von Nagelkomplika-tionen (AWMF, Deutschen Krebsgesellschaft e. V. [DKG] & Deutschen Krebshilfe [DKH], 2020; Baran & Schoon, 2004) wieder. Vereinzelt wird die Anwendung auch unabhängig von der Vorbeugung möglicher Probleme empfohlen (Unfallkasse Nordrhein-Westfalen [UK NRW], 2013).

Der Okklusionseffekt wurde bereits erläutert (s. Kap. II.3.2.3). Die Wirkung von Unterziehhandschuhen beruht auf den hygroskopischen Fähigkeiten der jeweils enthaltenen Fasern (s. Kap. II.4.3.1) (A. Das & Alagirusamy, 2010). Diese sind in der Lage, die durch das längerfristige Tragen von impermeablen Schutzhandschuhen auftretenden Mengen an Feuchtigkeit, zu absorbieren (s. Abbildung 19) (Sonsmann, John, Hansen et al., 2015). Schweißbestandteile wie Wasser, Salze (aus Natrium, Kalium, Calcium etc.), Säuren (Milchsäure, Essigsäure etc.) und hydrophilen Stoffen (Harnstoff, Proteine, Ammoniak) (Ellsäßer, 2020b) werden dabei problemlos aufgenommen und die Entstehung eines Feuchtigkeits- und Wärmestaus kurzfristig verhindert (Sonsmann, John, Hansen et al., 2015).

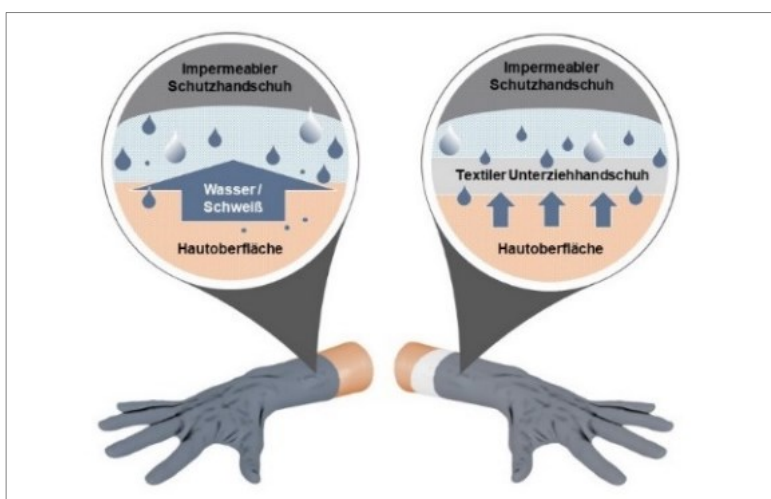


Abbildung 19: Vereinfachte Darstellung des Einflusses von textilen Unterziehhandschuhen auf den Okklusionseffekt unter impermeablen Schutzhandschuhen [Eigene Darstellung]

Werden die Unterziehhandschuhe zu lange getragen, kommt es zu einer Sättigung der Fasern und somit der Erschöpfung der Funktionalität des Materials, dem sog. *Saturationseffekt* (s. Abbildung 20) (Scanlan et al., 2004; Sonsmann, John, Hansen et al., 2015; Sonsmann, John, Wulfhorst & Wilke, 2015; Sonsmann, 2017; Sonsmann et al., 2019; F. Zuther, 2008).

„Saturation is commonly used to describe the liquid content of a porous medium. With respect to fabric, saturation is defined as the fraction of the void space in a fabric that is filled with liquid. At zero saturation, there is no liquid present in a fabric, though fibers may have absorbed moisture from the air. At 100% saturation, all void space in the fabric is filled. Water is held within fibers (absorbed water), on the surface of fibers (adsorbed water), and between fibers in yarns and between yarns (imbibed water).“ (Cameron, Brown, Dallas & Brandt, 1997, S. 586)

Vermehrte körperliche Aktivität bzw. Anstrengung, ein individuell gesteigertes Schwitzempfinden (z. B. palmare Hyperhidrose) sowie ungünstige Umgebungsbedingungen (z. B. hohe Luftfeuchtigkeit) können diesen Prozess verstärken (B. Das et al., 2007a; Reumann, Haase et al., 2000; TRGS 401, 2008; F. Zuther, 2013).

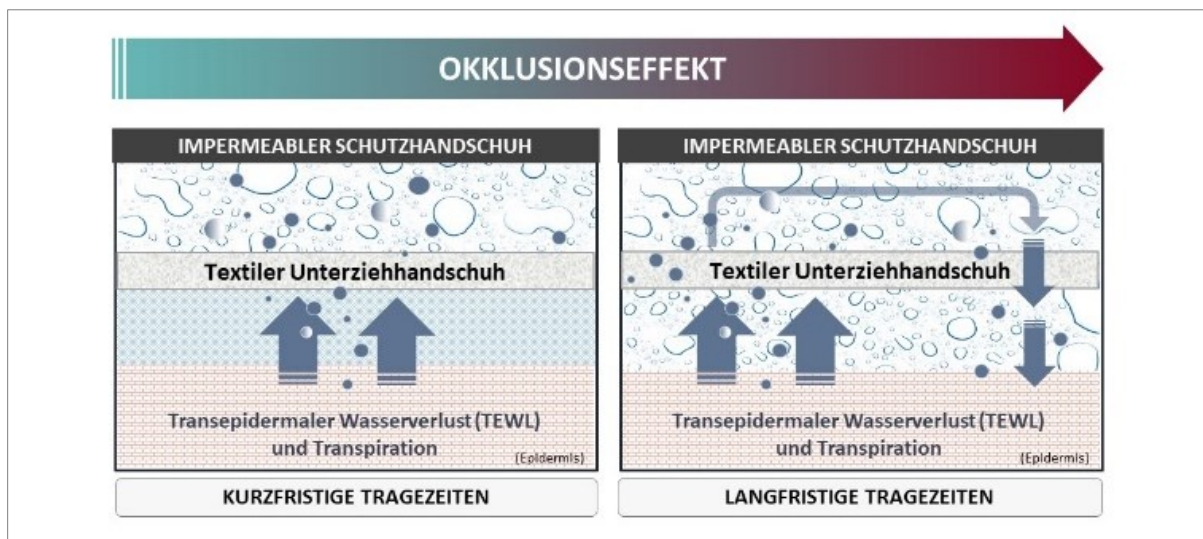


Abbildung 20: Schematische Darstellung des Einflusses von textilen Unterziehhandschuhen auf den Okklusionseffekt bei kurz- und langfristigen Tragezeiten impermeabler Schutzhandschuhe [Eigene Darstellung]

Textile Unterziehhandschuhe erreichen ihre Grenzen häufig in Bereichen, in denen lange Hand- schuhtragezeiten ohne Unterbrechungsmöglichkeit nicht zu vermeiden sind (z. B. OP-Assistenz) (Sons- mann, John, Hansen et al., 2015). Infolge dessen, dass die Feuchtigkeit ggf. über einen längeren Zeit- raum im Gewebe verbleibt, werden die Verdunstung und Abkühlung der Hautoberfläche des Körpers beeinträchtigt (B. Das et al., 2007a; Chinta & Gujar, 2013; Firgo et al., 2006; Fuhrer, 2002; Haghi, 2004; Jung et al., 2019).

„To be comfortable and to maintain the state of comfort, clothing must be designed to allow the body’s heat balance to be maintained under a wide range of environmental conditions and body activity. It should fulfill this function without inhibiting the evaporation of humidity caused by perspiration and thus not interfering with the temperature regulation of the body.“ (Chinta & Gujar, 2013, S. 814)

Die zunehmende Erwärmung lässt die Schweißproduktion ansteigen und körperliche Leistungsfähig- keit sinken (B. Das et al., 2007a; Chinta & Gujar, 2013; A. Das & Alagirusamy, 2010; Firgo et al., 2006; Haghi, 2004). Auf der Haut entsteht ein physiologisch unangenehmes Mikroklima (Reumann, Haase et al., 2000), dass sich bereits bei etwa 3-5 % Feuchtigkeitsgehalt im Textil in subjektivem Diskomfort bemerkbar macht (B. Das et al., 2007a). Ein zunehmender Feuchtigkeitsgehalt eines Textilgewebes führt zu einem ansteigenden Hydratationsgrad des SC, da die Feuchtigkeitsabgabe nach Überschreiten

des o. g. Sättigungseffektes in die umgekehrte, nicht gewünschte Richtung (Unterziehhandschuh → Haut) erfolgt (Cameron et al., 1997; Hatch et al., 1992; Leong et al., 2017). Nasses Gewebe weist strukturelle Faseränderungen auf (Jaros et al., 2020), ist schwerer und bewirkt eine erhöhte Friktion auf der Hautoberfläche (s. Kap. II.4.3.2) (Baby et al., 2021; Chinta & Gujar, 2013; Firgo et al., 2006; Hohenstein Institute, 2009; Leong et al., 2017; Raccuglia et al., 2018). Die angefeuchtete bzw. feuchte Haut reagiert sensibler auf Irritationen (Baby et al., 2021; Chinta & Gujar, 2013; Firgo et al., 2006; Grundmeier, 2011; Hohenstein Institute, 2009; Leong et al., 2017). Beim Ablegen der Schutz- und Unterziehhandschuhe verdampft die angesammelte Feuchtigkeit und das SC trocknet mit negativen Auswirkungen auf die physiologische Hautbarriere aus (Wollina et al., 2006).

Während die Wirkung bzw. Folgen impermeabler Abdeckungen auf die Hautbarriere im Kontext des Themas *Hautschutz und Handschuhe* bereits mehrfach untersucht wurden (s. Kap. II.3.2.3), liegt zur Effektivität von Kombinationen textiler und impermeabler Materialien nur eine geringe Anzahl an Untersuchungen vor. Frühe serielle experimentelle Studien der Wirkung teil-/okklusiver Abdeckungen auf die Entwicklung hautphysiologischer Parameter gehen auf die Studiengruppe um Hatch et al. zurück. Diese konnten aufzeigen, dass die Verwendung einer zusätzlichen Gewebelage (Polyester oder Triacetat) unter einer okklusiven Lage (Chamber/Plastikfilm) zu einer signifikant geringeren Hydratation des SC und des EWL (*evaporative water loss*) bzw. TEWL ggü. einer rein okklusiven Abdeckung führt (Hatch et al., 1987). Dabei zeigte sich unter der Abdeckung mit Polyester bei geringerer Gewichtszunahme eine höhere Hydratation bzw. epikutaner Wassergehalt (RHF, SC water content) und stärkere Verdunstung (nach Entfernung der Abdeckung) als an der mit Triacetat (Cellulose) abgedeckten Teststelle (Hatch et al., 1987). In einer weiterführenden Untersuchung konnte eine Korrelation zw. dem Feuchtigkeitsgehalt eines Gewebes und der Hydratation des SC sowie dem TEWL ermittelt werden (Hatch et al., 1992). Teilweise vergleichbare Ergebnisse zeigten sich bei Cameron et al. (1997), die im Rahmen der Applikation angefeuchteter bzw. feuchter verschiedener natürlicher und synthetischer (Ausnahme Nylon) Gewebe unter Plastikfilmen einen signifikanten Anstieg der Hydratation der Haut (TEWL) nachweisen konnten. Weiterführende Ergebnisse zur Wirkung und Bewertung textiler Unterziehhandschuhe im Rahmen des Schutzes vor Okklusionseffekten finden sich im Kapitel II.5.4.3 (Abschn. Feuchtetransportvermögen und Schwitzempfinden).

II.5.2.2 HAUTIRRITATIONEN

Textile Unterziehhandschuhe werden empfohlen, um bereits bestehende Hautreizungen an den Händen abzudecken bzw. eine Verschlechterung dieser durch unmittelbar aufliegende Handschuhmaterialien (z. B. durch Friktion, s. Kap. II.3.2.4) zu vermeiden (Abraham & Ramesh, 2002; Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie [BGRCI] & DGUV, 2019; D. A. Buckley & Chowdhury, 2022; Deutsche Gesellschaft für Krankenhaushygiene e. V. [DGKH], 2016; DGUV Regel 101-019 / BGR 209, 2001; Flores et al., 2012; C. Foti, Bonamonte, Bosco & Angelini, 2021; B. S. Li et al., 2020; Loczenski, 2011; PHO, 2019; Zare Bidoki et al., 2021).

„Separate textile gloves should also be worn under unlined gloves made of polymers, especially when there are symptoms of skin irritation or dermatitis of the hands or the hands sweat profusely. (...) Cotton gloves worn beneath protective gloves absorb eccrine sweat and transepidermal water loss, decreasing discomfort and irritation.” (B. S. Li et al., 2020, S. 2558)

„Wounds and skin lesions should be covered by dressings before wearing gloves. Skin conditions can affect the choice or use of gloves. People with eczema or allergies may need to use a thin layer of cotton inside the glove to prevent sweat irritation.” (Zare Bidoki et al., 2021, S. 5)

Hiermit eng verbunden sind der Schutz vor Okklusion (s. Kap. II.5.2.1) und Allergenen (s. Kap. II.5.2.3). Ergebnisse zur Wirkung und Bewertung textiler Unterziehhandschuhe im Rahmen des Schutzes vor Hautirritationen finden sich im Kapitel II.5.4.2 (Abschn. Hautverträglichkeit).

II.5.2.3 ALLERGENE IN SCHUTZHANDSCHUHEN

Textile Unterziehhandschuhe werden empfohlen, um den Kontakt mit dem Handschuhmaterial zu verringern bzw. vor den (un)wissentlich in Schutzhandschuhen enthaltenen Allergenen (v. a. Latex) (s. Kap. II.3.2.2) zu schützen (Crepay & Hoerner, 2022; DGKH, 2016; DGUV Regel 101-019 / BGR 209, 2001; DGUV Regel 112-995, 2007; Epling, 2016; Estlander & Jolanki, 2004; Flores et al., 2012; C. Foti, Bonamonte, Bosco & Angelini, 2021; IRSST, 2012; Isaksson, Rustemeyer & Antelmi, 2021; Jühling, 2007; Kam & Thompson, 1997; Levy, Charpin, Pecquet, Leynadier & Vervloet, 1992; B. S. Li et al., 2020; Mellström & Boman, 2004; Nixon & Moyle Mignon, 2007; OSHA, 2008; OSHA 3151-12R, 2004; Rosen, Isaacson, Brady & Corey, 1993; Roy, 2000; Rundle et al., 2020; Truscott, 2010; Zare Bidoki et al., 2021).

„Inner cotton or inner disposable PVC or PE gloves are recommended to be used with rubber gloves because the inner gloves increase the protection of gloves and decrease the risk of sensitization (...). In some cases of rubber allergy, gloves made of synthetic rubber can be used with separate inner textile gloves when exact information about the glove material is not known.” (B. S. Li et al., 2020, S. 2557)

Untersuchungen weisen darauf hin, dass vermehrtes Schwitzen (s. Kap. II.3.2.3 und Kap. II.5.2.1) und/oder die Anwendung von Handdesinfektionsmitteln unter der Verwendung impermeabler Handschuhe möglicherweise zu einer verstärkten Auslösung potentiell enthaltener Allergene beiträgt (hier: DPG, Polyisopren-Einmalhandschuhe, Hamnerius, Pontén, Björk, Persson & Bergendorff, 2019). Ein textiler Unterziehhandschuh würde den Schweiß zunächst aufsaugen und somit eine Art Barriere (*buffer*) vor dem möglichen Übertritt der Allergene auf die Hautoberfläche darstellen (Truscott, 2010). Während diese Maßnahme von einigen Autoren als ineffektiv eingeschätzt wird (D. A. Buckley & Chowdhury, 2022), bewerten sie andere zumindest als einen möglichen Lösungsansatz.

„While this is not a long-term solution, it may be one that allows an employee tolerate a task if gloves and cotton liners can be changed frequently. In personal experience (HPL), this approach is variable in patients tolerance and improvement“ (Lampel & Powell, 2019, S. 69).

Die Schutzleistung von Unterziehhandschuhen sollte in jedem Fall nicht überschätzt werden, da Additive möglicherweise besonders gut durch dünne Fabrikate auf die Hautoberfläche penetrieren (Estlander, Jolanki & Kanerva, 2000; B. S. Li et al., 2020). Interventionen einzelner Studien bzw. Fallberichte geben Hinweise auf die Effektivität der Verwendung textiler Unterziehhandschuhe zu o. g. Zweck (Aalto-Korte et al., 2003; Anavekar & Nixon, 2006; C. Goh & Kok, 2021; M. H. Lopes & Lopes,

2000; Nettis, Colanardi & Ferrannini, 2004; Sugiura et al., 2002; Turjanmaa, 1987; Woods, Lambert, Platts-Mills, Drake & Edlich, 1997; Wrangsjö, Osterman & van Hage-Hamsten, 1994).

Nicht-textile Alternativen zum Allergenschutz

Bei bestehenden Unverträglichkeiten oder Sensibilisierungen ggü. Handschuhinhaltsstoffen (z. B. Vulkanisatoren) können als Alternative zu textilen Unterziehhandschuhen auch Modelle aus PE (AWMF, 2017b; BG ETEM, 2010; DGKH, 2016; Heese, Hintzenstern, Peters, Koch & Hornstein, 1991; B. S. Li et al., 2020; Loczenski, 2011; Ludewig et al., 2021; Ludewig et al., 2023; Mäkelä & Jolanki, 2004; Wrangsjö et al., 1994; Wulfhorst et al., 2021), PVC (Heese et al., 1991; B. S. Li et al., 2020), Lamine (linear low-density polyethylene, LLDPE) (A. Hansen, Brans & Sonnsmann, 2021; Heese et al., 1991; B. S. Li et al., 2020; Wulfhorst et al., 2021) oder semipermeablen Materialien (Wulfhorst et al., 2021) eingesetzt werden. Positive Erfahrungsberichte für die Verwendung von Unterziehhandschuhen aus PVC¹⁴⁹ (Turjanmaa, 1987; Woods et al., 1997) oder PE¹⁵⁰ (Ludewig et al., 2021) liegen vor, wobei die Einsetzbarkeit letzterer vom jeweiligen Einzelfall abhängt (Arbeitsplatz/-tätigkeit, Zeitdruck, Lagermöglichkeiten etc.) (A. Hansen, Brans & Sonnsmann, 2021). Eine steigende Handschuhwechselfrequenz und erhöhte Anforderungen an die Sensibilität können zu einer Senkung der Praktikabilität bzw. Praxistauglichkeit führen (A. Hansen, Brans & Sonnsmann, 2021). Tendenziell wird eher der Verwendung von Handschuhen ohne entsprechende Sensibilisatoren Vorrang zugesprochen (A. Hansen, Brans & Sonnsmann, 2021).

II.5.2.4 GEFAHRSTOFFE

Die Verwendung textiler Unterziehhandschuhe könnte dazu dienen, die Expositionsrate von Gefahrstoffen auf bzw. in die Hautoberfläche zu reduzieren. Vereinzelt finden sich Empfehlungen zum Einsatz unter bereits verwendeten (Mehrweg-)Handschuhen zu diesem Zweck (Bullock et al., 2022). Die Rolle von Unterziehhandschuhen unter Chemikalienschutzhandschuhen im Umgang mit hautgefährdenden Arbeitsstoffen (z. B. Chemikaliengemische wie Pestizide) wurde im Rahmen kleinerer Untersuchungen in der Vergangenheit mehrfach evaluiert. Studienübergreifend zeigte sich, dass eine zweite Lage absorptionsfähiger Handschuhe als eine Art Reservoir für die verwendeten Gefahrenstoffe fungiert (Creely & Cherrie, 2001; Hogstedt & Ståhl, 1980; Keeble et al., 1993; Roff, 2015; J. Stone, Coffman, Imerman, Song & Shelley, 2005). Hieraus ableitend wurde die Frage aufgeworfen, inwiefern Unterziehhandschuhe eher als zusätzlicher Schutz (Depotbildung unmittelbar über der Haut) oder Gefahr (Okklusion in unmittelbarer Nähe der Haut) zu bewerten sind (Roff, 2015; J. Stone et al., 2005). In verschiedenen Untersuchungen zeigte sich, dass das Vorkommen von Gefahrstoffen in Unterziehhandschuhen in Abhängigkeit

¹⁴⁹ S. Kap. II.3.2.2 zum Allergenpotential.

¹⁵⁰ Es liegt ein Fallbericht vor, indem die Verwendung von Handschuhen aus dem Material PE zu der Entstehung einer Kontakturtikaria führte. Als ursächlich für die Hautreaktionen erwiesen sich ein oder mehrere der enthaltenen Antioxidantien und/oder Weichmacher (Sugiura et al., 2002).

- von dem/den Material/ien der Unterziehhandschuhe (Baumwolle > Nylon, Polyester, Polyester/Baumwolle/Acryl, Keeble et al., 1993),
- dem Zustand der Unterziehhandschuhe (Schutz-/Wirkung höher in neuem bzw. nicht gewaschenen Zustand aufgrund der Kapillarwirkung, Keeble et al., 1993, 1996) sowie
- dem Material der Schutzhandschuhe und allgemeinen Handschuhtragedauer (Ceballos, Musolin & Beaucham, 2014).

Variationen aufweist. Naheliegender scheint, dass durch den Einsatz konsequent gewechselter Unterziehhandschuhe ein größerer Schutz als bei der Nichtverwendung von Schutzhandschuhen bzw. dem singulären Einsatz von textilen Unterziehhandschuhen besteht (Hogstedt & Ståhl, 1980)¹⁵¹.

Wie erwähnt (s. Kap. II.5.1.2), wurden bereits in den 90er Jahren seitens der EPA Unterziehhandschuhe als Standardschutzmaßnahmen für Arbeitnehmende mit Kontakt zu landwirtschaftlichen Pestiziden optional zugelassen (Office of the Federal Register, National Archives and Records Administration, 1997, 2004). Diese finden bis heute Verwendung, wobei der Einsatz von Chemikalienschutzhandschuhen mit nicht separierbarem Innenfutter o. ä. verboten ist (EPA, 2015). Die Schutzleitfäden der *Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin* (BAuA) für Tätigkeiten mit Biozidprodukten greifen die Empfehlung der Verwendung von Unterziehhandschuhen ebenfalls auf, begründen diese jedoch ausschließlich über die Verminderung der Schweißbildung (Krause, Schlüter, Ludwig-Fischer, Rietzcher & Roitzsch, 2014). Auch für die dt. Feuerwehr wird, sofern der Herstellende der Feuerwehrsutzhandschuhe dies freigibt, die Verwendung von (Baumwoll-)Unterziehhandschuhen zur Vermeidung bzw. Verringerung von Gefahrenstoffexpositionen empfohlen (DGUV Information 205-035, 2020).

II.5.2.5 MECHANISCHE UND THERMISCHE BELASTUNGEN

Die Verwendung textiler Unterziehhandschuhe kann dazu dienen, die ggf. durch das Tragen von Schutzhandschuhen auftretenden Belastungen (Friktion, Druck, Scheuern; s. Kap. II.3.2.4) (Crepy & Hoerner, 2022; DGKH, 2016; Foulds, 2002; Gliniecki, 1998; Hamann, Sullivan & Wright, 2014; Houle et al., 2021; IRSST, 2012; Loczenski, 2011; Mellström & Boman, 2004; Miller, 2000; A. R. Ricci, 2008; Tate, 2007; Wilke et al., 2018) sowie die ggf. mit der Arbeitstätigkeit einhergehenden (geringen) mechanischen Belastungen (z. B. bei der Handhabung schwerer/er Gegenstände) zu verringern.

Darüber hinaus kann mit dem Einsatz von Innenhandschuhen ein zusätzlicher Wärmeschutz (*thermal liner*) oder Kälteschutz, z. B. unter Polyethylen- und Kettenhandschuhen bei der Fleisch- und Fischverarbeitung oder unter Ein-/Mehrweghandhandschuhen im Küchenbereich, geschaffen werden (Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gastgewerbe [BGN], 2021; DGUV Information 209-042, 2021; DGUV Regel 112-202, 2019; Herman & Wells, 1992; Hunt & Wells, 2012; IRSST, 2012; Nixon & Moyle Mignon, 2007). Auch in der Notfall- und Einsatzmedizin (militärische Operationen) wird für die Arbeit in (sehr) kalten Klimazonen der Einsatz von dünnen *Kontakthandschuhen* (z. B. aus Seide) zur

¹⁵¹ *Ergänzende Studieninformationen:* Untersuchung des Penetrationserhaltens von Dynamit (Ethylenglycoldinitrat) auf/in die Hautoberfläche durch eine Handschuhkombination aus Baumwolle/Latex (n=2, Schweden).

Minimierung des Wärmeverlustes und Verhinderung des Festfrierens von Fingern an Metalloberflächen (Kälteschäden) empfohlen (Frangoulidis, 2015).

II.5.2.6 INFEKTIONEN UND KONTAMINATIONEN

Innovationen im Bereich der Textilforschung widmen sich der Gestaltung von Handschuhen mit antimikrobiellen und antiviralen Eigenschaften (s. Kap. II.4.4.3). Die Verwendung speziell ausgerüsteter Unterziehhandschuhe könnte damit auch dem (Kontakt-)Infektionsschutz dienen; Studienergebnisse hierzu liegen bislang nicht vor.

Neuere Studien weisen darauf hin, dass Messungen der Dichte von *S. aureus* bei Personen mit HE durch die Verwendung von Kombinationen aus materialreinen Unterziehhandschuhen (z. B. aus Baumwolle) und Schutzhandschuhen bei (prolongierten) Tragezeiten beeinflusst werden könnten (Nørreslet et al., 2021). In Untersuchungen zur Übertragungsrates pathogener Mikroorganismen (z. B. Viren, Bakterien) im Kontext der Handschuhverwendung konnte gezeigt werden, dass diese bei Modellen aus besonders hydrophilen bzw. hydrophoben Materialien am höchsten ist (Moore, Dunnill & Wilson, 2013). Obgleich die spezifischen Interaktionen zw. Textilien und dem Mikrobiom der Haut (s. Kap. II.4.3.3) sowie die (gezielten) Möglichkeiten der Einflusssaufnahme auf dasselbe (s. Kap. II.4.4.5) bislang nur unzureichend erforscht sind, wäre eine Beeinflussung des Hautmikrobiom und damit auch eine Art (Kontakt-)Infektionsschutz durch eine adäquate Verwendung textiler Unterziehhandschuhe (ohne funktionale Ausstattung) denkbar.

Die Verwendung textiler Unterziehhandschuhe kann (ähnlich wie Schweißbänder am Kopf oder den Handgelenken) dazu dienen, die Kontamination von Oberflächen durch den Fingern bzw. Händen anhaftenden Schweiß zu verhindern. Exemplarisch sei hierbei auf die vereinzelt genannten Bereiche der Kriminaltechnik bzw. Forensik (z. B. Probennahme an Tatorten) (R. Williams, 2014) und die Lebensmittelherstellung bzw. -verarbeitung (Kirchner, 2014; hier auch: Willinski 1980 zit. in van der Pal, Popelka-Filcoff, Smith, van Bronswijk & Lewis, 2021¹⁵²) hingewiesen. Die Rolle von textilen Unterziehhandschuhen zum Schutz vor Kontamination im o. g. Kontext wurde bislang ausschließlich im Umgang mit Archivalen evaluiert. Aktuelle Untersuchungen deuten auf eine höhere (wenn auch insgesamt geringfügige) Durchlässigkeit, aber größere Widerstandsfähigkeit hinsichtlich der Übertragung von Kontaminationen durch singular verwendete Textilhandschuhe im Vergleich zu impermeablen Einmalhandschuhen hin (van der Pal et al., 2021).

¹⁵² Die Originalarbeit ist nicht (mehr) verfügbar: Willinski G. (1980) Permeation of fingerprints through laboratory gloves, PMID: 7400772.

II.5.2.7 ABGRENZUNGEN: GLOVE LINER IN MEDIZIN UND SPORT

Surgical Glove Liner: Infektions- und Schnittschutz in der Medizin

Bei (mehrstündigen) invasiven, medizinischen bzw. chirurgischen Eingriffen mit einem hohen Verletzungs- und Perforationsrisiko (z. B. Herz- und Thoraxchirurgie), bei zu behandelnden Personen mit bekanntem positivem serologischen Status (z. B. Humanes Immundefizienz-Virus, HIV) sowie zur Optimierung des Infektions- und Schnittschutzes wird das Tragen von mehreren Paar Handschuhen übereinander empfohlen (AWMF, 2016, 2017a, 2017b; BGW, 2006; DGUV Information 207-024, 2022; FDA, 2008; J. Tanner & Parkinson, 2006; TRBA 250, 2014). Der Terminus *glove liner* wird dabei häufig für die innen bzw. zwischenliegenden Handschuhe (Unterziehhandschuhe) verwendet (auch: *cotton sandwich technique, cloth outer glove*). Es existieren eine Reihe von Produkten bzw. Kombinationsmöglichkeiten, die nachgewiesenermaßen einen höheren Schutz als die Verwendung singulärer Schutzhandschuhe bieten (J. Tanner & Parkinson, 2006): Beim *Double Gloving* werden zwei Paar und beim *Triple Gloving* drei Paar Schutzhandschuhe (i. d. R. Elastomere) übereinander verwendet. Sogenannte *Perforationsindikationssysteme* dienen v. a. dem Infektionsschutz; sie enthalten einen dunkel gefärbten Innen- und hell gefärbten Außenhandschuh, welche i. d. R. aus Elastomeren (z. B. Latex oder Nitril) bestehen (Loczenski, 2011).¹⁵³ Kommt es intraoperativ zu einer (Mikro-)Perforation des Außenhandschuhs, bildet sich an der Stelle, an der Flüssigkeit in die dazwischen befindliche Schicht eindringt, eine Art Fleck (Ein-/Färbung) (Loczenski, 2011).

„Since the primary function of gloves is to prevent transmission of pathogens between the practitioners' hands and the patient, it is important that the integrity of this barrier is maintained. Practitioners are often working with sharp implements such as needles and scalpels, and may even be exposed to sharp tissue such as bone fragments which often tear the gloves. In particularly high-risk situations, such as when the patient is known to have HIV, surgeons may wear a double layer of gloves, or even thick Kevlar glove liners. Users must therefore choose between tear and puncture resistance on one hand and dexterity and tactile sensibility on the other, with the balance depending on the task to be performed and the risks involved.“ (Mylon, Lewis, Carré & Martin, 2014, S. 124)

Neben den o. g. Möglichkeiten der Doppelbehandschuhung können alternativ oder zusätzlich Textilhandschuhe mit schnitthemmenden Fasern (z. B. Dyneema®-Diamond, Stahl, Kevlar, Ultrahochmolekulares PE [UHMWPE]) zw. zwei Paar Einmalhandschuhen (*cut-resistant glove liners*)¹⁵⁴ oder als Außenhandschuhe (*cloth outer glove, knitted outer glove*) verwendet werden (FDA, 2008; Fritzsche, Dietel, Weichert & Buckendahl, 2008; Mellström & Boman, 2006; Mylon, Lewis, Carré & Martin, 2014; Phillips & Hornacky, 2020; J. Tanner & Parkinson, 2006). Schnitthemmende Unterziehhandschuhe (z. B. für den Einsatz im OP-Bereich) lassen sich nicht durch Handschuhe aus reinen Textilfasern (z. B. aus Baumwolle) ersetzen bzw. sind von diesen abzugrenzen (PHO, 2019).

¹⁵³ Bsp.: „Biogel PI Indicator® System“ (Fa. Mölnlycke Biogel, DEU): Perforationsindikationssystem aus einem blauen, synthetischen Indikator-Innenhandschuh und einem strohfarbenen Außenhandschuh aus Polyisopren mit Biogel Hydrogelpolymer-Beschichtung. Mehr Informationen unter der URL: <https://www.molnlycke.de/produkte-losungen/biogel-pi-micro-indicator-system/> (Stand: 19.08.2021).

¹⁵⁴ Bsp.: „GAMMEX® Cut-Resistant Glove Liners“ (Fa. Ansell Ltd., BEL): Steriler Textilhandschuh aus Dyneema® Diamond, Nylon, Spandex und Polyester (Strickgewebe). Mehr Informationen unter der URL: <https://www.ansell.com/de/de/products/gammex-cut-resistant-glove-liners> (Stand: 19.08.2021).

Textile, mit schnitthemmenden Fasern versehene Unterziehhandschuhe werden nach o. g. Muster (z. B. Triple Gloving) auch außerhalb der Medizin bzw. Chirurgie eingesetzt bzw. empfohlen. Ein Beispiel hierfür bilden Tätigkeiten mit Schnittverletzungsgefahr in Reinräumen, Labor und Forschung¹⁵⁵, der Lebensmittelverarbeitung¹⁵⁶ oder im Bereich der Technik¹⁵⁷.

Sport Glove Liner

Glove Liner finden auch im Bereich des Sports Anwendung. Hier dienen sie als Schutz- oder Unterziehhandschuhe aufgrund der Atmungsaktivität und Winddichtigkeit v. a. zu thermischen (Isolations-)Zwecken (*winter liner*) (Die Mountaineers, 2018). Für den Sportsektor werden Handschuhe in vielfältigen Varianten (z. B. Material-/mischungen, Struktur, Farbe) angeboten, wobei viele Modelle durch einen mehrschichtigen Aufbau (s. Kap. II.7.1.1), Nahtlosigkeit und Zusatzfunktionen (z. B. Touchscreen kompatibel) gekennzeichnet sind (s. Anh. 4, Tabelle 55).

II.5.2.8 ALTERNATIVE TECHNOLOGIEN UND KONSTRUKTIONEN

Schutzhandschuhe mit Innenfutter/-beschichtungen

Wie bereits erwähnt (s. Kapitel II.5.1.1), sind viele impermeable Mehrweghandschuhe an der Innenseite mit einem Untergewebe ausgestattet (Banaee & Que Hee, 2020; Crepy & Hoerner, 2022; Stroschein, 2008). Die Empfehlung der Verwendung einer Innenbeflockung¹⁵⁸ zur Erhöhung des Tragekomforts findet sich in nahezu allen Regelwerken o. ä. als Alternative zum Einsatz von Unterziehhandschuhen aufgeführt. Vereinzelt Formulierungen lassen dabei den Schluss zu, dass es sich hierbei um gleichwertige Empfehlungen („oder“) handelt (BG ETEM, 2021d; BGRCI, 2013; BG Verkehr, 2018; DGUV, 2021b; DGUV Information 209-022, 2021; Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau [SVLFG], 2021). Die Wirksamkeit von Innenfuttern im Vergleich zu Unterziehhandschuhen wurde bislang nicht untersucht, für deren Gebrauch werden aber folgende Vorteile beschrieben:

- Reduktion des direkten Kontakts zw. Handschuhmaterial und Hautoberfläche (Proksch, Schnuch & Uter, 2009);
- Erhöhung des Tragekomforts bzw. der Hautfreundlichkeit (Banaee & Que Hee, 2020; BG ETEM, o.J., 2021c, 2020; Crepy & Hoerner, 2022; Mellström & Boman, 2004; OHS, 2017b; Stroschein, 2008; Vierhaus, 1999);
- Verbesserung der Fingerfertigkeit (da nur ein Handschuhmodell) (Kleesz, 2015);

¹⁵⁵ Bsp.: „Schnittfester Unterziehhandschuh BioClean S-BCRL“ (Fa. Ansell Ltd., BEL): Steriler Textilhandschuh aus Dyneema® Diamond-Garn. Mehr Informationen unter der URL: <https://www.ansell.com/de/de/products/bioclean-cut-resistant-liner-s-bcrl> (Stand: 17.02.2023).

¹⁵⁶ Bsp.: „ActivArm® 78-103“ (Fa. Ansell Ltd., BEL): Textilhandschuh aus Strickgewebe mit Acrylfutter; verschiedene Variationen verfügbar. Mehr Informationen unter der URL: <https://www.ansell.com/de/de/products/activarm-78-103> (Stand: 17.02.2023).

¹⁵⁷ Bsp.: „EISEN TechniCut EW2400 Ultra Thin 21 Gauge Cut Level D Glove Liner“ (Fa. Eisen Proteq, UK): Textilhandschuh aus Nylon und UHMWPE-Fasern. Mehr Informationen unter der URL: <https://www.eisen-proteq.com/product-page/eisen-technicut-ew2400-ultra-thin-cut-resistant-liner-glove> (Stand: 17.02.2023).

¹⁵⁸ Bei der *Beflockung* handelt es sich um den Prozess des elektrostatischen Aufbringens von Millionen sehr kurzer, nicht für das Verspinnen vorgesehener Fasern (z. B. Polyamide, Polyester; 0.3-5.5 mm) auf ein, zuvor mit einer Klebeschicht versehenes textiles Flächengebilde o. ä. Die senkrecht stehenden Flocken ergeben einen samtartigen Überzug, der strapazierfähig und abriebfest ist (Halscheidt, 2011; Koslowski, 1997).

- Unterstützung/Verbesserung der Schnitthemmung (Crepay & Hoerner, 2022);
- Verbesserung des An- und Ausziehverhaltens (da nur ein Handschuhmodell) (Ansell Ltd., 2021; Crepay & Hoerner, 2022; Kleesz, 2015; OHS, 2017b);
- Reduktion der Allergenexposition (Liskowsky, Geier & Bauer, 2011).

Ein Nachteil von Innenbeflockungen liegt möglicherweise darin begründet, dass durchfeuchtete Unterziehhandschuhe einfach gewechselt werden können, während ein feuchtes Innenfutter den Austausch des Schutzhandschuhes notwendig macht (BG ETEM, 2021b; Birmingham, 1967; Kleesz, 2015; C. Packham, 2020). Über einen häufigeren Wechsel von Unterziehhandschuhen könnte somit auch eine höhere Menge an Feuchtigkeit als durch die Verwendung eines Handschuhmodells mit Innenbeschichtung aufgenommen werden (Kleesz, 2015). Vereinzelt Studienergebnisse deuten darauf hin, dass Innenfutter nicht zu einem erweiterten Schutz vor den potentiell in (Mehrweg-)Handschuhen enthaltenen Allergenen führen (Pontén, 2006; Pontén & Dubnika, 2009). Gegenteilig könnte sich die Ansammlung von Schweiß, Schmutz, Berufsstoffen u. ä. bei prolongiertem Handschuhgebrauch sogar zusätzlich negativ auf das Hautbild auswirken (Sullivan & Farber, 1959); eine Entfernung vorhandener Verschmutzungen (z. B. durch Wäsche) ist nicht ohne weiteres möglich (J. C. Hall, 2012). Zusätzlich wird auf die den Tragekomfort ggf. negativ beeinflussende Wirkung vorhandener Nähte u. ä. verwiesen (s. Kap. II.3.2.4) (Banaee & Que Hee, 2020). Innenbeflockungen werden häufig für weniger wirksam als Unterziehhandschuhe (z. B. BG ETEM, o.J., 2020, 2021c; Mahler, 2017; Nixon & Moyle Mignon, 2007; Sullivan & Farber, 1959), ggü. einer gänzlich fehlenden Textillage (Schutzhandschuh ohne Innenbeschichtung oder Unterziehhandschuh), aber als empfehlenswert eingestuft (z. B. Adisesh et al., 2013).

Es sei darauf hingewiesen, dass die Empfehlung der Verwendung von Unterziehhandschuhen teilweise nicht nur äquivalent zur Nutzung von Handschuhen mit Innenbeschichtung, sondern teilweise auch zum Einsatz von Hautschutzcremes erfolgt („oder“). So verweisen einige Institutionen auf den Einsatz gerbstoffhaltiger Präparate (AUVA, 2016; BGRCI, 2021) bzw. (ganz allgemein) die Verwendung von Hautschutzmitteln (SVLFG, 2021) unter Schutzhandschuhen. Aktuelle Untersuchungsergebnisse geben Hinweise darauf, dass Hautschutzcremes nicht vollumfänglich den Auslobungen der herstellenden Firmen (z. B. Reduktion Schwitzverhalten) gerecht werden und zu einer Verstärkung irritativer Reaktionen beitragen bzw. die Empfindlichkeit der Haut erhöhen können (Gina et al., 2023).

Schutzhandschuhe aus Laminaten / Handschuhkonstruktionen

Laminathandschuhe stellen Handschuhe dar, die aus mehreren Schichten unterschiedlicher Materialien bestehen (DGUV Information 209-022, 2021) und zu verschiedenen Zwecken (z. B. erhöhter Chemikalienschutz) eingesetzt werden (Crepay & Hoerner, 2022). Innovationen haben auch hier eine Vielzahl neuer Technologien zur Förderung der Atmungsaktivität und Reduktion des Schwitzverhaltens hervorgebracht.¹⁵⁹ Bereits seit langem ist die Verwendung semipermeabler Membranen (z. B. Gore-

¹⁵⁹ Bsp.: „TEMRES®-Technologie“ (Fa. SHOWA International (Netherlands) B.V., NLD): Mit der Technologie ausgestattete Handschuhmodelle bestehen aus mehreren Lagen; einem Trägergewebe aus Nylon-Strick liegt eine Schicht aus porösem Polyurethanschaum auf, welche wasserdampfdurchlässig ist. Die außen liegende Schicht besteht aus wasserabweisendem bzw.

Tex®), welche als Insert in Schutzhandschuhen (mehrlagige Laminatkonstruktionen) zum Einsatz kommen (s. Kap. II.7.2.2), Standard.

Schutzhandschuhe mit Chlorinierung, Polymer- oder Hydrogel-Beschichtungen

„Identifying the negative characteristics of an occlusive environment, mainly perspiration and lack of airflow, enables single-use glove manufacturers to focus on developing techniques that help manage conditions within the glove (...). Moisture wicking materials integrated into the glove itself actually pull the sweat away from the skin and lock it against the glove. This promotes a cooler, dryer interior, lengthens wear time for each pair of gloves, and enables the user to comfortably perform manual tasks more effectively.“ (Draskovics, 2016)

(Sterile) Ein- oder Mehrweghandschuhe¹⁶⁰ (z. B. aus Nitril oder Latex) können einer Chlorinierung unterzogen oder mit speziellen synthetischen Polymer- oder Hydrogel-Beschichtungen an der Innen- und/oder Außenseite versehen werden (Abraham & Ramesh, 2002; Crepy & Hoerner, 2022; Mellström & Boman, 2004; Yew et al., 2020; Yip & Cacioli, 2002). Bei der (ggf. doppelten) *Chlorinierung* (auch: Chlorierung, Halogenierung) handelt es sich um den Prozess der ggf. mehrfachen Waschung von Handschuhen in Mischungen aus Wasser und gelöstem Chlor (MAPA Professional, 2021). Dem Vorgang folgen eine Neutralisierung und weitere Spülungen zur Beseitigung möglicher Rückstände (MAPA Professional, 2021). Mit einer Chlorinierung werden folgende Zielstellungen verfolgt:

- Verringerung der natürlichen Klebrigkeit;
- (zusätzliche) Glättung der Materialoberfläche (Verringerung Friktion);
- Reduktion ggf. verbliebener Restchemikalien aus dem Herstellungsprozess;
- Reduktion der Proteinkonzentration in/auf Handschuhen bzw. Vermeidung des Einsatzes von Puder (hier auch: Verringerung der Allergierisikos ggü. Handschuhen aus Latex) (Abraham & Ramesh, 2002; Aldape, 2004; BG ETEM, 2021a; BfArM, 1999; Crepy & Hoerner, 2022; Mellström & Boman, 2004; Yew et al., 2020; Yip & Cacioli, 2002).

Der Einsatz von *Polymer- oder Hydrogel-Beschichtungen* (z. B. Polyurethan, Silikon) dient der Herstellung zusätzlicher feuchtigkeitsabsorbierender oder wasserabstoßender Eigenschaften des Handschuhmaterials (Crepy & Hoerner, 2022; Yip & Cacioli, 2002). Entsprechende Beschichtungen können auch mit dem Prozess der Chlorinierung verbunden werden (Aldape, 2004). Durch Behandlungen dieser Art wird im Wesentlichen eine Verbesserung des An- und ggf. Ausziehverhalten (Gleitfähigkeit) im trockenen und/oder nassen Hautzustand (Aldape, 2004; BfArM, 1999; Preece, Lewis & Carré, 2020; Preece, Hong Ng, Tong, Lewis & Carré, 2021; Yip & Cacioli, 2002), Verringerung des Schwitzverhaltens sowie Verbesserung des allgemeinen Tragekomforts (BG ETEM, 2021a) angestrebt. In Untersuchungen des An- und Ausziehverhaltens verschieden behandelte Handschuhmaterialien (Einweg) konnte gezeigt werden, dass sich (zunehmende) Feuchtigkeit durch die Förderung der Adhäsion zw. Haut und Handschuh, unabhängig vom Handschuhmaterial, nachteilig auswirkt (Preece et al., 2020). Eine stärkere Chlorinierung wurde unter feuchten Bedingungen eher nachteilig und unter trockenen

flüssigkeitsdichtem, aber wasserdampfdurchlässigen Polyurethan. Mehr Information unter der URL: <https://www.showagroup.com/eu-de/technologies/temres> (Stand: 01.10.2021).

¹⁶⁰ Bsp.: „FINEDEX® 953-20 Nitrasoft“ (Fa. Honeywell International Inc., USA): Nitril-Mehrweghandschuh mit chlorinierter Innenseite. Mehr Informationen unter der URL: <https://www.honeywellsafety.com/SKU/Glove/Glove/30466.aspx?site=/de> (Stand: 31.08.2021).

Umständen vorteilhaft(er) bewertet (Preece et al., 2021). Unter der Verwendung von Handschuhen mit Hydrogel-Beschichtungen zeigte sich eine gute Anwenderakzeptanz (Roberts & Brackley, 1996).

Schutzhandschuhe mit antimikrobiellen Ausstattungen

Textile, nicht für die Verwendung als Unterziehhandschuhe gedachte bzw. empfohlene, teilbeschichtete¹⁶¹ oder impermeable Schutzhandschuhe¹⁶² können aus hygienischen, therapeutischen oder prophylaktischen Gründen (z. B. Verhinderung von Transmissionen/Kreuzkontaminationen im Bereich der Medizin und Lebensmittelverarbeitung) mit antimikrobiellen bzw. antiviralen Wirkstoffen oder Technologien (s. Kap. II.4.4.2) ausgestattet werden (Crepy & Hoerner, 2022; Yew et al., 2020). Einige der klassischen, häufig in impermeablen Handschuhen eingesetzten antimikrobiell wirkenden Agentia (z. B. CMI/MI, CPC), sind in der Vergangenheit mehrfach als Allergene negativ in Erscheinung getreten (s. Kap. II.3.2.2). Zu den aktuell in einer Vielzahl von (haushaltsüblichen) Textilprodukten zum Einsatz kommenden Substanzen/Technologien (z. B. AlphaSan[®], Trevira[®] Bioactive[®], Microban[®], Sanitized[®]) liegen bisher keine bis wenig Informationen zur Hautverträglichkeit vor. Selbiges gilt für die Vielzahl, sich derzeit für den textilübergreifenden Einsatz in Erprobung befindlichen Nanomaterialien (z. B. Silber, Silizium- oder Zinkoxid). Antimikrobielle Ausrüstungen in Innenbeschichtungen von Schutzhandschuhen werden, neben bspw. klassischen Akzeleratoren, als mögliche Ursache für die Entstehung von Hautirritationen eingestuft (Crepy & Hoerner, 2022; Health Care Without Harm [HCWH], 2022a). Insgesamt ist noch wenig über die Wirkspektren antimikrobieller Ausstattungen sowie deren möglichen Einflüsse auf das Hautmikrobiom und die mechanischen Materialeigenschaften bekannt (s. Kap. II.4.4.5) (How et al., 2023).

Schutzhandschuhe mit Technologien zur Förderung der Atmungsaktivität

Im Bereich der teilbeschichteten Handschuhe kommen immer häufiger neue und innovative Fasern und Technologien zum Einsatz, welche einen Beitrag zur Unterstützung der Atmungsaktivität und Reduktion des Schwitzverhaltens leisten sollen.¹⁶³

¹⁶¹ Bsp.: „ViralOff[®] Handschuhe von Spira Protekto mit POLYGIENE ViralOff[®] – für Touchscreen, Noppen – H03“ (Fa. Fa. Nakon GmbH, DEU): PVC-teilbeschichteter Handschuh aus Baumwolle, Polyester und Elastan (Strick), ausgestattet mit Wirkstoff Polygiene[®] ViralOff[®] (Silberchlorid). Mehr Informationen unter der URL: <https://www.spira-protekto.com/produkt/handschuh-viraloff-antibakteri-h03> (Stand: 03.08.2021).

Bsp.: „HyFlex[®] 11-100“ (Fa. Ansell Ltd., BEL): Nitrilschaum-teilbeschichteter Handschuh aus Nylon (Strick), ausgestattet mit Ionic[™] (Mikrobenschutztechnologie). Mehr Informationen unter der URL: <https://www.ansell.com/de/de/products/hyflex-11-100> (Stand: 03.08.2021).

Bsp.: „Women’s Sanitized[®] Antimicrobial Coated Gloves“ (Fa. Wells Lamont, USA): Latexschaum-teilbeschichteter Handschuh aus Polyester (Strick), ausgestattet mit Sanitized[®]. Mehr Informationen unter der URL: <https://www.wellslamont.com/product/womens-sanitized-antimicrobial-coated-knit-gloves/> (Stand: 03.08.2021).

¹⁶² Bsp.: „NITRIL LIOX[®]“ (Fa. Meditrade GmbH, DEU): Nitril-Einmalhandschuhe mit AMG-Technologie (Singulett-Sauerstoff). Mehr Informationen unter der URL: <https://www.meditrade.de/produkte/handschuhe/nitril/nitril-liox/> (Stand: 27.07.2022).

Bsp.: „GAMMEX[®] Powder-Free with AMT[™]“ (Fa. Ansell Ltd., BEL): Sterile Latex-Einmalhandschuhe mit AMT[™]-Technologie, Behandlung der Innenseite mit Chlorhexidinguconat (CHG). Mehr Informationen unter der URL: <https://www.ansell.com/de/de/products/gammex-powder-free-with-amt> (Stand: 15.01.2023).

¹⁶³ Bsp.: „AD-APT[®]“ (Fa. ATG Lanka (Pvt) Ltd., LKA): Hierbei handelt es sich um eine Technologie, bei der eine Mikroverkapselung zur Freisetzung besonderer Wirkstoffe (ätherische Öle) zum Einsatz kommt. Diese werden durch Bewegung und Wärme aktiviert, lösen sich in der natürlichen Hautfeuchtigkeit auf und sollen so zu einer Kühlung der Hautoberfläche und reduzierten

Schutzhandschuhe mit Wirkstoffen/Technologien zur Förderung der Hautpflege

„If skin health is properly maintained, then the benefits of protectants, such as an aloe vera-based gel, can serve to further promote skin health. Not only is a natural balance maintained and moisture removed from the skin’s surface, but natural therapeutics also can deliver soothing conditioners all day long. This goes way beyond the traditional definition of barrier protection. There are, in fact, two barriers: one protecting on the outside of the glove and one protecting on the inside.“ (Draskovics, 2016)

Teilbeschichtete oder impermeable Schutzhandschuhe können mit (therapeutischen) Wirkstoffen (*skincare additives*) bzw. Technologien (sog. *active gloves*) (s. Kap. II.4.4.4) ausgestattet werden (s. Tabelle 15) (Davis, 2003; Draskovics, 2016; OHS, 2016, 2017a, 2017b; Yew et al., 2020). Bei Aloe Vera handelt es sich dabei um eine der beliebtesten Substanzen für (Innen-)Beschichtungen (Ford & Phillips, 2007; OHS, 2017b). Durch Ausrüstungen dieser Art wird eine Barriere zw. Haut und Handschuh geschaffen und eine Unterstützung der Hautpflege (Hydratisierung) sowie Verbesserung des Hautzustandes (z. B. bei Hautreizungen) angestrebt (Davis, 2003; OHS, 2016, 2017b).

Ob und inwiefern Beschichtungen dieser Art wirksam sind oder sein könnten und sich auf die Funktion bzw. Leistungsfähigkeit des Handschuhmaterials auswirken, ist fraglich bzw. nicht gänzlich geklärt (Ford & Phillips, 2007; OHS, 2017b; WHO, 2009); sowohl negative (HCWH, 2022b) als auch positive Einflüsse auf die Hautbarriere wären denkbar (Schliemann, 2007). Anwendungsuntersuchungen der nach o. g. Muster ausgestatteten Handschuhe zeigten nachweisbar positive Effekte auf den Hautzustand (z. B. Aloe Vera, West & Zhu, 2003; Mischung aus u. a. Glycerin/Chitosan/Panthenol, Davis & Harper, 2005; Neu-Thera[®] Emollient Coating, Bearman et al., 2010). In der Literatur finden sich jedoch auch vereinzelte Hinweise auf (Crepny & Hoerner, 2022) bzw. Fallberichte zu irritativen bzw. allergischen Reaktionen ggü. mit feuchtigkeitsspendenden Wirkstoffen versehenen Schutzhandschuhmaterialien (z. B. Vanden Broecke, Zimersson, Bruze & Goossens, 2014). In jedem Fall sollten die Auswahl und ggf. nachfolgenden Empfehlungen unter Berücksichtigung der enthaltenen Wirkstoffe (Davis, 2003), der Wirkdauer und möglichen Beeinträchtigung/en (Mitchell, 2003), der Zielgruppe (Mitchell, 2003), den vorliegenden Untersuchungsergebnissen (Davis, 2003; WHO, 2009) und der Kosten(-analysen) (WHO, 2009) erfolgen.

Tabelle 15: Exemplarische Auswahl verschiedener impermeabler Schutzhandschuhe mit spezifischen Wirkstoffen bzw. Technologien zur Förderung der Hautpflege

Handschuhmodell / Unternehmen	Zusammensetzung und Anwendungsgebiete
„Protexis™ Latex Blue mit Neu-Thera™ OP-Handschuhe“ (Cardinal Health, 2022) (DEU)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sterile Latex-Einmalhandschuhe mit einem „Neu-Thera™ Emollient Coating“. Empfohlen zur Unterstützung des An-/Ausziehverhalten und der Hydratisierung der Haut.
„Signature Latex Green mit Aloe OP-Handschuhe“ (Medline International Germany GmbH, 2022b) (DEU)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sterile Latex-Einmalhandschuhe mit einer Innenbeschichtung aus organischer Aloe Vera (Aloetouch[®] Technologie) und einer zusätzlichen, firmeneigenen hydrophoben „E-Z-Glide-Polymerbeschichtung“. Die Aloe

Schweißbildung beitragen, ohne die natürliche Thermoregulation zu beeinträchtigen. Mehr Information unter der URL: <https://www.atg-glovesolutions.com/de/ad-apt-5> (Stand: 01.10.2021).

Bsp.: „AIRtech™“ (Fa. ATG Lanka (Pvt) Ltd., LKA): Hierbei handelt es sich um eine Technologie, bei der eine von Mikrotunneln (aus Blasen) durchsetzte Nitril-Mikroschaumbeschichtung zur Erhöhung der Atmungsaktivität zum Einsatz kommt. Mehr Information unter der URL: <https://www.atg-glovesolutions.com/de/wodurch-zeichnen-sich-atg-handschuhe-aus#airtechr> (Stand: 01.10.2021).

	Vera-Beschichtung wird durch Körperwärme aktiviert und zur Hydratisierung der Haut empfohlen.
„Restore® Untersuchungshandschuhe Nitril - mit kolloidalem Hafer“ (Medline International Germany GmbH, 2022a) (DEU)	▪ Nitril-Einmalhandschuhe mit einer Beschichtung aus kolloidalem Hafermehl. Empfohlen zur Abmilderung von Schwitzen und Hautirritationen sowie der Hydratisierung der Haut.
„Elephant-Premium Handschuhe mit Lanolin Innenbeschichtung“ (Perma Blend, 2022) (DEU)	▪ Latex-Einmalhandschuhe mit einer Innenbeschichtung aus Lanolin und Vitamin E. Empfohlen zur Hydratisierung der Haut.
„Hydraplus™ Moisturizing Nitrile Glove“ (Top Glove Cooperation, 2021) (MYS)	▪ Nitril-Einmalhandschuhe mit einer Innenbeschichtung aus Süßmandelöl, Glycerin und Vitamin E. Empfohlen zur Abmilderung von Hautirritationen und Alterungserscheinungen sowie der Hydratisierung der Haut.

II.5.3 BESCHAFFENHEIT

Textile (Unterzieh-)Handschuhe können hinsichtlich ihrer (äußeren) Gestaltungsmerkmale und Funktionalität stark voneinander variieren. Im weiteren Verlauf des Kapitels sollen daher verschiedene Aspekte *der Beschaffenheit*, die bei der Auswahl und dem Einsatz von textilen (Unterzieh-)Handschuhen Berücksichtigung finden können bzw. sollten, näher betrachtet werden (s. Abbildung 21).

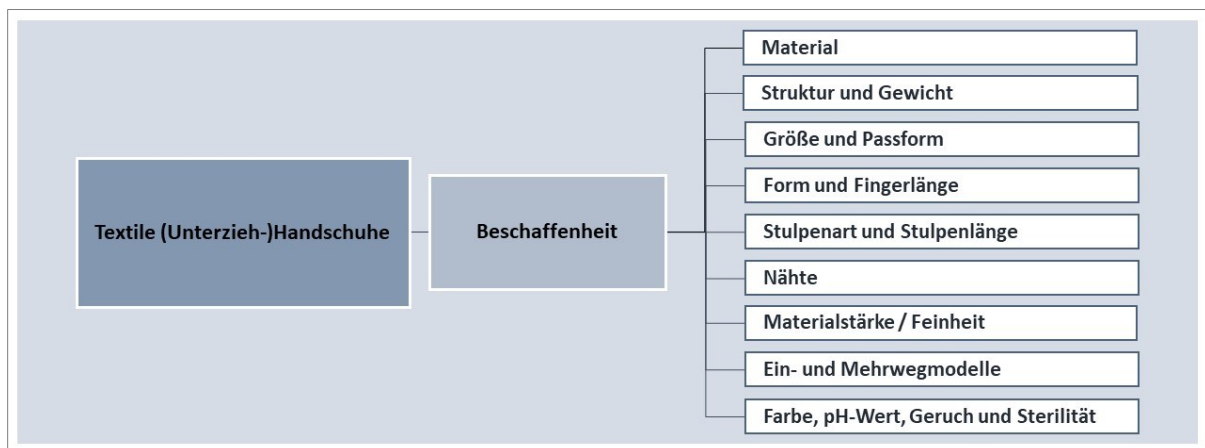


Abbildung 21: Aspekte der Beschaffenheit textiler (Unterzieh-)Handschuhe [Eigene Darstellung]

II.5.3.1 MATERIAL

Schutzhandschuhe

Schutzhandschuhe existieren in vielfältigen Ausführungsvarianten hinsichtlich der verwendeten Materialien/-kombinationen (s. Kap. II.3.1). Jedes Material hat seine Besonderheiten, was es für spezifische Anwendungen un-/geeigneter macht (Spevack, 2004).

Textile (Unterzieh-)Handschuhe

Unterziehhandschuhe können aus einer Vielzahl verschiedener Materialien bzw. entsprechender Kombinationen gefertigt werden (s. Anh. 4, Tabelle 53). In der Mehrheit der Informationsmaterialien dt. UVT wird die Verwendung von *textilen* Unterziehhandschuhen aus dem Material *Baumwolle*

empfohlen (Ammon, 2021; AWMF, 2017b; Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft [BG BAU], 2019a, 2019b, 2019c; BGW, 2019a, 2019b, 2019c; Berufsgenossenschaft Handel und Warenlogistik [BGHW], 2020a, 2020b; Berufsgenossenschaft Holz und Metall [BGHM], 2019; BGN, 2020; BGRCI, 2020; BG ETEM, 2020, 2021b; BGN, 2021; BGRCI, 2021; DGUV Information 207-206, 2016; DGUV Information 212-007, 2009; DGUV Regel 101-019 / BGR 209, 2001; IVSS, 2014; PHO, 2019; SVLFG, 2021; TRGS 401, 2008; Verwaltungs-Berufsgenossenschaft [VBG], 2016, 2021). Die aktuelle TRGS 401 empfiehlt den Einsatz *schweißaufnehmender* Materialien (BAuA, 2022). Hinweise auf die Verwendung von *Baumwolle* finden sich auch in Reviews wieder, die die Verwendung von Unterziehhandschuhen als Standardempfehlung beinhalten (z. B. Adishes et al., 2013; T. Agner & Held, 2002; Lampel & Powell, 2019; Saary et al., 2005). Vereinzelt finden sich Empfehlungen für den Einsatz von Handschuhen aus *Baumwolle oder anderen Geweben* (BG ETEM, 2020; BGN, 2021; DGUV Information 209-022, 2021; DGUV Information 213-032, 2021; RKI, 2016; TRBA 250, 2014), wobei es sich hierbei genau genommen nicht um Alternativen, sondern ein Material (Baumwolle) und eine Stoffart (Gewebe, s. Kap. II.4.1 und II.5.3.2) handelt. Eine Empfehlung betrifft die Verwendung von Unterziehhandschuhen aus *medizinischer Seide* (BGRCI & DGUV, 2019). In der internationalen Literatur werden für die Ausstattung textiler Unterziehhandschuhe verschiedene Materialien benannt, darunter Baumwolle (Estlander & Jolanki, 2004; Isaksson et al., 2021; Lachapelle et al., 2006; B. S. Li et al., 2020; Mellström & Boman, 2006; Uter & Schwanitz, 2006), Wolle (Aalto-Korte et al., 2007; Estlander & Jolanki, 2004; Isaksson et al., 2021), Nylon (Lachapelle et al., 2006; Mellström & Boman, 2004, 2006), Polyamid (Estlander & Jolanki, 2004; Flores et al., 2012; B. S. Li et al., 2020) und Viskose (Estlander & Jolanki, 2004; B. S. Li et al., 2020) bzw. Bambus/Viskose (Alfonso, 2018a, 2018b). Die Verwendung antimikrobiell ausgestatteter Textilhandschuhe (s. Kap. II.4.4.3) kann mit einem zusätzlichen Mehrwert einhergehen.

Studienergebnisse

In einer vergleichenden Testung von Unterziehhandschuhen aus Baumwolle und PVC erwies sich die textile Variante als vorteilhafter (Bengtsson, Elnas, Forsberg, Holmer & Sperling 1982¹⁶⁴ zit. in Jepsen et al., 1985). Im Rahmen eines Kurzzeit-Trageversuchs zum Vergleich finger(kuppen)loser Unterziehhandschuhe wurde eine dünnwandiges Modell aus Nylon besser als ein Modell mittlerer Stärke aus Baumwolle bewertet (Friseurhandwerk) (Heichel, Mertens et al., 2019). In einer vergleichenden Testung differenziert verarbeiteter Unterziehhandschuhe unter dickwandigen Chemikalienschutzhandschuhen, erwies sich ein Modell aus reiner Baumwolle hinsichtlich verschiedener Trageeigenschaften ggü. einer Materialmischung aus Baumwolle/Acryl als überlegen (Branson et al., 1988). Für die Zugabe von Nylon zu Baumwolle bzw. die Verwendung entsprechender Materialmischungen wurde eine längere Haltbarkeit beschrieben (Textilindustrie, 1965).

¹⁶⁴ Die Originalarbeit ist nicht (mehr) verfügbar: Bengtsson A, Elnas S, Forsberg K, Holmer I, Sperling L. Studie av mikroklimatet kring handen vid anvindning av innervanter och polymera skyddshandskar. Stockholm: Arbetarskyddsstyrelsens undersökningsrapport, 1982: 34.

II.5.3.2 STRUKTUR UND GEWICHT

Schutzhandschuhe

PSA unterliegt dem Entwurfsgrundsatz der Leichtigkeit und Festigkeit und sollte in beiden Bereichen möglichst optimal gestaltet sein (PSA-Verordnung (EU) 2016/425, Anh. II Pkt. 1.3.2). Zur Herstellung von Schutzausrüstung finden hauptsächlich Textilgewebe (Leinwand- oder Köperbindung) Anwendung (Watson et al., 2018). Schutzhandschuhe werden vornehmlich aus Strickware hergestellt, um die erforderliche Dehnbarkeit für die Ausübung verschiedener Tätigkeiten zu gewährleisten (BVH, 2009b); sie können singulär, als Unterlage für Beschichtungen oder als Futter bzw. Insert für mehrschichtige Handschuhe verwendet werden (IRSST, 2012). Die Mehrheit moderner Schnittschutzhandschuhe werden mit 13 Gauge Strickmaschinen angefertigt (BVH, 2009b). Hinsichtlich des Gewichts können Handschuhe mit einer Stärke von < 0.20 mm als sehr leichtgewichtig (*ultra/very light weight*), mit 0.20-0.31 mm als leichtgewichtig (*light weight*), mit 0.31-0.46 mm als mittelgewichtig (*medium*) und einer Stärke von > 0.46 mm als schwergewichtig (*heavy*) eingestuft werden (Mellström & Boman, 2004).

Textile (Unterzieh-)Handschuhe

Unterziehhandschuhe sind in unterschiedlichen Strukturvarianten erhältlich (s. Abbildung 22) (s. Anh. 4, Tabelle 53). Empfohlen wird die Verwendung von Handschuhen aus *Stoff* (DGKH, 2016)¹⁶⁵, *Zwirn*¹⁶⁶ (DGKH, 2016; Loczenski, 2011), *Jersey* (Lachapelle et al., 2006; Mellström & Boman, 2006), *Gewebe* (BG ETEM, o.J., 2020; DGUV Information 209-022, 2021; DGUV Information 213-032, 2021; TRBA 250, 2014) sowie vereinzelt auch *Strick (knitted glove)* (Fritsch & Schwarz, 2018a) bzw. *Feinstrick* (Ammon, 2021) (s. hierzu auch: Kap. II.5.3.7, Gauge). An anderer Stelle erfolgt die Empfehlung der Verwendung von Unterziehhandschuhen, welche strukturell „round knitted rather than woven and sewn“ (Uter & Schwanitz, 2006, S. 131) verarbeitet sein sollten. Sog. *knitted gloves* oder *knit fabrics* bedingen i. d. R. eine bessere Passform, verringerte Reibung (bei nahtlosen Konstruktionen) (IRSST, 2012) und bessere Ausprägung funktionaler Eigenschaften (z. B. Luftzirkulation/-durchlässigkeit, thermischer Komfort) (Keeble et al., 1993).

Für Handschuhe, die häufig ausschließlich aus Baumwolle bestehen, finden sich zumeist Bezeichnungen wie (Baumwoll-) *Jerseyhandschuhe*, (Baumwoll-) *Trikothandschuhe* oder *Baumwoll-Interlock Handschuhe*. Hierbei handelt es sich nicht um unterschiedliche Materialien, sondern Stoffarten. *Jersey* (u. a. Single-, Double-, Interlock- oder Clocqué-Jersey) stellt eine knitterarme, sehr elastische und weiche Maschenware mit feiner Rippenstruktur dar (Kalweit et al., 2012b). *Trikot* stellt eine längs-, quer- oder diagonalgerippte, dehbare und elastische in Trikotbindung hergestellte Maschenware dar (Kalweit et al., 2012b). Die Bezeichnung (Baumwoll-) *Strickhandschuhe* bezieht sich auf den Herstellungsprozess des Textils, das Stricken (s. Kap. II.4.1).

¹⁶⁵ Exemplarisch werden Zwirnhandschuhe aufgeführt.

Bei einem *Stoff* handelt es sich per Definition um ein Tuch, d. h., ein gewebtes, gestricktes oder auf andere Weise hergestelltes textiles Flächengebilde (Schenek, 2001). Bei Stoffhandschuhen handelt es sich um aus gewirkten Stoffen vernähte Handschuhe (Kießling, 1993).

¹⁶⁶ Bei einem *Zwirnhandschuh* handelt es sich per Definition um einen, „aus dünnem Garn gefertigten Handschuh“ (Dunnill, o.J.).



Abbildung 22: Exemplarische Auswahl verschiedener Textilhandschuhe der Fa. Bruno Barthel GmbH & Co.KG (DEU): a) Fünffingerhandschuh, sehr leichte Qualität; b) Fünffingerhandschuh, stärkere Qualität; c) Fünffingerhandschuh, schwere Qualität [© maximo Strickmoden Bruno Barthel GmbH & Co. KG, Gebrauch mit Einverständnis]

Textile Handschuhe, insbes. aus Baumwolle, können auf verschiedene Art und Weise mittels speziellen industriellen Strickmaschinen (Rund- oder Flachstrickmaschinen) gefertigt werden (IRSST, 2012; Legion Safety Products LLC, 2021; Superior Glove, 2018). Zum einen gibt es Modelle, die durch den Zuschnitt und die anschließende Vernähung zugeschnittener Strick- oder Textilgewebeflächenwaren entstehen; ein Nachteil besteht in der Entstehung ggf. wülstiger Nähte (*seams*) (Herman & Wells, 1992; IRSST, 2012; Superior Glove, 2018; Webb, 2021). Im Englischen finden sich hierfür Bezeichnungen wie *cut-(an)d-sewn gloves* oder *sewn gloves (Cut-n-sewn styles)*. Zum anderen gibt es Modelle, die in einem Stück (aus einem Faden oder Garn) und somit nahtlos gefertigt werden (Herman & Wells, 1992; IRSST, 2012; Legion Safety Products LLC, 2021; Superior Glove, 2018; Webb, 2021); im Englischen bezeichnet mit Begrifflichkeiten wie *seamless knit*, *knitted glove* oder *string knit glove (Seamless knitted styles)*. Bei den *string knit gloves* handelt es sich um die beliebteste bzw. am häufigsten eingesetzte Konstruktionsform (Webb, 2021). Der Großteil der auf dem Markt verfügbaren Handschuhe ist durch vernähte Strick- oder Textilgewebeflächen gekennzeichnet (s. Anh. 4, Tabelle 53).

Nicht neu in der Herstellung, aber bisher in der Verwendung als Unterziehhandschuhe nicht (explizit) vorbeschrieben bzw. gebräuchlich, ist die Verwendung von plattierten Modellen. Beim *Plattieren* oder der *plattierten Stricktechnik* kommen zwei Fäden/Fadensysteme verschiedener Materialien oder Qualität zum Einsatz, die nicht miteinander gemischt werden, sondern sich überdecken (Grund- und Plattierfaden) (z. B. Baumwolle und Polyamid) (Fitzner GmbH & Co. KG, 2022b; Frenzel & Bobeth, 1960) (s. Anh. 4, Tabelle 53, Nr. 71).

Die eingesetzten Materialien sollten hinsichtlich der haptischen Qualität *weich (soft)* (Estlander & Jolanki, 2004; Flores et al., 2012; B. S. Li et al., 2020; Saary et al., 2005; hier auch: IRSST, 2012) und des Gewichtes *leicht* (EPA, 2015) sein. Darüber hinaus sollten vergleichbare Eigenschaften wie bei der Verwendung von Baumwolle gegeben sein, wobei ausschließlich die Komponenten *Saugfähigkeit* (DGUV Information 213-032, 2021; EPA, 2015; RKI, 2016; TRBA 250, 2014) und *Hautverträglichkeit* (DGUV Information 213-032, 2021; TRBA 250, 2014) explizit benannt werden. Erfahrungen aus der berufsdermatologischen Handschuhberatungspraxis zeigen, dass Personen mit besonders empfindlicher Hautoberfläche sensibel auf gröber, teilweise aber auch fein gestrickte textile Handschuhmodelle reagieren (Interaktion aufgerauter/schuppiger Hautoberfläche mit abstehenden Fasern auf Textiloberfläche, s. Kap. II.4.5.2) und daher besonders glatte und weiche Oberflächen bevorzugen.

Studienergebnisse

Im Rahmen der Testung verschieden verarbeiteter Unterziehhandschuhe unter dickwandigen Chemikalienschutzhandschuhen wurde für das leichteste Modell aus Glattstrick (*plain knit*) das beste Tragegefühl (*snug*) beschrieben (Branson et al., 1988).

II.5.3.3 GRÖSSE UND PASSFORM

Schutzhandschuhe¹⁶⁷

Die Parameter Größe und Passform nehmen Einfluss auf die Ergonomie (TRGS 401, 2008; Zedalis & Kessler, 2007), den Tragekomfort (DGUV Regel 112-995, 2007) und die Griffsicherheit (DGUV Regel 112-995, 2007; Dianat et al., 2012; Draskovics, 2016; IRSST, 2012; Kovacs, Splittstösser, Maronitis & Marras, 2002) eines Handschuhes. PSA muss mit einer ausreichenden Größenauswahl so gut wie möglich an die Anatomie des Nutzenden angepasst werden können und den Entwurfsgrundsätzen der Ergonomie, Bequemlichkeit und Effizienz entsprechen (Fuhrer, 2002; IRSST, 2012; PSA-Verordnung (EU) 2016/425, Anh. II Abs. 1.3.1; Vierhaus, 1999; Wulfhorst et al., 1992; Zechel, Dobermann & Kipp, 2019). Wesentliche Kriterien bei der individuellen Größenauswahl (DGUV Information 212-007, 2009; DGUV Regel 112-995, 2007; PHO, 2019; PSA-BV, §2(2)) stellen eine ausreichende Fingerlänge, eine gute Passform am Handgelenk und ein faltenfreier Sitz (AUVA, 2016) dar.

Zu große Handschuhe lassen sich leichter anziehen (Preece et al., 2020), bergen aber durch den Materialüberschuss die Gefahr des Eingequetscht- oder Erfasstwerdens (Sawyer & Bennett, 2006; Spevack, 2004; Tremblay-Lutter, Crown & Rigakis, 1996), der Sichtbehinderung (Sawyer & Bennett, 2006), der Beeinträchtigung der Feinfühligkeit und Geschicklichkeit (IRSST, 2012; Moog et al., 2020; Preece et al., 2020; Spevack, 2004; Zedalis & Kessler, 2007) oder Beschädigung (z. B. durch Instrumente) (Borgatta et al., 1989). Zu kleine Handschuhe lassen sich schwerer anziehen (Preece et al., 2020), können die Bewegungsfreiheit der Finger einschränken (Preece et al., 2020; Tremblay-Lutter, Crown & Rigakis, 1996; Wilke et al., 2022; Zare Bidoki et al., 2021), die Perspiration verstärken (s. Kap. II.3.2.3) (Zedalis & Kessler, 2007) und sich v. a. bei zunehmender Tragezeit förderlich auf die Entstehung von Müdigkeit (Flores et al., 2012; HSE, 2015; Wilke et al., 2018; Wilke et al., 2022; Zare Bidoki et al., 2021), Krämpfen und Taubheitsgefühlen (Einschränkung Blutfluss) (Bährle-Rapp, 2020; Borgatta et al., 1989; Spevack, 2004; Zedalis & Kessler, 2007) und somit letztlich nachteilig auf den Tragekomfort (HSE, 2015; Moog et al., 2020; Sawyer & Bennett, 2006) und die (Arbeits-)Sicherheit (Flores et al., 2012; HSE, 2015) auswirken.

Die Handschuhauswahl sollte bestenfalls durch den Tragenden selbst (Tremblay-Lutter & Weihrer, 1996) und in Abhängigkeit der Händigkeit erfolgen (IRSST, 2012). Zur Ermittlung der richtigen Größe werden Umfangsmessungen an der breitesten Stelle der Innenhand empfohlen (Ansell Ltd., 2021). Die optimale Passform wird z. T. eher auf den Gesamtsitz und weniger die Finger(spitzen) (Sawyer &

¹⁶⁷ Allgemeine Anforderungen an die Handschuhgröße und -mindestlänge in Abhängigkeit von dem Handumfang und der Handlänge, werden durch die Norm EN ISO 21420:2020 bzw. DIN EN 455-2 (Pkt. 4 Maße) definiert.

Bennett, 2006) und anderer Stelle auf einen eher engeren Sitz im Bereich der Finger (Länge und Umfang) und lockerer Sitz im Bereich der Handflächen zurückgeführt (Tremblay-Lutter & Wehrer, 1996). Sind im Einzelfall keine passenden Größen verfügbar, wird tendenziell eher die nächst größere Größe empfohlen (Einmalhandschuhe, Drabek, Boucek & Buffington, 2010, 2013). Zu Verringerung der Einschränkungen des Tastgefühls beim Double Gloving kann der äußere Handschuh (eine halbe Nummer) kleiner als der Innere gewählt werden (Beie, Kralj, Sieker & Hofmann, 2001; Mäkelä & Jolanki, 2004).

Textile (Unterzieh-)Handschuhe

Textile Unterziehhandschuhe sollten grds. eine gute Passform aufweisen und ein gutes Fingerspitzengefühl ermöglichen (BGN, 2020, 2021; Tremblay-Lutter, Lang & Pichette, 1996; Wilke et al., 2022). Eine unangenehme Schwere und Unbequemlichkeit (Reumann, Haase et al., 2000) sind mit Blick auf die geforderte Ergonomie zu vermeiden. Der Faltenwurf zu großer Unterziehhandschuhe kann zu einer Herabsetzung der Taktilität und folgenden Einschränkung/en der Funktion/en der Schutzhandschuhe führen (Wilke et al., 2022). Textile Unterziehhandschuhe sind in unterschiedlichen Größen erhältlich, wodurch verschiedene Bedürfnisse der Anwendenden bedient werden können (DGUV Regel 112-995, 2007; PHO, 2019). Insbesondere bei finger(kuppen)losen Modelle werden häufig Einheitsgrößen angeboten (s. Anh. 4, Tabelle 53). Unterziehhandschuhe können i. d. R. (wie unsterile Einmalhandschuhe) aufgrund ihrer symmetrischen Form gleichermaßen an der linken oder rechten Hand (beidhändig) getragen werden. Aus rein synthetischen Fasern oder Mischgarnen gefertigte (Strick-)Textilien weisen aufgrund der höheren Faserelastizität und Dehnung im Verarbeitungszustand eine engere (Pass-)Form auf (Mecheels, 1991).

Seitens der herstellenden Firmen wird auf einen engen, aber angenehmen Sitz verwiesen (z. B. Burgia Sauerland GmbH, 2021). Der darüberliegende Handschuh sollte gut bzw. *passend sitzen* (UK NRW, 2013) und in seiner (Schutz-)Funktion nicht beeinträchtigt werden (Burgia Sauerland GmbH, 2021). Für den Einsatz im operativen Bereich, z. B. als Unterziehhandschuh zw. zwei Lagen Einmalhandschuhen (s. Kap. I.1.1.1), wird die Verwendung einer zusätzlichen halben Unterziehhandschuh-Größe (Phillips & Hornacky, 2020) bzw. ganzen Größe des außenliegenden Schutzhandschuhes (Herscovici, DiPasquale & Sanders, 1998) empfohlen, um möglichen Einschnürungen/-engungen vorzubeugen und einen leichte(re)n bzw. schnelle(re)n Handschuhwechsel zu ermöglichen (Herscovici et al., 1998). Erfahrungen aus der berufsdermatologischen Handschuhberatungspraxis zeigen, dass die zusätzliche Verwendung von Unterziehhandschuhen in Abhängigkeit von den verwendeten Schutzhandschuh(typ)en teilweise eine größere Handschuhgröße bedingt, weshalb im Einzelfall erwogen werden sollte, Schutzhandschuhe in mehreren Größen (zur Verwendung mit/ohne Unterziehhandschuhe/n) zur Verfügung zu stellen.

Studienergebnisse

Tremblay-Lutter & Wehrer (1995, 1996) fanden heraus, dass sich die Größenauswahl von Schutzhandschuhen eher an der Anthropologie der menschlichen Hand orientiert, während die von Unterziehhandschuhen v. a. mit Blick auf den Sitz an den Fingerspitzen und den Fingerzwischenräumen erfolgt. Stone et al. ermittelten, dass der Einsatz von Unterziehhandschuhen den Tragekomfort von Chemikalienschutzhandschuhen u. a. hinsichtlich der Größe/Passform verbesserte (J. Stone et al., 2005). Bei Szlapetis et al. (1999) wurde die Gesamtpassform unter dem Einsatz von Unterziehhandschuhen geringfügig schlechter, der Sitz am Handgelenk (Umfang) aber signifikant besser bewertet. In der Machbarkeitsstudie von Hübner et al. (2016) konnte eine gute Passform für eine Kombination aus Baumwolle¹⁶⁸ und Nitril-Einmalhandschuhen ermittelt werden, welche von etwa der Hälfte der Befragten als passgenau bewertet wurde (Gesundheitswesen). Die positiven Beurteilungen nahmen mit zunehmender Studiendauer ab, wenngleich sich keine subjektiv empfundenen Qualitätseinbußen nach der Wiederaufbereitung der Handschuhe zeigten (Rubbert, 2014). Ursächlich für den mangelnden Sitz erwies sich überschüssiges Material und folgende Faltenbildung im Handinnenflächen und -rückenbereich (Hübner et al., 2016). Nach Aussage der Autoren könne ggf. durch andere als die getesteten Handschuhmarken eine geeignetere Passform unterstützt werden (Hübner et al., 2016). In einem Kurzzeit-Tragversuch im Labor wurde die Passform einer Doppelbehandschuhung mit und ohne Baumwollhandschuhe gleich bewertet (Sonsmann et al., 2019). In einem Kurzzeit-Tragversuch in der beruflichen Praxis zeigte sich unter der Verwendung einer (komplett) fingerlosen Unterziehhandschuhvariante eine Verbesserung der Passform im Vergleich zu der Verwendung verschiedener fingerkuppenloser Modelle und singulärer Einmalhandschuhe (Friseurhandwerk) (Heichel, Mertens et al., 2019). In Kurzzeit-Tragversuchen, in denen eine semipermeable im Vergleich zu einer textilen Handschuhkombination erprobt wurde, erwies sich letztere als überlegen (Friseurhandwerk) (M. Bock & König, 2006¹⁶⁹).

II.5.3.4 FORM UND FINGERLÄNGE

Schutzhandschuhe

Schutzhandschuhe liegen in den drei Handschuhformen Faust-, Dreifinger- und Fünffingerhandschuhe vor (DGUV Regel 112-995, 2007). Bei der Handschuhauswahl sind die Anforderungen an den Tastsinn (TRGS 401, 2008), d. h., das Tastgefühl (DGUV Regel 112-995, 2007) bzw. Tastempfinden (feinmechanische Tätigkeiten) (DGUV Information 212-007, 2009) zu berücksichtigen.

Textile (Unterzieh-)Handschuhe

Textile Unterziehhandschuhe sollten ein gutes Fingerspitzengefühl ermöglichen (BGN, 2020, 2021), welches auch durch die Fingerlänge bzw. -beschaffenheit bedingt wird (Sonsmann, John, Hansen et al.,

¹⁶⁸ Handschuhmodell der Fa. MaxiMo Strickmoden Bruno Barthel GmbH & Co. KG (Chemnitz, DEU) (s. Anh. 4, Tabelle 53, Nr. 2).

¹⁶⁹ Hierbei handelt es sich um einen unveröffentlichten Projektbericht der Osnabrücker Arbeitsgruppe. Ergänzende Studieninformationen finden sich im Anhang 3, Tabelle 52.

2015; Wilke et al., 2018). Unterziehhandschuhe sind in unterschiedlichen Formen erhältlich (s. Anh. 4, Tabelle 53). Gängige Modelle liegen als Dreifingerhandschuhe oder Fünffingerhandschuhe (*full-finger glove liner*) vor, darüber hinaus sind sowohl fingerkuppen-/fingerspitzenlose (auch: Halbfingerhandschuhe oder Kurzfingerhandschuhe, *half-finger(ed) (glove) liner, glovelet*) (s. Abbildung 23 und Abbildung 24) als auch fingerlose Modelle (*fingerless (glove) liner*) (s. Abbildung 25) erhältlich (Sonsmann, John, Hansen et al., 2015; Sonsmann, 2017; Wilke et al., 2018).¹⁷⁰

Finger(kuppen)lose Modelle werden in den Handlungsempfehlungen der UVT in Dtl. nicht thematisiert; internationale Referenzen sprechen teilweise äquivalente Empfehlungen für die Verwendung von Handschuhen mit und ohne Finger aus (EPA, 2015). In der Literatur finden sich keine empirischen Belege für besonders geeignete Formate von Unterziehhandschuhen, jedoch Hinweise darauf, dass finger(kuppen)lose Varianten bei Tätigkeiten mit hohem feinmotorischen Anforderungsprofil eine gute Alternative darstellen können (Alfonso, 2018a; Dewey et al., 2007; Sonsmann, Braumann, Wilke, John & Wulfhorst, 2011; Sonsmann, John, Hansen et al., 2015; Welker, Nagarajan & Newberg, 2010; Wilke, 2018). Ursächlich hierfür ist ein Mindestmaß an Einschränkungen in der taktilen Wahrnehmung, so dass am ehesten ein, der nicht behandschuhten Hand ähnliches Fühlen und Erleben, v. a. im Bereich der Fingerspitzen, möglich bleibt (Cavdan, Ennis, Drawing & Doerschner, 2021). Weiterhin finden sich Hinweise darauf, dass die Verwendung fingerkuppenloser Handschuhe in reinheitstechnisch kontrollierten Bereichen mit Vorteilen hinsichtlich des elektrostatischen (Ent-)Ladeverhaltens einhergeht (Welker et al., 2010).

Zum Erhalt fingerkuppenloser Handschuhe können die Fingerspitzen von Fünffingerhandschuhen einfach abgetrennt werden (ca. 10 mm) (Alfonso, 2018a; C. L. Packham & Packham, 2004; C. Packham, 2020), was jedoch bei bestimmten Materialsorten/-gemischen zum Ausfransen und Ein- bzw. Aufrollen mit Bereich der Fingergelenke führt. Die vorgenommenen individuellen Anpassungen (einschließlich Reparieren und Ausbessern) sollten bzw. dürfen die Produktschutzfunktion (gemäß der Baumusterprüfung) nicht beeinträchtigen (Kring, 2021b). Da die Wasseraufnahmekapazität mit der zur Verfügung stehenden Handschuhfläche bzw. Materialmenge korreliert (Chinta & Gujar, 2013), kann bei finger(spitzen)losen Handschuhmodellen von einer geringeren Schweißaufnahme ausgegangen werden (s. auch Studienergebnisse von Branson et al., 1988, Kap. II.5.4.3).



Abbildung 23: Fingerkuppenloser Bauwollhandschuh [© maximo Strickmoden Bruno Barthel GmbH & Co. KG, Gebrauch mit Einverständnis]

¹⁷⁰ Neben den genannten, eher klassischen Formen textiler (Unterzieh-)Handschuhe existieren auch besondere, teilweise berufsspezifische Handschuhformen. Für das Friseurhandwerk sind bspw. textile 2- oder 3-Finger(kuppen)schutzhandschuhe zum Schnitt- oder Hitzeschutz verfügbar. Darüber hinaus gibt es Fingerlinge aus textilen Materialien/-kombinationen, welche primär zu medizinischen Zwecken (Fingerverbände, Fingerschutz, Fingerhaube) gefertigt werden, aber auch für den Schnitt-/Stichschutz Anwendung finden. Mit Ausnahme der Produkte für den medizinischen Bereich handelt es sich hierbei zumeist um nicht (explizit für den Arbeitsschutz bzw. als PSA) zertifizierte Angebote (Bsp.: „Cotton Finger Cots“, Fa. Allergy Shop Pty Ltd, Australien. Mehr Informationen unter der URL: <https://www.theallergyshop.com.au/cotton-finger-cots>, Stand: 03.11.2022).

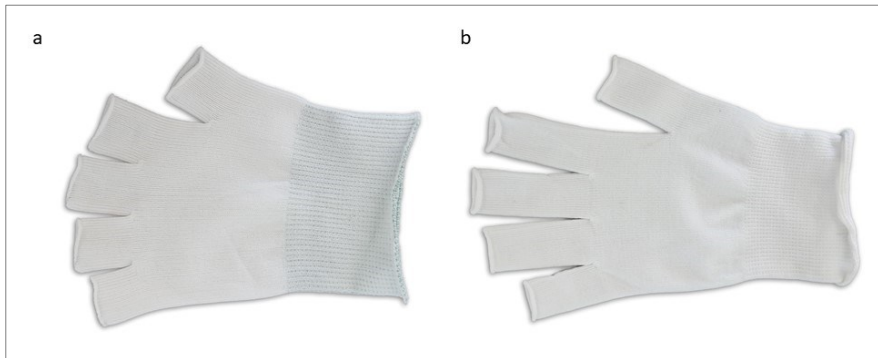


Abbildung 24: Exemplarische Auswahl verschiedener fingerkuppenloser Handschuhe aus Nylon: a) Bio-Clean™ Halfingers (Fa. Nitritex Ltd, GBR); b) Nylon-Strickhandschuhe mit offenen Fingerspitzen (Fa. Sännger GmbH, DEU) [Eigene Aufnahmen]

Gänzlich fingerlose Modelle weisen häufig eine einfache, verstärkte Naht in den Fingerzwischenräumen auf, die die Fingeröffnungen voneinander trennt (s. Abbildung 25). Erfahrungen aus der berufsdermatologischen Handschuhberatungspraxis zeigen, dass entsprechende Zwischennähte bei Personen mit stärkeren Hauterscheinungen aufgrund der punktuellen Auflage in den Interdigitalräumen zu weiteren Reizungen führen können (hier auch: Wilke, 2018). Zeigen sich insbes. an den Fingerkuppen ausgeprägte Hauterscheinungen (z. B. Rhagaden), stellen Fünffingerhandschuhe i. d. R. eine bessere Alternative ggü. finger(kuppen)losen Modellen dar, da (nur) diese einen zusätzlichen Schutz an den Fingerkuppen bieten. Eher gegenteilig verhält es sich in Fällen, bei denen aufgrund von (chronischen) Hauterscheinungen/-erkrankungen eine Sensibilitätsverlust im Bereich der Fingerkuppen gegeben ist.

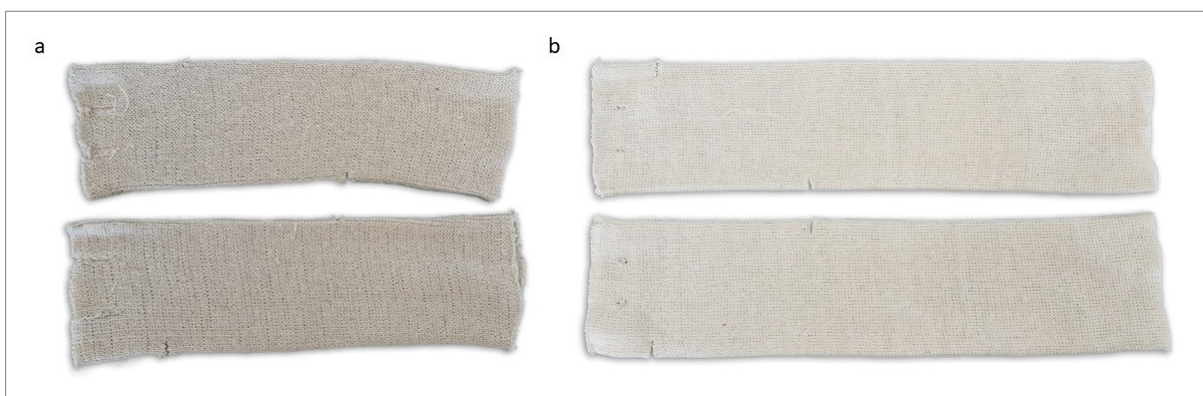


Abbildung 25: Exemplarische Auswahl verschiedener fingerloser Textilhandschuhe: a) Unterzieh-Handschoner, fingerlos (Fa. Pro Fit - Fitzner Arbeitsschutz, DEU); b) Glove Mate, fingerlos (nicht mehr erhältlich, Fa. RS Components GmbH, DEU) [Eigene Aufnahmen]

Studienergebnisse

Hübner et al. fanden heraus, dass Unterziehhandschuhe bevorzugt bei Tätigkeiten mit geringerem feinmotorischen Anforderungsprofil getragen wurden und weisen daher auf die Möglichkeit des Einsatzes fingerkuppenfreier oder Modelle mit feinerem Gestrück an den Fingerkuppen hin (Gesundheitswesen) (Hübner et al., 2016). In einem Kurzzeit-Trageversuch zeigte sich unter der Verwendung einer (komplett) fingerlosen Variante unter Einmalhandschuhen eine Verbesserung des Schwitzempfindens, des Tastgefühls, der Passform, der Tätigkeitsausführung sowie des An- und Ausziehverhaltens im Vergleich zu der Verwendung verschiedener fingerkuppenloser Modelle (Baumwolle, Nylon) (Friseurhandwerk) (Heichel, Mertens et al., 2019).

II.5.3.5 STULPENART UND -LÄNGE

Schutzhandschuhe¹⁷¹

Die Stulpe (auch Schaft) stellt den Teil des Schutzhandschuhs dar, der das Handgelenk und ggf. auch den Unterarm abdeckt (DGUV Regel 112-995, 2007). Schutzhandschuhe existieren in vielfältigen Ausführungsvarianten hinsichtlich der Länge und Art des Bundes (z. B. Rollrand, Strickbund, Schutzstulpe, Ansell Ltd., 2021; Spevack, 2004). Die Auswahl sollte vom jeweiligen Arbeitsverfahren bzw. Verwendungszweck abhängen (BG ETEM, 2021d; DGUV Information 213-032, 2021; DGUV Regel 112-995, 2007; TRBA 250, 2014; Zare Bidoki et al., 2021).

Textile (Unterzieh-)Handschuhe: Stulpenlänge

Textile Unterziehhandschuhe sind in unterschiedlichen Längen (Bund-, Schaft- oder Stulpenlänge) erhältlich (Wilke et al., 2018) (s. Anh. 4, Tabelle 53). Bei der Verwendung langärmeliger Schutz- und/oder Berufskleidung (z. B. Laborkittel) müssen bzw. sollten die Unterzieh- und Schutzhandschuhe über die Ärmel/Manschetten gezogen werden (Nelson & Phalen, 2022).

Für den Einsatz langstulpiger Schutzhandschuhe, welche dem Schutz ggü. Flüssigkeiten wie Wasser und Chemikalien eher dienlich sind (Alfonso, 2018a), bietet sich der Einsatz von Unterziehhandschuhen mit längerer Stulpe an (i. d. R. ab 300 mm) (s. Abbildung 26b) (hier auch: Ludewig et al., 2021). Grundsätzlich sollte die Stulpe der Unterziehhandschuhe nicht länger als die der Schutzhandschuhe sein bzw. nicht unter diesen hinausragen (AUVA, 2016; BGN, 2020; EPA, 2015; Fishel, 2021; Isaksson et al., 2021; Löffler & Effendy, 2006). Eine über- bzw. vorstehende Stulpe kann zu einer Kontamination der Hautoberfläche führen, indem Flüssigkeiten und Chemikalien von dem Handschuhmaterial aufgenommen und mittels des *Dochteffekts* in das Handschuhinnere transportiert werden (BGN, 2020; EPA, 2015; C. L. Goh, 1985; Isaksson et al., 2021; Löffler & Effendy, 2006). Eine Ausnahme hiervon stellt möglicherweise der Gebrauch von Unterziehhandschuhen zum Schutz vor Handschuhallergenen dar (s. Kap. II.5.2.3), bei dem die Verwendung von Modellen mit längerer Stulpe empfohlen wird, um einen „traumbedingten, akzidentellen Kontakt ungeschützter Haut mit dem allergenhaltigen, darüber gezogenen Schutzhandschuh zu vermeiden“ (hier: Unterziehhandschuhe aus PE, Ludewig et al., 2023, S. 96. Wie bereits dargestellt, korreliert die Wasseraufnahmekapazität mit der zur Verfügung stehenden Handschuhfläche bzw. Materialmenge (Chinta & Gujar, 2013), sodass unter der Verwendung lang- bzw. längerstulpiger Unterziehhandschuhe von einer höheren Schweißaufnahme ausgegangen werden kann (siehe auch Studienergebnisse von Branson et al., 1988, Kap. II.5.4.3).

Erfahrungen aus der berufsdermatologischen Handschuhberatungspraxis zeigen, dass sich bei bestehenden (stärkeren) Hauterscheinungen an den Handgelenken oder Unter-/Oberarmen die Verwendung von Unterziehhandschuhe mit längeren Stulpen anbietet, um möglichen (weiteren) Reizungen durch den aufliegenden textilen Handschuhbund und/oder das Schutzhandschuhmaterial (Ludewig et

¹⁷¹ Allgemeine Anforderungen an die Handschuhgröße und -mindestlänge in Abhängigkeit von dem Handumfang und der Handschuhlänge, werden durch die Norm EN ISO 21420:2020 bzw. DIN EN 455-2 (Pkt. 4 Maße) definiert.

al., 2021; Roy, 2000) vorzubeugen. Alternativ zur Verwendung von Handschuhen mit verlängertem Schaft könnte auch ein Einsatz von Stulpen, Schlauch-, Stülp- oder Fertigverbänden zum zusätzlichen Schutz der Armpartien erfolgen (vgl. Kap. II.6.3).

Textile (Unterzieh-)Handschuhe: Stulpenart / Bund

Textile Unterziehhandschuhe sind mit unterschiedlichen Bundformen erhältlich (Wilke et al., 2018) (s. Anh. 4, Tabelle 53). Die meisten Modelle weisen einen Strickbund (*wristlet, knit wrist*) auf (s. Abbildung 26a/b), welcher bei Modellen mit schwererer Strickung (s. Abbildung 22c) auch häufig gröber gestaltet ist. Ein Strickbund gewährleistet einen sicheren Handschuhsitz (Spevack, 2004; Stull, 2003) und kann das Eindringen von Schmutzpartikeln verhindern (Ansell Ltd., 2021; IRSST, 2012). Der (Strick-)Bund kann, je nach Art und Verarbeitung des umlaufend eingearbeiteten Materials (z. B. Latex oder Lycra) eng(er) anliegen, ist aber i. d. R. sehr dehnfähig. Personen mit Sensibilisierung/en sollten keine Modelle mit enthaltenem Latex verwendet (Roy, 2000) oder die Handschuhe zumindest unmittelbar nach Auflösung/Zerfall des Bundes (z. B. aufgrund von Verschleiß) entsorgen. Modelle ohne Strickbund weisen i. d. R. zumindest einen (abschließenden) Saum¹⁷² bzw. gesäumten Stulpenrand auf. Weiterhin sind auch Handschuhe mit Druckknopf, Klettverschluss oder Fangriemen verfügbar; wobei es sich hierbei zumeist eher um Schutzhandschuhe im engeren Sinne und/oder Modelle für spezielle Anwendungen handelt (z. B. Showbereich, Vereinsbedarf).



Abbildung 26: Exemplarische Auswahl verschiedener Textilhandschuhe der Fa. Bruno Barthel GmbH & Co.KG (DEU): a) Fünffingerhandschuh, reguläre Länge, Strickbund; b) Fünffingerhandschuh, langer Rand, Strickbund; c) Fünffingerhandschuh, ohne Bündchen; d) Fünffingerhandschuh, Kindergröße, ohne Bündchen [© maximo Strickmoden Bruno Barthel GmbH & Co. KG, Gebrauch mit Einverständnis]

In der Literatur finden sich keine empirischen Belege für besonders geeignete Bündchenformen von Unterziehhandschuhen, jedoch Hinweise darauf, dass möglichst bündchenlose Varianten (Roy, 2000) oder solche mit elastischen Bündchen (BGN, 2020) eingesetzt werden sollten. I. d. R. sollte das Bündchen oberhalb des Handgelenks beginnen, nicht am Handballen (Ippach, 2017). Erfahrungen aus der berufsdermatologischen Handschuhberatungspraxis zeigen, dass straffe Strickbünde bei Personen mit

¹⁷² Bei einem *Saum* handelt es sich per Definition um ein „nach der Innenseite [doppelt] umgeschlagener und dort angenähter Stoffrand eines Kleidungs-, Wäschestücks, durch den ein Ausfransen verhindert werden soll“ (Dudenredaktion, o.J.).

zunehmendem/starkem Umfang der Handgelenke und/oder Unterarme schnell zu einer (gefühlten) Einengung/-schnürung führen können. Bei bestehenden (stärkeren) Hauterscheinungen an den Handgelenken bzw. Unterarmen bietet sich die Verwendung von Unterziehhandschuhe ohne (festen) Strickbund an, um möglichen weiteren Reizungen durch das aufliegende Material bzw. dem punktuell zustande kommenden Druck vorzubeugen (hier auch: Wilke, 2018). Gänzlich bündchenlose Handschuhe (s. Abbildung 26c/d) ermöglichen ggf. eine bessere Luftzufuhr an den Händen sowie ein erleichtertes An- und Ausziehverhalten (Spevack, 2004; Stroschein, 2008); nachteilig könnten sich der mangelnde Halt an der Hand und das damit verbundene Rutschen der Handschuhe erweisen.

II.5.3.6 NÄHTE

Schutzhandschuhe

An Schutzhandschuhen vorhandene Nähte bzw. deren Art und qualitative Verarbeitung (Herman & Wells, 1992) können die Feinfühligkeit (BGRCI, 2020) und den Tragekomfort (Andler & Scheuermann, 1999; BVH, 2009b; Elzenheimer, 1999; IRSST, 2012; Zare Bidoki et al., 2021) beeinflussen. Sofern Handschuhe mit Nähten ausgestattet sind, sollten diese so beschaffen sein, dass sie keinen Druck ausüben (DGUV Regel 112-995, 2007), nicht an Belastungsstellen liegen (DGUV Regel 112-995, 2007; Vierhaus, 1999), die den Tragenden verletzen könn(t)en (Hensiek, 2021) oder die Leistung des Handschuhs herabsetzen (DIN EN ISO 21420:2020-06, Kap. 4.1).

Textile (Unterzieh-)Handschuhe

Textile Unterziehhandschuhe sind, in Abhängigkeit von der Verarbeitung/Struktur, mit und ohne (umlaufende) Nähte erhältlich (s. Anh. 4, Tabelle 53). Teilweise finden sich auch Einsätze an Fingern, die die Oberhand mit der Innenhand verbinden, sog. *Schichtel* (s. Abbildung 27). Der Großteil der auf dem deutschen Markt verfügbaren textilen Handschuhe aus Baumwolle ist im Bereich der Fingerspitzen und -innenkanten nicht nahtfrei ver-/gearbeitet; Modelle aus rein synthetischen Stoffen (z. B. Polyester) werden häufig(er) nahtlos gefertigt. Um das Fingerspitzen- bzw. Tastgefühl möglichst wenig zu beeinträchtigen und mechanische Reibungen auf der (empfindlichen) Hautoberfläche, v. a. in den Interdigitalräumen und auf den Innenseiten des Handgelenks, zu verhindern sollten grds. keine störenden Nähte an den Fingerspitzen und -seiten vorhanden sein (BGN, 2020, 2021; BGRCI, 2020; DGKH, 2016; S. Fischer et al., 2003; Flores et al., 2012; Herman & Wells, 1992; IRSST, 2012; B. S. Li et al., 2020; Pohrt, 2006; K. Schmidt, Kersten & Pohrt, 2016; Sullivan & Farber, 1959; SVLFG, 2021; Tremblay-Lutter, Lang & Pichette, 1996; Uter & Schwanitz, 2006; Wilke et al., 2018). Ein Verzicht auf diese kann auch mit einer besseren Passform (aufgrund der bidirektionalen Streckung/Dehnung) (Herman & Wells, 1992) sowie einer Erhöhung der Textillebensdauer (kein Ausfransen/Auftrennen an den Nähten) einhergehen (Webb, 2021). Bei vorliegenden Nähten oder Etiketten kann, je nach individueller Modellverarbeitung, das Wenden (Umstülpen) des Handschuhs den Tragekomfort erhöhen (S. Fischer et al., 2003; Gauger et al., 2002).

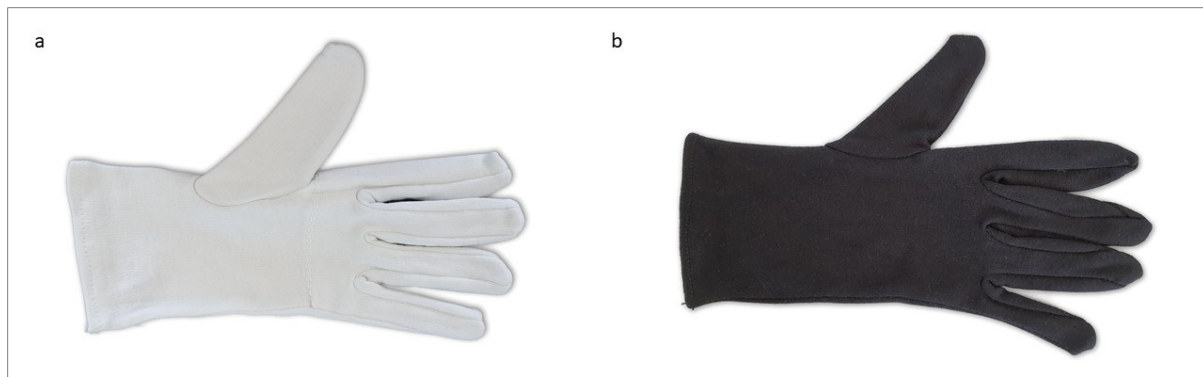


Abbildung 27: Exemplarische Auswahl verschieden verarbeiteter Textilhandschuhe: a) Baumwoll-Trikot mit Verstärkung (Fa. JAH GmbH, DEU); b) Baumwollhandschiene Nero (Fa. Franz Mensch GmbH, DEU) [Eigene Aufnahmen]

Studienergebnisse

Vergleichende Untersuchungen der Verwendung von nahtlosen Unterziehhandschuhen unter dickwandigen Chemikalienschutzhandschuhen verschiedener Stärken führten zu unterschiedlichen Ergebnissen: Während bei Scanlan et al. (2004) und Branson et al. (1988) eine nahtlose Strickvariante für effektiver befunden wurde, konnten Teixeira & Bensele (1990) keine eindeutigen Präferenzen ermitteln. Befürwortende der nahtfreien Variante (n=8/12) begründeten ihre Auswahl mit dem höheren Tragekomfort, der engeren Passform und geringeren Rutschgefahr; die Naht führe zu einem stärkeren Gefühl der Rutschigkeit/Flüchtigkeit (*slipperiness/looseness*) in den Schutzhandschuhen (Teixeira & Bensele, 1990). Befürwortende der Variante mit Nähten (n=6/12) hoben die Taktilität und den höheren Tragekomfort hervor (Teixeira & Bensele, 1990). Die Autoren kamen u. a. zu dem Schluss, „that the manual Performance of soldiers, (...), will not be helped or hindered by use of one of these liners rather than the other“ (Teixeira & Bensele, 1990, S. 23).

II.5.3.7 MATERIALSTÄRKE / FEINHEIT

Schutzhandschuhe

PSA sollte unbeschadet ihrer Festigkeit und Wirksamkeit so leicht wie möglich sein (PSA-Verordnung (EU) 2016/425, Anh. II Abs. 1.3.2). Schutzhandschuhe geringer Materialstärke sind i. d. R. leichter und eignen sich eher für Tätigkeiten, die mehr Feingefühl erfordern (Banaee & Que Hee, 2020; DGUV Regel 112-995, 2007). Höhere Materialstärken sind i. d. R. schwerer, weisen aber ggf. auch eine erhöhte Schutzleistung auf (Banaee & Que Hee, 2020; DGUV Information 212-007, 2009; Spevack, 2004; Zare Bidoki et al., 2021). Die Materialstärke kann die Taktilität, Flexibilität (Verformbarkeit des Handschuhmaterials), Fingerfertigkeit und den Tragekomfort beeinflussen (Batra, Bronkema, Wang & Bishu, 1994; BVH, 2009b; Dianat et al., 2012, 2014; Herman & Wells, 1992; HSE, 2015; IRSST, 2012; Mylon, Lewis, Carré & Martin, 2014; OSHA 3151-12R, 2004; Spevack, 2004; Zare Bidoki et al., 2021). Durch selektive Variationen in der Materialstärke an bestimmten Arealen der Hand (z. B. Handinnenflächen) können, in Abhängigkeit vom Verwendungszweck bzw. der durchzuführenden Tätigkeit, der Tragekomfort und die Performanz verbessert werden (Dianat et al., 2014).

Textile (Unterzieh-)Handschuhe

Für textile (Unterzieh-)Handschuhe finden sich häufig Angaben zur *Gauge*. Hierbei handelt es sich um ein Maß zur Bestimmung der Maschenzahl pro Zoll (2.54 cm) und damit zur Feinheit eines Textilerzeugnisses (Chan, 2021; DWDS, 2021c; Fitzner GmbH & Co. KG, 2022a; Galilee GmbH, 2022). Auf einer Skala/Range mit den Fadenstärken 7 (Grobstrick), 10 (Mittelstrick,) 13, 15, 18 und ggf. 21 (jeweils Feinstrick) bezeichnen höhere Gauge-Werte enger stehende Nadeln (geringerer Abstand) und damit dünnere und i. d. R. komfortablere Gestricke (Chan, 2021; Galilee GmbH, 2022; Superior Glove, 2022). Die Mehrheit moderner Schnittschutzhandschuhe werden mit 13 Gauge Strickmaschinen angefertigt (BVH, 2009b).¹⁷³

Für den Einsatz von Unterziehhandschuhen zum Okklusionsschutz wird die Verwendung *leichter* Modelle (EPA, 2015) mit *dünnere* (BG ETEM, 2020, 2021c; Hoffmeyer, 1999; Lyell, 1972; Menné et al., 2011; Niedersächsisches Landesgesundheitsamt [NLGA], 2022; RKI, 2016; K. Schmidt et al., 2016; VBG, 2021; Zare Bidoki et al., 2021) bzw. *sehr dünnere* (Cornelison, 1986) Materialstärke empfohlen. Leichtgewichtige Materialien unterstützen das Feuchtigkeitsmanagement im Textil stärker (Raccuglia et al., 2018). Dickere Materialstärken können u. a. die Feinfühligkeit einschränken (Sonsmann, 2017). Je nach Materialzusammensetzung und Größenauswahl kann es zu einer Dehnung kommen, welche ggf. auch eine bleibende oder zeitlich begrenzte Verringerung der Materialstärke mit sich bringt (Tremblay-Lutter & Wehrer, 1996). Die Auswahl der Schichtstärke sollte, in Anlehnung an die Auswahl von Schutzhandschuhen, unter Berücksichtigung der Arbeitstätigkeit erfolgen (Wilke, 2018). Bei Tätigkeiten, die mit vermehrten thermischen oder physikalischen Belastungen einhergehen, kann die Verwendung von Handschuhen höherer Materialstärke sinnvoll sein. Alternativ kann, v. a. bei punktuellen Belastungen, auch ein Einsatz von Modellen mit spezifischer Polsterung (z. B. Bereich der Handinnenflächen) erwogen werden.

Studienergebnisse

Vergleichende Untersuchungen der Verwendung von Unterziehhandschuhen unterschiedlicher Materialstärken unter Chemikalienschutzhandschuhen führten zu unterschiedlichen Ergebnissen: Bei Branson et al. (1988) wurde das Modell mit der geringsten Materialstärke für subjektiv angenehmer befunden, signifikante Unterschiede zw. den evaluierten Unterziehhandschuhen (z. B. hinsichtlich des thermischen Komforts) zeigten sich nicht. Teixeira & Bense (1990) konnten keine eindeutigen Präferenzen ermitteln, aber unabhängig von der Verwendung der Unterziehhandschuhe mit Zunahme der Stärke der Materialkombination eine Beeinträchtigung der Performance/Geschicklichkeit (Problembereiche: Handschuhvolumen und -steifigkeit, Gefühlsverlust) nachweisen.

¹⁷³ *Weiterführende Literatur:* Illustrierte Informationen zur Thematik finden sich unter der URL: <https://www.magidglove.com/safety-matters/choosing-and-using-ppe/guide-to-glove-gauge> (Stand: 04.11.2022).

II.5.3.8 EIN- UND MEHRWEGMODELLE

Schutzhandschuhe

Einmalhandschuhe sind grds. nur für den einmaligen Gebrauch bestimmt, Mehrweghandschuhe können in Abhängigkeit von den individuellen Arbeitsumständen mehrfach eingesetzt werden. Bei der Auswahl von Schutzhandschuhen spielt, neben Faktoren wie dem eigentlichen Leistungsverhalten und dem Tragekomfort, auch der Preis eine entscheidende Rolle (Crepy et al., 2020; Dianat et al., 2012).¹⁷⁴ Dieser kann in Abhängigkeit der verwendeten Materialien, Technologien und Produzenten (für ähnliche Produkte) stark variieren (IRSST, 2012; Klingner & Boeniger, 2002; Wulfhorst et al., 2021), sollte aber moderat sein (Crepy et al., 2020).¹⁷⁵ Häufig erfolgt die Handschuhauswahl primär auf Basis des Preises und der Verfügbarkeit, was ggf. der Unwissenheit mancher Arbeitgebenden über die Effektivität verschiedener Modelle, einem Überangebot der herstellenden Firmen und/oder mangelhaften Auszeichnung der Produktleistungen geschuldet ist (C. L. Packham & Packham, 2004; Vanhoutte, 2022; Wulfhorst et al., 2021). Der Einsatz mehrfach bzw. wiederverwendbarer PSA aus Kostengründen ist nicht unüblich, berücksichtigt werden sollten dabei aber die Gesamtbetriebskosten (z. B. Reinigung, Wartung/Inspektion, ggf. Sterilisation, Reparatur, Entsorgung) (Shaw, 2005; Vanhoutte, 2022).

Textile (Unterzieh-)Handschuhe

Auf dem Markt stehen sowohl textile Unterziehhandschuhe für die Einfachverwendung¹⁷⁶ als auch die Mehrfachverwendung zur Verfügung (s. Anh. 4, Tabelle 53). Für die Wiederverwendung vorgesehene Handschuhe müssen als *wiederverwendbar* deklariert sein (PHO, 2019), weshalb es sich bei jedem Modell, für das seitens des herstellenden Unternehmens keine Hinweise zur bzw. Prüfungen der Waschbarkeit vorliegt, um ein Produkt zur Einmalverwendung handelt. Die AWMF (2017b) weist auf die grds. Möglichkeit der Verwendung von textilen Ein- oder Mehrweg-Unterziehhandschuhen hin. Vielfach werden eher wiederverwendbare Handschuhmodelle thematisiert bzw. empfohlen (z. B. AWMF, 2016; HSE, 2015; NLGA, 2022; SVLFG, 2021; Tremblay-Lutter, Lang & Pichette, 1996). Die BAuA (2008) empfiehlt für Tätigkeiten im Umgang mit hautsensibilisierenden Stoffen Einwegrüstung. Gemäß der PHO (2019) scheinen im Gesundheitsbereich zumeist textile Einweghandschuhe (single use, nicht wiederverwendbar) zur Verfügung gestellt und im OP-Setting typischerweise wiederverwendbare Unterziehhandschuhe eingesetzt zu werden.

Textile Handschuhe sind in verschiedenen Preiskategorien verfügbar, über welche häufig die Art der Verarbeitung des zugrunde liegenden Materials entscheidet (Burgia Sauerland GmbH, 2021; Webb, 2021). Seitens der herstellenden Firmen wird darauf verwiesen, dass mit der Engmaschigkeit des

¹⁷⁴ Vom IRSST (2012, S. 31) heißt es hierzu: „Some gloves may appear to be advantageous due to their low price. However, if the materials and construction are not very resistant to wear, they may have to be replaced more frequently, thereby increasing the overall cost of protection. In other situations, the need for replacement may be dictated by factors other than wear, with the durability factor playing a less important role.“

¹⁷⁵ Dianat et al. (2012) verweisen darauf, dass es möglicherweise gerade die geringen Kosten für manche Handschuhe seien, die die (Grundlagen-)Forschung im Bereich der Handschuhentwicklung behindern.

¹⁷⁶ Nach der europäischen Textilkennzeichnungsverordnung (EU-Verordnung Nr. 1007/2011, Art. 4j) stellt ein Einwegartikel ein Textilerzeugnis dar, „das dazu konzipiert ist, nur einmal oder kurzfristig verwendet zu werden und dessen normale Verwendung nicht zu einer späteren Verwendung zum gleichen Zweck oder zu einem ähnlichen Zweck dient“.

Gewebes eines Handschuhes die Qualität steigt; weitere Details im Rahmen der Verarbeitung können den Preis beeinflussen (z. B. Burgia Sauerland GmbH, 2021). Ggf. bietet sich die Verwendung textiler Einmal-Unterziehhandschuhe insbes. bei Tätigkeiten an, deren (einmalige) Ausführung Kontaminationen mit hautgefährdenden Substanzen (s. Kap. II.5.5.4.), irreversible Verschmutzungen und/oder starken Verschleiß nach sich zieht; ebenso könnte in Bereichen mit spezifischen hygienischen Anforderungen eine Verwendung entsprechender Modelle in Betracht gezogen werden.¹⁷⁷

Studienergebnisse

In der Machbarkeitsstudie von Hübner et al. (2016) wurden Baumwollhandschuhe erprobt, welche zu einem Einzelpreis von 1.27 € erworben wurden (Gesamtmenge: 1.500 Paar). Unter Berücksichtigung einer 4-maligen Bereitstellung für die Wiederverwendung wurde ein Materialpreis von ca. 0.32 € pro Anwendung ermittelt. Aus dem durchschnittlichen Preis für die Wiederaufbereitung (ca. 0.14 €/Paar, 1.84 €/1 kg Wäsche) ergaben sich, ausgehend von einer vollständigen Abschreibung der Handschuhe mit Studienende, Gesamtkosten für die Anschaffung und Aufbereitung in Höhe von ca. 0.46 € pro Paar/Anwendung.

Untersuchungen geben Hinweise darauf, dass Arbeitnehmende beim Einsatz (regelmäßig auszutauschender) Unterziehhandschuhe einen finanziellen Mehraufwand seitens der Arbeitgebenden befürchten (J. Stone et al., 2005). van der Meer et al. (2015) identifizierten die Frage der Kosten des Einsatzes von Unterziehhandschuhen als eine Barriere für den (regelhaften) Einsatz von textilen Unterziehhandschuhen. Diese Bedenken spiegeln sich teilweise auch in der berufsdermatologischen Handschuhberatungspraxis wider.

II.5.3.9 FARBE, GERUCH, PH-WERT UND STERILITÄT

Schutzhandschuhe

Hinsichtlich der *Farbgebung* von Schutzhandschuhen existieren, mit Ausnahme der im Rahmen der Produktion/Herstellung geltenden Verwendungsverbote bestimmter Chemikalien bzw. Farbstoffe (vgl. Kap. II.4.5.1), keine direkten Vorgaben. Die eingesetzten Verfahren und Substanzen dürfen die Wirksamkeit, Sicherheit und Gesundheit der Anwendenden nicht beeinträchtigen (s. Kap. II.4.5.3 und Kap. II.5.4.2) (Rechtsteiner, 2016). Schutzhandschuhe werden in zahlreichen Farben passend zum beabsichtigten Gebrauch bzw. den spezifischen Vorgaben oder für verschiedene Farbpräferenzen angeboten (Uvex Arbeitsschutz GmbH, 2018c).¹⁷⁸ Viele Strick- bzw. Montagehandschuhe werden zu Zwecken der

¹⁷⁷ Einschätzung bzw. Empfehlung der BG ETEM (Auskunft per E-Mail vom 18.06.2015).

Die BG BAU, Bereich Prävention / Persönliche Schutzausrüstungen bzw. das Sachgebiet Schutzkleidung im Fachbereich PSA der DGUV schätzen die Verwendung von Chemikalienschutzhandschuhen, je nach Arbeitsbereich, als ggf. sinnvollen Anlass für die Verwendung textiler Einmal-Unterziehhandschuhe ein. Weiterführend wird darauf hingewiesen, dass aufgrund der allgemein geringe(re)n Kosten für Textilhandschuhe eher von einer professionellen Wiederaufbereitung abgesehen wird (Auskunft per E-Mail vom 15.06.2015).

¹⁷⁸ Je nach Arbeitsbereich erfolgt die Farbauswahl bspw. in Orientierung an branchenspezifischen Vorgaben (z. B. Einsatz blauer Einmalhandschuhe in der Lebensmittelindustrie zur Vermeidung von Fremdkörpern bzw. Kontamination/en) (Spevack, 2004; Uvex Arbeitsschutz GmbH, 2018b), dem Einsatzgebiet (z. B. dunkle/re Farben im Bereich der Montage, helle/re Farben im Bereich

Differenzierung (Ansell Ltd., 2021) und Erleichterung der Auswahl (z. B. Größen) (Uvex Arbeitsschutz GmbH, 2018b) mit einem farbigen Abschluss der Stulpe/des Bundes versehen. Optische Mängel bzw. ein zeitgemäßes Aussehen werden als Gründe für die Nichtnutzung von PSA angeführt (Batson, 2016; Haffke, 2018; Vierhaus, 1999). Bei der Auswahl von Schutzhandschuhen sollte die Farbgebung nicht unberücksichtigt bleiben (AUVA, 2016); ggf. kann die (therapeutische) Akzeptanz durch die Zurverfügungstellung verschiedener Farben (Ceballos, Reeb-Whitaker, Glazer, Murphy-Robinson & Yost, 2014) sowie die Berücksichtigung möglicher motivationaler Einflüsse¹⁷⁹ erhöht werden.

Der *pH-Wert* eines Handschuhmaterials stellt einen Anhaltswert im Hinblick auf die Hautverträglichkeit dar (DGUV Regel 112-995, 2007). Der pH-Wert für Handschuhe muss sich gemäß administrativer Vorgaben im Bereich zw. 3.5 und 9.5 bewegen (DIN EN ISO 13688:2013-12, Kap. 4.2; DIN EN ISO 21420:2020-06, Kap. 4.2c). Oeko-Tex® Standard 100 zertifizierte Produkte mit Hautkontakt weisen einen pH-Wert zw. 4-7 und 5 auf (OEKO-TEX Service GmbH, 2021). Ggf. kann die Aufrechterhaltung eines physiologisch günstigen pH-Werts durch die Verwendung entsprechend ausgerüsteter Handschuhe (*pH balancing agents*) gefördert werden (Einmalhandschuhe, Draskovics, 2016; Mirza, Maani, Liu, Kim & Rehms, 2006; OHS, 2016, 2017b).

Bei der Auswahl von Schutzhandschuhen sollte der Geruch nicht außer Acht gelassen werden (AUVA, 2016). *Geruchsemissionen* können an und/oder in Handschuhen entstehen. Primär werden Gerüche durch das Handschuhmaterial selbst hervorgerufen. An der Außenseite können sich Gerüche durch Expositionen (Anhaftung/Anlagerung) ggü. Berufsstoffen (z. B. Lebensmittel, Kühlschmierstoffe) oder umgebungs- bzw. umweltbedingten Gerüchen (hier auch: Lagerung) festsetzen. Gerüche im Handschuhinneren können auf ein verstärktes Schwitzen bzw. eine Schweißansammlung¹⁸⁰ (s. Kap. II.3.2.3) zurückzuführen sein (Riehl, 2001) und ggf. durch die Herauslösung von Molekülen (Handschuhinhalts- oder Kontaktstoffe) aus dem Handschuhmaterial verstärkt werden. In Abhängigkeit von Handschuhmaterial und -konstruktion (hier auch: insbes. Futter/Velour) sowie der Tragedauer können Geruchsemission unterschiedlicher Intensität im bzw. am Handschuh verbleiben. Handschuhe aller Art können, bspw. zur Unterbindung von Geruchsemissionen, mit antimikrobiell wirksamen Fasern bzw. Technologien (z. B. Sanitized®) ausgestattet werden (s. Kap. II.4.4 und Kap. II.5.2.8); auch sind (Einmal-)Handschuhe mit verschiedenen Gerüchen¹⁸¹ erwerbbar. Produkte dieser Art dürfen die Wirksamkeit, Sicherheit und Gesundheit des Anwendenden nicht beeinträchtigen (Rechtsteiner, 2016).

der Hygiene) (Uvex Arbeitsschutz GmbH, 2018c), Arbeiten im Außenbereich (z. B. helle/re Materialien aufgrund der geringeren Hitzeentwicklung unter UV-Absorption, Holmér, 2006) oder der Unterstützung der Rolle/Funktion der Tragenden (z. B. Arbeit in der Öffentlichkeit) (IRSST, 2012).

¹⁷⁹ Die farbliche Gestaltung von Kleidungsstücken nimmt (emotionalen) Einfluss auf das Gefühlsleben bzw. die Behaglichkeit. Bspw. vermitteln kalte Farben eher ein Gefühl von Kälte und Distanz, während warme Farben eher ein Gefühl von Freundlichkeit und Anziehung vermitteln (Nesswetha, 1970; Uvex Arbeitsschutz GmbH, 2018a).

¹⁸⁰ Der sog. Handgeruch (*hand odor*), häufig durch Aldehyde und Ketone dominiert (Dormont, Bessière & Cohuet, 2013), stellt eine Kombination aus Sekreten der ekkrinen Schweißdrüsen und Talgdrüsen, ohne Beteiligung der apokrinen Drüsen, dar (Curran, Prada & Furton, 2010). Ekkriner Schweiß selbst ist geruchlos (Dormont, Bessière & Cohuet, 2013), kann aber hinsichtlich der Zusammensetzung variieren (z. B. durch Ernährung und Medikamenteneinnahme) (Achenbach, 2004).

¹⁸¹ Bsp.: Einmalhandschuh-Reihe „HS-Nitril Handschuhe puderfrei mit Geruch“ (Fa. Henry Schein Dental Deutschland GmbH, DEU): Ausgerüstet mit Gerüchen nach Traube, Orange, grünem Tee, Bubblegum. Mehr Informationen unter der URL: <https://www.henryschein-dental.de> (Stand: 12.08.2022).

Textile (Unterzieh-)Handschuhe: Farbgebung

Der Großteil auf dem Markt verfügbarer textiler (Unterzieh-)Handschuhe weist eine weiße bzw. beige Farbgebung auf (s. Anh. 4, Tabelle 53). Hierbei handelt es sich häufig um die Eigenfarbe des zugrunde liegenden Werkstoffes (naturfarben, auch gelb-/bräunlich) oder aber, z. B. im Fall von Baumwolle, um gebleichte Produkte. Vereinzelt finden sich in der Literatur Hinweise auf die Verwendung *weißfarbener* Unterziehhandschuhe, ohne nähere Begründung der Farbgebung (Habif, 2015; Rietschel & Fowler, 2008; Sullivan & Farber, 1959).¹⁸² Textile (Unterzieh-)Handschuhe anderer als heller Farben (z. B. blau, silber oder schwarz) sind häufiger, aber nicht ausschließlich im antimikrobiell ausgestatteten Textilbereich anzutreffen (s. Kap. II.4.4.3; s. Anh. 4, Tabelle 54). Farbige Akzente finden sich häufig im Aufdruck (Kennzeichnungen/Piktogramme) auf dem Handrücken oder der Handschuhstulpe. Letztere sind, wie bei Schutzhandschuhen teilweise mit Farbkodierungen zur Ermittlung der Größe versehen.

Erfahrungen aus der berufsdermatologischen Handschuhberatungspraxis zeigen, dass häufig der Wunsch nach farbigen textilen (Unterzieh-)Handschuhen besteht bzw. Fragen nach der Verfügbarkeit solcher gestellt werden. Grundsätzlich stellen Farbveränderungen (bei Verschmutzungen) einen guten Indikator für einen Handschuhwechsel dar, weshalb der Einsatz farbiger textiler (Unterzieh-)Handschuhe aus pragmatischen Gründen (Sichtbarkeit von Verschmutzungen auf heller farbigen Textilhandschuhen) Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V. & Hohenstein Laboratories GmbH & Co. KG, 2019a; hier auch: Webb, 2021) abgewogen werden sollte. Anders ist ggf. die Frage der Verwendung farbiger Handschuhmodelle aus psychologischen Gründen zu bewerten (Auffälligkeit unter häufig farbigen Schutzhandschuhen, Assoziationen Medizin/Krankheit, Mollerup, Johansen & Thing, 2013).

Textile (Unterzieh-)Handschuhe: pH-Wert

In der Literatur finden sich keine Informationen bzw. Empfehlungen hinsichtlich geeigneter pH-Werte von Unterziehhandschuhen. Für den Kontakt mit dem menschlichen Körper weisen Textilfasern mit neutralem pH-Wert die beste Eignung auf (Schenek, 2001). Für einige antimikrobiell ausgestattete Handschuhe liegen seitens der herstellenden Firmen Angaben zu den jeweiligen pH-Werten vor (vgl. Kap. II.4.4.3); diese bewegen sich in pH-hautneutralen Bereich. Einige textile (Unterzieh-)Handschuhe weisen eine Zertifizierung nach Oeko-Tex® Standard 100 (vgl. Kap. II.4.6.5) auf, welche eine Prüfung hautfreundlicher pH-Werte beinhaltet.

Textile (Unterzieh-)Handschuhe: Geruch

Vereinzelt wird die Verwendung textiler Unterziehhandschuhe zur Vermeidung bzw. Reduktion von ggf. in impermeablen Handschuhen auftretenden unangenehmen Gerüchen empfohlen (Owen, 2020). Geruchsemissionen können an und/oder in textilen Handschuhen gleichermaßen wie an

¹⁸² Der Textilfarbe Weiß wird, zumindest im Bereich der Wundauflagen, die höchste Temperatursteigerung nachgesagt (H. Baron, 1965).

Schutzhandschuhen entstehen. Dabei unterscheiden sich textile Fasern bei Nässe hinsichtlich ihrer (Eigen-)Gerüche (z. B. Wolle und Seide) (s. Kap. II.4.3.3) (D. Schmidt & Janalik, 2011). Der Entwicklung unangenehmer Gerüche können u. a. (vermehrte) Kontaminationen mit Arbeitsstoffen, prolongierte Tragezeiten, nicht geeignete Arten der Lagerung und/oder zu geringe Reinigungsintervalle zugrunde liegen. Die Verwendung von textilen Modellen mit antimikrobiellen Eigenschaften (s. Kap. II.4.4.3) könnte aus hygienischer Sicht vorteilhafter sein und sich positiv auf die Geruchsbildung und ggf. nachfolgende Geruchsbelästigung auswirken (hier auch: Moschner, 2018).

Textile (Unterzieh-)Handschuhe: Sterilität

Ein kleiner Teil der auf dem deutschen Markt verfügbaren textilen Unterziehhandschuhe ist in sterilen (s. Abbildung 28a/b) bzw. sterilisierbaren (s. Abbildung 28c) Varianten erhältlich (s. Anh. 4, Tabelle 53). Im medizinischen Setting können entsprechend zertifizierte bzw. sterilisierte textile (schnittthemende) Unterziehhandschuhe unter bzw. zw. sterilen Operationshandschuhen verwendet werden (s. Kap. I.1.1.1) (AORN, 2017; AWMF, 2016; BGW, 2018a; DGKH, 2016; RKI, 2018; Kramer & Heidecke, 2014; Phillips & Hornacky, 2020; PHO, 2019).



Abbildung 28: Exemplarische Auswahl verschiedener steriler bzw. sterilisierbarer Textilhandschuhe: a) Zwirnhandschuhe, steril (Fa. NOBAMED Paul Danz AG, DEU); b) Zwirnhandschuhe, steril, weiß und grün (Fa. Aichele Medico AG, CHE); c) tg® Handschuh (Fertigverband) (Fa. Lohmann & Rauscher, GmbH & Co. KG, DEU) [Eigene Aufnahmen]

Bei Bedarf kann auch in anderen Berufsbereichen der Einsatz steriler Unterziehhandschuhe unter sterilen Handschuhen erwogen werden (z. B. Tattoo- und Piercing-Studios, BGW, 2018b; Bereich der Zahnmedizin, BGW, 2018c). Selbiges gilt für den Bereich Reinraum, in dem je nach Prozessanforderung/en die Pflicht zur Verwendung steriler Bekleidung besteht (Moschner, 2018). Textilien für den Reinraum bestehen i. d. R. aus synthetischen Fasern (z. B. Polyester, Polyamid/Nylon), da diese eine höhere Abriebfestigkeit und Aufrauneigung als Gewebe aus natürlichen Fasern (z. B. Baumwolle) zeigen (Moschner, 2018). Einige wenige Unterziehhandschuhe werden explizit für den Reinraum empfohlen und auch mit der Bezeichnung ‚steril‘ geführt.

II.5.4 TRAGEVERHALTEN

„Effective factors in the selection of protective gloves and their design parameters (...) affect the hand Performance after wearing gloves. Therefore, various hand functions after wearing gloves should be evaluated. In order to provide the ability for hand to perform different activities, it should have both sensory and motor abilities. Motor functions include strength capabilities, range of motion, manual dexterity and muscle activity. In addition, the sensitivity and comfort of hand should be considered when wearing gloves.“ (Zare Bidoki et al., 2021, S. 10)

Im nachfolgenden Kapitel sollen relevante Eigenschaften, die das Trageverhalten von textilen (Unterzieh-)Handschuhen kennzeichnen bzw. beeinflussen, differenzierter betrachtet werden (s. Abbildung 29).

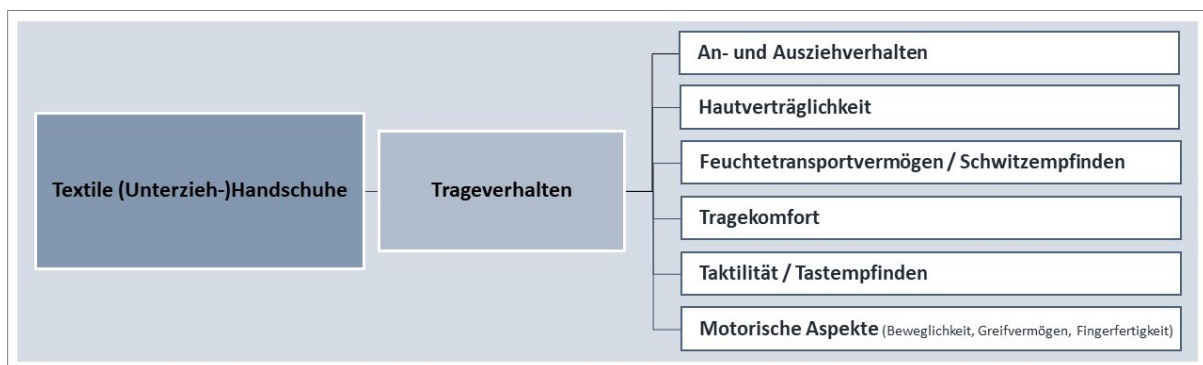


Abbildung 29: Aspekte des Trageverhaltens textiler (Unterzieh-)Handschuhe [Eigene Darstellung]

II.5.4.1 AN- UND AUSZIEHVERHALTEN

Schutzhandschuhe

Schutzhandschuhe sollten so gestaltet sein, dass das An- und Ausziehen möglichst einfach, mit einem geringen Zeitaufwand (Andler & Scheuermann, 1999; DIN EN ISO 21420:2020-06, Kap. 4.1; Draskovics, 2016; Zedalis & Kessler, 2007), der Vermeidung statischer Aufladungen (Andler & Scheuermann, 1999) und keinen zusätzlichen Muskel- und Gelenkbelastungen (Zedalis & Kessler, 2007) einhergeht. (Einmal-)Handschuhe sollten nicht mit (noch) feuchten Händen angezogen werden (AWMF, 2016; DGKH, 2016; DGUV Information 212-007, 2009; Zechel et al., 2019). Die Feuchtigkeit erschwert das Anziehen, da die Reibung bzw. Adhäsion (Klebrigkeit) zw. Hautoberfläche und Material verstärkt wird (Mylon, Lewis, Carré & Martin, 2014; Preece et al., 2020; Preece et al., 2021); infolge dessen kann es zu einem schlechten Handschuhsitz in Form mangelnder Materialanpassung an den Finger-/Handkonturen kommen (Preece et al., 2020). Weiterhin können ggf. zuvor angewendete Hautschutzmittel (Strunk et al., 2018; Zechel et al., 2019) oder Desinfektionsmittel (Phalen et al., 2022; Shless et al., 2022) zu einer Reduktion der Schutzleistung von Schutzhandschuhen führen, weshalb selbige für den Gebrauch unter Handschuhen ausgelobt und vor dem Anlegen vollständig eingezogen sein sollten (Davis, 2003; Gina & Fartasch, 2022).

Beim Ablegen sollte darauf geachtet werden, dass ggf. an der Außenseite der Handschuhe anhaftende Verunreinigungen nicht an die Handschuhinnenseite oder auf die Haut gelangen (Eigenkontamination) (Kwon et al., 2006; TRGS 401, 2008; Zedalis & Kessler, 2007). An der Innenseite kontaminierte

Handschuhe sollten verworfen werden (s. Kap. II.5.5.4) (Mellström & Boman, 2006). Verschiedene Untersuchungen konnten berufsgruppenübergreifend aufzeigen, dass das An- und Ablegen von PSA teilweise Schwierigkeiten bereitet (Alhmidi et al., 2019; A. John, Tomas, Hari, Wilson & Donskey, 2017; Oreskov, Søsted & Johansen, 2015; Rawson et al., 2005). Dabei ist das Kontaminationsrisiko bei Einmalhandschuhen i. d. R. höher als bei anderen Modelltypen (Rawson et al., 2005). Durch entsprechende Schulungen/Trainings im Bereich des Handschuhgebrauchs konnten positive Effekte erzielt werden (Alhmidi et al., 2019; Oreskov et al., 2015; Tomas et al., 2015).

Textile (Unterzieh-)Handschuhe

Die Auswahl von Unterziehhandschuhen sollte unter besonderer Berücksichtigung (der individuellen Möglichkeiten/Umstände) des An- und Ausziehverhaltens erfolgen (A. Hansen, Brans & Sonsmann, 2021). Die Verwendung textiler Unterziehhandschuhe kann den o. g. Effekt des schlechten Sitzes des Schutzhandschuhs abmildern bzw. das Anziehverhalten erleichtern (R. Williams, 2014). Für Unterziehhandschuhe gilt, analog zu der Empfehlung für Schutzhandschuhe, dass während des Wechsels (Sekundär-)Kontaminationen vermieden bzw. größtmöglich reduziert werden sollten (Wilke et al., 2018). Die Notwendigkeit der Durchführung entsprechender Trainings/Schulungen zur korrekten Anwendung von PSA (A. John et al., 2017; Klingner & Boeniger, 2002) schließt demnach auch die Handhabung von Unterziehhandschuhen ein (PHO, 2019; SVLFG, 2021; Wilke et al., 2022).¹⁸³

Studienergebnisse

In Anwenderuntersuchungen zur Erprobung der Effektivität von Unterziehhandschuhen unter Chemikalienschutzhandschuhen wurde die Verwendung dieser mit (Scanlan et al., 2004) und ohne (J. Stone et al., 2005) (zeitlichen) Zusatz-/Mehraufwand beschrieben. Teilnehmende der Studie von Szlapetis (1999) gaben an, dass die Verwendung der Unterziehhandschuhe unter den Chemikalienschutzhandschuhen zu einer Erleichterung des An- und Ausziehverhaltens führte.

In einer 3-monatigen Machbarkeitsstudie im Gesundheitswesen bewertete die Mehrheit der Befragten das An- und Ausziehverhalten einer erprobten Kombination aus Einmal- und Baumwollhandschuh für (sehr) gut und somit unproblematisch (Hübner et al., 2016; Rubbert, 2014). Der zeitliche Zusatzaufwand wurde überwiegend für gering eingeschätzt oder nicht als solcher wahrgenommen (Hübner et al., 2016). Während die positiven Bewertungen der Handhabung mit zunehmender Studiendauer abnahmen, zeigte sich hinsichtlich des zeitlichen Zusatzaufwands ein Anstieg (Rubbert, 2014). In einem Kurzzeit-Trageversuch im Friseurgewerbe wurde der Einsatz einer Handschuhkombination mit zeitlichem Zusatzaufwand wahrgenommen bzw. bewertet (Heichel et al., 2021); auch lassen Erfahrungsberichte von Anwendenden aus der beruflichen Praxis auf einen (allgemeinen) zusätzlichen Aufwand für das Anlegen bzw. die Verwendung von Unterziehhandschuhen schließen (A. Hansen, Brans &

¹⁸³ Ausschließlich in den Materialien der SVLFG findet sich ein konkreter Hinweis auf die Handhabung von Unterziehhandschuhen: „(Checkliste: Haut (für Betriebe) Ist eine Einweisung zum Tragen von Baumwollunterziehhandschuhen beim Tragen feuchtigkeitsdichter Handschuhe erfolgt?“ (Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau [SVLFG], 2021, S. 43).

Sonsmann, 2021; van der Meer et al., 2015). In einem Kurzzeit-Tragversuch im Labor zeigten sich keine Unterschiede in der Bewertung des An- und Ausziehverhaltens beim Double Gloving mit und ohne Unterziehhandschuhe (Sonsmann et al., 2019).

II.5.4.2 HAUTVERTRÄGLICHKEIT

Schutzhandschuhe

PSA unterliegt dem Entwurfsgrundsatz der Unschädlichkeit (PSA-Verordnung (EU) 2016/425, Anh. II Abs. 1.2). Sowohl PSA (DIN EN ISO 13688:2013-12, Kap. 4.2; DIN EN ISO 21420:2020-06, Kap. 4.2; Richtlinie 89/656/EWG, Art. 4 (1); PSA-Verordnung (EU) 2016/425, Anh. II Abs. 1.2.1.1) als auch MP (EU-Verordnung 2017/745, Kap. II, 10.1, b) müssen aus geeigneten Ausgangswerkstoffen gefertigt werden, die (einschließlich ihre möglichen Zersetzungsprodukte) unter den vorhersehbaren Einsatzbedingungen keine Beeinträchtigungen der Gesundheit und Sicherheit des Nutzenden (s. hierzu auch: Kap. II.4.5) hervorrufen. Eine schlechte Hautverträglichkeit, resultierend aus den Materialeigenschaften (z. B. Allergene) oder Pflegeeigenschaften eines Handschuhs, wird als Gesundheitsrisiko eingestuft (DGUV Information 212-007, 2009; DGUV Regel 112-995, 2007). Die Handschuhauswahl sollte unter Berücksichtigung der entsprechenden gesundheitlichen Erfordernisse (DGUV Information 212-017, 2021; DGUV Regel 112-995, 2007, Kap. 5.3; TRGS 401, 2008; PSA-BV, § 2 Abs. 1; Wulfhorst et al., 1992) bzw. steigenden Anforderungen an die Gesundheitsorientierung der Anwendenden (Fuhrer, 2002) erfolgen.

Textile (Unterzieh-)Handschuhe

Für den Einsatz von Unterziehhandschuhen wird die Verwendung *hautverträglicher* (Bodenschatz, 2012; DGUV Information 213-032, 2021; TRBA 250, 2014) bzw. *biologisch kompatibler* (FDA, 2008) Modelle empfohlen. Aus allergologischer Sicht bedenklich kann sich im Bund verarbeitetes Latex gestalten (Bergen, 2000), weshalb nach Ablösung der Ummantelung im Bundbereich (und folgendem Freiliegen des Latex-Materials) ein Handschuhverwurf (s. Kap. II.5.5.4) erfolgen sollte. In der berufsdermatologischen Handschuhberatungspraxis kommen mit Blick auf die Hautverträglichkeit häufiger die Beschaffenheit des Bundes (s. Kap. II.5.3.5), der Stulpe (s. Kap. II.5.3.5) und der Verarbeitung der Fingerzwischenräume bei fingerlosen Modellen (s. Kap. II.5.3.4) zur Sprache. Ein im Vergleich eher selten geäußertes Problem betrifft die Materialstruktur (s. Kap. II.5.3.2).

Studienergebnisse

Hautphysiologische Untersuchungen (i. d. R. Erfassung von TEWL, RHF, pH-Wert und a*Wert) der experimentell irritierten und mit einer textilen Handschuhkombinationen abgedeckten Haut zeigten, dass Baumwolle als Untermaterial die regenerationshemmenden Effekte impermeabler Einzelmaterialien kompensiert (Damer, 2006). Die im Vergleich untersuchten semipermeablen Materialkombinationen übten eine tendenziell stärkere Wirkung ohne signifikant nachweisbare Differenzen bzw. Überlegenheit aus (Damer, 2006).

In Langzeit-Anwendungsstudien differenzierter Dauer mit Personen unterschiedlicher Hautzustände zeigte sich unter der Verwendung von textilen Unterziehhandschuhen mit (Baack et al., 1996; Sayadi Shahraki et al., 2022) und ohne (Hübner et al., 2016) ärztliche Begutachtung eine Verbesserung des Hautzustandes. Von der Förderung bzw. Erhaltung eines guten Hautzustandes nach Trageversuchen berichten auch Anwendende aus der beruflichen Praxis (K. Schmidt et al., 2016). Im Rahmen eines nächtlichen Trageversuchs zeigte sich ebenfalls eine positive Beeinflussung des Hautzustandes unter der Verwendung einer textilen Handschuhkombination ggü. einer rein impermeablen Abdeckung (keine Unterschiede in der Entwicklung Erythem, Hautreaktionen unter Okklusion bei $n=3/18$) (Ramsing & Agner, 1996a). In Untersuchungen, in denen eine textile im Vergleich zu einer semipermeablen Handschuhkombination erprobt wurde, erwies sich letztere hinsichtlich des Einflusses auf den Hautzustand als überlegen (hier auch: Reduktion Pruritus, Baack et al., 1996).

II.5.4.3 FEUCHTTRANSPORTVERMÖGEN / SCHWITZEMPFINDEN

Schutzhandschuhe

Der thermische Komfort der Hände spielt für die Effektivität und Sicherheit (bei) der Arbeit eine entscheidende Rolle (Fuhrer, 2002; Meinander, 2000). „Allgemein sind die Feuchttransporteigenschaften bei den meisten (...) Handschuhtypen für deren physiologische Funktion von größter Bedeutung.“ (Bekleidungsphysiologisches Institut Hohenstein e. V., 2008, S. 2) Ein durch mangelnde Wasserdampfdurchlässigkeit hervorgerufener unzulänglicher Tragekomfort kann zu einer Belastung des Trägers werden und zu Behinderungen bei der Arbeit führen (s. hier auch Kap. II.3.2.3 und Kap. II.4.3.1-II.4.3.2) (Anderl & Scheuermann, 1999; DGUV Regel 112-995, 2007; MM, 2006; Saner, 2018). Die Transpiration sollte während des Tragens von PSA möglichst gering sein, was im Entwurf und der Herstellung zu berücksichtigen ist (PSA-Verordnung (EU) 2016/425, Anh. II Abs. 2.2). Schutzhandschuhe sollten daher wasserdampfdurchlässig sein (DIN EN ISO 21420:2020-06, Kap. 5.3.1). Die Mindestwerte für die *Wasserdampfdurchlässigkeit* von Lederhandschuhen liegen bei $5 \text{ mg}/(\text{cm}^2/\text{h})$, die *Wasserdampfaufnahmefähigkeit* muss $8 \text{ mg}/\text{cm}^2$ betragen (DIN EN ISO 21420:2020-06, Kap. 5.3.1, 5.3.2). Für Textilhandschuhe werden Höchstwerte von $30 \text{ m}^2/\text{Pa}/\text{W}$ für den *Wasserdampfdurchgangswiderstand* definiert (DIN EN ISO 21420:2020-06, Kap. 5.3.1). Können die Normwerte durch die vorgesehene Schutzwirkung nicht realisiert werden, sollte der Effekt des Schwitzens soweit wie möglich reduziert werden (DIN EN ISO 21420:2020-06, Kap. 5.3.2).

Textile (Unterzieh-)Handschuhe

Eingesetzte Materialien bzw. Gewebe sollten eine gewisse *Saugfähigkeit* (BAuA, 2022; Bodenschatz, 2012; DGUV Information 213-032, 2021; EPA, 2015; RKI, 2016; TRBA 250, 2014) und *Luftdurchlässigkeit* (Kompetenzzentrum Hygiene und Medizinprodukte der Kassenärztlichen Vereinigungen und der Kassenärztlichen Bundesvereinigung, 2019, 2022) aufweisen. Von Relevanz sind damit v. a. die Fähigkeiten der Feuchtigkeitsaufnahme und Weiterleitung sowie die (schnelle) Trocknungszeit (s. Kap. II.4.3.1) (Herman & Wells, 1992). Das Schwitzverhalten wird u. a. auch durch die Art und Beschaffenheit des

außenliegenden Handschuhmodells (v. a. Stärke, Material, Oberflächenmaße) beeinflusst, so nimmt bspw. die Verwendung von Fingerlingen (Welker et al., 2010) anderen Einfluss auf die klimatischen Verhältnisse als ein (voller) Fünffingerhandschuh.

Studienergebnisse

Warme-Janville & Pelicand (2002)¹⁸⁴ konnten im Rahmen der Untersuchung des Schwitzverhaltens unter Handschuhen mit einem Thermoregulationsmodell der menschlichen Hand im direkten Vergleich zw. einem impermeablen Handschuh und einer textilen Handschuhkombination nur minimale Unterschiede hinsichtlich der Hauttemperatur und Schweißdurchlässigkeit (*sweat permeability*) ermitteln. Branson et al. (1988) bestimmten Flüssigkeits-/Schwitzt Mengen von 0.52-0.65 mg/cm²/min unter der Verwendung textiler Handschuhkombinationen. Boissé empfahl auf Basis einer Feuchtigkeits-/Schweißproduktion von bis zu 80 g/Std unter der Verwendung impermeabler Schutzhandschuhe den Einsatz von Unterziehhandschuhen mit einer Absorptionsrate von mind. 0.8 g/Std (Boissé 1987³⁸ zit. in Tremblay-Lutter, Lang & Pichette, 1996).

Tremblay-Lutter et al. (1996) untersuchten die Effektivität von Unterziehhandschuhen verschiedener Materialien/-kombinationen für den Einsatz unter Chemikalienschutzhandschuhen: Reine Viskose zeigte die höchsten Werte hinsichtlich des Feuchtigkeitsgehalts und Absorptionsvermögens, aber die längste Trocknungszeit. Baumwolle und Coolmax® (s. Kap. II.4.2.4, Abs.: Polyester) zeigten grob vergleichbare Werte, wobei sich Baumwolle hinsichtlich des Feuchtigkeitsgehalts und Coolmax® hinsichtlich der Absorptionsrate und Trocknung als überlegen erwies. Die Hinzugabe von Lycra nahm keinen wesentlichen Einfluss auf das Absorptionsverhalten, wirkte sich aber positiv auf die Passform und Trocknungszeit aus. Für einen reinen Baumwollhandschuh konnte kein Kapillareffekt (*wicking*) im Rahmen einer 15-minütigen Testung vor und nach dem Waschen beobachtet werden, was auf die hydrophoben Eigenschaften des verwendeten ungebleichten Garns zurückgeführt wurde. Insgesamt zeigte sich eine Korrelation zw. den individuellen Handschuhmaßen (u. a. Gewicht, Stärke) und dem Absorptionsvermögen sowie der Trocknungszeit. Der Feuchtigkeitsgehalt korrelierte wiederum mit dem Absorptionsvermögen. Zusammenfassend wurde eine Materialmischung aus Viskose/Coolmax®/Lycra als leistungsstärkste Kombination eingeschätzt (s. Tabelle 16).

Tabelle 16: Vergleichende Darstellung der Studienergebnisse von Tremblay-Lutter et al. zum Feuchtetransportvermögen verschiedener Unterziehhandschuhe (Tremblay-Lutter, Lang & Pichette, 1996)

Feuchtigkeitsgehalt (%) ¹	Absorptionsvermögen (%) ²	Trocknungszeit (min/cm ²) ³
Viskose (12.54)	Viskose (106.17)	Viskose/Coolmax® (130 / 145)
Viskose/Baumwolle/Lycra (10.19 / 10.81)	Baumwolle/Viskose (86.04)	Coolmax® (215)
Baumwolle/Viskose (9.65)	Viskose/Baumwolle/Lycra (79.06 / 83.23)	Baumwolle (277)

¹⁸⁴ Ergänzende Studieninformationen: (Projekt-)Bericht des Defense Technical Information Center (Forschungs- und Technikarchiv des Verteidigungsministeriums der Vereinigten Staaten). Untersucht wurden u. a. Butyl und Butyl/Baumwolle unbekannter Materialstärke (24 ± 0.5 °C, 40 ± 5 % r.F.).

Viskose/Coolmax® (5.52 / 6.07)	Viskose/Coolmax® (66.13 / 64.54)	Baumwolle/Lycra/Coolmax® (278)
Baumwolle (6.44)	Coolmax® (55.22)	Baumwolle/Coolmax® (315)
Baumwolle/Coolmax® (3.04)	Baumwolle/Coolmax® (51.11)	Viskose/Baumwolle/Lycra (333)
Baumwolle/Lycra/Coolmax® (2.85)	Baumwolle (48.10)	Viskose (463)
Coolmax® (0.41)	Baumwolle/Lycra/Coolmax® (46.84)	Baumwolle/Viskose (488)
		Viskose/Baumwolle/Lycra (ummantelt) (495)

¹ (moisture regain/content) CAN/CGSB-4.2 No. 3.0-M88; ² Fed. Standard 191 Method 5500; ³ QETE Method
 Mehrfache Zahlenangaben für ein Material oder eine Materialmischung markieren Unterschiede in den Messwerten aufgrund der differenzierten Garnstruktur bzw. -zusammensetzung.

In einer Folgestudie (Patentuntersuchung/-anmeldung) wurde die o. g. Untersuchung unter Ergänzung von Handschuhen aus weiteren Materialien (Polyester) bzw. -mischungen durchgeführt und eine Kombination aus Viskose/Polyester/Acryl am effektivsten befunden (s. Tabelle 17) (Tremblay-Lutter, 2002). Basierend auf den Studienergebnissen wurde ein textiler Unterziehhandschuh aus Coolmax® explizit für die Verwendung unter dickwandigen Chemikalienschutzhandschuhen im militärischen Bereich entwickelt (s. Anh. 4, Tabelle 53, Nr. 42-43) (AirBoss Defense, 2016).

Tabelle 17: Vergleichende Darstellung der Studienergebnisse von Tremblay-Lutter et al. zum Feuchttransportvermögen verschiedener textiler Unterziehhandschuhe (Tremblay-Lutter, 2002)

Feuchtigkeitsgehalt (%) ¹	Absorptionsvermögen (%) ²	Trocknungszeit (min/cm ²) ³
Viskose (12.54)	Viskose (106.16)	Polyester (0.20)
Viskose/Baumwolle/Lycra (10.19 / 10.81)	Viskose/Baumwolle (85.98)	Coolmax®/Viskose (1.82 / 1.94)
Acryl/Lycra/Viskose (10.41 / 10.44)	Viskose/Baumwolle/Lycra (83.23 / 79.12)	Acryl/Lycra/Viskose (1.81 / 1.91)
Viskose/Baumwolle (9.65)	Acryl/Lycra/Viskose (77.44 / 76.73)	Coolmax®/Lycra/Viskose (2.18 / 2.31)
Coolmax®/Lycra/Viskose (7.67 / 7.76)	Coolmax®/Lycra/Viskose (67.26 / 71.67)	Coolmax® (2.36)
Coolmax®/Viskose (6.71 / 7.03)	Coolmax®/Viskose (64.54 / 66.13)	Coolmax® in Baumwolle/Lycra (3.11)
Baumwolle (6.44 %)	Coolmax®/Baumwolle (51.11 / 55.95 %)	Coolmax®/Baumwolle (3.34)
Coolmax®/Baumwolle (3.04 / 3.10)	Coolmax® (55.07)	Baumwolle (3.38)
Coolmax® in Baumwolle/Lycra (2.85)	Baumwolle (48.11)	Coolmax® in Baumwolle (3.52)
Polyester (0.51)	Coolax in Baumwolle/Lycra (46.85)	Viskose (4.92)
Coolmax® (0.41)	Polyester (34.95)	Viskose/Baumwolle (5.31)
		Viskose/Baumwolle/Lycra (5.74 / 6.70)

¹ (moisture regain/content) CAN/CGSB-4.2 No. 3.0-M88; ² Fed. Standard 191 Method 5500; ³ QETE Method
 Mehrfache Zahlenangaben für ein Material oder eine Materialmischung markieren Unterschiede in den Messwerten aufgrund der differenzierten Garnstruktur bzw. -zusammensetzung.

Branson et al. (1988) untersuchten den Tragekomfort und die Leistungsfähigkeit vier verschieden verarbeiteter Unterziehhandschuhe aus Baumwolle/-gemischen unter dickwandigen Chemikalienschutzhandschuhen: Unabhängig von der Art der Unterziehhandschuhe zeigte sich über die Dauer der Testung ein zunehmendes thermisches Unbehagen (Gefühl von Klebrigkeit/Klammheit). Hinsichtlich der Hauttemperatur, des thermischen Komforts und der Schweiß-/Schwitzrate (Variation in Abhängigkeit von Aktivität) der Studienteilnehmenden konnten keine signifikanten Unterschiede zw. den einzelnen Handschuhmodellen ermittelt werden. Die Wasseraufnahmekapazität zw. den Produkten variierte signifikant, was auf die Material- und Designunterschiede zurückgeführt wurde. Die höchste Gewichtssteigerung zeigte sich für das (einzige) Modell (s. Tabelle 18, Nr. 2) mit verlängerter Stulpe, feinstem

Garn und dichtester Gewebestruktur. Für das leichteste, kürzeste und dünnste Modell (s. Tabelle 18, Nr. 1) wurden das beste Tragegefühl (*snug*), die geringste Rauheit und geringste Schwitzempfinden, bei kleinster Wasseraufnahmekapazität, beschrieben. Der (einzige) Handschuh aus einem Materialgemisch (s. Tabelle 18, Nr. 4) verursachte das stärkste Schwitzempfinden bei mittlerer bis starker Feuchtigkeitsaufnahme.

Tabelle 18: Vergleichende Darstellung der Studienergebnisse von Branson et al. zur Charakteristik und Bewertung verschiedener textiler Unterziehhandschuhe (Branson et al., 1988)

Modell-Nr.	Material / Struktur	Gewicht (g/m ²)	Länge	Stärke	Schweißabsorption (gr)	Tragegefühl ¹	Schwere ¹
1 (Army liner)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Baumwolle ▪ Glattstrick (<i>plain knit</i>), Nähte (<i>seam-stitched</i>) 	135.6	200.15	0.02	5.6	1.98	3.61
2 (Air Force)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Baumwolle ▪ Rippenstrick (<i>rib knit</i>), Nähte 	206.9	348.74	0.04	13.6	2.91	3.61
3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Baumwolle ▪ Glattstrick (<i>string knit</i>) 	352.7	259.08	0.06	9.2	2.12	3.37
4	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Baumwolle / Acryl (50:50) ▪ Glattstrick 	325.5	261.37	0.06	11.3	2.08	3.27

¹ Skala: 1 = Extremely, 2 = Mostly, 3 = Slightly, 4 = Not

Hautphysiologische Untersuchungen der experimentell irritierten und mit einer textilen Handschuhkombinationen abgedeckten Haut zeigten, dass Baumwolle als Untermaterial okklusionsvermindernde Effekte ausübt (Bock & John 2006¹⁸⁵; Damer, 2006). Im Vergleich untersuchte semipermeable Materialkombinationen übten eine tendenziell stärkere Wirkung ohne signifikant nachweisbare Differenzen bzw. Überlegenheit aus (Bock & John 2006¹⁸⁵; Damer, 2006).

In hautphysiologisch begleiteten nächtlichen Anwenderversuchen hautgesunder Personen zeigte eine textile Handschuhkombination ggü. einer rein impermeablen Abdeckung ebenfalls positive, okklusionsvermindernde Effekte (Reduktion TEWL, Erhöhung RHF) (Ramsing & Agner, 1996a). Einschränkend gaben die Autoren zu bedenken, dass die Untersuchungsumstände über Nacht – Wegfall jedweder Arbeitsaktivitäten und mit diesen ggf. einhergehende Veränderungen körperlicher Parameter (z. B. Steigerung von Durchblutung, Hauttemperatur und TEWL) – zu einer Beeinflussung der Ergebnisse geführt haben könnten.

In *Handschuhtragversuchen im Labor* mit hautgesunden Personen zeigte eine textile Handschuhkombination ggü. einer rein impermeablen Abdeckung positive, okklusionsvermindernde Effekte bei kurzen Tragezeiten (Double Gloving) (Sonsmann et al., 2019). Im Vergleich untersuchte semipermeable Materialkombinationen übten eine signifikant bessere Wirkung auf die untersuchten hautphysiologischen Parameter aus (Sonsmann, Bock & John, 2011b).

¹⁸⁵ Hierbei handelt es sich um einen unveröffentlichten Projektbericht der Osnabrücker Arbeitsgruppe.

Ergänzende Studieninformationen: Irritation der Haut mit 1 % NLS für 24 Std. und nachfolgende repetitive Langzeitabdeckungen (2x24 Std.) mit PVC (singulär) und Kombinationen aus Sympatex®/Vinyl sowie Baumwolle/Vinyl; zeitlich versetzte mehrfache hautphysiologische Messungen (n=25). Externe Versuchsbedingungen: 19.5 ± 0.5 °C; 48 % ± 2 % r.F.

Anwendungsstudien differenzierter Dauer mit Personen unterschiedlicher Hautzustände lassen auf eine positive Beeinflussung bzw. Reduktion des Schwitzempfindens durch die Verwendung von Baumwoll-Unterziehhandschuhen ggü. der singulären Verwendung von impermeablen Schutzhandschuhen differenzierter Stärke schließen (Hübner et al., 2016; J. Stone et al., 2005). Mit anhaltender Studiedauer konnte eine Zunahme der positiven Empfindungen bzw. Auswirkungen (Rubbert, 2014) bzw. teilweise vollkommene Reduktion des Schwitzempfindens (Hübner et al., 2016) beobachtet werden. Vergleichbare Ergebnisse zeigten sich in Kurzzeit-Trageversuchen in der beruflichen Praxis (Friseurhandwerk) (Heichel, Mertens et al., 2019; Heichel et al., 2021; M. Bock & König, 2006¹⁶⁹) und im Labor ggü. dem Double Gloving (Sonsmann et al., 2019). Anwendende aus der beruflichen Praxis berichteten weiterhin von der Förderung eines trockenen Hautgefühls bzw. angenehmeren Mikroklimas, aber auch einem (zu starken) Wärmegefühl unter der Verwendung textiler Handschuhe (van der Meer et al., 2015; hier auch: Tate, 2007). Personen mit einer Neigung zur Hyperhidrose zeigten eine Präferenz für den Einsatz von Unterziehhandschuhen im Vergleich zu der Verwendung einer Hautschutzcreme (Jepsen et al., 1985). In einer Untersuchung, in der eine textile ggü. einer semipermeablen Handschuhkombination erprobt wurde, erwies sich letztere als überlegen (Baack et al., 1996). Gegenteilig hierzu wurde in einem Kurzzeit-Trageversuch das Feuchtegefühl unter einer textilen Handschuhkombination, trotz Missempfindungen im Sinne von unangenehmer Wärmeentwicklung und Trockenheit, besser bewertet (M. Bock & König, 2006¹⁶⁹).

II.5.4.4 TRAGEKOMFORT

Schutzhandschuhe

Der Tragekomfort von Schutzhandschuhen wird u. a. durch die Handschuhgröße, die Flexibilität, die Schweißaufnahmefähigkeit bzw. Wasserdampfdurchlässigkeit des Materials und die Schutzleistung (z. B. ggü. Hitze oder Kälte) beeinflusst (DGUV Information 212-007, 2009; DGUV Regel 112-995, 2007; Dianat et al., 2012; IRSST, 2012; MM, 2006; Zare Bidoki et al., 2021; Zedalis & Kessler, 2007) und kann sich im Laufe der Zeit oder unter wechselnden Umgebungsbedingungen ändern (Zare Bidoki et al., 2021). Die chemische und physikalische Ausrüstung von Textilien kann deren Tragekomfort negativ beeinflussen (DGUV Regel 112-189, 2007); dem Einsatz von antibakteriellen Ausrüstungen (s. Kap. II.4.4.2 und Kap. II.5.2.8) wird eine Verbesserung der Trageakzeptanz zugeschrieben (Vierhaus, 1999). Bei der Handschuhauswahl ist der Tragekomfort ggü. der Forderungen nach bestmöglicher Schutzwirkung abzuwägen (Andler & Scheuermann, 1999; Bresler, Bischoff & Böckler, 2020; DGUV Information 203-084, 2016; DGUV Regel 112-995, 2007; Dianat et al., 2012; Fuhrer, 2002; Klingner & Boeniger, 2002; Noetel, 1999a; Wulfhorst et al., 1992).

Textile (Unterzieh-)Handschuhe

Die Auswahl von Unterziehhandschuhen sollte unter besonderer Berücksichtigung des *Tragekomforts* (PHO, 2019) erfolgen, gleichzeitig sollen diese das Trageverhalten darüberliegender impermeabler Schutzhandschuhe erhöhen (s. Kap. II.5.2.1) (BG ETEM, 2020; DGUV Information 207-206, 2016; DGUV

Information 213-032, 2021; Hamann et al., 2014; Keeble et al., 1993; Noetel, 1999a; Welker et al., 2010).

Studienergebnisse

Anwenderstudien unterschiedlicher Dauer mit hautgesunden oder -erkrankten Personen verschiedener Berufsbereiche lassen auf eine positive Beeinflussung bzw. signifikante Steigerung des Tragekomforts durch die Verwendung von Baumwoll-Unterziehhandschuhen ggü. der singulären Verwendung von Schutzhandschuhen differenzierter Stärke schließen (Creely & Cherrie, 2001; Hübner et al., 2016; J. Stone et al., 2005). Vergleichbare Ergebnisse zeigten sich in Kurzzeit-Trageversuchen im Labor ggü. dem Double Gloving (Sonsmann et al., 2019) und der Verwendung (eher) dickwandiger Chemikalienschutzhandschuhe (Szlapedis et al., 1999). Ein beruflicher Kurzzeit-Trageversuch wurde mit einer Beeinträchtigung des Tragegefühls im Vergleich zu der Verwendung singulärer Schutzhandschuhe bewertet (Friseurhandwerk) (Heichel et al., 2021).

Bishu & Chin (1998) konnten aufzeigen, dass es durch eine zeitlich andauernde Handschuhverwendung zu einer allgemeinen Abnahme der Leistungsfähigkeit/Ermüdung und Zunahme des Diskomforts kommt, wofür unter Verwendung einer Handschuhkombination die zweite innere Handschuhlage als ursächlich angesehen wurde. Weniger starke Einschränkungen zeigten sich unter u. a. unter einer semipermeablen Kombination im Vergleich zu einer textilen Kombination und dem Double Gloving (Experiment/Labor) (Bishu & Chin, 1998).¹⁸⁶ In einer Anwenderuntersuchung, in der eine textile im Vergleich zu einer semipermeablen Handschuhkombination erprobt wurde, erwies sich letztere als überlegen (Baack et al., 1996).

II.5.4.5 TAKTILITÄT / TASTEMPFINDEN

Schutzhandschuhe

Die Verwendung von Schutzhandschuhen kann zu einer Beeinträchtigung der Taktilität bzw. des Tastempfindens¹⁸⁷ führen (Ander & Scheuermann, 1999; Batra et al., 1994; Bishu, Gnaseswaran & Muralidhar, 2006; DGUV Regel 112-995, 2007; Dianat et al., 2012; Moog et al., 2020; Mylon, Lewis, Carré & Martin, 2014; Shaw, 2005; VBG, 2021; Zare Bidoki et al., 2021).¹⁸⁸ Ursächlich hierfür sind v. a. die Passform, die Materialdicke und -flexibilität (Batra et al., 1994; IRSST, 2012) sowie mögliche Nähte (BGRCI, 2020). Bei der Handschuhwahl ist die Taktilität ggü. der Forderungen nach bestmöglicher Schutzwirkung abzuwägen (DGUV Regel 112-995, 2007; Klingner & Boeniger, 2002; Zechel et al., 2019; Zedalis & Kessler, 2007).

¹⁸⁶ In den Artikeln bzw. Kapiteln von Bishu und Muralidhar (2003) und Bishu, Gnaseswaran und Muralidhar (2006) finden sich unterschiedliche Aussagen bzw. Abbildungen zu diesem Aspekt.

¹⁸⁷ „Tactile sensitivity is the ability to feel the roughness, form and volume of objects, in addition to pressure, vibration, heat, etc., particularly through the sense of touch of the fingers and hands. It is important to maintain the maximum tactile sensitivity while wearing protective gloves, particularly when carrying out certain delicate tasks.“ (IRSST, 2012, S. 29)

¹⁸⁸ *Weiterführende Literatur:* Ergänzende Informationen für Einmalhandschuhe zu diesem Aspekt finden sich bspw. bei Preece et al. 2021 (doi: <https://doi.org/10.1080/17515831.2020.1730619>).

Textile (Unterzieh-)Handschuhe

Für die zusätzliche Verwendung von Unterziehhandschuhen wird auf eine mögliche Beeinträchtigung des Tastgefühls bzw. der Taktilität (DGUV Regel 112-995, 2007; A. Hansen, Brans & Sonsmann, 2021; Held & Jorgensen, 1999; Kleesz, 2015; Lyell, 1972; PHO, 2019; Sonsmann et al., 2011; Uter & Schwanitz, 2006; Wilke et al., 2022; Wulfhorst et al., 2021; F. Zuther, 2008) und dieser unter Umständen folgenden geringeren Nutzungsfrequenz in Berufsgruppen wie dem Gesundheitswesen (PHO, 2019)¹⁸⁹ oder Friseurhandwerk (Sonsmann et al., 2011) hingewiesen. Finger(spitzen)lose Handschuhvarianten können bei Tätigkeiten mit hohem feinmotorischen Anforderungsprofil eine gute Alternative darstellen (Alfonso, 2018a; BGW, 2022d; Sonsmann, John, Hansen et al., 2015; Wilke, 2018).

Studienergebnisse

In einer Langzeit-Anwendungsstudie im Gesundheitswesen mit Personen unterschiedlicher Hautzustände zeigten sich Einschränkungen der Taktilität bzw. des Tastsinns durch die Verwendung von Baumwollhandschuhen ggü. der singulären Verwendung von Einmalhandschuhen (Hübner et al., 2016). Die textilen Unterziehhandschuhe wurden größtenteils bevorzugt bei Tätigkeiten mit geringe(re)m feinmotorischen Anforderungsprofil getragen (Hübner et al., 2016). Einschränkungen des Tastgefühls zeigten sich ebenfalls in Kurzzeit-Trageversuchen in der beruflichen Praxis ggü. der Verwendung von Einmalhandschuhen (Friseurhandwerk) (hier inkl. der Temperatureinschätzung, Heichel et al., 2021) sowie im Labor ggü. der Verwendung von Einmalhandschuhen (Bishu & Chin, 1998; Bishu et al., 2006), ggü. dem Double Gloving (Sonsmann et al., 2019) und unter der Verwendung von Chemikalienschutzhandschuhen (Scanlan et al., 2004). van der Meer et al. (2015) identifizierten den Verlust an Taktilität/Sensibilität in den Fingerspitzen als eine Barriere für den (regelmäßigen) Einsatz von textilen Unterziehhandschuhen.

In einem beruflichen Kurzzeit-Trageversuch zeigte sich eine Verbesserung der Taktilität unter dem Einsatz eines fingerfreien Baumwollhandschuhes (Friseurhandwerk) (Heichel, Mertens et al., 2019). In Untersuchungen, in denen eine textile ggü. einer semipermeablen Handschuhkombination (Baack et al., 1996; Bishu & Muralidhar, 2003; Bishu et al., 2006; M. Bock & König, 2006¹⁶⁹) oder dem Double Gloving (Bishu et al., 2006; Bishu, Gnaseswaran & Liu, 2007; Sonsmann et al., 2011b) vergleichend erprobt wurden, erwiesen sich die semipermeablen Varianten als überlegen.

Einsatz schnitthemmender Textilhandschuhe in der Medizin/Chirurgie

In neurologischen Untersuchungen zur Entwicklung des Tastsinns bei einfacher und doppelter Behandlung (Einmalhandschuhe, Latex) zeigten sich differenzierte Ergebnisse, teilweise zugunsten der

¹⁸⁹ „It would also be helpful to ascertain whether wearing cotton glove liners has a negative impact on the manual dexterity that would be required for HCWs to perform specific job tasks. HCWs might be less inclined to use cotton glove liners if they detract from required manual dexterity.“ (Ontario Agency for Health Protection and Promotion (Public Health Ontario) [PHO], 2019, S. 82)

Wahrnehmung an der nicht behandschuhten Hand (Beie et al., 2001).¹⁹⁰ Die gemessenen Unterschiede erwiesen sich jedoch als nicht signifikant und wurden insgesamt als verhältnismäßig klein eingestuft (Beie et al., 2001).

Untersuchungen zur Effektivität des zusätzlichen Einsatzes verschiedener schnitthemmender Textilhandschuhe im Rahmen des Double Gloving (zwei Paar Einmalhandschuhe) (s. Kap. I.1.1.1) zeigten, dass die Verwendung dieser mit geringen bis moderaten Beeinträchtigungen der Taktilität und Geschicklichkeit/Fingerfertigkeit einhergeht (Fritzsche et al., 2008; Idota et al., 2019; Richtsmeier, Kelly, Lee & Tami, 1993; Salkin, Stuchin, Kummer & Reiningger, 1995; Woods, Leslie, Drake & Edlich, 1996). Sutton et al. (1998) konnten keine (bewussten) Einschränkungen dieser Art feststellen, weisen aber auf einen möglichen Mangel an Risikobewusstsein durch den Unterziehhandschuhgebrauch (*overconfidence in the liners*) hin. Hinsichtlich der zu verwendenden Materialien bzw. entsprechender -mischungen zeigte ein im Vergleich erprobtes Modell aus reiner Baumwolle (> PE, Stahl/Nylon, Kevlar) den höchsten Tragekomfort; weiterführend wurde dieser Aspekt des Trageverhaltens als relevantester Punkt der Bewertung definiert (Herscovici et al., 1998). Eine Steigerung des Tragekomforts beim Einsatz schnitthemmender (Unterzieh-)Handschuhe durch entsprechende Eingewöhnung wurde für möglich gehalten (Salkin et al., 1995) und Einschränkungen für akzeptabel im Hinblick auf die Risikoabwägung (Schnitthemmung/-schutz) bewertet (Mylon, Lewis, Carré & Martin, 2014; Richtsmeier et al., 1993).

In einem Review von 2010 wurde die Effektivität und Praktikabilität von Sicherheitsverfahren und -empfehlungen im Umgang mit Skapellen im operativen Bereich evaluiert (Watt, Patkin, Sinnott, Black & Maddern, 2010): Die Verwendung schnitthemmender (Unterzieh-)Handschuhe wurde, unter Verweis auf o. g. Einschränkungen, für effektiv (Reduktion der Handschuhperforationen) befunden, als wirksame Empfehlung aufgrund der unzureichenden Evidenz aber nicht abschließend bewertet. In einem Review von 2006 wurde die Effektivität der Doppelbehandschuhung zur Reduktion von Infektionen in der Medizin/Chirurgie analysiert: Teilergebnisse der Analyse bestätigten, dass das Tragen von mehreren Paar Operationshandschuhen (Double Gloving, Triple gloving, glove liner, outer gloves) zu signifikant weniger Innenhandschuhperforationen im Vergleich zu der singulären Verwendung von Einmalhandschuhen führt, was darauf hindeutet, dass die Fingerfertigkeit zumindest nicht einem Maße reduziert wird, dass mehr Perforationen entstehen (J. Tanner & Parkinson, 2006). Ein Review aus dem Jahr 2014 widmete sich derselben Fragestellung und kam zu dem Ergebnis, dass in der Summe nur geringe bis moderate Belege für die Effektivität der Verwendung mehrerer Paare Handschuhe vorliegen, ein Doppelbehandschuhung aber nicht zu Beeinträchtigungen der Fingerfertigkeit/Taktilität führt (Mischke et al., 2014).

¹⁹⁰ *Zwei-Punkte-Diskriminationstest*: Messung des Abstandes zw. zwei Punkten, ab der die Anwendenden beide Punkte voneinander unterscheiden können (Beie, Kralj, Sieker & Hofmann, 2001; Mylon, Lewis, Carré & Martin, 2014). Keine Unterschiede in den Ergebnissen.

Oberflächenerkennung: Ertasten der Zahlen eines Würfels (ggf. unterschiedliche Größe) mit verbundenen Augen (Beie, Kralj, Sieker & Hofmann, 2001). Unterschiede in den Ergebnissen, mit zunehmenden Einschränkungen bei steigender Handschuhanzahl.

II.5.4.6 MOTORISCHE ASPEKTE: BEWEGLICHKEIT, GREIFVERMÖGEN UND FINGERFERTIGKEIT

Schutzhandschuhe

Ein Handschuh sollte unter Berücksichtigung seines Zweckes max. Beweglichkeit, definiert als die Fähigkeit durch Bewegung eine Tätigkeit auszuführen (DIN EN ISO 21420:2020-06, Kap. 3.1), ermöglichen (DIN EN ISO 21420:2020-06, Kap. 5.2; Fuhrer, 2002; Hensiek, 2021; Zedalis & Kessler, 2007). Die Fingerfertigkeit oder auch manuelle Geschicklichkeit als mehrdimensionales Konstrukt wird durch den Bewegungsumfang der Finger und Handgelenke, die Sensibilität und Koordination der Hände beeinflusst (Zare Bidoki et al., 2021).¹⁹¹ Bei der Verwendung von Schutzhandschuhen kann es zu einer Beeinträchtigung des Greifvermögens bzw. der Griffsicherheit¹⁹² (trocken/nass) (Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung [IFA], 2022; IRSST, 2012; Khanlari, Ghasemi & Heidarimoghdam, 2023), bedingt durch das Material, dessen Oberflächenbeschaffenheit bzw. Reibungswiderstand, die (mangelnde) Flexibilität sowie die Handschuhform und -größe (Batra et al., 1994; Bishu et al., 2006; Bishu et al., 2007; DGUV Regel 112-995, 2007; Dianat et al., 2012; Noetel, 1999a; Zare Bidoki et al., 2021) kommen.¹⁹³ Bei der Handschuhauswahl ist das Greifvermögen ggü. der Forderung nach bestmöglicher Schutzwirkung abzuwägen (DGUV Information 203-084, 2016; DGUV Regel 112-995, 2007; IRSST, 2012; Zedalis & Kessler, 2007).

Textile (Unterzieh-)Handschuhe

Die Auswahl von Unterziehhandschuhen sollte unter besonderer Berücksichtigung der Interaktionsfähigkeit (IRSST, 2012; PHO, 2019; van der Meer et al., 2015; hier auch: A. Hansen, Brans & Sonsmann, 2021) bzw. möglichen Beeinträchtigungen der Handkraft und Geschicklichkeit (Passlov et al., 2020) erfolgen. Die Verwendung einer Kombination aus mehreren Handschützern (IFA, 2021) oder Unterziehhandschuhen kann Einschränkungen der Fingerfertigkeit (C. Packham, 2020) und Griffsicherheit (DGUV Regel 112-995, 2007; F. Zuther, 2008) sowie einen zeitlichen Zusatzaufwand (s. Kap. II.5.4.1) bedingen (Wulfhorst et al., 2021). Bei der Verwendung in Chemikalienschutzhandschuhen mit (sehr) glatten Innenseiten tragen Unterziehhandschuhe möglicherweise zu einer besseren Griffigkeit bei (Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe [BBK], 2017, 2022).

Eine Erhöhung der Griffsicherheit und Begünstigung der Kraftübertragung/-einleitung kann durch die Verwendung finger(kuppen)loser Modelle (C. Packham, 2020), das (punktuelle) Aufbringen eines abriebfesten Granulats oder eine Profilierung mit Noppen, Rippen, Waffelmuster o. ä. (s. Abbildung 30) erreicht werden (Dewey et al., 2007; DGUV Regel 112-995, 2007; OSHA 3151-12R, 2004; Superior

¹⁹¹ „Dexterity is related to the skill, motion speed and control of the fingers and hands while handling objects. Hand dexterity is affected by several glove characteristics, especially the way a glove fits the hand, its flexibility and its grip adhesion. It may be difficult to find a glove that provides a good protection while allowing a good dexterity.“ (Zare Bidoki, Ezazshahabi, Mousazadegan & Latifi, 2021, S. 28)

¹⁹² „The grip adhesion of a glove describes its resistance to sliding on a given surface; this property is important if one wishes to hold something securely. If a glove has insufficient grip, it may be necessary to exert additional strength when performing certain activities, such as holding an object, and this may result in excessive fatigue.“ (IRSST, 2012, S. 29)

¹⁹³ *Weiterführende Literatur:* Ergänzende Informationen für Einmalhandschuhe zu diesem Aspekt finden sich bspw. bei Preece et al. 2021 (doi: <https://doi.org/10.1080/17515831.2020.1730619>).

Glove, 2022; Webb, 2021). Derart ausgerüstete Unterziehhandschuhe werden i. d. R. eher singular, ohne Überziehhandschuh eingesetzt (s. Kap. II.6.2.1, Abs.: Single Use Produkte).



Abbildung 30: Exemplarische Auswahl verschiedener teilbeschichteter Textilhandschuhe: a) Tri-Grip®-Handschuhe, einseitige PVC-Noppen auf Stretch-Nylon-Gewebe (nicht mehr erhältlich, Fa. Ansell Ltd., BEL); b) Fingerlose Feinstrickhandschuhe, einseitige PVC-Noppen auf Polyamid (Fa. Fitzner GmbH & Co. KG, DEU); c) Strickhandschuhe Mishan, einseitige PVC-Noppen auf Polyamid-/Baumwoll-Feinstrick (nicht mehr erhältlich, Fa. Feldtmann, DEU); d) Spezial-Baumwollhandschuhe, einseitige Mikro-Noppen (Fa. Finnimport GmbH, DEU) [Eigene Aufnahmen]

Studienergebnisse

Studien, in denen die Verwendung von Unterziehhandschuhen unter (eher) dickwandigen Chemikalienschutzhandschuhen verschiedener Stärken evaluiert wurden, führten zu differenzierten Ergebnissen: Unter Zunahme der Materialstärke (Bensel, 1993; Scanlan et al., 2004; Szlapetis et al., 1999; Teixeira & Bensel, 1990) sowie Abnahme der Passgenauigkeit der Schutzhandschuhe (Tremblay-Lutter & Wehrer, 1995) zeigte sich – teilweise unabhängig von der Verwendung der Unterziehhandschuhe (Teixeira & Bensel, 1990; Tremblay-Lutter & Wehrer, 1995) – eine Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit/Performance. Unterziehhandschuhe mit Naht beeinträchtigten die Geschicklichkeit stärker als nahtfreie Varianten (Scanlan et al., 2004). Die Leistungsfähigkeit/Performance verbesserte sich jedoch bei anhaltender Tragedauer bzw. -entsprechendem Gebrauch (Training/Übung) der Handschuhkombination (Bensel, 1993; Scanlan et al., 2004; Teixeira & Bensel, 1990). In anderen Untersuchungen zeigte sich keine Beeinträchtigung bzw. sogar ein Verbesserung der manuellen Geschicklichkeit unter der Verwendung von Unterziehhandschuhen im Vergleich zu dem singulären Schutzhandschuhgebrauch (Creely & Cherrie, 2001; J. Stone et al., 2005). Kinoshita (1999) ermittelte, dass die behandschuhte Hand ein besseres Greifvermögen als die nicht behandschuhte Hand zeigt und zw. Einfach- und Doppelbehandschuhungen keine nennenswerten Unterschiede bestanden. Vergleichbare Ergebnisse wurden unter Verwendung einer dreilagigen Handschuhkombination im Vergleich zu der nicht behandschuhten Hand ermittelte, wofür eine bessere Passform im Bereich der Fingerspitzen und verringerter Reibungskoeffizient als ursächlich angenommen wurden (Karis, 1987).¹⁹⁴ Möglicherweise wird der Einfluss der Verwendung von Unterziehhandschuhen auf die Geschicklichkeit durch die höheren Materialstärken der Schutzhandschuhe überlagert (Branson et al., 1988).

¹⁹⁴ *Ergänzende Studieninformationen:* Untersucht wurde der Einfluss verschiedener Handschuhkombinationen (Leder-Nomex vs. Baumwolle/Neopren/Leder-Nomex) auf die Performance (Bedienung eines Controllers) (n=12, Labor/Experiment).

Untersuchungen der Verwendung von Unterziehhandschuhen unter (eher) dünnwandigen Einmalhandschuhen verschiedener Stärken führten ebenfalls zu differenzierten Ergebnissen: In Kurzzeit-Trageversuchen (Friseurhandwerk) (Heichel et al., 2021) und Langzeit-Trageversuchen (Fahrzeuglackierung) (Jepsen et al., 1985) in der beruflichen Praxis zeigten sich Beeinträchtigung der Bewegungsfreiheit im Vergleich zu der Verwendung singulärer Schutzhandschuhe. Ähnliche Ergebnisse wurden in Laborversuchen im Rahmen des Double Gloving ermittelt (Sonsmann et al., 2019). Patienten und Patientinnen mit HE berichteten ebenfalls von Einschränkungen der Geschicklichkeit/Fingerfertigkeit unter der Verwendung von Unterziehhandschuhen (Mollerup et al., 2013).

Bishu & Chin (1998) beobachteten im Rahmen eines Experiments eine allgemeine Verbesserung der Geschicklichkeit/Fingerfertigkeit unter dem Einsatz von Unterziehhandschuhen verschiedener Art. Eine Verbesserung der Tätigkeitsausführung zeigte sich ebenfalls in einem beruflichen Kurzzeit-Trageversuch unter Verwendung eines fingerfreien Baumwollhandschuhes (Friseurhandwerk) (Heichel, Mertens et al., 2019). Die Mehrheit der Teilnehmenden eines Langzeit-Trageversuchs im Gesundheitswesen gaben an, dass die beruflichen Tätigkeiten in gewohnter Weise ausgeführt werden konnten (Hübner et al., 2016) bzw. der Unterziehhandschuhgebrauch die Funktionalität der Hände nicht beeinträchtigte (Sayadi Shahraki et al., 2022). Erfahrungen aus der Praxis geben Hinweise darauf, dass es durch (regelmäßiges) Training bzw. die Gewöhnung an die (Unterzieh-)Handschuhverwendung zu einer verbesserten Tätigkeitsausführung/Performance kommen kann (Hübner et al., 2016; Mylon, Lewis, Carré, Martin & Brown, 2014). Im Rahmen der vergleichenden Erprobung einer textilen und semipermeablen Handschuhkombination erwies sich letztere sowohl im Rahmen eines Laborversuchs (Double Gloving) (Sonsmann et al., 2011b) als auch einem Kurzzeit- (M. Bock & König, 2006¹⁶⁹) und Langzeit-Trageversuch in der beruflichen Praxis (Baack et al., 1996) als überlegen.

Wie bereits dargestellt (s. Kap. II.5.4.5), zeigten sich im medizinischen bzw. chirurgischen Bereich unter der Verwendung verschiedener *schnitthemmender textiler Unterziehhandschuhe* geringe bis moderate Beeinträchtigungen der Taktilität und Beweglichkeit. Stärkere Einschränkungen der Fingerfertigkeit, des Greifvermögens und Tragekomforts wurden in der fleischverarbeitenden Industrie beobachtet (Caple, 2000).

II.5.5 GEBRAUCHSVERHALTEN

Im nachfolgenden Kapitel sollen relevante Eigenschaften, die das Gebrauchsverhalten von textilen (Unterzieh-)Handschuhen kennzeichnen bzw. beeinflussen, differenzierter betrachtet werden (s. Abbildung 31).

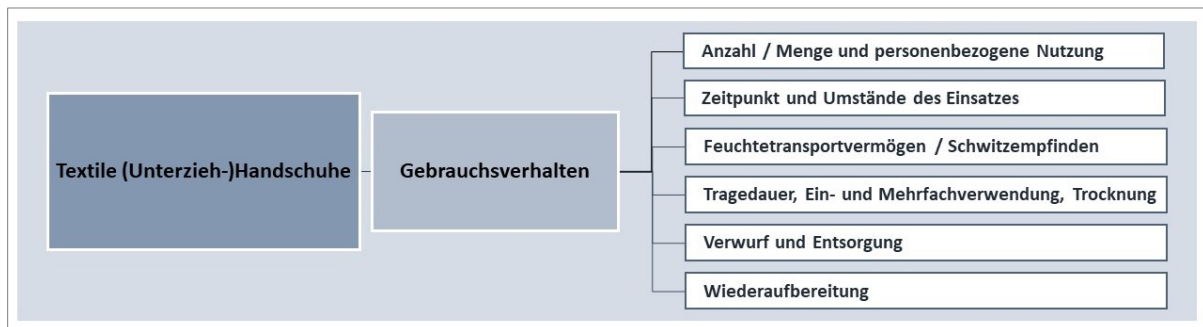


Abbildung 31: Aspekte des Gebrauchshaltens textiler (Unterzieh-)Handschuhe [Eigene Darstellung]

II.5.5.1 ZEITPUNKT UND UMSTÄNDE DES EINSATZES

Textile (Unterzieh-)Handschuhe

Die Empfehlungen der Verwendung textiler Unterziehhandschuhe in den Informationsschriften und Regelwerken nationaler UVT und Bundesministerien (z. B. BAuA, 2022) beziehen sich hinsichtlich des Einsatzes *nicht* auf einen bestimmten Hautzustand (s. Kap. II.5.1.3); vereinzelt wird die Verwendung eher im Bereich der *erkrankten Haut* verortet (z. B. PHO, 2019). In den inter-/nationalen dermatologischen Leitlinien erfolgt ein eindeutiger Verwendungshinweis im Kontext des Managements von (berufsbedingten) *Kontaktdermatosen* (s. Kap. II.5.1.3).

Der Einsatz textiler Unterziehhandschuhe wird zumeist bei *langen Handschuhtragezeiten* (z. B. Antonov et al., 2020; DGKH, 2016; DGUV Information 207-206, 2016; DGUV Information 213-032, 2021) oder *starker Schweißbildung* (unabhängig von der Tragezeit) (z. B. BG BAU, 2019a; BGRCI, 2021; SVLFG, 2021) empfohlen (s. Kap. II.3.2.3 und Kap. II.5.2.1). Andere, eher kurz gehaltene Ausführungen, lassen eine mit der Verwendung von impermeablen Handschuhen einhergehende Verwendungsempfehlung vermuten (s. Kap. II.5.1.4) (z. B. BG BAU, 2019b; BGHM, 2019; DGUV Regel 112-995, 2007). Präzisere Angaben enthalten orientierende Richtwerte von *mehr als 10 Min.* (Tove Agner & Held, 2002; Tate, 2007; UK NRW, 2013; van der Meer, Boot, Jungbauer et al., 2014), *ab ca. 10 bis 15 Min.* (BGW, 2019a, 2019b) bzw. *ab ca. 20 Min.* (BGW, 2022b; NLGA, 2022) Tätigkeits- bzw. Tragedauer. Erfahrungen aus der berufsdermatologischen Handschuhberatungspraxis deuten darauf hin, dass die Mehrheit der Anwendenden Unterziehhandschuhe ab einer Tätigkeitsdauer von ca. 15-20 Min. einsetzt.

Gemäß der TRGS 401 ist die Verwendung von Hautschutzmitteln unter Schutzhandschuhen im Allgemeinen nicht erforderlich (BAuA, 2022). Der Einsatz entsprechender Mittel unter der Verwendung von Textilhandschuhen wird grds. für weniger problematisch gehalten (SVLFG, 2021), wohingegen eventuelle Wechselwirkungen zw. Schutzhandschuh und angewandtem Hautschutzprodukt berücksichtigt

werden sollten (DGUV Information 212-017, 2021; DGUV Information 213-032, 2021; Fartasch et al., 2015; TRGS 401, 2008).

Studienergebnisse

Die Ergebnisse verschiedener Untersuchungen zeigen, dass die Kenntnisse bzw. Annahmen von Befragten zu geeigneten Einsatzzeiten von textilen Unterziehhandschuhen variieren.¹⁹⁵ Die Ergebnisse einer Machbarkeitsstudie im Gesundheitswesen deuten darauf hin, dass das Wissen über die Art und Dauer der durchzuführende Arbeitstätigkeit und die daraus resultierende Einschätzung der (allgemeinen) Anwendbarkeit, die Nutzungshäufigkeit von Unterziehhandschuhen steigern (Rubbert, 2014).

II.5.5.2 ANZAHL UND PERSONENBEZOGENE NUTZUNG

Schutzhandschuhe

PSA einschließlich Schutzhandschuhen ist durch den Arbeitgebenden in ausreichenden Mengen (DGUV Information 212-007, 2009; TRBA 250, 2014; TRGS 401, 2008) für die personenbezogene Nutzung (DGUV Regel 112-995, 2007; PSA-BV, § 2 Abs. 2) zur Verfügung zu stellen. Die erforderliche Anzahl ist auf Basis der Gefährdungen unter Berücksichtigung der Arbeitsbedingungen und betroffenen Arbeitnehmenden zu ermitteln (DGUV Information 212-515, 2006); dies schließt insbes. auch Personen mit verstärktem Schwitzverhalten an den Händen ein (Mellström & Boman, 2006). Durch eine personenbezogene Nutzung (z. B. Realisierung durch Kennzeichnung mit Namen des Verwendenden) (AUVA, 2016) können ergonomische und hygienische Probleme (z. B. Kontamination) (DGUV Information 212-515, 2006; Wilke et al., 2018; F. Zuther, 2008) vermieden und einzelfallbezogene unsachgemäße Verwendungen durch weitere Personen ausgeschlossen werden (Wilke et al., 2018). Ist aufgrund besonderer Umstände (z. B. Handschuheingriffe an Maschinen) eine Nutzung durch mehrere Personen unumgänglich, sind mögliche Gesundheitsgefahren oder hygienische Probleme durch den Arbeitgebenden abzuwehren (PSA-BV, § 2 Abs. 2).

¹⁹⁵ Mehrere Studien untersuchten im Rahmen der Evaluation der Effektivität von Hautschutzprogrammen das Hautschutzwissen der Teilnehmenden. Auf die Frage „*When should you wear cotton gloves under protective gloves (rubber, nitrile or plastic gloves)?*“ mit der als korrekt gewerteten Antwort „*When wearing gloves for more than 10 minutes*“ gestalteten sich die Antworten (und somit das Vorwissen) folgendermaßen: In der Studie von Fisker et al. (2013) wurde die Frage von der Mehrheit der Befragten beider Geschlechter (52.4 %, n=194/370) mit der als falsch gewerteten Antwort „*Always when you use protective gloves*“ versehen (N=370, Patienten und -Patientinnen mit HE, 81 % HE). Bei Clemmens et al. (2015) wurde die Frage von 33.3 % (n=23/69) der Befragten korrekt beantwortet (N=75, Reinigungspersonal/Krankenhaus, 11 % bzw. n=8 HE). Bei Topal et al. (2019) antworteten insgesamt 53.3 % (n=64/120) der Befragten korrekt, darunter doppelt so viele Frauen wie Männer (N=120, Patienten und -Patientinnen mit HE, 79.3 % HESCI ≥ 1). In der Studie von Sedeh et al. (2023) wurde die Frage von 38.7 % der Befragten (n=55/142) korrekt beantwortet (N=142, Reinigungspersonal/Krankenhaus, 25 % bzw. n=35 HE).

Weiterführende Literatur: Zur Bewertung der Effizienz, z. B. Schwierigkeitsindex, verschiedener Fragen im Kontext der Anwendung von Baumwollhandschuhen sei auf die Dissertation von Mertin 2009 (<https://osnadocs.uni-osnabrueck.de/handle/urn:nbn:de:gbv:700-201004206227>) verwiesen.

Textile (Unterzieh-)Handschuhe

Zur Gewährleistung eines regelmäßigen Handschuhwechsels muss eine ausreichende Stückzahl an Unterziehhandschuhen bereitgestellt werden (Habif, 2015; Pohrt, 2006; Wilke et al., 2018; Wilke et al., 2022). Präzisierungen zur Handschuhanzahl erfolgen ausschließlich durch Formulierungen wie *mehrere Paare* (BGN, 2020; BGW, 2019a, 2019c; IFA, 2014; Landow, 1998); für Pflegetätigkeiten im häuslichen Umfeld wird empfohlen, einen *Vorrat zum Wechseln* bereitzuhalten (UK NRW, 2013). Für die Menge der Handschuhe sind die Verwendungshäufigkeit (Ein- oder Mehrfachverwendung, s. Kap. II.5.3.8) sowie die Art und Dauer der Wiederaufbereitung (s. Kap. II.5.5.5) entscheidend (Wilke et al., 2018). Unterziehhandschuhe sollten, analog zu Schutzhandschuhen, v. a. mit Blick auf hygienische Aspekte ausschließlich personenbezogen verwendet werden (DGKH, 2016; Loczenski, 2011).

Studienergebnisse

Hübner et al. (2016) ermittelten im Rahmen einer 3-monatigen Machbarkeitsstudie auf einer Intensivpflegestation einen durchschnittlichen Tagesverbrauch von 23 Paar Handschuhen. Bei einer Anwesenheit von durchschnittlich sechs bis max. 13 Teilnehmenden pro Tag entsprach dies einer Nutzung von etwa vier Paar pro Person pro Tag bzw. 120 Paar pro Person pro Monat (Hübner et al., 2016).

II.5.5.3 TRAGEDAUER, EIN- UND MEHRFACHVERWENDUNG UND TROCKNUNG

Schutzhandschuhe

Schutzhandschuhe dürfen nicht länger als erforderlich getragen werden und keine Dauermaßnahme darstellen (DGUV Information 212-007, 2009; Gnass et al., 2021; TRBA 250, 2014; TRGS 401, 2008). Die Trage- und Verwendungsdauer eines Schutzhandschuhes werden durch eine Vielzahl an Faktoren, die durch den Arbeitsplatz und die individuelle Tätigkeit vorgegeben sind, beeinflusst (z. B. Arbeitsverfahren/Tätigkeit, Handschuhmaterial/-stärke, thermische/mechanische Beanspruchung) (DGUV Information 212-007, 2009; TRGS 401, 2008). Die Gefährdungsbeurteilung sollte Angaben zu Häufigkeit des Handschuhwechsels beinhalten (TRGS 401, 2008). Beschädigte (z. B. Löcher, Risse) und/oder verunreinigte Handschuhe sollten nicht wiederverwendet, sondern gewechselt und gegen unbeschädigte Exemplare ausgetauscht werden (DGUV Information 212-007, 2009; DGUV Regel 112-995, 2007). Wiederverwendbare Schutzhandschuhe sollten vor dem erneuten Einsatz trocken bzw. (aus)getrocknet sein (DGUV Information 212-007, 2009). Die Trocknung kann durch den Einsatz spezieller Trocknungsgestellte oder -systeme¹⁹⁶ (BG ETEM, o.J., 2020; C. L. Packham & Packham, 2004) oder durch Aufhängen an gut gelüfteten Orten (z. B. Wäscheleine, DGUV Information 209-022, 2021), ggf. nach vorherigem Drehen der Handschuhe auf links (VBG, 2016) und unter Einsatz namentlicher Kennzeichnungen (z. B. an der Aufhängevorrichtung) (BG ETEM, o.J.) erfolgen.

¹⁹⁶ Arbeit mit kontrollierter Wärmeabgabe bzw. -zufuhr oder Plasma- oder UV-Technologien; die Aufstülpung der Handschuhe sorgt dabei dafür, dass der Innenteil ungehindert belüftet wird (Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse [BG ETEM], 2021d).

Textile (Unterzieh-)Handschuhe

Ein unregelmäßiger Wechsel bzw. das mehrtägige Tragen von textilen Unterziehhandschuhen kann hygienische Probleme mit sich bringen (F. Zuther, 2008). Das mit der Verwendung einhergehende und ggf. länger anhaltende trockene Gefühl kann „zu einer Verlängerung der Tragedauer des Handschuhs- und daraus resultierend ggf. zu einer Überschreitung der Durchdringungszeit führen“ (F. Zuther, 2008, S. 566). Textile Unterziehhandschuhe sollten daher *rechtzeitig* (BGHW, 2020a) bzw. *regelmäßig* (Barber, 1989; BG ETEM, 2010; BGN, 2021; BGRCl, 2020; Brans & Skudlik, 2019; DGUV Information 207-206, 2016; DGUV Regel 101-019 / BGR 209, 2001; Fitzmaurice, 2020; C. L. Packham & Packham, 2004; Sonsmann, John, Hansen et al., 2015) bzw. *öfter* (ASCC, 2005) gewechselt werden. „Cotton liners should only be worn a few times before they are washed.“ (D. A. Buckley & Chowdhury, 2022, S. 326) Ausschlaggebend für den *häufigen* (S. M. John & Thielitz, 2016), *unter Umständen mehrfach in der Schicht* (BG ETEM, o.J.; BGRCl, 2021) oder *mehrfach täglichen* (VBG, 2016) notwendigen Wechsel kann ein (*individuell verschiedenes*) *Feuchtegefühl* (BGRCl, 2020, 2021; hier auch: ähnlich ASCC, 2005; BGN, 2020, 2021; Landow, 1998; Menné et al., 2011), *Sättigung* (Wilke et al., 2018) bzw. *Durchfeuchtung* (BAuA, 2022; BG ETEM, o.J.; BGW, 2022d; Epling, 2016; UK NRW, 2013) des Handschuhmaterials sowie eine Beschädigung des Außenhandschuhs (z. B. Risse) (Landow, 1998) sein. Ähnliche Empfehlungen werden für Schutzhandschuhe mit Innenfutter ausgesprochen, die ohne Unterbrechung lediglich bis zur Futterdurchfeuchtung getragen werden sollten (DGUV Information 212-007, 2009). In der Literatur finden sich Richtwerte von 15-30 Min. (Pohrt, 2006); Sonsmann et al. machen darauf aufmerksam, dass die Wechselhäufigkeit v. a. von der individuellen Schwitzneigung abhängt, welche große interindividuelle Unterschiede aufweist (5-10 bis zu 30 Min.) (s. Kap. II.3.2.3) (Sonsmann, John, Hansen et al., 2015).¹⁹⁷ Erfahrungen aus der berufsdermatologischen Handschuhberatungspraxis zeigen, dass bei Personen mit bestehender palmarer Hyperhidrose (unter Handschuhokklusion) teilweise bereits nach 5-10 Min. ein Handschuhwechsel induziert ist, während die Mehrheit der Versicherten von einem notwendigen Handschuhwechsel nach ca. 20-30 Min. Tragezeit berichtet. Pauschale Empfehlungen können daher nur schwer gegeben werden (Sonsmann, John, Hansen et al., 2015).

Über die Ein- oder Mehrfachverwendung von Unterziehhandschuhen (s. Kap. II.5.3.8) entscheiden verschiedene Faktoren, wobei primär der Arbeitskontext und die Arbeitstätigkeit sowie für diese geltenden Hygieneregulungen, festgelegt durch die Gefährdungsbeurteilung (BGW, 2022c), Berücksichtigung finden sollten (van der Meer et al., 2015). Auf sekundärer Ebene sind zumeist finanzielle und/oder ökonomische Gründe von Bedeutung. Eindeutig als textile Einmalhandschuhe gekennzeichnete Handschuhe (*single use*) sollten auch nur einmal verwendet und anschließend verworfen werden (PHO, 2019). Erfahrungen aus der berufsdermatologischen Handschuhberatungspraxis zeigen, dass die

¹⁹⁷ *Vergleichende Studienergebnisse aus dem Textilbereich:* Hu et al. (2005) untersuchten die Eigenschaften unterschiedlicher Materialkombinationen im Bereich des Feuchtigkeitsmanagements, u. a. im Rahmen eines Anwenderversuchs (Sport-/Funktionskleidung, 20 Min. Laufband, n=28). Signifikante Materialunterschiede hinsichtlich des subjektiven Gefühls von Klammheit zeigten sich ab/nach 15 Min. und hinsichtlich des Gefühls von Feuchtigkeit nach einer Tragezeit von/ab 10 Min. D. h., der feuchtigkeitsbedingte Diskomfort variierte in Abhängigkeit von der Materialkonstruktion und stellte sich erst ein, als eine spezifische/signifikante Menge an Schweiß produziert wurde.

Kenntnisse (z. B. Vorgaben am Arbeitsplatz) und Annahmen (z. B. Fragen der Hygiene) zur Ein- und Mehrfachverwendung von Unterziehhandschuhen unter den Anwendenden stark variieren.

Textile Unterziehhandschuhe in Arbeitsbereichen mit besonderen Hygieneanforderungen

Der mehrfache Einsatz zwischenzeitlich nicht wiederaufbereiteter Unterziehhandschuhe in Arbeitsbereichen mit besonderen Hygieneanforderungen wird als kritisch betrachtet (Scheman & Osburn, 1997). Aus infektionsprophylaktischen Gründen sollten daher in entsprechenden Umgebungen Unterziehhandschuhe zusammen mit dem medizinischen Einmalhandschuh unmittelbar nach der Verwendung gewechselt werden (AWMF, 2016; Deutscher Arbeitskreis für Hygiene in der Zahnmedizin [DAHZ], 2021; DGKH, 2016; Marya, 2011; NLGA, 2022; PHO, 2019; RKI, 2016; Sonsmann, 2017) „or they can readily become fomites for the spread of infection“ (Truscott, 2010, 20-11). Die BGW empfiehlt aus hygienischen Gründen einen Austausch der Unterziehhandschuhe *nach jedem Patienten- bzw. Bewohnerkontakt* (BGW, 2022d). Unter Umständen kann es notwendig sein, dass – wie bei Schutzhandschuhen auch – die Unterziehhandschuhe mehrmals während der Versorgung der-/desselben Person ausgetauscht werden müssen, falls die Hände von einer kontaminierten zu einer sauberen Körperregion wechseln (Frank & Krüger, 2018; Gnass et al., 2021; PHO, 2019). Der Wechsel der Einmalhandschuhe korreliert wiederum mit den Indikationen der Händedesinfektion und sollte idealerweise aufgrund des Risikos unerkannter Perforationen nach spätestens 15 Min. erfolgen (AWMF, 2016; Hübner et al., 2013; RKI, 2016). Ein *mindestens täglicher Wechsel* (DGKH, 2016; Loczenski, 2011) ist somit nicht haltbar.

Die BGN verweist im Umgang mit Unterziehhandschuhen auf die vorrangige Beachtung möglicher bestehender betrieblicher Hygieneregulungen (BGN, 2020). Unter Berücksichtigung der individuellen Umsetzung des HACCP-Konzepts¹⁹⁸ im Lebensmittelsektor erscheint auch hier ein Wechsel der Unterziehhandschuhe bei jedem Schutzhandschuhwechsel sinnvoll (Kirchner, 2014). Die Empfehlung der Einfachverwendung lässt sich demnach auf alle Arbeitsbereiche bzw. Tätigkeiten mit besonderen Hygieneanforderungen (hygienesensibel) übertragen und sollte in allen Institutionen, die sich durch medizinisch geprägte Tätigkeiten im unmittelbaren Kontakt ggü. Patienten und Patientinnen, Bewohnern und Bewohnerinnen (z. B. Bereich der Pflege) sowie Kunden und Kundinnen (z. B. Bereich der Kosmetik) oder den Umgang mit Lebensmitteln auszeichnen, Umsetzung finden.

Textile Unterziehhandschuhe in Arbeitsbereichen ohne besondere Hygieneanforderungen

In Arbeitsbereichen ohne besondere Hygieneanforderungen (nicht-hygienesensibel) (z. B. Friseurhandwerk) können Unterziehhandschuhe i. d. R. auch ohne zwischenzeitliche Wiederaufbereitung mehrere Male (am Stück) getragen werden. Voraussetzungen hierfür bilden das Fehlen von (starken) Verunreinigungen, besonders im Inneren des Handschuhs (s. Kap. II.5.5.4), und ein (aus)getrockneter Zustand. Ausnahmen gelten für Situationen, die einen besonderen Infektionsschutz verlangen; so

¹⁹⁸ Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP).

wurde bspw. bei Friseur Tätigkeiten während der COVID-19-Pandemie die einmalige Verwendung (und anschließende Wiederaufbereitung) von Baumwollhandschuhen empfohlen (BGW, 2020a).

Im Einzelfall können für gleiche Berufsgruppen bzw. Arbeitstätigkeiten je nach Arbeitsbereich bzw. Institution differenzierte Regelungen gelten. Ein klassisches Beispiel hierfür stellen Reinigungsfachkräfte in nicht-/medizinischen Einrichtungen dar. Aber auch für Reinigungsfachkräfte, die in Krankenhausbereichen ohne Infektionsrisiko (z. B. Treppenhäuser, Flure, Verwaltung, Büros, Speiseräume, Hörsäle, DIN 13063:2020-04, Kap. 3.9) oder Bereichen mit möglichem bzw. besonderem Infektionsrisiko (z. B. Allgemeinstationen, Ambulanzbereiche, Sanitärräume, Dialyse, OP-Abteilungen, DIN 13063:2020-04, Kap. 3.9) tätig sind, können verschiedene Vorgaben greifen.

Ist unter Berücksichtigung der geltenden betrieblichen (Hygiene-)Regelungen eine mehrfache Verwendung der Unterziehhandschuhe ohne zwischenzeitliche Wiederaufbereitung vorgesehen, können diese durch Einsatz eines (Trocknungs-)Gestells oder geeignete Aufhängung zum Trocknen gebracht werden (VBG, 2016; Wilke et al., 2022). Vor dem erneuten Einsatz sollte sichergestellt werden, dass die Handschuhe komplett trocken sind; bei anschließender Lagerung sollte eine gute Luftzufuhr erfolgen (VBG, 2016), da bei einigem Material mit steigender Feuchtigkeit die Entstehung von Stockflecken begünstigt wird (Bobeth, 1993b).

Studienergebnisse

In der Machbarkeitsstudie von Hübner et al. (2016) erfolgte der Wechsel der Unterziehhandschuhe analog zu dem der Schutzhandschuhe sowie nach der Kontamination oder Perforation der Arbeitshandschuhe (Intensivpflegestation). Im Rahmen der 3-monatigen Testung konnte eine durchschnittliche Handschuhtragedauer von 28.6 Min. (mind. 5 Min., max. 90 Min.) ermittelt werden, wobei bei etwa der Hälfte der Anwendungen die Tragezeit ≤ 30 Min. betrug (Rubbert, 2014). Indikationen für einen Wechsel vor Beendigung der eigentlichen Tätigkeit traten in 2.3 % der Fälle ($n=49/2.165$) auf; die häufigste Ursache hierfür stellten Probleme in der Ausführung von Tätigkeiten mit hohen feinmotorischen Anforderungen sowie eine Durchfeuchtung des Handschuhmaterials dar (Hübner et al., 2016).

II.5.5.4 VERWURF UND ENTSORGUNG

Schutzhandschuhe

Handschuhe, die beschädigt oder verunreinigt sind oder deren Tragedauer überschritten wurde (TRGS 401, 2008) und von denen eine Gefahr ausgehen kann (s. Kap. II.3.2.1), sind unter Berücksichtigung der Produktinformationen der herstellenden Firmen sowie betrieblichen und gesetzlichen Vorgaben bzw. Umweltvorschriften sachgerecht zu entsorgen (DGUV Information 212-007, 2009; DGUV Regel 112-995, 2007). Die fachliche Grundlage für die Entsorgung von Abfällen bildet das *Europäische Abfallverzeichnis* (AVV) bzw. die Ausführungen der *Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall* (LAGA) (TRBA 250, 2014). Je nach Einstufung der Herkunft, Art, Beschaffenheit, Zusammensetzung und

Gefährlichkeit der Abfälle im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung erfolgt die Entsorgung gemäß der dort definierten Abfallschlüsselnummern (AS).¹⁹⁹

Textile (Unterzieh-)Handschuhe

Eindeutig als *textile Einmalhandschuhe* gekennzeichnete Handschuhe (*single use*) sollten auch nur einmal verwendet und anschließend verworfen werden (PHO, 2019). Die AORN (2017) empfiehlt den unmittelbaren Verwurf singular verwendeter Textilhandschuhe. Das *Australian Safety and Compensation Council* (ASCC) (2005) weist auf einen Verwurf oder die regelmäßige Waschung (ohne weitere Differenzierung) hin.

Ein Verwurf sollte bei sichtbarer Reibebeanspruchung²⁰⁰ (z. B. Flusen, Aufrauungen, Pills, Faserverknäulungen/-knötchen) (Reumann, Haase et al., 2000), Beschädigungen (z. B. Löcher oder Risse) (Burgia Sauerland GmbH, 2021; Copeland, 2003) sowie Überschreitung der seitens der herstellenden Firmen empfohlenen Anwendungshäufigkeit (Gebrauchsdauer) und/oder Aufbereitungszyklen (PHO, 2019) erfolgen; hierfür lohnt sich ggf. die Festlegung von sog. Grenzmustern als Maßstab. Weiterführend ist ein Verwurf bei nicht durch Gefahrenstoffe hervorgerufenen, nicht wieder entfernbaren Verschmutzungen²⁰¹ sinnvoll.

Grundsätzlich sollte jede *direkte Verunreinigung mit Gefahrstoffen*, im Sinne hochkonzentrierter Chemikalien wie Pestizide oder hochpotenter Allergene wie Exoxidharze oder Acrylate, zu einem unmittelbaren Verwurf führen (hier auch: NIOSH, 1978).²⁰² Dies gilt auch für Fälle, in denen Handschuhkombinationen im Kontakt ggü. Gefahrstoffen eingesetzt wurden und eine mögliche Durchdringung des Schutzhandschuhmaterials (z. B. aufgrund der Überschreitung der Tragezeit oder begrenzter Schutzfunktion des Materials, s. Kap. II.3.2.1) nicht auszuschließen ist. In der Praxis zeigen sich differenzierte

¹⁹⁹ Handschuhe oder Einwegkleidung aus Einrichtungen des Gesundheitsdienstes, die im gesamten Bereich der Patientenuntersuchung und -versorgung anfallen, werden i. d. R. als *gering kontaminierte, nicht gefährliche Abfälle*, an deren Sammlung und Entsorgung aus infektionspräventiver Sicht keine besonderen Anforderungen gestellt werden, eingestuft (AVV-Abfallschlüssel: 180104); die Entsorgung erfolgt in zugelassenen Abfallverbrennungsanlagen oder über andere thermische Behandlungen (Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall [LAGA], 2021). Abfälle, die mit meldepflichtigen Krankheitserregern behaftet sind und von denen ein relevantes Infektionsrisiko ausgeht (z. B. Schutzkleidung in Isolationszimmern), werden an der Anfallstelle verpackt, geschlossen gesammelt und als *gefährlicher Abfall* mit Entsorgungsnachweis in zugelassener Abfallverbrennungsanlagen (z. B. Sonderabfallverbrennung) entsorgt (AVV-Abfallschlüssel: 180103) (LAGA, 2021). Gemischte Siedlungsabfälle gelten wiederum als *hausmüllähnliche Gewerbeabfälle*, für die die öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträger verantwortlich sind; die Entsorgung erfolgt über Müllverbrennungsanlagen (LAGA, 2021).

²⁰⁰ Polyamid und Polyester erweisen sich als widerstandsfähiger ggü. Verschleiß durch Reibung als (in absteigender Reihenfolge) Wolle, Modalacryl, Polyvinylchlorid, Polyacryl, Aramid, Baumwolle, Modal und Viskose (Bobeth et al., 1993; Jacobasch, 1993).

²⁰¹ Eine stärkere Anschmutzbarkeit bzw. Anschmutzneigung ist grundsätzlich bei der Verwendung von unbleichten bzw. rohen (z. B. aus Baumwolle) anstelle von gebleichten Fasern (z. B. aus Baumwolle) (Bobeth, 1993a; Hochreiter, 1966), porösen als kompakten Fasern (Jacobasch, 1993) sowie Feinstrick bzw. feine(re)n Fasern im Vergleich zu groben/gröberen Fasern zu beobachten (Hochreiter, 1966).

²⁰² Das *Niedersächsische Landesgesundheitsamt*, Abteilung Krankenhaushygiene, empfiehlt, Unterziehhandschuhe bei Kontamination mit Gefahrstoffen sofort zu wechseln und der Wiederaufbereitung zuzuführen bzw. (eher) zu verwerfen (Auskunft per E-Mail vom 02.07.2015).

Die BG ETEM empfiehlt, Unterziehhandschuhe bei starken strukturellen Schäden, irreversiblen Verschmutzungen oder einer Kontamination/Durchdringung mit sensibilisierenden oder sonstigen stark gesundheitsgefährdenden Stoffen sofort zu entsorgen (Auskunft per E-Mail vom 18.06.2015).

Die Fa. MaxiMo Strickmoden Bruno Barthel GmbH & Co. KG empfiehlt, Textilhandschuhe bei Kontamination mit Chemikalien, welche nicht bei max. Waschtemperatur ausgewaschen werden können oder zu einer (sichtbaren) Zersetzung des Fasermaterials führen, zu verwerfen (Auskunft per E-Mail vom 12/2015).

Vorgaben: So schreibt bspw. die EPA einen unverzüglichen Verwurf textiler Unterziehhandschuhe nach 10-stündiger Verwendung bzw. 24 Std. nach Erstverwendung unter Chemikalienschutzhandschuhen im Kontakt ggü. Pestiziden vor (EPA, 2015; Fishel, 2021).²⁰³ Von Seiten des *Bundesamts für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit* (BVL) (2022) wird dagegen die Aufbereitung von im Bereich des Pflanzenschutzes angewandter PSA in einer haushaltsüblichen Waschmaschine, separiert von der üblichen Haushaltswäsche, für möglich gehalten. Die *TRGS 525: Gefahrstoffe in Einrichtungen der medizinischen Versorgung* (2014) greift die Empfehlung der Verwendung textiler Unterziehhandschuhe im Vergleich zu der vorhergehende Version *BG-Regel BG-R 206 Desinfektionsarbeiten im Gesundheitsdienst* nicht mehr auf. Wie bereits dargestellt (s. Kap. II.5.2.4), kann eine zweite Lage absorptionsfähiger Handschuhe unter Chemikalienschutzhandschuhen als eine Art Reservoir für die verwendeten Gefahrenstoffe fungieren, wobei bislang nicht geklärt ist, inwiefern Unterziehhandschuhe eher als zusätzlicher Schutz oder Gefahr zu bewerten sind (Roff, 2015; J. Stone et al., 2005). Selbiges trifft ggf. auch für nicht primär als Gefahrenstoffe wahrgenommene oder bewertete Substanzen wie Allergene in Schutzhandschuhen (s. Kap. II.5.2.3II.5.2.2) (D. A. Buckley & Chowdhury, 2022) oder Flächen-/Desinfektionsmittel (Glück, o.J.) zu. Weiterführend kann die Frage nach dem Verbleib bestimmter Substanzen nach der Waschung nicht bzw. nur schwer beantwortet werden (D. A. Buckley & Chowdhury, 2022), so konnten bspw. in Textilien auch nach mehrmaliger Wiederaufbereitung noch Pestizidrückstände nachgewiesen werden (s. Kap. II.4.6.6) (J. F. Stone & Stahr, 1989).

Weiterhin sollte grds. jede *direkte Kontamination mit Biostoffen (biologische Arbeitsstoffe)*, die gemäß der *Biostoffverordnung* (BioStoffV) in die Risikogruppen 2 bis 4 fallen, zu einem unmittelbaren Verwurf führen.²⁰⁴ Biostoffe – d. h., Mikroorganismen, einschließlich gentechnisch veränderter Mikroorganismen, Zellkulturen und humanpathogener Endoparasiten – dieser Klassen können (schwere) Erkrankungen beim Menschen hervorrufen und eine (ernste) Gefahr für die Gesundheit darstellen (BioStoffV, § 3). In den Anwendungsbereich der Verordnung fallen z. T. sehr heterogene Tätigkeitsbereiche in verschiedenen Branchen (z. B. Einrichtungen des Gesundheitswesens, der Biotechnologie; Forschungseinrichtungen; Bereiche der Abfallwirtschaft), die durch den Umgang mit Biostoffen gekennzeichnet sind. Die TRBA 250 konkretisiert im Rahmen ihres Anwendungsbereichs die Anforderungen der BioStoffV in Bereichen des Gesundheitswesens und der Wohlfahrtspflege, in denen eine medizinische Untersuchung, Behandlung oder Pflege von Menschen erfolgt (z. B. Krankenhaus, Reha-Einrichtung, Zahn-/Arztpraxen) (TRBA 250, 2014).²⁰⁵ Tätigkeiten in Einrichtungen dieser Bereiche sind im Sinne der

²⁰³ Zur Begründung heißt es u. a.: „EPA believes that permitting reusable glove liners with a laundering requirement would be difficult to enforce and would not assure the desired degree of protection. Specifically, it would be difficult, if not impossible, to ascertain when gloves had been laundered. Further, permitting re-use of glove liners, even if laundered, would not ensure adequate protection. The Agency feels that re-laundered liners are not sufficiently protective, because there is no certainty that laundering a glove liner would remove all contaminants. Information reviewed by the Agency indicates that, although careful laundering has the potential to reduce pesticide residue levels on gloves, it can be difficult to eliminate pesticide residues from gloves, even after repeated washing. EPA believes that disposable glove liners assure that the worker has a non-contaminated liner and does not place an undue financial burden on the employers.“ (Office of the Federal Register, National Archives and Records Administration, 2004, S. 53343).

²⁰⁴ Das *Niedersächsische Landesgesundheitsamt*, Abteilung Krankenhaushygiene, empfiehlt, Unterziehhandschuhe bei Kontamination mit Biostoffen sofort zu wechseln und der Wiederaufbereitung zuzuführen. Alternativ können für die Einfachverwendung vorgesehene Modelle zur Anwendung kommen (Auskunft per E-Mail vom 02.07.2015).

²⁰⁵ Ergänzend sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die Verwendung von textilen Unterziehhandschuhen ausschließlich in der TRBA 250 und TRBA 220 (Abwassertechnische Anlagen) thematisiert wird. Die TRBA 100 (Laboratorien), TRBA 120

BioStoffV auf Basis ihrer Infektionsgefährdung einer von vier möglichen Schutzstufen zuzuordnen (TRBA 250, 2014). Von Relevanz ist hierbei v. a. der Kontakt mit potentiell infektiösem Material (z. B. Körperflüssigkeiten wie Blut und Speichel; Körperausscheidungen wie Stuhl; Körpergewebe) (TRBA 250, 2014). So fallen unter die Stufe 1 u. a. Tätigkeiten, bei denen kein Umgang oder nur sehr selten ein geringfügiger Kontakt mit potenziell infektiösem Material besteht (z. B. Röntgenuntersuchung, Reinigung nichtkontaminierter Flächen), wohingegen in der Stufe 2 ein solcher regelmäßig und nicht nur in geringfügigem Umfang stattfindet (z. B. Legen von Gefäßzugängen; Waschen, Duschen, Baden inkontinenter Personen; Reinigung/Desinfektion kontaminierter Flächen) (TRBA 250, 2014). Die TRBA 250 äußert sich nicht konkret zum (weiteren) Umgang mit Unterziehhandschuhen. Gemäß den obigen Ausführungen ist bei bestimmten Tätigkeiten mit einer höheren Infektionsgefährdung zu rechnen, was auch die Wahrscheinlichkeit eines notwendigen Handschuhwurfes aufgrund von Kontamination steigen lässt. Werden Unterziehhandschuhe bewusst in *infektiösen Bereichen* (z. B. Zimmer in Sonderisolerstationen in Krankenhäusern) eingesetzt, muss in jedem Fall nach der einmaligen Anwendung bzw. Erstverwendung ein unmittelbarer Verwurf erfolgen.

Im Rahmen der vorgenommenen Eingrenzungen wird deutlich, dass textile Unterziehhandschuhe möglicherweise auch unabhängig von einer ersten Durchfeuchtung (s. Kap. II.5.5.1) (regelmäßig) unter Berücksichtigung der jeweiligen Anwendung gewechselt und der sachgemäßen Auswahl und korrekten Technik des Handschuhwechsels (DGUV Information 213-032, 2021; TRGS 401, 2008; Wilke et al., 2018) (s. Kap. II.5.4.1) besondere Aufmerksamkeit zukommen sollte, da kontaminierte Handschuhe zur Ausbildung bzw. Verschlimmerung von Hauterkrankungen beitragen können (Awosika-Olumo, Trangle & Fallon, 2003). Weiterführend sind hiermit auch Fragen der Nicht-/Eignung von Unterziehhandschuhen in bestimmten (Berufs-)Bereichen, v. a. wenn bspw. aus finanziellen und/oder ökologischen Gründen (zusätzlich) eine Mehrfachverwendung (s. Kap. II.5.3.8) angestrebt wird, verbunden.

Für die *Entsorgung* von textilen Unterziehhandschuhen existieren keine konkreten Vorgaben und/oder Empfehlungen; grds. finden auch hier die betriebsinternen und gesetzlichen Regularien Anwendung.

Für *hygienesensible Bereiche*, insbes. Einrichtungen des Gesundheitswesens, ist anzunehmen, dass bei einer (potentiellen) Kontamination mit biologischen Arbeitsstoffen ebenfalls die Entsorgungsvorschriften für Schutzhandschuhe gemäß der AVV angesetzt würden (AVV-Abfallschlüssel: 180104¹⁹⁹). Die Entsorgung richtet sich vorrangig nach Kriterien der Infektionsprävention und die Art des Handschuhmaterials spielt eine nachrangige Rolle. Für *nicht hygienesensible Bereiche*, z. B. gewerbliche Einrichtungen, ist eher eine Entsorgung über den Gewerbeabfall nach der Materialart (z. B. Kunststoffe, Textilien) anzunehmen.²⁰⁶

(Versuchstierhaltung), TRBA 130 (Akute biologische Gefahrenlagen), TRBA 213 (Abfallsammlung), TRBA 214 (Abfallbehandlungsanlagen), TRBA 230 (Land- und Forstwirtschaft), TRBA 240 (Kontaminiertes Archivgut), TRBA 255 (Pandemie Gesundheitsdienst) greifen diese zusätzliche Hautschutzmaßnahme nicht auf.

²⁰⁶ Nach Aussage bzw. Einschätzung des *Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie und Klimaschutz*, Referat 36 - Kreislauf- und Abfallwirtschaft, Altlasten und Ressourcenmanagement (Auskunft per E-Mail vom 13.06.2023).

Studienergebnisse

In der Machbarkeitsstudie von Hübner et al. (2016) wurden die Unterziehhandschuhe in Zimmern, die zur Infektionsprävention unter Schutzisolation standen, nicht eingesetzt. Die Entsorgung der verwendeten und nach der professionellen Wiederaufbereitung aussortierten Baumwollhandschuhe erfolgte als Klasse A-Müll, d. h., über den hausmüllähnlichen Abfall²⁰⁷. Pro Handschuh (ca. 11 g Trockengewicht) ergab sich ein Müllaufkommen von etwa 200 g; die anfallenden Entsorgungskosten wurden als vernachlässigbar eingestuft.

van der Meer et al. (2015) identifizierten den Handschuhumgang, d. h., die Frage des Verwurfs oder der Wiederaufbereitung nach längerem Gebrauch, als eine Barriere für den (regelhaften) Einsatz von textilen Unterziehhandschuhen.

II.5.5.5 WIEDERAUFBEREITUNG

Schutzhandschuhe

Die Arbeitgebenden haben die zur Verfügung gestellte, ggf. kontaminierte PSA einschließlich geeigneter Schutzkleidung sowie verunreinigter Arbeitskleidung – sofern es sich nicht um Einwegprodukte handelt – zu reinigen bzw. desinfizieren und in einem intakten Zustand zu halten (TRBA 250, 2014; TRGS 401, 2008; TRGS 500, 2019). Durch erforderliche Wartungs-, Reparatur- und Ersatzmaßnahmen sind ein gutes Funktionieren und einwandfreie hygienische Bedingungen zu gewährleisten (Richtlinie 89/656/EWG, Art. 4 (6); PSA-BV, § 2 (4)).

Schutzhandschuhe sollen bei möglicher bzw. beabsichtigter Wiederverwendung in regelmäßigen Abständen leicht zu reinigen sein (DGUV Information 212-007, 2009; DGUV Regel 112-995, 2007). Die Reinigung sollte unter Berücksichtigung der Informationen der herstellenden Firmen (z. B. Anzahl max. Reinigungszyklen), welche sich an Verbrauchende, Wäschereien und chemische Reinigungen richten, erfolgen (DIN EN ISO 13688:2013-12, Kap. 5.2). Durch Hygienemängel können Gesundheits- und Unfallrisiken entstehen, denen bspw. durch ein adäquates Pflegeverhalten entgegengewirkt werden kann (DGUV Regel 112-995, 2007).

Textile Unterziehhandschuhe

Ein Teil der auf dem deutschen Markt verfügbaren textilen Unterziehhandschuhe ist laut Angaben der herstellenden bzw. vertreibenden Firmen waschbar (s. Anh. 4, Tabelle 53). Für wenige Handschuhmodelle liegen konkrete, auf entsprechenden Prüfungen basierende Empfehlungen für die Wiederaufbereitung vor. Für die Wiederverwendung vorgesehen Handschuhe sollten als *wiederverwendbar*

²⁰⁷ Bei der Klasse bzw. Gruppe A handelt es sich um eine mehrerer ehemaliger Abfallkategorien, die seit 2002 nicht mehr gültig sind und in differenzierter Form in das europaweit gültige AVV überführt wurden (Abfallmanager Medizin, 2023a). Die Gruppe A betraf Abfall, an dessen Sammlung und Entsorgung aus infektionspräventiver und umwelthygienischer Sicht keine besonderen Anforderungen gestellt wurden (Abfallmanager Medizin, 2023b). Diese Definition gilt in der Neuregelung für den AVV-Abfallschlüssel 180104 (in der Gegenüberstellung jetzt ehemals Gruppe B), in welchen bspw. Handschuhe oder Einwegkleidung aus Einrichtungen des Gesundheitsdienstes eingestuft werden (Abfallmanager Medizin, 2023b).

deklariert sein (PHO, 2019; Wilke et al., 2022); ein Einsatz entsprechend *mehrfach waschbarer* Modelle (EU-OSHA, 2020; SVLFG, 2021) ist aus ökonomischer Sicht sinnvoll (Superior Glove, 2022). Eine Wäsche der Unterziehhandschuhe in *regelmäßigen* (ASCC, 2005; Borgatta et al., 1989; DGUV Information 207-206, 2016; DGUV Regel 101-019 / BGR 209, 2001; IVSS, 2014) oder *häufigen* (VBG, 2021) bzw. *besonders häufigen* (Hensiek, 2021) Abständen wird nahegelegt (S. W. Becker, 1931).

Die BGW weist in ihren allgemeinen (BGW, 2019b) und branchenspezifischen (z. B. Friseurhandwerk, Pflege) (BGW, 2019a, 2019c) Schriften zum Hautschutz bzw. Handschuheinsatz auf die Möglichkeit der (unproblematischen) Maschinenwäsche von Unterziehhandschuhen hin. Detailliertere Ausführungen zum Wechsel und zur Art der Wäsche (mind. 60 °C oder höher mit Vollwaschmittel) liegen seit Bestehen der COVID-19-Pandemie für das Friseurhandwerk (BGW, 2020a) und den Bereich der Kosmetik (BGW, 2021) vor. Laut der VBG können Baumwoll-Unterziehhandschuhe i. d. R. bei 95 °C gewaschen werden (VBG, 2016); die BGN empfiehlt den Einsatz von (mehrfachverwendbaren) Modellen, die bei mind. 60 °C bzw. waschbar sind (BGN, 2020, 2021). Zum Schutz der textilen Handschuhe vor Unregelmäßigkeiten der Trommel oder anderen Wäschestücken sollten wiederverwendbare Wäschesäcke, ggf. mit namentlicher Kennzeichnung, verwendet werden.²⁰⁸ Die Wäsche und Trocknung textiler (Unterzieh-)Handschuhe (v. a. reine Baumwolle) kann, insbes. bei hohen Temperaturen (Kochwäsche), zu Materialschrumpfungen und ggf. nachfolgenden Mängeln hinsichtlich des Tragekomforts (z. B. Passform) führen (Copeland, 2003; DGUV Regel 112-189, 2007; Jepsen et al., 1985; Superior Glove, 2022; Webb, 2021).

Grundsätzlich sollte die Wiederaufbereitung in Orientierung an den Produktinformationen der herstellenden bzw. vertreibenden Unternehmen (z. B. Wasch- und Pflegeanleitung in den Gebrauchsanweisungen) (AORN, 2017; PHO, 2019; VBG, 2016; Webb, 2021; Wilke et al., 2018) sowie unter Berücksichtigung bestehender betrieblicher Hygieneregeln (Wilke et al., 2018) erfolgen. Letztere basieren auf der Gefährdungsbeurteilung bzw. gesetzlichen Vorgaben, wobei sich berufsgruppenübergreifend geltende Regularien (z. B. TRBA 250, TRGS 401, TRGS 500, DGUV Regel/Informationen) nicht explizit zur Art der Wiederaufbereitung von Schutzkleidung äußern.

Weiterhin spielt die Art der Kontamination/en eine erhebliche Rolle: Feste oder flüssige Substanzen, gleich welcher Natur, können in unterschiedlicher Form und Intensität in eine (physikalische) Wechselwirkung mit Textilfasern treten. Entsprechend des Ausgangsstoffes (Art und ggf. Behandlung) und der Art der Aufnahme bzw. Bindung variieren die für die Wiederaufbereitung einsetzbaren Verfahren hinsichtlich ihrer Effektivität. Konventionelle, d. h., einfache haushaltsübliche Verunreinigungen werden als leicht(er) und chemisch gebundene Substanzen und v. a. Gemische (z. B. Haarfarben, Acrylate und andere Polymere) als schwer bis nicht entfernbar eingestuft. Über die ggf. in Textilien

²⁰⁸ Empfehlung in Orientierung an den, in Einrichtungen des Gesundheitswesens standardmäßig für die Wiederaufbereitung bestimmter Textiltypen eingesetzten Behältnissen (z. B. Wäschesäcke für die Schmutzwäsche) (Babikir & Schuster, 2018). Für eine entsprechende Handhabung sprechen auch ökologische Gründe (z. B. Abfangen von Mikroplastik in synthetischen Textilien bzw. Mischgeweben) (Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e. V. [BUND], 2019). Babikir & Schuster (2018) verweisen darauf, dass eine personenbezogene Verwendung von Arbeits- bzw. Schutzkleidung, zumindest im Gesundheitswesen, grundsätzlich mit einem höheren Aufwand (Wäschebestand, Lagerhaltung, Wäscheaufkommen, Kennzeichnung) einhergeht.

verbleibenden Rückstände und deren möglichen Einflüssen auf die Gesundheit (s. Kap. II.4.5) können nur im Einzelfall Aussagen getroffen werden. Die Wiederaufbereitung beruflich eingesetzter Textilhandschuhe in der Haushaltswaschmaschine (s. Folgeabschnitt) wird grds. kritisch(er) und die industrielle Aufbereitung aus Sicherheitsgründen für effizienter und nachhaltiger eingeschätzt.²⁰⁹

In Ergänzung zu vereinzelt Studienergebnissen aus der Literatur²¹⁰ zeigt die berufsdermatologische Handschuhberatungspraxis, dass nicht nur Dienst- und/oder Arbeitskleidung, sondern auch Unterziehhandschuhe häufig in der Privatwaschmaschine aufbereitet werden. Ursächlich hierfür sind mangelnde Möglichkeiten der professionellen Wiederaufbereitung seitens der Arbeitgebenden und/oder die un-/bekannten Umstände der Aufbereitung (z. B. Verlust von Handschuhen, Auftreten von Hautirritationen, verminderter Tragekomfort). Bei Textilunverträglichkeiten (s. Kap. II.4.5) sollte der Wiederaufbereitungs- sowie ggf. auch Beschaffungsprozess auf jeden Fall mit der Hygienefachkraft und/oder dem betriebsärztlichen Dienst besprochen werden (Bergen, 2000; Bonnekoh et al., 2004).

Textile Unterziehhandschuhe in medizinischen Einrichtungen

Seitens der KRINKO beim RKI erfolgt ein Verweis auf die Wiederaufbereitung von Unterziehhandschuhen im Rahmen von *Desinfektions-Waschverfahren* (RKI, 2016). Das RKI unterscheidet zw. chemo-/thermischen Desinfektionswaschverfahren, wobei die hierfür eingesetzten Apparate die in der *Liste der vom Robert Koch-Institut geprüften und anerkannten Desinfektionsmittel und -verfahren* gestellten Anforderungen (z. B. Konzentration von Desinfektions- und Waschmittel) und Auflagen (z. B. Taktzeit) gewährleisten müssen (Heeg, Vossebein & Wendt, 2019; RKI, 2016). Um den Bedingungen einer anforderungsgerechten Textilhygiene zu entsprechen, kann die Aufbereitung in internen Wäschereien oder durch externe bzw. gewerbliche Textilservice-Unternehmen/Wäschedienstleister²¹¹ erfolgen.

Im Positionspapier *Kleidung und Schutzausrüstung für Pflegeberufe aus hygienischer Sicht* der DGKH erfolgt keine Zuordnung textiler Unterziehhandschuhe in die Bereiche Arbeits- oder Schutzkleidung²¹², für deren Aufbereitung der Einsatz von nachgewiesen wirksamen, desinfizierenden Waschverfahren

²⁰⁹ Zusammenfassung der Einschätzungen verschiedener Experten und Expertinnen auf die Frage nach der Reinigung bzw. Wiederverwendung von Baumwoll-Unterziehhandschuhen (IKW; Institut für Textil- und Verfahrenstechnik Denkendorf [ITV]; wfk - Cleaning Technology Institute e. V.; Thüringisches Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung e. V.; Forschungsinstitut für Textil und Bekleidung [FTB], Hochschule Niederrhein; Auskunft per E-Mail von 12/2015).

²¹⁰ Entsprechende Belege liegen bspw. für den Bereich der Pflege (D. Hansen et al., 2011) und das Gesundheitswesen (Klinik) (Bergen, 2000; Y.-A. Lee, Salahuddin, Gibson-Young & Oliver, 2021) sowie diverse andere Berufszweige (European Textile Services Association [ETSA], 2012) vor.

²¹¹ Wäsche bzw. Textilien aller Art, einschließlich PSA, können durch Textilservice-Unternehmen bzw. Textildienstleister (Mietservice/Leaser oder Lohnwäscher) im Rahmen sachgemäßer Waschverfahren zur Schmutzentfernung und zum Erhalt der Schutzfunktion wiederaufbereitet werden. *Lohnwäsche* bezeichnet die Wäsche, welche nicht im Besitz einer Wäscherei (hier Lohnwäscher) ist, aber durch diese (im Lohn) aufbereitet wird. *Mietwäsche* bezeichnet die Wäsche, welche sich im Besitz der Wäscherei (hier Leaser) befindet und durch diese vermietet und aufbereitet wird. Die Wiederaufbereitung erfolgt nach Beratung des Arbeitgebenden auf Basis der Gefährdungsbeurteilung der Anwendenden. Voraussetzung für eine industrielle Wiederaufbereitung (Reinigung, Trocknung, Vergleich und ggf. Aussortierung, ggf. Entsorgung, Sortierung, Bündelung) ist eine entsprechende Eignung gemäß der Norm *DIN EN ISO 15797 – Textilien: Industrielle Wasch- und Finishverfahren zur Prüfung von Arbeitskleidung* (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V. & Hohenstein Laboratories GmbH & Co. KG, 2019a).

²¹² Laut TRBA 250 stellt die *Arbeitskleidung* einen Ersatz oder eine Ergänzung der Privatkleidung ohne spezifische Schutzfunktion dar (z. B. Berufskleidung wie die Uniform), wohingegen die *Schutzkleidung* dem Schutz vor schädigenden Einwirkungen bei der Arbeit oder der Kontamination der Arbeits- und Privatkleidung durch biologische Arbeitsstoffe dient (TRBA 250).

bzw. Verfahren/Mittel entsprechend der RKI-/VAH-Liste²¹³ als Mindeststandard formuliert wird (DGKH, 2016). Die BGW (2022a) weist für kontaminierte Arbeits-/Schutzkleidung auf die Wiederaufbereitung durch externe Wäschereien hin; erfolgt diese durch die Leitung des Pflegebetriebs, muss ein RKI-/VAH-gelistetes Waschmittel bei einer Mindesttemperatur von 60 °C zur Anwendung kommen.²¹⁴

Für Arztpraxen und ähnliche Einrichtungen liegt, obgleich in diesen auch die TRBA 250 Anwendung findet, bislang kein Konsens über die Wäscheaufbereitung vor (Heeg & Vossebein, 2019). Die Reinigung nicht kontaminierter Praxiswäsche (Kompetenzzentrum Hygiene und Medizinprodukte der Kassenärztlichen Vereinigungen und der Kassenärztlichen Bundesvereinigung, 2019, 2022) oder textiler Praxiskleidung, die bei nicht kontaminationsrelevanten Tätigkeiten getragen wurde (DAHZ, 2021), bedarf keiner besonderer Anforderungen. Jedoch sind (nicht sichtbare) Kontaminationen, welche den Einsatz validierter Aufbereitungsprozesse (chemo-/thermische Verfahren) notwendig machen, jederzeit möglich (Kompetenzzentrum Hygiene und Medizinprodukte der Kassenärztlichen Vereinigungen und der Kassenärztlichen Bundesvereinigung, 2019, 2022). Laut der DGKH könnte die Aufbereitung, sofern die entsprechenden räumlichen Voraussetzungen (Trennung in un-/reine Bereiche) gegeben sind und mit chemothermischen Verfahren (mind. 65 °C) und einem gelisteten desinfizierendem Waschmittel gearbeitet wird, theoretisch in der Praxis erfolgen (Popp & Zastrow, 2011). Die *Hohenstein Institute* weisen ergänzend auf die korrekte Anwendung von Waschzusätzen und regelmäßige Eigenkontrollen (Einsatz von Bioindikatoren) zur Überprüfung der Wirksamkeit der Waschverfahren sowie die Vermeidung von Rekontaminationen (durch bspw. Keimablagerungen in der Maschine) hin (Hohenstein Laboratories GmbH & Co. KG, 2013).

Wiederaufbereitung steriler textiler Unterziehhandschuhe

Die Wiederaufbereitung steriler Unterziehhandschuhe sollte ebenfalls in Orientierung an den Informationen seitens der herstellenden Firmen (z. B. zu geeigneten validierten Sterilisationsverfahren) unter Berücksichtigung bestehender betrieblicher Hygieneregeln erfolgen. Handelt es sich bei den Handschuhen um zertifizierte MP, sind weiterhin die gesetzlich geltenden Anforderungen der MDR und offiziellen Empfehlungen der KRINKO am RKI für die ordnungsgemäße Aufbereitung von MP zu beachten. Unter den anwendbaren physikalischen Sterilisationsverfahren für MP gilt die Sterilisation mit feuchter Hitze (Dampfsterilisation) als wichtigstes und sicherstes Verfahren (Just, Roggenkamp & Reinhardt, 2016; Scherrer & Bauer, 2018).

²¹³ Die VAH-Liste stellt eine Zusammenstellung aller Produkte dar, die zum jeweiligen Erscheinungstermin ein gültiges Zertifikat des *Verbands für Angewandte Hygiene* (VAH) e. V. besitzen. Alle Produkte in der VAH-Liste erfüllen mit den dort zertifizierten Angaben zu Wirkspektrum und Anwendungstyp die Vorgaben der Qualitätsanforderungen an die Wirksamkeit für chemische Desinfektionsverfahren gemäß den für Dtl. juristisch relevanten KRINKO-Empfehlungen oder den Empfehlungen anderer wissenschaftlicher Fachgesellschaften (z. B. AWMF, DGKH). Die Desinfektionsmittel-Liste des VAH kann online eingesehen und genutzt werden (mehr Informationen unter der URL: <https://vah-liste.mhp-verlag.de/>, Stand: 12.06.2023).

²¹⁴ Entsprechende Empfehlungen finden sich nicht in den Informationsschriften für die Bereiche *Humanmedizin, Therapeutische Praxen, Zahnmedizin* und *Pharmazie*.

Private Wiederaufbereitung textiler Unterziehhandschuhe

In Tätigkeitsbereichen mit Gefahrstoffen (TRGS 500, 2019) oder biologischen Arbeitsstoffen (TRBA 250, 2014) eingesetzte und ggf. kontaminierte Schutz-/Arbeitskleidung darf von den Beschäftigten zur Reinigung nicht mit nach Hause genommen werden. Die Wiederaufbereitung entsprechender Kleidung aus dem Gesundheitsdienst im Privathaushalt ist auch bei der Anwendung desinfizierender Waschverfahren nicht erlaubt (DGUV, 2021c; TRBA 250, 2014).²¹⁵ Konventionelle Haushaltswaschmaschinen können die chemo-/thermische Aufbereitung von Textilien, welche in einer definierten mikrobiologische Qualität vorliegen müssen, i. d. R. nicht gewährleisten (Bellante et al., 2011; DGKH, 2016; Heeg et al., 2019; Kompetenzzentrum Hygiene und Medizinprodukte der Kassenärztlichen Vereinigungen und der Kassenärztlichen Bundesvereinigung, 2019, 2022; RKI, 2016; Schimmelpfennig, 2014). Vergleichbares gilt für aus Industrieunternehmen stammende Schutz-/Arbeitskleidung, deren anhaftende Verschmutzungen (Öle, Fette, Metallabrieb etc.) sich nicht mit herkömmlichen Waschmitteln oder -verfahren entfernen lassen und nicht ungefiltert ins Abwasser gelangen dürfen (W+R INDUSTRY GmbH, o.J.).²¹⁶ Ursächlich für die Nicht-Eignung von Haushaltswaschmaschinen sind u. a. zu große Differenzen hinsichtlich Temperaturprofil (Exaktheit und Haltezeit), Verschmutzung, Maschinenbeladung, Flottenverhältnis (Textil- zur Flüssigkeitsmenge) sowie Wasch- und ggf. Desinfektionsmitteldosierung (Bellante et al., 2011; Heeg et al., 2019; Schimmelpfennig, 2014). Darüber hinaus ist das Kontaminationsrisiko bei der Wäscheentnahme aus der Waschmaschine und deren Transport zur Arbeitsstätte (z. B. Krankenhaus) aufgrund der Gefahr der Verschleppung von Keimen oder Gefahrstoffen nicht zu vernachlässigen. Aktuelle Untersuchungen deuten darauf hin, dass die Unterschiede zw. der Waschleistung von Haushalts- und Gewerbewaschmaschinen trotz differenzierter Techniken weniger groß als angenommen sind; dies weist darauf hin, dass bei der Wiederaufbereitung v. a. auch Faktoren wie die adäquate Durchführung der Wäscheaufbereitung durch den Nutzenden eine relevante Rolle spielen (Henke-Gendo, Bergen & Dreesman, 2021); hier auch Bellante et al., 2011).²¹⁷

Ist im Einzelfall eine private Wiederaufbereitung von Unterziehhandschuhen erforderlich, sollte diese nach Absprache mit dem Arbeitgebenden in Orientierung an den für die Schutz-/Arbeitskleidung bestehenden Hygieneanforderungen Umsetzung finden:

- frühzeitige Wäsche (Reynolds et al., 2022);
- Transport (und spätere Wiederaufbereitung) der Wäsche in einem verschlossenen (z. B. Wäsche-netz/-beutel/-sack, Kissenbezug), bestenfalls flüssigkeitsdichten Behältnis (BGW, 2020b; Schimmelpfennig, 2014);
- kein Schütteln oder Neusortieren der Wäsche (BGW, 2020b; Reynolds et al., 2022),

²¹⁵ Gemäß der jüngsten Rechtsprechung des Verwaltungsgerichts besteht für Wäsche in der Pflege (Arbeits-/Schutzkleidung) die Notwendigkeit der professionellen Wiederaufbereitung durch den Arbeitgebenden; d. h., die Anwendung professioneller Verfahren in der Einrichtung selbst oder durch zertifizierte Dienstleistende (Verwaltungsgerichtshof Baden-Württemberg, 2020).

²¹⁶ Nach Angaben der BG ETEM können normal verunreinigte Textilhandschuhe (z. B. durch Stäube) auch in der Haushaltswaschmaschine wiederaufbereitet werden, wohingegen eine Kontamination der Handschuhe mit bspw. Gefahrstoffen in jedem Fall eine professionelle Wiederaufbereitung durch den Arbeitgebenden nach sich ziehen sollte. Durch die Wiederaufbereitung im Privathaushalt könne es zu einer Kontamination anderer Textilien und/oder der Waschmaschine kommen (Auskunft per E-Mail vom 18.06.2015).

²¹⁷ Bellante et al. (2011) verweisen in diesem Zusammenhang auf methodische Problematiken bei der Evaluation von Aufbereitungsprozessen in Privathaushalten, in welchen notwendige (teil-)standardisierte Waschprozeduren kein exaktes Abbild der tatsächlichen Herangehensweise im Alltag (z. B. individuelle Waschmitteldosierung und Pflege der Maschine) widerspiegeln würden.

- ggf. Verwendung von Schutzhandschuhen für den Kontakt ggü. der verschmutzten (z. B. Entnahme Wäschesack) und unmittelbar gewaschenen Wäsche (z. B. Entnahme Waschmaschine) (BGW, 2020b; Reynolds et al., 2022);
- Verwendung eines desinfizierenden (Schimmelpfennig, 2014), qualitativ hochwertigen Vollwaschmittels (multiple Tenside/Enzyme) (Reynolds et al., 2022);
- ggf. Verwendung eines (zusätzlichen) Hygienespülers (Reynolds et al., 2022);
- ggf. Einsatz eines Weichspülers;
- Wäsche bei mind. 60 °C (BGW, 2020b) bzw. Höchsttemperatur (Reynolds et al., 2022);
- keine Mitwäsche privater Wäsche (BGW, 2020b; Schimmelpfennig, 2014);
- ggf. zusätzlicher Spülgang (EU-OSHA, 2008);
- Trocknung bei Höchsttemperaturen (Reynolds et al., 2022);
- ausreichende Trocknung/Belüftung der Waschmaschine nach Spülgang;
- regelmäßige Reinigung der Waschmaschine (Waschmittelfach/-lade, Gummifalz).

Ergänzend bietet sich die Beachtung der bereits wiedergegebenen Empfehlungen für die Wiederaufbereitung bei bestehenden textilen Unverträglichkeitsreaktionen an (s. Kap. II.4.6.6). Insbesondere in hygienesensiblen Arbeitsbereichen kann weiterführend erwogen werden, alle Regelungen bzgl. der Wiederaufbereitung im Privathaushalt – einschließlich möglicher Vereinbarungen hinsichtlich einer (Teil-)Kostenübernahme – schriftlich zu fixieren.

Wiederaufbereitung antimikrobiell ausgestatteter Handschuhe

Grundsätzlich sollte die Wiederaufbereitung von Handschuhen mit antimikrobieller Ausstattung (s. Kap. II.4.4.3) in Orientierung an den Wasch- und Pflegeanleitungen seitens der herstellenden Firmen erfolgen. Für Personen mit AD wird aufgrund eines Restkontaminationsrisikos ein mind. täglicher Wechsel gebrauchter Textilien und eine maschinelle Wiederaufbereitung bei 60 °C empfohlen (Daeschlein et al., 2010). Eine verlängerte Nutzungsdauer antimikrobiell behandelte Textilien ist demnach nicht durch Einsparungen in der Wiederaufbereitung (Reduktion von Waschhäufigkeit, -temperatur und -mittel) zu erwarten (s. Kap. II.4.4.5) (Morais et al., 2016; Windler et al., 2013).

Die Untersuchung der physikalischen Stabilität und der Beständigkeit gegen wiederholtes Waschen verschiedener antimikrobiell ausgestatteter Textilien führte zu heterogenen Ergebnissen (H. Fischer et al., 2006; Höfer, 2018; KEMI, 2012; Srour et al., 2019). Durch Wäschepflege und Gebrauch (Diffusion oder Abrasion der Wirkstoffe) kann es zu einem Effektivitätsverlust kommen (H. Fischer et al., 2006; Höfer, 2018; Srour et al., 2019; Windler et al., 2013). Im Vergleich zu der Wäsche in der Waschmaschine führt die manuelle Textilaufbereitung zu einer wesentlich geringeren antibakteriellen Reduktion (Daeschlein et al., 2010).

Studienergebnisse

van der Meer et al. (2015) identifizierten die Frage der Wiederaufbereitung als eine Barriere für den (regelhaften) Einsatz von textilen Unterziehhandschuhen. Praxisbeispiele aus dem Bereich Reinraum zeigen, dass die Etablierung von Strukturen für eine betriebsinterne Wiederaufbereitung textiler

Unterziehhandschuhe und die Wiederverwendung entsprechend gereinigter Handschuhe machbar und ökonomisch sinnvoll ist (Welker et al., 2010).

Hübner et al. (2016) untersuchten die Möglichkeiten der Wiederaufbereitung von (routinemäßig) eingesetzten Unterziehhandschuhen auf einer Intensivpflegestation im Rahmen einer Machbarkeitsstudie: Die Aufbereitung erfolgte einmal wöchentlich als Netzwäsche gemäß den Richtlinien für die Aufbereitung von Krankenhauswäsche. Die Wäscherei benötigte durchschnittlich 11 Tage (mind. 7 Tage, max. 14 Tage) bis zur Wiederanlieferung, wobei die durchschnittliche Gesamtumlaufzeit bei 17 Tagen lag (mind. 14 Tage, max. 21 Tage). Der Preis für die Wiederaufbereitung betrug durchschnittlich ca. 0.14 € pro Paar (1.84 €/1 kg Wäsche), wobei hier die für eine erforderliche Sichtkontrolle der aufbereiteten Modelle zusätzlich entstehenden Kosten nicht inkludiert wurden. Hinsichtlich der Materialbeständigkeit zeigte sich das gewählte Wiederaufbereitungsverfahren als geeignet; der Großteil der verwendeten Modelle konnte vier Mal gereinigt werden, wobei grds. mehr als fünf Aufbereitungszyklen für realistisch gehalten wurden/werden. Materialschäden in Form von Verkleinerungen/Verengungen (Straffung/Zusammenziehen der Strickware) wurden v. a. nach dem ersten, nicht aber weiteren Waschvorgängen beobachtet. Beeinträchtigungen zeigten sich weiterhin im Einreißen, Herausragen und teilweise Verknoten der in den Handschuhstulpen eingenähten Gummizüge/-fäden, welche aber den Tragekomfort nicht beeinflussten. Durch verzogene Gummizüge stark zusammengezogene Stulpen stellten den häufigsten Grund (Gefahr der Einschnürung) für keine erneute Wiederbereitstellung der Handschuhe dar; insgesamt wurde 1 % der verwendeten Modelle aufgrund von Beschädigungen oder nicht entfernten Verschmutzungen aussortiert. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass der (routinemäßige) Einsatz wiederaufbereiter Unterziehhandschuhe durch eine Implementierung der Logistik der Aufbereitung möglich sei, aber mit Blick auf die zunehmende Verwendung von Einmalprodukten und Verkleinerungen klinischer Logistikbereiche eine Herausforderung darstelle.

Salkin et al. (1995) ermittelten denen mit Hübner et al. vergleichbare Ergebnisse im Rahmen der Wiederaufbereitung fünf (schnitthemmender) Unterziehhandschuhe unterschiedlicher Materialien, wobei Baumwolle im Vergleich zu Spectra und Kevlar u. a. die geringsten Beeinträchtigungen hinsichtlich der Größe und Integrität zeigte. Hersco et al. (1998) konnten eine leichte Schrumpfung sowie veränderten bzw. nachlassenden Tragekomfort verschiedener textiler (schnitthemmender) Unterziehhandschuhe nach wiederholter Waschung bzw. chemischer Reinigung beobachten.

II.5.5.6 AUFBEWAHRUNG, LAGERUNG UND ABWURF

Schutzhandschuhe

Schutzhandschuhe sollten in Orientierung an den Informationen der herstellenden Firmen so gelagert und aufbewahrt werden, dass keine Kontamination (Zechel et al., 2019) und/oder Beeinträchtigung der Schutzwirkung (z. B. durch Licht und Temperaturen) erfolgen kann (DGUV Regel 112-995, 2007; B. S. Li et al., 2020; C. L. Packham & Packham, 2004; TRGS 401, 2008; TRGS 500, 2019). Für nicht sterile Einmalhandschuhe stehen i. d. R. automatische Handschuhspender bzw. -halter oder Handschuhboxen

bereit (RKI, 2016).²¹⁸ Kann bei der Handschuhentnahme keine potentielle Kontamination durch Berührung des Behältnisses oder weiterer Handschuhe ausgeschlossen werden, ist im Vorfeld eine Händedesinfektion durchzuführen (RKI, 2016). Qualitativ minderwertige Verpackungen, die eine Beschädigung und/oder Kontamination der Handschuhe bei der Entnahme mit sich bringen, haben Einfluss auf die Kosten(-effizienz) und Hygiene (Gottrup, Müller, Bergmark & Norregaard, 2001). Eine Bevorratung einzelner Handschuhe in der Kitteltasche ist nicht zulässig (RKI, 2016). Für den Abwurf sind Voraussetzungen zu schaffen, die eine sichere Ablage und getrennte Aufbewahrung von ungetragenen Textilien in geeigneten Sammelbehältern ermöglichen (z. B. Wäschesammelschrank) (Babikir & Schuster, 2018; TRBA 250, 2014).

Textile (Unterzieh-)Handschuhe

Nicht sterile textile Unterziehhandschuhe stehen i. d. R. – wie auch Mehrweghandschuhe – lose oder in Einzel- oder Mehrfachverpackungen aus Papier oder Kunststoff zur Verfügung. Vereinzelt Modelle weniger Unternehmen sind auch in Handschuhboxen erhältlich.²¹⁹

Im Rahmen einer guten Arbeitsorganisation sollten Handschuhe stets griffbereit bzw. im direkten Umfeld des Arbeitsplatzes verfügbar sein (Wilke et al., 2018; Wilke et al., 2022). Dies kann in Abhängigkeit von den Arbeitsumständen (Ort und Tätigkeit) (hier auch: A. Hansen, Brans & Sonsmann, 2021) (de)zentral über halb-/vollautomatische (PSA-)Ausgabesysteme (sog. intelligente Bekleidungsanlagen) oder Handschuh-Dispenser²²⁰, Handschuhhalterungen (z. B. Karabinerhaken, Clips), hierfür mitgeführten Taschen (z. B. Gürteltasche) sowie die Lagerung an einem festen (z. B. Werkbank) oder mobilen Arbeitsplatz (z. B. Friseurwagen, Rollwagen) gewährleistet werden (Wilke et al., 2018; Wilke et al., 2022; Wilke & Sonsmann, 2022). Grundsätzlich sollte die Aufbewahrung und Lagerung analog zu der der Schutzhandschuhe erfolgen (z. B. kühl, sauber, trocken).

Erfahrungen aus der berufsdermatologischen Handschuhberatungspraxis zeigen, dass Unterziehhandschuhe häufig im Lager- oder Aufenthaltsraum aufbewahrt und für den tätigkeitsbezogenen Einzelfall in den Seitentaschen der Arbeitskleidung mitgeführt werden, was in hygienesensiblen Bereichen aus infektionsprophylaktischer Sicht nicht gestattet ist. Der Abwurf und die Sammlung getragener, für die Wiederverwendung vorgesehener Handschuhmodelle hängen im Wesentlichen von den innerbetrieblichen Gegebenheiten und Möglichkeiten der Wiederaufbereitung ab; im Regelfall stehen entsprechend geeignete (flüssigkeitsdichte) Behältnisse (z. B. mitwaschbarer, ausreichend widerstandsfähiger Wäschesack, BGW, 2022a) zur Verfügung. Pausen- und Bereitschaftsräume dürfen nicht mit Schutz- oder kontaminierter Arbeitskleidung betreten werden, was diese bspw. als ‚Sammelstelle‘ für Handschuhe, die der (privaten) Wiederaufbereitung zugeführt werden sollen, ausschließt (TRBA 250, 2014).

²¹⁸ Die Verwendung hygienischer Spendersysteme, bei denen die Entnahmeöffnungen im unteren Bereich angebracht ist und die Entnahme einzelner Handschuhe an der Manschette erfolgt, hat sich hinsichtlich der Verringerung der Kontaminationsrate als empfehlenswert erwiesen (Assadian, Leaper, Kramer & Ousey, 2016).

²¹⁹ S. Anh. 4, Tabelle 53, Nr. 31.

²²⁰ Bsp.: „AK PETG Glove Liner Dispenser“, Fa. Thermo Fisher Scientific Inc., USA. Mehr Informationen unter der URL: <https://www.fishersci.com/shop/products/ak-glove-liner-dispenser/17987140Pb> (Stand: 14.02.2023).

Studienergebnisse

Teilnehmende der Studie von Scanlan et al. (2004) beschrieben eine ggf. problembehaftete Logistik (Produktion, Lagerung, Transport) als Nachteil für die Verwendung einer Handschuhkombination im militärischen Kontext. In der Machbarkeitsstudie von Hübner et al. (2016) im Gesundheitswesen erwies sich die Verwendung eines Wäsche-Sammelbehälters in Form von Netzbeuteln für den (nach Größen sortierten) Abwurf als geeignet. Die Lagerung erfolgte im Lager der Station vor Ort, wobei unter Berücksichtigung der Rückmeldungen der Studienteilnehmenden eine Prüfung der Bereitstellung am Point-Of-Care (patientennahe Bereitstellung, in unmittelbarer Nähe der Einmalhandschuhe) empfohlen wird (Hübner et al., 2016).

In diesem Kapitel wurde ein Überblick zum Thema „Textile (Unterzieh-)Handschuhe“ gegeben. Die dargestellten Sachverhalte lieferten zusätzliche Informationen zur Methodik und Zielsetzung (Indikation/Anwendung der Unterziehhandschuhe) sowie den Befragungsinhalten/-kriterien der Untersuchung I (s. Teil III). Die Ausführungen machten deutlich, auf welche Art und Weise die Verwendung von (textilen) Unterziehhandschuhen im historischen und präventiven Kontext zu verorten ist. Anknüpfend an die Probleme und Anwendungsfehler der Verwendung von (impermeablen) Schutzhandschuhen (s. Kap. II.3.2) wurden die vielfältigen Funktionen des Einsatzes von (textilen) Unterziehhandschuhen aufgezeigt und hinsichtlich ihrer Wahrnehmung und derzeitigen Bewertung auf wissenschaftlicher Ebene erläutert. Aus dem detaillierten Einblick in relevante Aspekte der Beschaffenheit textiler (Unterzieh-)Handschuhe wurde deutlich, dass viele der gestalterischen Parameter in einem engen Zusammenhang stehen und sich in ihrer Ausprägung und Bewertung gegenseitig bedingen. Ergänzend wurde ersichtlich, auf welche Art und Weise die Ausprägung spezifischer Gestaltungsmerkmale Einfluss auf den Gesamttagekomfort nimmt; beide Bereiche können nicht losgelöst voneinander betrachtet werden. Weiterführend wurde auch insbes. hinsichtlich der mehrheitlich unpräzisen Ausführungen zum Gebrauchsverhalten deutlich, inwiefern die derzeit vorliegenden referenzbasierten Angaben/Handreichungen zum Einsatz von Unterziehhandschuhen in ihrer Gesamtheit eher empfehlenden als studienbasierten Charakter tragen.

II.6 TEXTILE KOMFORTHANDSCHUHE

Das nachfolgende Kapitel wird einen Überblick über das Thema *Textile Komforthandschuhe* geben. Im Rahmen einer kurzen, allgemeinen Einführung erfolgen zunächst eine definitorische Abgrenzung und Darstellung der gesetzlichen (Produkt-)Klassifizierungsmöglichkeiten. Im Fokus stehen weiterführend die mit dem Einsatz textiler Komforthandschuhe verbundenen Funktionen bzw. Zielstellungen, innerhalb derer auch die Wechselwirkungen zw. Textilien, Haut und Externa näher beleuchtet werden. Das Folgekapitel nimmt eine gekürzte Betrachtung relevanter Aspekte der Beschaffenheit, des Trage- und Gebrauchsverhaltens textiler Komforthandschuhe vor, welche abschließend durch zentrale Studienergebnisse ergänzt werden.²²¹

In Ergänzung zu den o. g. Inhalten finden sich im Anhang der vorliegenden Arbeit Originalzüge aus den zentralen Referenzen (s. Anh. 2, Tabelle 48), tabellarische Übersichten mit Details zu den einzelnen Studien (s. Anhang 3) sowie exemplarische Übersichten textiler (Unterzieh-)Handschuhe verschiedener Materialien ohne und mit antimikrobieller Ausstattung (s. Anh. 4, Tabelle 53 und Tabelle 54).

II.6.1 EINFÜHRUNG

Singuläre textile Handschuhe können über Tag und/oder Nacht mit verschiedenen Zielstellungen (s. Abbildung 32) bei Hautveränderungen (z. B. Fissuren, Hyperkeratosen, Schälern der Haut), Nagelveränderungen (z. B. gespaltene Nägel, Paronychie) und Hauterkrankungen (z. B. AD, Psoriasis, Berufsdermatosen, Hand-Fuß-Syndrom), die ggf. als Begleitsymptome anderer schwerer Erkrankungen bestehen, eingesetzt werden (Altmeyer, 2005; BAD, 2019, 2018; D. Buckley, 2021d, 2021a; D. A. Buckley & Chowdhury, 2022; Buys, 2007; Cornelison, 1986; EAA, 2021a; English et al., 2009; Fargly, 2019; Fritsch & Schwarz, 2018e; Katoh et al., 2019; León et al., 2015; Lynde et al., 2010; Margulies, 2017; Mehrmann & Gerlach, 2020; National Eczema Association, 2021; NEA, 2021a). Für die insbes. private oder häusliche Anwendung textiler Handschuhe mit den o. g. Zielstellungen existiert bislang kein einheitlicher Begriff, weshalb im Rahmen der vorliegenden Arbeit und Untersuchungen die Bezeichnung *Komforthandschuhe* gewählt wurde.²²²

²²¹ *Wichtige Hinweise zur Studiendarstellung:*

- Es wurden nur Studien berücksichtigt, in denen textile Handschuhe ohne zusätzliche technische Optimierungen zur Verbesserung des Trageverhaltens bzw. -komforts (z. B. Kühlung, Er-/Wärmung) oder Sensortechnik (z. B. Erfassung von Symptomen bestimmter Krankheiten/-zustände, Pruritus bei AD o. ä.) evaluiert wurden.
- Die Ergebniswiedergabe erfolgt teilweise untergliedert nach den Studientypen bzw. -methodiken. Wenn von *Kurzzeit-Trageversuchen* die Rede ist, sind hierbei Anwenderversuche von wenigen Stunden bis Tagen gemeint. Die Begrifflichkeit *Langzeit-Trageversuche* bezieht sich entsprechend auf Versuche mit einer Dauer von mehreren Wochen. *Halbseiten(trage)versuche* bezeichnen Anwenderversuche, bei denen das oder die Untersuchungsobjekte jeweils nur an einer Hand (im Vergleich) erprobt wurden.
- Ein Schrägstrich zw. zwei oder mehr genannten Materialien („/“) steht für die Anwendung/Testung eines aus einer Materialmischung bestehenden Handschuhmodells (z. B. „Arcyl/Viscose/Lycra“ = Textilhandschuh aus den Materialien Arcyl, Viscose und Lycra).

²²² Der Begriff *Komforthandschuhe* findet sich vereinzelt in der Namensgebung oder auch Beschreibung von Handschuhen, welche für den Bereich Sport oder die Behandlung von Erkrankungszuständen (z. B. Arthrose) angeboten werden und häufig aus textilen Materialien bzw. Materialmischungen bestehen.

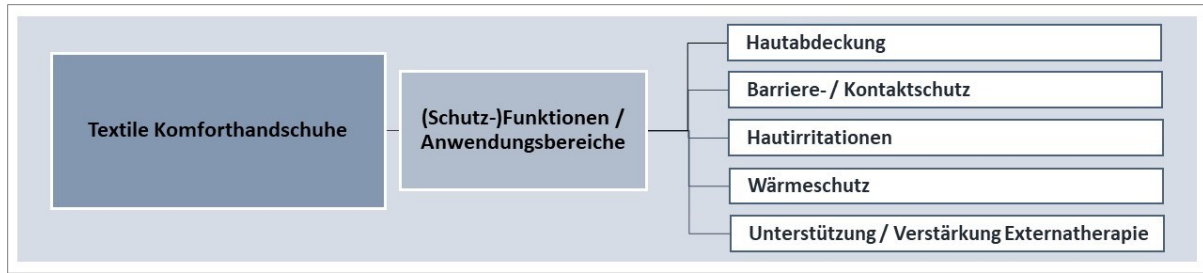


Abbildung 32: Übersicht der Funktionen / Anwendungsbereiche textiler Komforthandschuhe [Eigene Darstellung]

In der aktuellen wissenschaftlichen Literatur finden sich verhältnismäßig wenig genaue Anhaltspunkte zur Funktionalität, Handhabung und allgemeinen Effektivität von Komforthandschuhen. Die Thematik ist bislang relativ wenig wissenschaftlich erforscht, was sich in der Quantität und Qualität der vorzufindenden Studienlage niederschlägt.

„Despite recommendations for daily wearing of fabric gloves to prevent the loss of moisture and lipids, limited scientific evidence has shown that glove wearing can prevent hand eczema.“ (Kuwatsuka et al., 2021, S. 646)

„The ODHCC [occupational dermatitis in health care committee] did not identify any studies where cotton glove liners were used as the sole means to improve hand condition, but did identify studies where they were recommended as part of an overall, individual prevention program.“ (PHO, 2019, S. 78)

Entsprechend existieren derzeit auch noch keine einheitlichen inter-/nationalen (Mindest-)Standards für einen reglementierten Einsatz von Komforthandschuhen.

Produkteinordnung / Klassifizierung

Wie bereits dargestellt, variieren die auf dem Markt verfügbaren textilen (Unterzieh-)Handschuhe hinsichtlich ihrer Einstufung als PSA der Kat. I oder MP Risikoklasse I (s. Kapitel II.5.1.1).

Nach Angaben des Spitzenverbandes der GKV fallen Textilhandschuhe ohne und mit antimikrobieller Ausstattung nicht unter die Leistungspflicht der GKV und sind daher von der Versorgung ausgeschlossen. Bei Produkten dieser Art handle es sich gemäß SGB V weder um Arznei-, Heil-, Verband-²²³ noch Hilfsmittel²²⁴. Für die Abgrenzung und Einstufung sei die Zweckbestimmung des Produktes entscheidend, weshalb Textilhandschuhe ‚Gebrauchsgegenstände des alltäglichen Lebens‘ darstellen (hier

²²³ *Verbandmittel* werden im SGB V, § 31 Arznei- und Verbandmittel folgendermaßen definiert: „Verbandmittel sind Gegenstände einschließlich Fixiermaterial, deren Hauptwirkung darin besteht, oberflächengeschädigte Körperteile zu bedecken, Körperflüssigkeiten von oberflächengeschädigten Körperteilen aufzusaugen oder beides zu erfüllen. Die Eigenschaft als Verbandmittel entfällt nicht, wenn ein Gegenstand ergänzend weitere Wirkungen entfaltet, die ohne pharmakologische, immunologische oder metabolische Wirkungsweise im menschlichen Körper der Wundheilung dienen, beispielsweise, indem er eine Wunde feucht hält, reinigt, geruchsbindend, antimikrobiell oder metallbeschichtet ist. Erfasst sind auch Gegenstände, die zur individuellen Erstellung von einmaligen Verbänden an Körperteilen, die nicht oberflächengeschädigt sind, gegebenenfalls mehrfach verwendet werden, um Körperteile zu stabilisieren, zu immobilisieren oder zu komprimieren.“ (Sozialgesetzbuch Fünftes Buch [SGB V], 1988, § 31 Abs. 1a).

²²⁴ *Hilfsmittel* werden im SGB V, § 33 Hilfsmittel folgendermaßen definiert: „Versicherte haben Anspruch auf Versorgung mit Hörhilfen, Körperersatzstücken, orthopädischen und anderen Hilfsmitteln, die im Einzelfall erforderlich sind, um den Erfolg der Krankenbehandlung zu sichern, einer drohenden Behinderung vorzubeugen oder eine Behinderung auszugleichen, soweit die Hilfsmittel nicht als allgemeine Gebrauchsgegenstände des täglichen Lebens anzusehen oder nach § 34 Abs. 4 ausgeschlossen sind. Die Hilfsmittel müssen mind. die im Hilfsmittelverzeichnis nach § 139 Absatz 2 festgelegten Anforderungen an die Qualität der Versorgung und der Produkte erfüllen, soweit sie im Hilfsmittelverzeichnis nach § 139 Absatz 1 gelistet oder von den dort genannten Produktgruppen erfasst sind.“ (SGB V, 1988, § 33 Abs. 1).

auch: Sozialgerichtsbarkeit Bundesrepublik, 2010).²²⁵ Reine Textilhandschuhe sind nicht im Hilfsmittelverzeichnis des GKV-Spitzenverbandes²²⁶ gelistet, können aber bei vereinzelt Krankenassen in Einzelfällen als nicht gelistete Hilfsmittel zu Lasten der GKV verordnet- und erstattet werden.²²⁷ Bei der Hilfsmittelversorgung durch die GKV besteht für versicherte Personen eine gesetzlich Zuzahlungspflicht. Im Rahmen der berufsgenossenschaftlichen Heilbehandlung (s. Kap. I.1.1) werden Textilhandschuhe als § 3 Maßnahme der BK 5101 (s. Kapitel I.1.1) von den einzelnen Trägern der GUV zuzahlungsfrei bereitgestellt (Altmeyer, 2005; Dirschka, 2021).

II.6.2 FUNKTIONEN

II.6.2.1 ABDECKUNG, KONTAKT-, BARRIERE- UND WÄRMESCHUTZ

Im Rahmen von Ekzemen an den Händen ent-/bestehende (stark) sichtbare Hautläsionen (Schuppung, Rötung etc.) tragen zu unerwünschten bzw. nicht gewollten (ästhetischen) Veränderungen bei, die sich auf das kosmetische Erscheinungsbild auswirken und zu sozialer Stigmatisierung (A. Ahmed, Shah, Papadopoulos & Bewley, 2015; Bissonnette et al., 2010; Mollerup et al., 2013; Schmitt, Bauer & Meurer, 2008) sowie, in schwereren Fällen, Verlegenheit, sozialer Isolation und Depression (Tove Agner & Elsner, 2020) beitragen können.

„Auffallende und für den Laien unästhetische chronische Dermatosen setzen das Bild des Betroffenen in der Umgebung und damit dessen Selbstwertgefühl entscheidend herab: Die Patienten fühlen sich beobachtet, ausgegrenzt, abgewiesen, manchmal verspottet und in der Regel stigmatisiert. Sie passen sich dieser Situation durch Überdeckung und Verbergung der Hautläsionen an (...).“ (Fritsch, Linder & Schwarz, 2018, S. 987)

Textile Handschuhe stellen hierbei eine einfache Möglichkeit der *Hautabdeckung* bzw. des *Verdeckens der Hände* dar (hier auch: A. Ahmed et al., 2015; Prior et al., 2022), wenngleich ihre Verwendung zu einer (subjektiv wahrgenommenen) erhöhten Stigmatisierung führen kann (Mollerup et al., 2013; hier auch: Prior et al., 2022).

Hautveränderungen an den Händen (insbes. Rhagaden und Bläschenbildung) können Einschränkungen der Greiffunktion, der Beweglichkeit, der Sensibilität und des Tastsinns bedingen und eine Verminderung der Gebrauchsfähigkeit der Hände zur Folge haben (s. Kap. II.1) (Diepgen, 2018; Holness et al., 2013). Schon geringe Reize wie Berührungen oder mechanischen Belastungen werden häufig als schmerzhaft empfunden. Das Vorhandensein von HE geht mit Beeinträchtigungen (Geschicklichkeit, Kraft) der Ausführung alltäglicher Vorgänge (z. B. Öffnen von Flaschen, Spielen von Instrumenten, Hausarbeit wie Stricken) (Passlov et al., 2020) aber auch einfacher beruflicher Aktivitäten (z. B. Umgang mit Papier und Karton) (Bennike, Johansen & Menné, 2016) einher, weshalb ggf. auch bei Tätigkeiten, die im Regelfall keines Handschuhschutzes bedürfen, ein zusätzlicher (*Kontakt-*)Schutz der Hände induziert sein kann bzw. empfohlen wird (Bonamonte et al., 2020; D. Buckley, 2021d; D. A. Buckley & Chowdhury, 2022; Cornelison, 1986; Epstein, 1984, 2006; Hassani & Alikhan, 2014; León et al., 2015;

²²⁵ Nach Angaben des GKV-Spitzenverbandes, Abteilung Gesundheit-Hilfsmittel (Auskunft per E-Mail vom 17.05.2023).

²²⁶ Mehr Informationen unter der URL: <https://hilfsmittel.gkv-spitzenverband.de/home> (Stand: 11.05.2023).

²²⁷ Bei der Techniker Krankenkasse (TK) handelt es sich bei diesen Einzelfällen bspw. ausschließlich um eine Unterstützungsleistung zur Behandlung von Ekzemen und der Neurodermitis (Auskunft per Telefon vom 10.05.2023).

National Eczema Association, 2021; NEA, 2021a; Rietschel & Fowler, 2008; Salvador et al., 2020; Tara-dash, 1984). Dieser Schutz kann sich auch auf den Kontakt ggü. Allergenen erstrecken (hier auch: Sozialgerichtsbarkeit Bundesrepublik, 2014); vereinzelte Erfahrungsberichte älterer Untersuchungen geben Hinweise auf einen Allergenschutz durch die Verwendung singulärer Textilhandschuhe (bspw. ggü. Kolophonium, enthalten in Druckfarben für Zeitungen, Karlberg & Lidén, 1992; Sugiura et al., 2002).

“(…), textiles can support the non-specific cutaneous defence. In the most simplistic way, clothing provides a mechanical barrier against infestation, insect bites, protozoa and microbes, (...)” (Wollina et al., 2006, S. 8)

Eng mit dem Kontaktschutz ist eine *Barrierewirkung* verbunden. Eine einfache Haut-/Handabdeckung in Form von singulären textilen Handschuhen stellt eine Barriere ggü. Fremdkörpern (z. B. Mikroorganismen, Textilfusseln) (Wollina et al., 2006) und Verschmutzungen (Baack et al., 1996; S. W. Becker, 1931) dar. Zusätzliche Irritationen der Haut, insbes. ggf. offener Stellen oder tiefer(er) Wunden, können somit verhindert (Margulies, 2017) und ggf. notwendige Waschvorgänge der Haut (Baack et al., 1996; Epstein, 1984) reduziert werden. Im weiteren Sinne handelt es sich bei dieser Form der textilen Abdeckung um nichts anderes als einen trocknen, einlagigen, nicht-adhäsiven Wundverband in der einfachsten Form.

„The first line treatment of a minor wound [one that is not chronic and also not seriously acute] is a passive dressing, which is a product that is textile in origin and may be made by weaving, knitting or nonwoven process.” (B. S. Gupta & Edwards, 2019, S. 55)

Dieser kann, ähnlich wie andere inaktive (passive) Wundauflagen (z. B. Mullkompressen) im Rahmen der trockenen Wundtherapie auch (Horn, 2012) zum (begrenzten) Schutz ggü. Kontaminationen, mechanischen und thermischen Belastungen sowie zur Sekretaufnahme verwendet werden.

Äußere Umstände (z. B. kalte Umgebungstemperaturen) und diverse Erkrankungsbilder (z. B. rheumatoide, arthrotische oder arthritische Beschwerden; s. Kap. II.6.3, Abs.: Kompressionshandschuhe) können eine Minderdurchblutung der Finger bzw. Hände zur Folge haben. Mit einer textilen (teillokklusiven) Abdeckung der Hände geht auch ein zusätzlicher *Wärmeschutz* einher, welcher sich förderlich auf die Durchblutung auswirken kann (A. Hammond & Prior, 2022; Swezey, Spiegel, Cretin & Clements, 1979).

TEXTILE HANDSCHUHE ALS SCHUTZHANDSCHUHE (SINGLE USE PRODUKTE)

Singuläre textile Handschuhe in Reinform, d. h. ohne zusätzliche Schutzhandschuhe, kommen nicht nur als sog. Komforthandschuhe im eher privaten Sektor, sondern auch beruflichen Kontext zur Anwendung. Reine Gewebe- und Strickhandschuhe werden als Schutzhandschuhe (*Single Use Produkte*) für trockene, verschmutzende, mechanisch und thermisch belastende Arbeiten in verschiedenen Berufsbranchen verwendet (BG ETEM, o.J.; BVH, 2009b; DGUV Information 209-022, 2021; Dronik Arbeitsschutz GmbH, 2016). Die Einsatzmöglichkeiten hierbei sind sehr vielfältig (Dronik Arbeitsschutz GmbH, 2016; hier auch: Sozialgerichtsbarkeit Bundesrepublik, 2004, 2014). Für den industriellen Bereich können exemplarisch (eher) leichte Verpackungs-, Kommissionierungs-, Präzisions- und Feinmontagetätigkeiten angeführt werden. Im Gesundheitswesen ist bspw. ein Einsatz in Wäschereien, bei Sortiertätigkeiten nicht verschmutzter Bewohnerwäsche, möglich (Gütegemeinschaft sachgemäße

Wäschepflege e. V., 2019). Im Gastgewerbe können singuläre Textilhandschuhe zum Zweck des Hitzeschutzes (z. B. bei der Entnahme von frisch gespültem Geschirr und Besteck aus der Spülmaschine, Mlangeni, 2018) eingesetzt werden. Darüber hinaus finden reine Gewebe- und Strickhandschuhe auch im Produktschutz Anwendung (*inspection gloves*) (DGUV Information 209-022, 2021).²²⁸ Je nach angestrebtem Verwendungszweck können textile Handschuhe hinsichtlich der zugrunde liegenden Materialzusammensetzung, Gewebeart und deren Ausrüstung bzw. Veredlung, Verarbeitung und Konfektionierung (z. B. Schlingenkonstruktion, Abfütterung) modifiziert werden (DGUV Regel 112-995, 2007).²²⁹ Für gröbere, mechanisch belastende, leicht feuchte bis ölige Arbeiten stehen textile Trägermaterialien (z. B. Baumwolle, Polyamid, s. Kap. II.4.2) mit ein- oder beidseitigen Beschichtungswerkstoffen (z. B. Nitril, PVC, Polyurethan, s. Kap. II.3.1), sog. teilbeschichtete Handschuhe (mit Trikot-Innenausstattung) oder Montagehandschuhe, zur Verfügung (BGRCI, 2020). Im Gesundheitswesen ist bspw. ein Einsatz in Wäschereien, beim Sortieren von Wäsche mit erhöhter Infektionsgefährdung gegen mechanische Beschädigung der Haut, möglich (DGUV Information 203-084, 2016).

Zur Herstellung bzw. Förderung zusätzlicher Schutzeigenschaften wie z. B. Schnittschutz, können textile Handschuhe mit schnitthemmenden Materialien/Fasern wie aromatischen Polyamiden (z. B. Aramide: Kevlar®, Nomex®), ultrahochmolekularem PE (UHMW-PE: Dyneema®) oder Hybridgarnen ausgestattet werden (s. Kap. I.1.1.1) (BGRCI, 2020; BVH, 2009b; DGUV Information 209-022, 2021; DGUV Regel 112-189, 2007; Wilke et al., 2018).²³⁰ Einsatzmöglichkeiten finden sich auch hier im industriellen Bereich, z. B. bei (stark) (haut-)belastenden Verpackungs-, Kommissionierungs- und Montagetätigkeiten. Grundsätzlich zeichnen sich Schutzhandschuhe, die (anteilig) aus chemischen Fasern bestehen, ggü. Handschuhen aus reinen Naturfasern durch eine höhere Festigkeit sowie höhere mechanische und thermische Eigenschaften aus (DGUV Regel 112-995, 2007). Seitens der herstellenden Firmen wird insbes. im Bereich der (teil-)beschichteten und schnitthemmenden (Montage-)Handschuhe ein vielseitiges Sortiment für eine Fülle von Anwendungsbereichen auf dem Markt angeboten.

INTERAKTION ZWISCHEN TEXTILIEN UND DER HAUT

Hautphysiologische Untersuchungen geben Hinweise darauf, dass Abdeckungen mit singulären trockenen, rein textilen Materialien (z. B. Baumwolle) die Entwicklung physiologischer Parameter der gesunden Haut (z. B. Hydratation SC, TEWL) messbar, aber tendenziell eher geringfügig beeinflusst (z. B. Brazzelli, Berardesca, Rona & Borroni, 2008; Cameron et al., 1997; Hatch et al., 1987; Jung et al., 2019).

²²⁸ Exemplarisch sei hierbei auf die optische Industrie, Gastronomie (z. B. Eindecken von Bestecken), den Malerbereich (z. B. Custom-painting, Airbrush), die Handhabung von Kunstgegenständen, Antiquitäten (z. B. Restauration, Rahmenbau; ‚Museumshandschuhe‘) oder Schmuck (‚Uhrmacher-Handschuhe‘) sowie die Arbeiten in Archiven, Bibliotheken und insbes. Reinräumen hingewiesen.

²²⁹ *Weiterführende Literatur:* Bei Kalweit et al. (2012b) und im Leitfaden der Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V. (2019) finden sich eine übersichtliche Darstellung möglicher Prinzipien der Textilveredelung.

²³⁰ *Weiterführende Literatur:* Bei Shaker und Nawab (2020) findet sich eine Übersicht typischer in Schutzkleidung eingesetzter Spezialfasern.

„Bei Textilien, die unmittelbar auf der Haut getragen werden, ist nicht nur die Wirkung auf gesunde, sondern auch auf erkrankte oder verletzte Haut von Bedeutung. (...) Eng verknüpft mit der Verträglichkeit und der Wirkung (...) ist das Aufnahme- (Aufsaug-) Vermögen von Hautoberflächensubstanzen.“ (Carrié, 1970, S. 104)

Im Gegensatz zu Baumwolle und Seide wird den Fasern Wolle, Nylon, Perlon (Gruppe der Polyamide), Polyester und Polyacryl eine, der Hautoberfläche Wasser entziehende Wirkung zugeschrieben (W. Raab, 2012). Für angefeuchtete bzw. nasse singuläre, textile Abdeckungen konnte eine Zunahme der Hydratation des SC und Anstieg des TEWL, d. h., eine Korrelation zw. dem Feuchtigkeitsgehalt der Gewebe und der Haut aufgezeigt werden (Cameron et al., 1997; Hatch et al., 1992; Hatch, Prato, Zeronian & Maibach, 1997). Hinsichtlich der Wirkung trockener (Oldenroth, 1967)²³¹ und feuchter (Carrié & Kramer, 1962²³²; Carrié, 1970²³³), singulärer Textilabdeckungen auf die Aufnahme bzw. den Entzug von Haut(oberflächen)lipiden, konnten in älteren Untersuchungen keine nennenswerten Einflüsse im Sinne einer möglichen Schädigung und/oder Beeinträchtigung des Tragekomforts beobachtet werden. Auch zeigten sich zw. den einzelnen Textilarten im un-/gewaschenen Zustand nur geringfügige Differenzen (Carrié & Kramer, 1962; Carrié, 1970) wobei für Baumwolle im Vergleich mit Synthefasern eine verstärkte Anreicherung nicht auswaschbarer Hautlipiden nachgewiesen wurde (Oldenroth, 1967).

Rein textile Abdeckungen zeigten keine Unter- oder Überlegenheit ggü. Abdeckungen mit Kombinationen aus textilen und semipermeablen Materialien, wenngleich letztere auch eine stärkere Beeinflussung hautphysiologischer Parameter zur Folge hatten (Baumwolle/Polyurethan vs. Baumwolle; Erhöhung TEWL, pH, RHF, teils signifikant, Brazzelli et al., 2008). Auch führten singuläre textile Abdeckungen ggü. antimikrobiell ausgestatteten Fasern/Textilen nicht zu signifikanten Unterschieden hinsichtlich des Einflusses auf die Haut (TEWL, pH, RHF, Höfer & Hammer, 2011).

II.6.2.2 EXTERNATHERAPIE

Die *Externatherapie* der Hände kann durch die Anwendung singulärer textiler Handschuhe (z. B. Baumwolle) unterstützt werden. Eine einfache Haut-/Handabdeckung sichert den Kontakt mit Lokaltheraeutika (Fritsch & Schwarz, 2018g), indem aufgetragene Externa auf der Hautoberfläche (Ragamin et al., 2021; Sehgal, Aggarwal, Srivastava & Sharma, 2008) bzw. im Handschuh (Margulies, 2017) verbleibt und nicht an der äußeren Umgebung (z. B. Bett-/Textilien) haftet (BAD, 2018, 2019; D. Buckley, 2021c; Bhushan Kumar, Kumar & Kaur, 1997). Die Fixierung durch die Handschuhe potenziert dabei möglicherweise die Wirkung der Externa (Ragamin et al., 2021).²³⁴

²³¹ *Ergänzende Studieninformationen:* Durchschnittliche Fettaufnahme der ungewaschenen Stoffe in absteigender Reihenfolge: Baumwolle > Polyacrylnitril > Polyester > Polyamid. N=4, 5 Tage Tragezeit.

²³² *Ergänzende Studieninformationen:* Durchschnittliche Fettaufnahme der ungewaschenen Stoffe in absteigender Reihenfolge: Chemiefaser/Zellwolle > Chemiefaser/Baumwolle > Baumwolle > Zellwolle (aus Cellulose hergestellte Spinnfasern) > Wolle > Chemiefaser > Chemiefaser/Wolle. Durchschnittliche Fettaufnahme der gewaschenen Stoffe in absteigender Reihenfolge: Chemiefaser/Baumwolle > Baumwolle > Chemiefaser/Zellwolle > Zellwolle > Chemiefaser/Wolle > Chemiefaser > Wolle. N=n. a. Variierende Kontaktzeit (bis zur Textiltrocknung) bei 22 °C Raumtemperatur.

²³³ *Ergänzende Studieninformationen:* Durchschnittliche Fettaufnahme der ungewaschenen Stoffe in absteigender Reihenfolge: Baumwolle > Wolle > Trevira > Viskose/Zellwolle. Keine weiteren Angaben.

²³⁴ An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass textile Handschuhe zur Abdeckung der Hände nach der Externatherapie häufig standardmäßig im Rahmen eines stationären Aufenthaltes (TIP) zur Anwendung kommen.

Eine (zusätzliche) *Intensivierung der Externatherapie* kann durch eine ‚Nachtkur‘ mit textilen Handschuhen erfolgen. Empfehlungen zur Durchführung von Kuren in dieser Form finden sich häufig als eine Art ‚Hausmittel‘ oder kosmetische Pflegeeinheit für den Privatbereich wieder (Bayer Vital GmbH, 2023; Dr. Theiss Naturwaren GmbH, 2023; Seven.One Entertainment Group GmbH, 2022; Techniker Krankenkasse [TK], 2022; Bährle-Rapp, 2020; I. S. Möller, 2022; red, 2015).²³⁵ Zielsetzung besteht dabei in der Hydratisierung der i. d. R. gesunden oder strapazierten Haut, unter dem Einsatz von Fettcremes, Olivenöl oder bspw. speziellen ‚(regenerierenden) Nacht(hand)cremes‘.

„The use of ‚cosmetic gloves,‘ as they are called, has long been known in some countries, and there are ladies who glove themselves as regularly on retiring to bed, as they do on going into the street. These gloves, when designed simply to soften and whiten the hands, are prepared by brushing the inside of a pair of stout kid or dog-skin gloves with the following mixture: -- Yolk of two fresh eggs, Oil of sweet almonds, of each two tablespoonfuls; Tincture of benzoin a dessertspoonful; Rose-water a tablespoonful. Beat them well together and keep in a closely corked bottle. The gloves should be freshly painted every night, and the same pair should not be used longer than two weeks. When some disease of the skin is present, the gloves can be brushed with some more active preparation than that mentioned above.” (Brinton & Napheys, 1870, S. 154–155)

Im medizinischen Sektor handelt es sich bei dem sog. *overnight moisturising treatment (occlusive therapy at night, overnight (topical) therapy)* um eine häufig wiederzufindende therapeutische Empfehlung zur Pflege bzw. Behandlung der erkrankten Haut und/oder Nägel (Baack et al., 1996; BAD, 2019; Baer & Ludwig, 1952; BAD, 2020; English et al., 2009; Gliniecki, 1998; Keller & Santee, 2017; Margulies, 2017; Roy, 2000; Rundle et al., 2020; Sitzmann, 1999; Sonsmann et al., 2011; Sonsmann, 2017; The Eczema Company, 2022; B. Trierweiler-Hauke, 2013; Birgit Trierweiler-Hauke, 2021; Uter & Schwanitz, 2006; Uthayakumar et al., 2021; Warshaw, 2004; Wilke et al., 2018). Diese wird vereinzelt auch dem Bereich der *Dry Wrap Therapy* zugeordnet (The Eczema Company, 2022) (s. Kap. II.3.2.3, Abs.: Okklusion als therapeutisches Prinzip). Für die Behandlung des Handekzems belegen Einzelstudien, in Kombination mit den entsprechenden wirkstoffhaltigen Externa (z. B. Tacrolimus), eine gute Wirksamkeit (z. B. Thelmo et al., 2003). Bei einer Nachtkur wird eine größere Menge eines Hautpflegeproduktes mit einem darüber gezogenen Textilhandschuh für die Anwendung am Abend (mehrere Stunden) oder über Nacht kombiniert (Sonsmann et al., 2011; Sonsmann, 2017; B. Trierweiler-Hauke, 2013; Warshaw, 2004; Wilke et al., 2018). Die nächtliche Textilabdeckung bietet sich an, da eine längere Zeitspanne ohne (geplante) alltägliche Unterbrechungen zur Verfügung steht (hier auch: British Dermatological Nursing Group [BDNG] & Skin care Nursing Group [ISNG], 2012; Gloor, 2000); darüber hinaus kann insbes. nächtlich unbewusster auftretender Pruritus verhindert bzw. in der Intensität verringert werden (*Kratzschutz*) (D. Buckley, 2021e; Buddenkotte & Steinhoff, 2010; Fritsch & Schwarz, 2018e; Katoh et al., 2019, 2020; Margulies, 2017; G. Ricci, Patrizi, Bellini & Medri, 2006; G. Ricci, Dondi

²³⁵ *Synonyme*: Handmaske, Übernacht-Feuchtigkeits-Methode, Übernachtmethode, (Handrücken-)Regenerations-Kur, Creme-Kur. In aktuellen Zeitschriften aus dem Bereich Kosmetik & Wellness wird diese Kur auch als *Hand-Slugging* bezeichnet. Hierbei soll es sich um einen Trend aus Korea handeln, bei dem nach der (Ab-)Reinigung der Haut und Abschluss der Pflegeroutine eine dicke Schicht Vaseline über Nacht auf das Gesicht (Skin-Slugging), die Haare (Hair-Slugging) oder andere Stellen des Körpers (z. B. Knie, Ellenbogen) zu Pflegezwecken appliziert wird (I. S. Möller, 2022; Widmann, 2021).

& Patrizi, 2009; Schultheis, Messerschmidt & Ochsendorf, 2014; Student & Napiwotzky, 2011; Verbov, 1986).²³⁶

„Adults may wear thin cotton gloves and keep their nails very short, (...). It is obviously impossible to clear up a lesion of the skin if it is actively scratched. The intelligent patient who can refrain from scratching while fully awake may be found to scratch violently during sleep, and will often admit to finding the lesions bleeding and excoriated on waking in the morning.“ (Brain, 1950, S. 720)

Zur Pflege der ekzematösen Haut vor dem Schlafengehen werden reichhaltigere (AWMF, 2023a), rückfettende (*greasier*), vorzugsweise parfümfreie, lipidreiche Feuchtigkeitscremes empfohlen (BDNG & ISNG, 2012; D. Becker, Knop & Grabbe, 2012; Buys, 2007; Thyssen et al., 2022). Grundsätzlich sollte die topische (Basis-)Therapie unter Berücksichtigung der individuellen Präferenzen bzw. Akzeptanz der Anwendenden (AWMF, 2021; S. E. Baron, Cohen & Archer, 2012; BDNG & ISNG, 2012; Thyssen et al., 2022) sowie symptomatisch, d. h., dem Hautzustand und Akuitätsgrad des Ekzems angepasst (AWMF, 2021; Brasch et al., 2014) erfolgen. Während akute, meist feucht Ekzeme mit einer hydrophilen Präparation (Gel, Lotion, Creme) therapiert werden sollten („most to moist“), wird für die Behandlung chronischer Stadien eher eine Wasser-in-Öl-basierte Zubereitung (Salbe) empfohlen (*greasy on dry“*) (AWMF, 2021; Elsner & Agner, 2020). Neben der eigentlichen Mittelauswahl spielen die Applikationsfrequenz und -menge eine entscheidende Rolle für die Wiederherstellung der Hautbarriere: Mehrheitlich wird hierbei eine Orientierung an der sog. *Fingertip-Unit* (Fingerspitzeinheit, FTU) bzw. *Handflächen-Regel* (Rule of Hand)²³⁷ empfohlen, welche für die einmalige (Basis-)Pflege der Handinnenflächen die Menge einer Fingerspitzeinheit (0.55 g) bzw. eine Verbrauchsmenge von mind. ca. 1 g für die kompletten Hände vorsieht (AWMF, 2017c; Augustin et al., 2018; I. T. Y. Wong, Tsuyuki, Cresswell-Melville, Doiron & Drucker, 2017). An anderer Stelle wird darauf hingewiesen, dass sich diese Regel grds. nur auf die Verwendung von kortisonhaltigen Produkten beziehe und bspw. im Rahmen der Basispflege ein anderes Schema der Dosierung passender Externamengen (z. B. 2 g, Garbe & Staubach-Renz, 2018) angemessener und effektiver sein könne (Speeckaert et al., 2019). Textilien, die der Haut unmittelbar aufliegen, können zu einer Verstärkung der Scherkräfte, verminderten Haftung lokaler Präparationen (BDNG & ISNG, 2012; Stebut, 2014) und beschleunigten Aufnahme von Rückständen der Vehikelmatrix in das Textil führen (Baack et al., 1996; Stirling, 1996; Wohlrab et al., 2018). Empfehlenswert ist es daher, das aufgetragene Präparat vor dem Anziehen der Handschuhe größtenteils von der Haut absorbieren zu lassen. Entsprechend bietet sich die Verwendung von Präparaten mit einem gutem Einziehvermögen an (BDNG & ISNG, 2012; Gloor, 2000).

²³⁶ Der hier beschriebene Nutzen (Kratzschutz) ist v. a. aus dem Bereich der *Neurodermitikerkleidung für Säuglinge und Kleinkinder* bekannt. Während in der Vergangenheit v. a. sog. Neurodermitis-Overalls größere Aufmerksamkeit erlangt haben und empfohlen wurden (S. Fischer, Ring & Abeck, 2003; Gauger et al., 2002), sind inzwischen eine Vielzahl an Spezialtextilien unterschiedlichster Materialien/-mischungen, Formen und Ausstattungen für Kinder (und Erwachsene) verfügbar (s. hierzu auch Kap. II.4.4.3). Zur (nächtlichen) (Teil-)Abdeckung der Hände und dem Ziel des Kontakt- und Kratzschutzes können dabei sog. Kratzhandschuhe (*ScratchSleeves*) (D. Buckley, 2021b), Fünffingerhandschuhe oder Fäustlinge zum Einsatz kommen (Bischoff, 2012; D. Buckley, 2021b; S. Fischer, Ring & Abeck, 2003; Schulte Strathaus, 2003; Wulf & Moll, 2004).

²³⁷ Bei der FTU wird der Mengenbedarf in Abhängigkeit von der Größe der betroffenen *Körperoberfläche* (KOF) bzw. *Body Surface Area* (BSA) (1 Handfläche inkl. Finger = 1 % Körperoberfläche) berechnet.

„Some ingredients in a moisturiser enhance its ability to remain on the skin (e.g. petrolatum), while others (e.g. oils) transfer quickly to clothes or bed linen. Temperature can influence the viscosity of moisturisers, which is crucially important for application on the skin, as the higher the viscosity of the moisturiser, the more difficult it is to smear and spread on the skin, which can cause friction and lead to friction-related adverse events. Once all of these aspects are taken into account, as well as dryness, day or nighttime, the seasons, the weather, and even the clothes that are worn, people with eczema will express a variety of preferences in different situations. The ideal moisturiser should be easy to spread on the skin, have no smell, contain no irritating or sensitising ingredients, be cosmetically acceptable without excessive sticking to clothes and bed linen, and be affordable for people with eczema.“ (Van Zuuren, Fedorowicz, Christensen, Lavrijsen & Arents, 2017, 70)

Weiterführend findet sich auch die Empfehlung, initial bei stärkerer Entzündungsreaktion feuchte Baumwollhandschuhe über topisch applizierten Steroiden zu verwenden (Abeck, 2020; Altmeyer, 2005; D. A. Buckley & Chowdhury, 2022; Dobson & Provost, 1969; NEA, 2021b; Tate, 2007; Uthayakumar et al., 2021). Ggf. kann durch ein vorhergehendes (Hand-)Bad eine Verstärkung der pflegenden bzw. therapeutischen Wirkung erzielt werden (Z. H. Ahmed, Agarwal & Sarkar, 2021; High & Prok, 2020; The Eczema Company, 2022). Mit Blick auf das Vorliegen einer Berufsdermatose schwankt der Nutzen einer solchen Kur individuell (Sonsmann, 2017). Die Tendenz zur Rhagadenbildung wird als Indikation eingestuft (D. Becker et al., 2012). Eine bestehende Bläschenbildung wird als Kontraindikation für die Durchführung der Kur bewertet (Sonsmann, 2017); anderen Autoren/Stellen empfehlen den Einsatz von Substanzen bzw. Präparaten mit weniger rückfettender Wirkung (z. B. Zinksalbe oder Zinkoxidschüttelmixtur) unter Handschuhen bei vorliegenden dyshidrotischen Hautzuständen (Möhrath, 2016).

INTERAKTION ZWISCHEN TEXTILIEN, DER HAUT UND EXTERNA

Sowohl nicht modifizierte als auch antimikrobiell ausgestattete Fasern/Funktionstextilien (s. Kap. II.4.4) variieren hinsichtlich ihres Absorptionsvermögens von Flüssigkeiten (z. B. Externa), was sich über die physikochemische Natur des jeweils verwendeten Fasertyps (s. Kap. II.4.2 und II.4.3.1) erklären lässt (Höfer, 2018). Über die Wechselwirkung zw. der Verwendung von (antimikrobiell ausgestatteter) Funktionskleidung und Externa liegen derzeit keine belastbaren Daten vor (Höfer, 2018); denkbar wären sowohl eine Verstärkung durch Akkumulation als auch Abschwächung der Wirkung (Höfer, 2018). Die positiven Ergebnisse verschiedener Studien, in denen antimikrobiell ausgestattete Kleidung unter der begleiteten, regelmäßigen Applikation von Externa getestet wurden (z. B. G. Ricci et al., 2004), sprechen eher für eine Wirkstoffverstärkung (Höfer, 2018). Hinsichtlich der Belastung mechanischer Fasereigenschaften durch den Gebrauch von dermatologischen Präparaten wird Elastan- und Polyamidfasern eine hohe Resistenz zugeschrieben (Scherdin, Scholermann & Dallmann, 2002). Hautphysiologische Untersuchungen geben Hinweise darauf, dass die Anwendung von Externa unter Textilien messbaren Einfluss auf die Ausprägung hautphysiologischer Parameter nimmt, welche unter textil-/semipermeablen Materialkombinationen im Vergleich zu rein textilen Materialien tendenziell günstiger zu sein scheint (Brazzelli et al., 2008).²³⁸

²³⁸ *Ergänzende Studieninformationen:* Verwendung einer W/O-Emulsion; Baumwolle/Polyurethan vs. Baumwolle; RHF: signifikante Erhöhung, TEWL: signifikante Reduktion, pH-Wert: keine signifikanten Änderungen.

Der Reibungskoeffizient zw. Haut und Textil verändert sich beim Auftragen von Externa (D'Souza et al., 2022). Für den zusätzlichen Einsatz von Vaseline unter verschiedenen medizinischen Textilien konnte im Vergleich zur unbehandelten Haut eine Erhöhung und im Vergleich zu der feuchten/nassen Haut eine Verringerung der Friktion (s. Kap. II.4.5.2, Abs.: Textile Friktion) beobachtet werden (Vilhena & Ramalho, 2016). Die Fingerkuppen (*finger pad*) und Handinnenflächen zeigten grds. eine stärkere Empfindlichkeit als die Unterarme und Ellenbogen (Vilhena & Ramalho, 2016). Ggf. kann die Friktion durch die Verwendung qualitativ hochwertiger Externa, welche die Schmier- bzw. Gleitfähigkeit herstellen und (zusätzlich) fördern, abgemildert werden (D'Souza et al., 2022).

TEXTILIEN UND RESIDUEN VON KOSMETIKA UND SALBEN

Residuen von Kosmetika- und Salben können sich im Zuge der Externatherapie trotz ordnungsgemäßer Wiederaufbereitung in Textilien ansammeln (Medicines and Healthcare products Regulatory Agency & National Fire Chiefs Council [NFCC], 2021; Ridd, Hall, Lane, Roberts & Williams, 2022). Unterschiedliche Stärken der Anhaftung von Externa bedingen dabei ggf. differenzierte Formen der Waschungen (R. Schmitz, 1956). Stark fetthaltige Salben werden u. a. als schwer(er) entfernbare Schmutz eingestuft (Babikir & Schuster, 2018).

„Salben- und Creme-Rückständen wird man größere Aufmerksamkeit schenken müssen, wobei zu berücksichtigen ist, daß manche Salbengrundlagen offenbar von dem Waschmittel leichter abgelöst werden als andere, die eine gründlichere Wäsche verlangen.“ (R. Schmitz, 1956, S. 1042)

Ursächlich für diese Rückstände sind elektrostatische Wechselwirkungen zw. den kationisch aufgeladenen Substanzen und Textilien, welche eine irreversible Bindung bedingen (Gesamtverband der deutschen Textil- und Modeindustrie e. V. [textil+mode], 2022). Während des Waschprozesses kann es (zusätzlich) zur Adsorption farbiger Sekundärverschmutzungen (z. B. Pigmente, Farbstoffe, Metalle) an die kationischen Bestandteile kommen (Babikir & Schuster, 2018; textil+mode, 2022). In einer älteren experimentellen Untersuchung mit einem Polyester-Textil zeigten wachs- und lanolinhaltige Grundlagen nach der Wiederaufbereitung eine stärkere Anhaftung als bspw. Vaseline (R. Schmitz, 1956).²³⁹ In Untersuchungen der Verwendung antimikrobiell ausgestatteter Funktionstextilien unter gleichzeitiger Anwendung eines lipidhaltigen Präparates (W/O-Emulsion, Lipidgehalt 60 %) konnte ermittelt werden, dass die Wiederaufbereitung nach Angaben der herstellenden Firmen nicht zu einer vollständigen Elimination des Präparates führt (Höfer, 2018). Unter Waschttemperaturen von 30 °C zeigte sich keine und bei einer Temperatur von 60 °C eine Reduktion der Lipidbelastung auf etwa 5 % (Höfer, 2018). Stellenweise findet sich die Empfehlung der Verwendung von (kochfester) Baumwolle (Huber, 2005) oder der Durchführung längerer Waschvorgänge (R. Schmitz, 1956) zur besseren bzw. vollständigen Auswaschung von Residuen von Salben und Cremeresten.

Zunehmende (Schmutz-)Anhaftungen jedweder Art können die gewünschte Wirkung antimikrobiell ausgestatteter Textilien reduzieren (H. Fischer et al., 2006; Höfer, 2018; Srour et al., 2019; Windler et

²³⁹ Ergänzende Studieninformationen: Durchschnittliche Anhaftung in absteigender Reihenfolge: Unguentum molle / Unguentum leniens > Unguentum lanette > EUCERIN cum aqua > Vaseline. Kontaktzeit von 12 Std. bei 22 °C Raumtemperatur.

al., 2013). Wie vereinzelte Fallberichte zeigen, können die in Textilien verbleibenden Rückstände von topisch applizierten wirkstoffhaltigen Externa bzw. Medikamenten zur Verschlimmerung bzw. Neuentstehung von irritativen bzw. allergischen Reaktionen führen (Hindsén, Isaksson, Persson, Zimerson & Bruze, 2004; Le Coz, 2006; Nedorost, Kessler & McCormick, 2007).²⁴⁰

II.6.3 BESCHAFFENHEIT; TRAGE- UND GEBRAUCHSVERHALTEN

Für die *Beschaffenheit* (z. B. Material, Struktur/Gewicht, Form/Fingerlänge) von textilen Handschuhen für den Einsatz als Komforthandschuhe gelten im Prinzip die gleichen (Gestaltungs-)Empfehlungen, wie für die Verwendung als Unterziehhandschuhe (s. Kap. II.5.3). Vergleichbar verhält es sich mit dem *Trageverhalten* (s. Kap. II.5.4), wobei sich durch die singuläre Verwendung eine differenzierte Gewichtung der unterschiedlichen Aspekte ergibt. So werden bspw. die Taktilität und der allgemeine Tragekomfort nicht durch eine zweite (okklusive) Handschuhlage beeinflusst und (je nach Einsatz) anders wahrgenommen und bewertet. Das *Gebrauchsverhalten* unterliegt, sofern der Einsatz im privaten Setting erfolgt, keinen institutionellen Vorgaben.

Hinsichtlich des Materials finden sich v. a. Empfehlungen für die Anwendung von Handschuhen aus Baumwolle (Ammon, 2021; BAD, 2018; National Eczema Association, 2021; NEA, 2021a). Wolle sollte möglichst vermieden werden (BAD, 2018). Die Hautverträglichkeit einzelner Textilfasern wurde bereits betrachtet (s. Kap. II.4.6.1) und sollte bei der Materialauswahl verstärkt Berücksichtigung finden. Hinsichtlich der Struktur bietet sich die Verwendung eher hydrophiler und grobporiger Gewebe an (s. auch Kap. II.4.6.2), da bereits geringfügige Anfettungen (z. B. durch Talg oder Externa) eines Textils Einfluss auf die Kapillarität und somit das Schwitzverhalten nehmen können (R. Schmitz, 1956). Modelle mit Benoppung o. ä. an den Handinnenflächen (Dewey et al., 2007) oder Touchscreen-Funktionalität können sich im Rahmen der Durchführung alltäglicher Aktivitäten als hilfreich erweisen. Die Verwendung antimikrobiell (s. Kap. II.4.4.3) oder mit hautpflegenden Substanzen (s. Kap. II.4.4.4) ausgestatteter Textilien geht möglicherweise mit einem zusätzlichen Mehrwert einher.

Für die nächtliche Anwendung spielt die (weitere) Beschaffenheit der Handschuhe eine eher untergeordnete Rolle (Uter & Schwanitz, 2006). Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die Handschuhe v. a. auf der (vor)geschädigten und im Einzelfall besonders sensiblen bzw. empfindlichen Haut eingesetzt werden, ist jedoch eine Verwendung von Modellen, die sich durch eine besonders feine (Gesamt-)Konstruktion (Struktur, Materialverarbeitung, Nähte, Bund) auszeichnen, empfehlenswert.

Je nach Hautzustand bzw. betroffenem Hautareal können finger(spitzen)lose Handschuhmodelle verwendet (Epstein, 2006; National Eczema Association, 2021; NEA, 2021a) oder schlichtweg Modelle

²⁴⁰ Am Rande sei auf folgendes, eher als gering eingeschätzte Risiko hingewiesen: Untersuchungen geben Hinweise darauf, dass Emollienzen, die sich in hohen Mengen und über einen längeren Zeitraum an/in Bekleidungs- und Heimtextilien akkumulieren (ggf. v. a. Produkte mit hohem Paraffingehalt) und un-/beabsichtigt in den Kontakt mit starker Hitze oder einer offenen Flamme gebracht werden, die Entflammbarkeit von Textilien und damit das Risiko für Brandverletzungen erhöhen können (S. Hall et al., 2019; Medicines and Healthcare products Regulatory Agency & National Fire Chiefs Council [NFCC], 2021; Ridd, Hall, Lane, Roberts & Williams, 2022).

regulärer Passform an den (ggf. einzelnen) Fingern eingekürzt werden (Epstein, 2006; Rietschel & Fowler, 2008). Da sich Dermatosen (großflächig) von den Händen bis auf die Ober- bzw. Unterarme und ggf. auch Ellenbogen erstrecken können, bietet sich zum Schutz, der Behandlung und Pflege betroffener Körperpartien die Verwendung von Handschuhen mit verlängertem Schaft (30-50 cm) oder rundgestrickten (trockenen oder feuchten) Schlauch- bzw. Stülpverbänden²⁴¹ (Abeck, 2002; Gauger et al., 2002; Sterry, 2018) oder elastischen Fertigverbänden²⁴² an. Schlauchverbände zeigen u. a. ggü. Handschuhen stärkere Formveränderungen bei bzw. nach der Anwendung; Breitendehnungen führen zu (Material-)Kürzungen und Streckungen zu Verengungen (Hebbauer, 2017). Alternativ zu den Verbänden kann ein Einsatz von Stulpen unterschiedlicher Beschaffenheit erfolgen, welche v. a. dem Kontakt- und Kratzschutz dienen sollen (s. Abbildung 9b und Abbildung 12b). Seitens der herstellenden Firmen wird bei der singulären Verwendung textiler Handschuhe auf eine lockere, aber gut sitzende Passform (kein Rutschen) verwiesen (z. B. Burgia Sauerland GmbH, 2021).

Hinsichtlich des Einsatzes von Ein- oder Mehrwegmodellen finden sich vereinzelt Empfehlungen für den Erwerb von preisgünstigen Handschuhen (Alikhan, Lachapelle & Maibach, 2014; Epstein, 1984; R. Schmitz, 1956). Der Einsatz entsprechender Modelle lohnt sich ggf. v. a. im Falle der Verwendung abfärbender Präparate (z. B. Teer) im Rahmen der Externtherapie, da diese zu einer (dauerhaften) Wäscheverschmutzung führen können (Gloor, 2000). Ratsam ist das Vorhandensein mehrerer Paar Handschuhe (D. Buckley, 2021d; D. A. Buckley & Chowdhury, 2022; National Eczema Association, 2021; NEA, 2021a), welche an strategisch günstigen Orten (im häuslichen Umfeld) platziert bzw. gelagert werden sollten (D. Buckley, 2021d).

Eine Wiederaufbereitung der Handschuhe ist nicht nur bei (sichtbaren) Verschmutzungen (Alikhan et al., 2014; Epstein, 1984), sondern aus hygienischen Gründen täglich (wie bspw. auch bei Kompressionsverbände bzw. Binden, Rabe et al., 2021) bzw. (un)mittelbar nach der einmaligen Verwendung (S. W. Becker, 1931) angezeigt (s. hierzu auch Kap. II.6.2.2, Abs.: Textilien und Residuen). Empfohlen wird weiterhin, die Wäsche mit der Innenseite nach außen in die Waschmaschine zu geben, Waschmittel ohne potentielle Sensibilisatoren (z. B. Parfüm- und Bleichstoffe) zu verwenden (Alikhan et al., 2014) und die Wäsche lufttrocknen zu lassen (National Eczema Association, 2021; NEA, 2021a) (s. auch Kap. II.4.6.6). Nicht mehr für eine Wiederverwendung vorgesehene Textilhandschuhe können über Getrenntsammlensysteme (z. B. Containersammlung) oder, im Falle minderer Qualität oder starker Verschmutzungen, als Alttextilien über den Restabfall entsorgt werden (UBA, 2019).

²⁴¹ Bsp.: „DermaSilk Schlauchverband“ (Fa. Ferdinand Menzl Medizintechnik GmbH, AUT). Mehr Informationen unter der URL: <https://shop.menzl.com/index.php/de/haut/dermasilk/universell> (Stand: 09.08.2022).

²⁴² Bsp.: „Tubifast® Garments“ (Fa. Mölnlycke Health Care AB, DEU). Mehr Informationen unter der URL: <https://www.molnlycke.de/produkte-losungen/tubifast/> (Stand: 14.01.2022).

II.6.4 STUDIENERGEBNISSE

Hautphysiologische Untersuchungen und Kurzzeit-Trageversuche im experimentellen Setting

In verschiedenen Untersuchungen konnte aufgezeigt werden, dass die Verwendung singulärer Textilhandschuhe aus Baumwolle zu einer Verringerung der Griff- bzw. Greifkraft führt (Bishu, Batra, Cochran & Riley, 1987; Cochran, Albin, Bishu & Riley, 1986; Kinoshita, 1999; Muralidhar & Bishu, 1994; Zhao, Li & Yi, 2021). Der Grad der Beeinträchtigung lag bei etwa 7.3 % (Cochran et al., 1986) bzw. 10 % (Bishu et al., 1987) bis zu ca. 15 % (Handschuhstärke 1.15 mm, Batra et al., 1994). Einschränkungen zeigten sich ebenfalls hinsichtlich der Bewegungsfreiheit (Muralidhar & Bishu, 1994), des Drehmoments der Hände (Y. Chen, Cochran, Bishu & Riley, 1989) und der Handhabung von Objekten mit glatten Oberflächen (Reduktion der Friktion) (Bradley, 1969; Kinoshita, 1999) im Vergleich zur nicht behandschuhten Hand. Unter trocknen Bedingungen zeigte Baumwolle im Vergleich zu Polyester einen höheren und ggü. Wolle und Nylon einen geringeren Reibungskoeffizient; unter feuchten Bedingungen wies Baumwolle, gefolgt von Wolle, Polyester und Nylon, die höchsten Friktionswerte auf (Mahmoud, 2016). Im Allgemeinen geht der Einsatz von (textilen) Handschuhen mit einer Erhöhung des Kraftaufwandes bzw. der Muskelaktivität einher (Handschuhstärke 0.8 mm, Dianat, Haslegrave & Stedmon, 2010).

In Messungen mit einem Handmodell bzw. einer thermischen Gliederpuppe erwiesen sich reine Baumwollhandschuhe aufgrund ihres geringen Wasserdampf- und Wärmedurchgangswiderstandes aus physiologischer Sicht als besonders günstig (Bekleidungsphysiologisches Institut Hohenstein e. V., 2008²⁴³; hier auch: Van der Pal et al., 2021).

In einem Kurzzeit-Trageversuch im Labor wurden reine Baumwollhandschuhe nach 90-minütiger aktiver Anwendung hinsichtlich der Passform ‚gut‘ (ca. \emptyset 0.25; Skala: +2 - -2, viel zu groß - viel zu klein), der Griffsensibilität ‚gut‘ (\emptyset 1.5; Skala: 1-5, sehr gut - mangelhaft), der Weichheit ‚neutral‘ (ca. \emptyset 4.2; Skala: 1-7, weich - rau), der Steifigkeit ‚leicht steifig‘ (ca. \emptyset 3.8; Skala 1-7, lappig - steif) und der Texturierung ‚leicht texturiert‘ (ca. \emptyset 3.8; Skala: 1-7, glatt - texturiert) bewertet (Bekleidungsphysiologisches Institut Hohenstein e. V., 2008). Die körperliche Aktivität führte zu einem langsamen, aber kontinuierlichen Anstieg der Mikroklimaefeuchte und Temperatur an den Tragehänden, wobei der Einfluss auf das subjektive Feuchteempfinden, den thermophysiologischen (Skala 1-5, sehr gut - mangelhaft) und allgemeinen Tragekomfort (\emptyset 1.8; Skala: 1-5, sehr gut - mangelhaft) von den Anwendenden mit ‚gut‘ beurteilt wurde (Bekleidungsphysiologisches Institut Hohenstein e. V., 2008).²⁴⁴

In einer Probandenbefragung zu den hautsensorischen, haptischen und taktilen Eigenschaften eines Baumwollhandschuhs wurden dessen Komforteindruck (\emptyset 2.1; Skala: 1-6, sehr gut - ungenügend) sowie Anzieh- und Greifeigenschaften (\emptyset 1.9/2.0; Skala: 0-3, überhaupt nicht - deutlich ausgeprägt) mit ‚gut‘ bewertet (Bekleidungsphysiologisches Institut Hohenstein e. V., 2008). Das Handschuhmaterial

²⁴³ *Ergänzende Studieninformationen:* Baumwollhandschuhe mit Naht und Bund, n. a. Materialstärke. $R_e = 7.7 \text{ m}^2 \text{ Pa W}^{-1}$. $R_c = 58.0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \text{ K W}^{-1}$, SD 2.5 %.

²⁴⁴ *Ergänzende Studieninformationen:* Baumwollhandschuhe mit Naht und Bund, n. a. Materialstärke.

wurde als ‚etwas haarig‘ (\emptyset 0.8) und ‚weich‘ (\emptyset 1.7) beurteilt (Skala jeweils: 0-3, überhaupt nicht - deutlich ausgeprägt) (Bekleidungsphysiologisches Institut Hohenstein e. V., 2008).

Szlapetis et al. (1999) ermittelten im Rahmen eines Kurzzeit-Trageversuchs für einen singulär verwendeten Textilhandschuh aus Arcyl/Viscose/Lycra eine gute Bewertung der Gesamtpassform (\emptyset 2.9; Skala: 1-5, zu locker - zu eng) und des Tragekomforts (\emptyset 4.8; Skala: 1-5, unkomfortabel - komfortabel).²⁴⁵

Für die in einer Machbarkeitsstudie im Gesundheitswesen erprobten Textilhandschuhe aus Baumwolle wurde eine überwiegend gute Passform ermittelt (Hübner et al., 2016). Die positiven Bewertungen nahmen, vermutlich aufgrund der mit der Wiederaufbereitung einhergehenden Materialveränderungen, mit fortschreitender Studiendauer ab (Rubbert, 2014).

Langzeit-Trageversuche im privaten und/oder beruflichen Setting

Baack et al. evaluierten die Effektivität eines textilen Handschuhs im Rahmen eines 1-monatigen Halbseitenversuchs (Tag und/oder Nacht) an einem Kollektiv mit mäßigen bis schweren Dermatosen an den Händen. Unter der Verwendung des Baumwollhandschuhs zeigte sich eine objektiv nachweisbare Verbesserung des Hautzustandes (Visueller Score, Effloreszenzen). Der im Vergleich getestete semipermeable Handschuh (Dermapor™ Glove, s. Kap. II.7.2.2) wurde hinsichtlich des Einflusses auf den Hautzustand sowie die Parameter Haut- und Handkomfort, Schwitzempfinden, Geschicklichkeit/Fingerfertigkeit, Sauberkeit, Einfachheit, Anwendung/Benutzerfreundlichkeit, Taktilität und Anziehverhalten tendenziell besser bewertet (Baack et al., 1996).

Kinaciyon et al. evaluierten die Effektivität eines semipermeablen Handschuhs (Uretex, Microair® Barrier, s. Kap. II.7.2.3), singulär und in Kombination mit einem textilen, antimikrobiell ausgestatteten Handschuh aus Seide/Silber (DermaSilk®, s. Kap. II.4.4.3), im Vergleich zu einer Standardtherapie mit einem kortisonhaltigen Präparat an einem Kollektiv mit milden bis mäßigen HE. Am Ende der 3-wöchigen Anwendungsstudie (8 Std/Tag) zeigte sich unter beiden Interventionen eine objektiv nachweisbare Verbesserung des Hautbefundes (SCORAD, HECSI), wobei der Werteverlauf an den behandschuhten Händen tendenziell besser war. Der zusätzliche Einsatz der DermaSilk® Handschuhe verstärkte die positiven Effekte der Überziehhandschuhe und beschleunigte die Abheilung von *S. aureus* positiven HE. Die Handschuhe zeigten einen, mit fortschreitender Studiendauer zunehmenden, guten Tragekomfort. Alle eingesetzten Maßnahmen wurden abschließend hinsichtlich ihrer Wirkung/Effektivität als äquivalent eingeschätzt und eine Verstärkung der therapeutischen Effekte durch Kombination für möglich gehalten (Kinaciyon et al., 2009, 2010).

Kuwatsuka et al. evaluierten die Effektivität eines nicht ausgerüsteten (Baumwolle) im Vergleich zu einem feuchtigkeitsspendenden Textilhandschuh (Baumwolle/Polyester/Polyurethan, versetzt mit Apfelsäure) (s. Kap. II.4.4.4) in Verbindung mit der Anwendung einer Pflege-/Feuchtigkeitscreme (mind.

²⁴⁵ *Ergänzende Studieninformationen:* Baumwollhandschuhe aus Strick (string knit) mit Strickbund, ohne Naht, Materialstärke 1.0 mm.

4 Mal/Tag) (Gesundheitswesen, HE, n=8). Nach der 4-wöchigen Erprobung im nächtlichen Halbseitenversuch zeigte sich eine von beiden Interventionen (Handschuhe) ausgehende signifikante Verbesserungen des allgemeinen Hautzustandes (HECSI²⁴⁶, EASI²⁴⁷, RHF). Zwischen den Handschuhen konnte keine Unterschiede ermittelt werden, auch nahmen diese keinen Einfluss auf die Variation des Mikrobioms. Hinsichtlich der Messungen der allgemeinen Zufriedenheit (DLQI²⁴⁸, NRS²⁴⁹, TSQM-9²⁵⁰) zeigten sich ähnliche Werteentwicklungen. Die Autoren schlussfolgerten aus den Ergebnissen, dass durch den (regelmäßigen) Einsatz feuchtigkeitsspendender Maßnahmen ein elementarer Beitrag zur Reduktion des Schweregrads des HE geleistet werden kann; die Verwendung textiler Handschuhe, gleich welcher Materialien, stelle dabei nur eine unterstützende Maßnahme dar (Kuwatsuka et al., 2021).

In einer weiteren Teil-/Pilotstudie evaluierten Kuwatsuka et al. die Effektivität der regelmäßigen Anwendung von Baumwollhandschuhen im Rahmen eines 4-wöchigen nächtlichen Halbseitenversuchs (Gesundheitswesen, n. a. Hautzustand, n=7). An der behandschuhten Hand zeigten sich tendenziell höhere Werte hinsichtlich des Schweregrades der Erkrankung (HECSI, EASI) und RHF; das Ausmaß der Veränderung des Barriereindex war an den behandschuhten Händen tendenziell geringer. Signifikante Unterschiede konnten nicht ermittelt werden. Die Autoren schlussfolgerten aus den Ergebnissen, dass das alleinige Tragen von Baumwollhandschuhen möglicherweise keine nachweisbare Wirksamkeit bei der Behandlung der ekzematösen Haut bietet (Kuwatsuka et al., 2021).

Untersuchungsergebnisse zum Einsatz von Kompressionshandschuhen

Verschiedene Studien widmeten sich der Evaluation der Effektivität und subjektiven Wirksamkeit von Kompressionshandschuhen im Rahmen der Therapie rheumatoider, arthrotischer oder arthritischer Beschwerden an den Fingern bzw. Händen.²⁵¹ In Untersuchungen an entsprechenden Kollektiven, in denen neben einer Interventionsgruppe (Kompressionshandschuh) eine Kontrollgruppe (i. d. R. einfacher Textilhandschuh oder weit sitzender Kompressionshandschuh) inkludiert wurde, zeigten sich folgende, im Kontext der vorliegenden Thematik relevante Ergebnisse:

²⁴⁶ Hand Eczema Severity Index (HECSI): Instrument (Score/Punktesystem) zur klinischen Bewertung von HE.

²⁴⁷ Eczema Area and Severity Index (EASI): Instrument (Score/Punktesystem) zur klinischen Bewertung des AE.

²⁴⁸ Dermatology Life Quality Index (DLQI): Instrument (Fragebogen) zur Evaluation des Einflusses des AE und anderer chronischer Hauterkrankungen auf die Lebensqualität.

²⁴⁹ Numerical Rating Scale (NRS): Instrument (Score/Punktesystem) zur Erfassung der subjektiv wahrgenommenen Schmerzintensität.

²⁵⁰ Treatment Satisfaction Questionnaire for Medication 9 (TSQM-9): Instrument (Fragebogen) zur Evaluation der Therapiezufriedenheit.

²⁵¹ Zur Narbentherapie (z. B. Verbrennungsnarben) (Yu, Yick, Ng & Yip, 2015) und rheumatoiden, arthrotischen oder arthritischen Beschwerden an der Hand oder den Fingern können sog. *Kompressionshandschuhe* (auch: Arthritis- oder Ödemhandschuhe) eingesetzt werden (Diday-Nolle & Reiter Eigenheer, 2019). Hierbei handelt es sich um konfektionierte (fingerspitzenlose) Handschuhe mit therapeutischer Wirkung, die prophylaktisch oder als komplementäre Maßnahme zu einer konservativen bzw. postoperativen Behandlung Anwendung finden (Diday-Nolle & Reiter Eigenheer, 2019). Die Handschuhe können über Tag und/oder Nacht (A. Hammond et al., 2022) und dabei auch als Unterziehhandschuhe unter okklusiven Schutzhandschuhen (A. Hammond et al., 2022) verwendet werden. Empfohlen wird eine Tragedauer von täglich acht (Nasir, Troynikov & Massy-Westropp, 2014) und mehr Stunden, aber keinesfalls den ganzen Tag (A. Hammond et al., 2022). Wie aktuelle internationale Analysen zeigen, handelt es sich bei der Herstellung und dem Erwerb entsprechender Handschuhe um einen stetig wachsenden Markt (Research Nester, 2022), wenngleich die eigentliche Produktwirkung fraglich ist bzw. klinisch eher nicht bedeutsam zu sein scheint (C. J. Hammond, 2013; A. Hammond et al., 2021; A. Hammond et al., 2022; A. Hammond & Prior, 2022; Nasir, Troynikov & Massy-Westropp, 2014). Eine Übersicht verschiedener Untersuchungen findet sich z. B. bei Nasir et al. (2014).

Mc Knight & Kwoh (1992)²⁵² ermittelten im Vergleich von zwei verschiedenen Kompressionshandschuhen, dass die Präferenz von Patienten und Patientinnen bei der Wahl des besseren von zwei Testmodellen eher mit der Passform und dem Tragekomfort als der eigentlichen Effektivität zusammenhing. Nachteilig wirkten sich u. a. ein hoher Wollanteil in einem und das Vorhandensein von Nähten in einem anderen Modell aus. Zuletzt geschildertes Problem könne, so die Autoren, in der Praxis durch bedarfsweises Umdrehen des Handschuhs gelöst werden (hier auch: Culic, Battaglia, Wichman & Schmid, 1979). Da sich hinsichtlich der Effektivität der Modelle keine Unterschiede zeigten, wurde empfohlen, die individuellen Präferenzen der Anwendenden über die Handschuhauswahl entscheiden zu lassen (hier auch: A. Hammond et al., 2021; A. Hammond et al., 2022).

In der Untersuchung von Prior et al. (2022) und Hammond et al. (2021; 2022)²⁵³ konnte im Vergleich von zwei verschiedenen fingerkuppenlosen Kompressionshandschuhen unterschiedlichen Sitzes keine Beeinträchtigungen des Trageverhaltens festgestellt werden. Beide Modelle verbesserten den Hautzustand gleichermaßen; als Vorteile des Handschuhesatzes wurden v. a. der zusätzliche Wärmeschutz bzw. die thermische Qualität und der Tragekomfort hervorgehoben (A. Hammond et al., 2021; A. Hammond et al., 2022; Prior et al., 2022). Ähnliche Ergebnisse zeigten sich in anderen Untersuchungen mit vergleichbarer Methodik (Swezey et al., 1979²⁵⁴; Culic et al., 1979²⁵⁵). Etwa ein Drittel der Befragten beider Kollektive gab an, unter der nächtlichen Testung ein verbessertes Schlafverhalten zu erleben; das Auftreten von Schlafstörungen, z. B. aufgrund von Wärme und Pruritus, wurde als häufigster Nachteil benannt (A. Hammond et al., 2021; A. Hammond et al., 2022). Weiterhin gab etwa ein Viertel der Befragten an, (leichte) Haushaltsaktivitäten besser durchführen zu können; Schwierigkeiten zeigten sich stellenweise hinsichtlich der Praktikabilität bei der Durchführung alltäglicher Vorgänge, z. B. Toilettengang und Händewaschen (A. Hammond et al., 2021; A. Hammond et al., 2022). Die (sichtbare) Handschuhverwendung wurde differenziert bewertet; während einige Teilnehmende die Vorteile der Hautabdeckung hervorhoben, stellte sich diese als zu auffällig (im Sozialleben) für andere heraus (Prior et al., 2022). Vereinzelt wurden ästhetische Komponenten wie bspw. die Farbe und außerhalb liegende Nähte eher negativ kommentiert (Prior et al., 2022). Eine länger andauernde Verwendung führte zu häufigeren und schnelleren Verschleißerscheinungen der Handschuhe (z. B. Ausfransen an den Nähten); die zur Abmilderung dieser durchgeführten Handwäschen schränkten den Gebrauch aufgrund der zur Verfügung stehenden Mengen und Trocknungszeit ein (Prior et al., 2022).

²⁵² *Ergänzende Studieninformationen:* Kompressionshandschuh der Interventionsgruppe: 81 % Nylon und 19 % Spandex. Kompressions- bzw. Textilhandschuh der Kontrollgruppe: 66 % Wolle, 28 % Acryl und 5 % Elastomer; lockerer Sitz. 7 Nächte, n=39.

²⁵³ *Ergänzende Studieninformationen:* Teilveröffentlichungen der Multicenter-Studie „A-Gloves Trial“. Kompressionshandschuh der Interventionsgruppe: 80 % Nylon und 20 % Elastan, fingerkuppenlos. Kompressions- bzw. Textilhandschuh der Kontrollgruppe: 89 % Nylon und 11 % Elastan, fingerkuppenlos, lockerer Sitz. 12 Wochen, N=206 (Intervention: n=84; Kontrolle: n=79).

²⁵⁴ *Ergänzende Studieninformationen:* Kompressionshandschuh der Interventionsgruppe: Keine näheren Angaben. Kompressions- bzw. Textilhandschuh der Kontrollgruppe: Handschuh ohne Stretch, keine näheren Angaben. 7 Nächte, n=15.

²⁵⁵ *Ergänzende Studieninformationen:* Kompressionshandschuh der Interventionsgruppe: Modell aus Nylon und Spandex, keine näheren Angaben. Kompressions- bzw. Textilhandschuh der Kontrollgruppe: Modell aus Nylon, loser Sitz, keine näheren Angaben. 4 Wochen (Nächte) pro Handschuh, n=23.

Eine aktuelle Untersuchung unter medizinischem Personal zeigt weiterführend, dass derzeit v. a. die Menge von einem, zumeist finger(kuppen)losen Handschuhpaar (Ersatz nach 4-6 Monaten) für die Anwendung am Tag verschrieben bzw. bereitgestellt wird (A. Hammond & Prior, 2022).

In diesem Kapitel wurde ein Überblick zum Thema „Textile Komforthandschuhe“ gegeben. Die dargestellten Sachverhalte lieferten zusätzliche Informationen zur Methodik und Zielsetzung (Indikation/Anwendung der Komforthandschuhe) sowie den Befragungsinhalten/-kriterien der Untersuchung II (s. Teil III). Die Ausführungen machten deutlich, auf welche Art und Weise die Verwendung von textilen Komforthandschuhen im präventiven Kontext zu verorten ist. Die vielfältigen Funktionen des Einsatzes von textilen Komforthandschuhen wurden aufgezeigt und hinsichtlich ihrer Wahrnehmung und derzeitigen Bewertung auf wissenschaftlicher Ebene erläutert. Basierend auf diesen Erläuterungen und der Betrachtung relevanter Aspekte der Beschaffenheit, des Trage- und Gebrauchsverhaltens wurde weiterführend ersichtlich, inwiefern die referenzbasierten Angaben/Handreichungen zum Einsatz von Komforthandschuhen in ihrer Gesamtheit eher empfehlungs- als studienbasierten Charakter tragen.

II.7 SEMIPERMEABLE HANDSCHUHE

Das nachfolgende Kapitel wird einen Überblick über das Thema *Semipermeable Unterziehhandschuhe* geben. Im Rahmen einer allgemeinen Einführung werden wichtige Grundbegriffe geklärt und die Verwendung semipermeabler Membranen in den Bereichen Medizin und PSA, einschließlich der Wechselwirkungen zw. Haut und Textilien, näher erläutert. Es folgt ein vergleichender Überblick der semipermeablen Membranen bzw. Technologien, die in der Gegenwart und Vergangenheit in Form von (Unterzieh-)Handschuhen Anwendung fanden bzw. finden. Weiterführend werden die mit der Verwendung als Unterzieh- und Komforthandschuhe verbundenen Funktionen bzw. Zielstellungen näher betrachtet und durch zentrale Studienergebnisse ergänzt.²⁵⁶

In Ergänzung zu den o. g. Inhalten finden sich im Anhang der vorliegenden Arbeit tabellarische Übersichten mit Details zu den einzelnen Studien (s. Anhang 3).

II.7.1 EINFÜHRUNG

II.7.1.1 MEMBRANEN UND LAMINATE

Unter einer *Membran* (lat. ‚membrāna‘ = dünne, zarte Haut, Zalpour, 2010a) wird ein sehr dünnes (Mukhopadhyay & Midha, 2008a), flächiges, semipermeables (lat. ‚sēmī‘ = halb, teilweise; lat. ‚pemeare‘ = hin-/durchwandern, Zalpour, 2010b) Gebilde verstanden (Melin & Rautenbach, 2007). Im Kontext von (Chemikalien-)Schutzhandschuhen wird eine Membran als eine, zwei Bereiche voneinander abgrenzende Trennschicht mit häufig selektiver Durchlässigkeit bezeichnet (IFA, 2020). Im Bekleidungsbereich ist häufig von hauchdünnen Folien mit wasserdampfdurchlässigen, wind- und wasserdichten Funktionen die Rede (Knecht, 2003). Membranen bilden eine Barriere ggü. externen Substanzen, erlauben dabei aber eine Transpiration im Sinne einer kontrollierten Durchlässigkeit von Wasserdampf (Bhuiyan et al., 2019; Gibson, 2000). Membranen können nach verschiedenen Kategorien klassifiziert werden, bspw. hinsichtlich ihrer Herkunft bzw. verwendeten Werkstoffe (biologisch, synthetisch), ihrer Morphologie/Struktur (asymmetrisch, symmetrisch, porös, dicht), ihres

²⁵⁶ *Wichtige Hinweise zur Studiendarstellung:*

- Es wurden nur Studien berücksichtigt, die am Menschen bzw. an der menschlichen Haut, mit den in Kapitel II.7.2 dargestellten Materialien in singulärer oder kombinierter Form durchgeführt wurden.
- Die Ergebnismwiedergabe im Kapitel II.7.4.1 erfolgt untergliedert nach der Ausrichtung der Untersuchungen, d. h., Funktionalität (z. B. Effektivität im Bereich des Okklusionsschutzes) vs. Anwendungsbezug/Anwenderakzeptanz (z. B. Eigenschaften wie Taktilität).
- Die Ergebnismwiedergabe im Kapitel II.7.4.2 erfolgt untergliedert nach den den Studientypen bzw. -methodiken. Wenn von *Kurzzeit-Trageversuchen* die Rede ist, sind hierbei Anwenderversuche von wenigen Stunden bis Tagen gemeint. Die Begrifflichkeit *Langzeit-Trageversuche* bezieht sich entsprechend auf Versuche mit einer Dauer von mehreren Wochen. *Halbseiten(trage)versuche* bezeichnen Anwenderversuche, bei denen das oder die Untersuchungsobjekte jeweils nur an einer Hand (im Vergleich) erprobt wurden.
- Ein Schrägstrich zw. zwei genannten Handschuhmaterialien („/“) steht für die Anwendung/Testung einer Handschuhkombination, wobei sich das zuerst genannte Material i. d. R. auf den innenliegenden Handschuh bezieht (z. B. „Sympatex®/Vinyl“ = Sympatex®-Handschuh unter Vinyl-Handschuh).
- Die Handschuhe aus dem Material Sympatex® wurden seit Studien-/Herstellungsbeginn mehrfach hinsichtlich der Größe/Passform angepasst bzw. optimiert; in den im Folgenden dargestellten Studien kamen demnach unterschiedliche Prototypen (unveränderter Funktion) zum Einsatz.

Aggregatzustandes (Gel, Flüssigkeit, Kristall, Polymermatrix) oder ihrer Stofftransportmechanismen (Melin & Rautenbach, 2007; Peinemann & Pereira Nunes, 2006; Walitza, Stroh & Brunner, 2007).

Membranen werden i. d. R. als Laminat-/Membrankonstruktionen zu verschiedenen, häufig zusätzlich imprägnierten (z. B. Durable Water Resistant, DWR) Endprodukten (z. B. im Textilsektor) verarbeitet (Mecheels, 1991). *Laminate (foam back, laminate fabric)* stellen Materialien aus mehreren Schichten (Gewebe- oder Folienlagen), d. h. Verbindungen aus Membran und (Träger-)Textil/en dar (Grundmeier, 2011; Meyer zur Capellen, 2012). Wird die Membran auf der Innenseite des Ober- oder Futterstoffes laminiert, handelt es sich um 2-Schicht-Laminate (Knecht, 2003; Mecheels, 1991). Liegt die Membran in einer festen Verbindung zw. Oberstoff und Innenfutter bzw. Futterstoff vor, handelt es sich um 3-Schicht-Laminate (Knecht, 2003; Mecheels, 1991). Membranen bzw. Verbindungen aus Membranen und leichter Wirkware, die sich lose zw. dem Ober- und Futterstoff eines Textils befinden, werden als *Liner* oder *Insertlaminate* bezeichnet (Knecht, 2003; Mecheels, 1991). Durch den Einsatz von semipermeablen Folien/Membranen bzw. Textillaminaten können bekleidungsphysiologische Eigenschaften optimiert werden (Loy, 2006).

Wasserdampfdurchlässigkeit und -widerstand

Die Abgabe von Wasserdampf über die Kleidung nimmt starken Einfluss auf das thermophysiologische Körperempfinden (Dis-/Komfort) (s. Kap. II.4.3.1-II.4.3.2). Die Wasserdampfdurchlässigkeit bzw. der entsprechende Widerstand stellen daher wichtige Parameter bei der Herstellung von (Funktions-)Textilien dar (Mukhopadhyay & Midha, 2008a). Zahlreiche Normen definieren dabei verschiedene Messverfahren (z. B. ASTM F1868-09, ASTM E96, ISO 11092), welche bei Untersuchungen desselben Materials zu differenzierten Ergebnisse führen können (B. Das, A. Das, V. K. Kothari, R. Fanguiero & M. Araújo, 2007b).²⁵⁷

Die Wasserdampfdurchlässigkeit kann mit der *Moisture Vapor Transmission Rate* (MVTR, g/m²/24h) angegeben werden, welche die Wassermenge beschreibt, die innerhalb von 24 Std. durch 1 m² Textil verdunstet (Grundmeier, 2011). Je höher der Wert der MVTR, desto effektiver gestaltet sich der Feuchtigkeitsabtransport und die Verhinderung der Ansammlung von Feuchtigkeit unter der Membran (Behra & Arora, 2009, S. 211). MVTR-Werte von 27.000 g/m²/24h gelten als sehr gut, Werte über 10.000 g/m²/24h als gut und MVTR-Werte (weit) unter 10.000 g/m²/24h bezeichnen eine (eher) geringe Atmungsaktivität (Hohenstein Institute, 2014). Das Minimum sollte bei 5.000 g/m²/24h liegen (Mukhopadhyay & Midha, 2008b). Die MVTR von Laminaten hängt von der Membranstärke und -struktur, der Membranabdeckung sowie dem Wasserdampfdurchgangswiderstand der zusätzlichen textilen Komponente/n ab (Drinkmann, 1992; Mukhopadhyay & Midha, 2008a). Die MVTR steigt mit der

²⁵⁷ Derzeit werden seitens der Hohenstein Institute neuen Messtechnologie eruiert, um der Forderung der EU, den thermophysiologischen Tragekomfort von (komplexer) PSA umfassender bzw. effizienter zu evaluieren, nachzukommen. Mehr Informationen unter der URL: <https://www.hohenstein.de/de/wissen/forschung/forschungsprojekte/detail/komfortbewertung-psa> (Stand 20.07.2022).

Abnahme des Wasserdampfdurchgangswiderstandes und der Membranstärke (Gebben, 1996; Painter, 1996).

Die Atmungsaktivität kann auch über den *Wasserdampfdurchgangswiderstand* (R_{et} -Wert)²⁵⁸ definiert werden, welcher gemäß ISO 11092 den Widerstand bezeichnet, den ein Material dem Durchgang von Wasserdampf entgegensetzt (m^2PA/W) (A. Das & Alagirusamy, 2010; Sympatex Technologies GmbH, 2019). Je geringer der R_{et} -Wert, desto besser bzw. stärker die MVTR: R_{et} -Werte unter 6 gelten als optimal atmungsaktiv („sehr gut“), Werte von 6-13 kennzeichnen eine „gute“ und Werte von 13-20 eine „befriedigende“ Leistung; R_{et} -Werte über 20 gelten als nicht atmungsaktiv bzw. impermeabel („unbefriedigend“) (Grundmeier, 2011; Sympatex Technologies GmbH, 2019).

II.7.1.2 MEMBRANEN IM BEREICH DER MEDIZIN: WUNDAUFLAGEN UND HAUTINTERAKTIONEN

Im Jahr 1962 verfasste Georg Winter die erste wissenschaftliche Abhandlung über die Vorteile der feuchten und permeablen Wundbehandlung (*moist wound healing*), etwa 10 Jahre später wurden die ersten Folien zum Schutz der Haut und Abmilderung der mit impermeablen Abdeckungen einhergehenden Nachteile entwickelt (Bundesverband Medizintechnologie [BVMed], 2004; Zhai & Maibach, 2007a). Für die trockene und feuchte Abdeckung von Wunden sind heutzutage eine Vielzahl, in verschiedenen Phasen der Wundheilung einsetzbare Methoden und Materialien verfügbar, deren Prüfung und Anforderungen durch verschiedene Normen definiert werden.²⁵⁹ Wundauflagen können nach verschiedenen Kategorien, bspw. hinsichtlich ihrer Wirkung(-stechnik) in inaktive (passive) (z. B. Mullkompressen), hydroaktive (interaktive) (z. B. Alginate), aktive (z. B. Hyaluronsäure) und sonstige Wundauflagen, differenziert werden (Horn, 2012). Zu der zuletzt genannten Gruppe zählen *Folien bzw. Folienverbände* (Horn, 2012). Hierunter werden transparente, semipermeable, nicht absorbierende, mit einer selbsthaftenden Klebeschicht ausgestattete Polyurethan-Filme unterschiedlicher Durchlässigkeit verstanden, die aufgrund ihrer (impermeablen) Barrierewirkung ggü. Mikroorganismen und Nässe/Wasser sowie Erhalt eines feuchten Wundmilieus bzw. guten Hydratisierung u. a. zur Abdeckung von postoperativ primär verschlossenen Wunden und in der Epithelisierungsphase gering bzw. nicht nässender Wunden eingesetzt werden (z. B. Opsite®, Tegaderm) (Bode, Horn & Schüning, 2022; T. Gupta et al., 2018; Horn, 2012; Neuhaus, Klar, Mirschink, Schluer & Schiestl, 2017).

Nicht abgedeckte, granulierende Wunden weisen einen Wasserdampfverlust zw. 5000-7000 $g/m^2/24h$ auf (Hatz, Niedner, Vanscheidt & Westerhof, 1993). Die Entstehung bzw. Aufrechterhaltung eines Mikroklimas mit einem möglichst optimalen Feuchtigkeitsgehalt gilt als entscheidender Parameter in der Wundbehandlung (Nuutila & Eriksson, 2021; Wlaschin et al., 2019; Xu et al., 2016). Die Permeabilität stellt damit einen kritischen Aspekt in der Konstruktion von Wundauflagen dar (Wlaschin et al., 2019). „The ideal synthetic wound dressing may be the semioclusive.“ (Zhai & Maibach, 2007a, S. 273)

²⁵⁸ *Synonyme:* Resistance-evaporation-transmission / Resistance against evaporation / Resistance to Evaporative Heat Transfer.

²⁵⁹ Bsp.: DIN EN 13726-1:2002-06 - Prüfverfahren für primäre Verbandstoffe (Wundauflagen), Teil 1-6.

Membranen bzw. Verbände weisen hinsichtlich ihrer Wasserdampfdurchlässigkeit Werte von 200-3.000 g/m²/24h auf (Dissemond, 2006) bzw. 400 ml bis 13 L/m² pro Tag (Folienverbände, Ertelt, 2017), bzw. < 1000 ml H₂O/m² in 24 Std. (semipermeable Wundfolien, Bode et al., 2022). MVTR-Werte von 2.000-2.500 g/m²/24h (Queen, Gaylor, Evans, Courtney & Reid, 1987) bzw. 2028.3 ± 237.8 g/m²/24h (Xu et al., 2016) werden als förderlich bzw. optimal für die feuchte Wundheilung eingestuft. (Wesentlich) Höhere MVTR-Werte können zu Dehydratationen und (wesentlich) geringere MVTR-Werte zur Akkumulation von Wundexsudaten führen (Nuutila & Eriksson, 2021; Xu et al., 2016). Unterschiede in den (Angaben zu den angewandten) Messverfahren erschweren auch hier die Vergleichbarkeit der Werte (Nuutila & Eriksson, 2021). Ein (dauerhaft) förderliches Mikroklima basiert, so wird angenommen, auf der (kontinuierlichen) Funktionsfähigkeit einer Membran bzw. eines Verbandes, unabhängig von den ursprünglichen MVTR-Werten (Wlaschin et al., 2019).

Im Bereich der Wundversorgung/-behandlung bzw. Entwicklung neuer Materialien/Technologien wird viel Forschung betrieben. (Kleinere) Studien widmen sich zumeist der Evaluation der jeweils untersuchten Materialien; hinsichtlich der (allgemeinen) physikalischen Eigenschaften und Mechanismen mangelt es teilweise an Wissen (Xu et al., 2016). Da semipermeable Abdeckungen – wie sie in Form von Handschuhen den Untersuchungsgegenstand der vorliegenden Arbeit bilden – nicht ohne weiteres dem o. g. Bereich der (sonstigen) Wundaufgaben zugeordnet werden können, lassen sich die für klassische Auflagen geltenden Mechanismen nur bedingt übertragen. Die Funktion und (angestrebte) Wirkung tendieren jedoch in eine ähnliche Richtung.

Bekannt ist, dass eine Vielzahl an (chronischen) Hauterkrankungen mit Dysfunktionen der Hautbarriere einhergeht, welche sich in Veränderungen in der Zusammensetzung von epidermalen Strukturproteinen, Keratinen und Cornified-Envelope-Proteinen (Proksch, Dähnhardt, S & Foelster-Holst, 2016; Proksch & Brasch, 2021), Verminderungen der epidermalen Calcium-Ionenkonzentration (Gruber & Schmuth, 2014; Proksch, Holleran, Menon, Elias & Feingold, 1993; Rinnerthaler & Richter, 2015) sowie einer erhöhten TEWL-Rate (Buraczewska, Broström & Lodén, 2007; Gruber & Schmuth, 2014) äußert (s. Kap. II.1). Vergleichbare Entwicklungen lassen sich durch eine künstliche Irritation der Haut (z. B. mit Natriumlaurylsulfat [NLS]) hervorrufen (Löffler, Effendy & Happle, 1999). Der TEWL korreliert mit der Schädigung der Hornschichtbarriere, wobei erhöhte Werte eine (zunehmende) Störung markieren (Berndt, Wigger-Alberti & Elsner, 2000). Niedrige Werte in Kombination mit einer relativ hohen Hornschichtfeuchte (RHF) zeigen hingegen unter normalen Umständen eine funktionstüchtige Barriere an. Der TEWL gilt daher als wichtiger Indikator für den Zustand bzw. die Integrität der sog. *Inside-outside-Barriere* (Schutz vor übermäßigem Wasserverlust) (Berardesca & Norma, 2020; Fartasch, Hüner, Tepe, Funke & Diepgen, 1993; Grubauer, Elias & Feingold, 1989; Proksch et al., 2016; Proksch & Brasch, 2021; Tiedemann et al., 2016). Durch eine Abdeckung der Haut (z. B. mit einer semipermeablen Membran) kann eine künstliche Reduktion des (erhöhten) TEWL herbeigeführt werden, welche in der Intensität mit der Permeabilität der Abdeckung korreliert (Buraczewska et al., 2007; Proksch, Feingold, Man & Elias, 1991). Eine künstliche Reduktion wird als vorteilhaft für die Entwicklung der Barrierefunktion im Rahmen bestehender Hauterkrankungen sowie ggü. Umweltreizen angenommen (Buraczewska et al.,

2007). Maßnahmen zur Wiederherstellung der Hautbarriere gelten als essentiell bei der Behandlung von Kontaktdermatosen (Ludriksone et al., 2021).

Während die Wirkung bzw. Folgen impermeabler Abdeckungen auf die Hautbarriere im Kontext des Thema *Hautschutz und Handschuhe* bereits mehrfach untersucht wurden (s. Kap. II.3.2.3), liegen zur Effektivität singular und in Kombination mit impermeablen Materialien verwendeter semipermeabler, nicht selbsthaftender Abdeckungen nur eine geringe Anzahl an Untersuchungen vor. In älteren Untersuchungen der künstlich irritierten, nicht-menschlichen Haut konnte in Folge impermeabler Abdeckungen eine Hemmung bzw. Verzögerung endogener Reparaturprozesse (DNA- und Lipidsynthese) nachgewiesen werden (Grubauer et al., 1989; Jiang, Koo & Lee, 1998; Proksch et al., 1991), während sich unter der Abdeckung mit semipermeablen Membranen (u. a. Gore-Tex®) keine Beeinträchtigung der Wiederherstellung der Barrierefunktion zeigte (Grubauer et al., 1989; Proksch et al., 1991). Experimentelle Untersuchungen der Auswirkungen okklusiver Abdeckungen der menschlichen Haut führten zu differenzierten Ergebnissen (Tiedemann et al., 2016). Für semipermeable Abdeckungen (verschiedener Art) konnten studienübergreifend keine negativen Effekte auf die Regeneration der epidermalen Barriere nachgewiesen werden; gegenteilig führte die mit der Abdeckung einhergehende Ausbildung eines günstigen bzw. optimalen Wasserdampfgradienten teilweise zu einer objektiv nachweisbaren positiven Beeinflussung der epidermalen Reparaturvorgänge (Erhöhung Hydratation, Steigerung Lipidsynthese, Verbesserung Hautqualität) nach Irritation (z. B. Buraczewska et al., 2007; Fisher & Maibach, 1972; Visscher, Hoath, Conroy & Wickett, 2001). Im Rahmen der zusätzlichen Verwendung von Externa unter einer semipermeablen Membranabdeckung nach Irritation zeigte sich keine Beeinflussung der Barriereregeneration (Welzel, Wilhelm & Wolff, 1996).²⁶⁰ Kombinationen aus semipermeablen und textilen Abdeckungen der gesunden, mit Externa behandelten Haut führten ggü. rein textilen Abdeckungen zu tendenziell positiveren Einflüssen auf die Entwicklung hautphysiologischer Parameter, welche auf eine bessere Wechselwirkung zw. Membran und Haut bzw. Externa zurückgeführt wurden (Brazzelli et al., 2008).²⁶¹

II.7.1.3 MEMBRANEN IM BEREICH DER PSA: EINSATZ, KLASSIFIZIERUNG UND EMPFEHLUNGSSTAND

Unter dem Punkt Sondermaterialien der *DGUV Regel 112-189* finden sich Hinweise auf die Verwendung mikroporöser oder wasserdampfdurchlässiger Folien (aus Kunststoff oder Folienverbunde), welche in Form mehrschichtiger Lamine für Wetter- und Winterschutzkleidung eingesetzt werden. Die *DGUV Information 112-995* unterscheidet zw. Schutzhandschuhen aus Folie (keine genauere Definition) und Kunststoff mit oder ohne Beschichtungsträger. Die *DGUV Information 212-007* greift Lamine als eine Form von Chemikalienschutzhandschuhen, bestehend aus mehreren Schichten unterschiedlicher, i. d. R. impermeabler Materialien, auf (s. Kap. II.5.2.8). Die Verwendung atmungsaktiver

²⁶⁰ *Ergänzende Studieninformationen:* Gore-Tex®, Petrolatum, Abnahme TEWL.

²⁶¹ *Ergänzende Studieninformationen:* W/O-Emulsion; Baumwolle/Polyurethan vs. Baumwolle; RHF: signifikante Erhöhung, TEWL: signifikante Reduktion, pH-Wert: keine signifikanten Änderungen.

Materialien bzw. sog. *Klimamembranen* wird häufig(er) explizit im Kontext des Fußschutzes, nicht der Hände, thematisiert bzw. empfohlen (z. B. BGR CI, 2013; DGUV Information 209-022, 2021).

Der Aspekt der Funktionalität nimmt einen wachsenden Stellenwert im Bereich der PSA ein (Fuhrer, 2002; Kring, 2021b; Uvex Arbeitsschutz GmbH, 2022b; Watson et al., 2018). Aus Laminat-/Membrankonstruktionen bestehende Kleidung findet heutzutage in den unterschiedlichsten Berufsbereichen Anwendung, bekannt ist v. a. der Einsatz in der PSA für den technischen Hilfsdienst (z. B. Feuerwehr, Militär) (Mukhopadhyay & Midha, 2008a). Der Hauptverwendungszweck besteht in der besseren Regulation thermophysiologicaler Eigenschaften (s. Kap. II.4.3.2), mit dem Ziel, einen bestmöglichen Kompromiss zw. (Trage-)Komfort und Schutz unter Berücksichtigung unterschiedlichster Aktivitäten und Ansprüche sowie klimatischer Bedingungen herzustellen bzw. zu fördern (Batson, 2016; Lomax, 2007; Vierhaus, 1999). Entsprechend stoßen Schutzhandschuhe mit semipermeabler Membranausstattung auf eine hohe Trageakzeptanz (Fuhrer, 2002; MM, 2006; Vierhaus, 1999).

„Die Ansprüche an den Tragekomfort von Schutzhandschuhen sind erheblich gewachsen. (...) Ein dritter Aspekt liegt in dem zunehmenden Wissensstand der Träger und Beschaffer über Funktionsmaterialien und deren Leistungsprofil. Positive, eigene Erfahrungen im Freizeit- und Sportbereich setzen dabei zunehmend Maßstäbe auch in der Arbeitswelt.“ (Fuhrer, 2002, S. 99)

Hinsichtlich des Erwerb und Designs von PSA zeichnet sich ein allgemeiner Trend zum Einsatz von Markenprodukten (KANAT Media Verlag e.K., 2021) unter zunehmender Berücksichtigung der *Corporate Identity* (Polanz, 2013; Rechtsteiner, 2016; Uvex Arbeitsschutz GmbH, 2022b) ab. Im Bereich der Funktionstextilien haben v. a. Gore-Tex® und Sympatex® große Bekanntheit erlangt (Bammel, 2006; Dietrich, 2003; Grundmeier, 2011; Mukhopadhyay & Midha, 2008a; Özek, 2018). Beide Marken zählen auch zu den häufig in Schutzbekleidung eingesetzten Materialien (Pförtsch & Müller, 2006; Shishoo, 2002).

Um (frühestens) 1993/1994 brachte die Firma W. L. Gore & Associates GmbH (USA) den ersten (singulären) semipermeable Handschuh auf den Markt (s. Kap. II.7.2.2). Erste dokumentierte Untersuchungen mit diesem Modell fanden Mitte der 90er Jahre statt (z. B. Baack et al. 1996). Soweit bekannt sind derzeit nur zwei (Unterzieh-)Handschuhe mit semipermeablen Membranen auf dem Markt verfügbar; diese sind als PSA (Sympatex®) bzw. MP (Microair Barrier®) der Kat. I (vgl. Kap. II.3.1 und Kap. II.5.1.1) eingestuft. Insgesamt finden sich bislang nur in wenigen Publikationen Hinweise auf die (alternative) Verwendung semipermeabler Unterziehhandschuhe.

II.7.2 MATERIALIEN

Es existieren zahlreiche verschiedene semipermeable Membranen bzw. Technologien aus speziellen Polymeren. Im Folgenden sollen Sympatex® und zwei weitere Membranen, die in der Gegenwart oder Vergangenheit in Form von (Unterzieh-)Handschuhen vorliegen/-lagen und im Kontext der vorliegenden Arbeit von Relevanz sind, nähere Betrachtung finden.

II.7.2.1 SYMPATEX®

Die Marke *Sympatex*® wurde im Jahre 1986 durch die holländische Firmengruppe Akzo Nobel als Folge einer Polymer Patentanmeldung gegründet (Sympatex Technologies GmbH, 2021d). Sympatex® stellt eine dünne, strapazierfähige, porenlose (auch kompakt oder geschlossenzellige), fluorfreie, semipermeable Kunststoffmembran mit einer Materialstärken von 5-25 µm dar, die zu 100 % aus dem weitgehend inerten Copolymer Polyetherester (Polyester-Polyether-Copolymer, oxygen-carbon-hydrogen) besteht und seit 1986 von der Fa. Sympatex Technologies GmbH produziert und vermarktet wird (Sympatex Technologies GmbH, 2021c). In dem speziellen Copolymer ist eine spezifische Polyester-Komponente (hydrophil, ca. 70 %) über kovalente chemische Bindungen mit einer definierten Polyether-Komponenten (hydrophob, ca. 30 %) in bestimmten Mengenverhältnissen verbunden (Bammel, 2006; Dingels, Schömer & Frey, 2011; Mukhopadhyay & Midha, 2008a; Rothmaier, Weder, Meyer-Heim & Kesselring, 2008; Sympatex Technologies GmbH, o.J.a).²⁶² Die Porenlosigkeit der Membran verhindert das Eindringen von Feuchtigkeit außerhalb der Membran (z. B. Regen) und bedingt eine geringe Anschmutzbarkeit ggü. Waschmittelrückständen (Tensiden), Schweiß (Salzkristalle) oder anderweitigen Verunreinigungen (z. B. Creme-Reste) (Grundmeier, 2011; Rothmaier et al., 2008; Sympatex Technologies GmbH, 2021b, 2022a).

Die Membran ist 100 % wasserdicht (> 45.000 mm, ISO 811) und winddicht (0 Liter/1 m²) (s. Abbildung 33), frei von Polytetrafluorethylen (PTFE), per- und polyfluorierten Chemikalien (PFC) bzw. per- und polyfluorierten Alkylsubstanzen (PFAS) und wird somit als umweltfreundlich bzw. klimaneutral und gesundheitlich unbedenklich eingestuft (Sympatex Technologies GmbH, 2021c). Nach gängigen Verfahren kann die Membran, ebenso wie gewöhnliche PET-Flaschen, zu 100 % mechanisch recycelt und somit direkt wieder in den Produktionskreislauf zurückgeführt werden (Sympatex Technologies GmbH, 2020a).

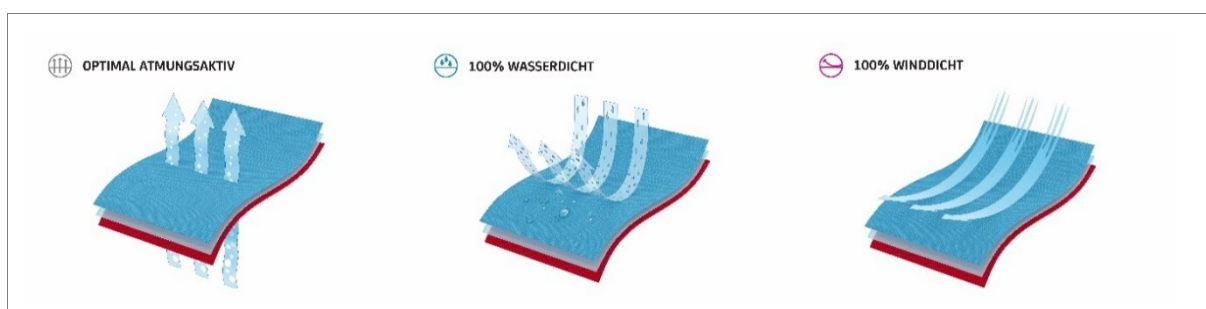


Abbildung 33: Funktionen der Sympatex® Membran (Sympatex Technologies GmbH, 2021a)

Die Sympatex® Membran findet, verbunden mit verschiedenen Trägermaterialien (z. B. Web-, Wirk- und Strickware) (Laminate), in einem individuellen, vielfältigen Produktportfolio in den Bereichen (Arbeits-)Bekleidung, Schuhe und Technik (z. B. Automotive, Medical, Industry) Anwendung (Drinkmann,

²⁶² In einigen Veröffentlichungen zu den Sympatex-Handschuhen ist (noch) von einer „Polyethylenglycol-Membran“ die Rede. Hierbei handelt es sich um eine ursprünglich genutzte, stark vereinfachte Formulierung. Polyethylenglycol stellt eine der Polyether-Komponenten des Copolymers dar, welches chemisch in die Matrix eingebunden ist.

1992; Sympatex Technologies GmbH, 2021c). Handschuhe werden zumeist für den Bereich Freizeit und Sport produziert (z. B. VAUDE Sport GmbH & Co. KG), wohingegen gegenwärtig Schuhmodelle für sehr verschiedene Anwendungsbereiche, einschließlich dem der PSA, verfügbar sind (z. B. Fa. Engelbert Strauss GmbH & Co. KG). Die nachfolgende Übersicht fasst die allgemeinen Eigenschaften von Textilien aus Sympatex® zusammen (s. Tabelle 19).

Tabelle 19: Eigenschaften von Textilien aus Sympatex® (Sympatex Technologies GmbH, 2021b, 2021c)

Zertifizierung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ U. a. STANDARD 100 by OEKO-TEX®, bluesign® approved, ZDHC (Zero Discharge of Hazardous Chemicals)
Eigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Winddicht (1 m²/0 Liter Luft/Sekunde, DIN EN ISO 9237) ▪ Wasserdicht (> 45.000 mm, ISO 811) ▪ Dichtheit ggü. Viren, Bakterien und sonstigen Keime (ISO 16604 / ASTM F1671) ▪ Biokompatibilität (EN ISO 10993-5:2009) ▪ Dampf-, ETO-, Gamma-Sterilisation ▪ Frei von PTFE- und PFC, Fluorcarbonen ▪ Trageeigenschaften: Angenehmes Körperklima
Wiederaufbereitung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nassreinigung/Waschbarkeit: 40-60 °C Waschmaschine im Schongang bei geringer Lademenge; Feinwaschmittel oder spezielle Waschmittel für Funktionstextilien; kein Vollwaschmittel mit optischen Aufhellern oder Bleichmitteln; keine Weichspüler (Schaden der Imprägnierung); reduzierte Schleudertouren (pflegeleicht) ▪ Tumbler Trocknung: Empfehlenswert (Aktivierung Imprägnierung) ▪ Bügelbehandlung: Möglich bis 110 °C (1 Punkt / Stufe 1) (Reaktivierung der Imprägnierung) ▪ Lösemittelbehandlung: Möglich, nicht notwendig

Die Sympatex® Membran bzw. entsprechende Konstruktionen wurden bereits mehrfach hinsichtlich verschiedener Eigenschaften (z. B. Morrissey & Rossi, 2015), Verarbeitungstechniken (z. B. Jevšnik et al., 2017) sowie Einsatzmöglichkeiten (Produktentwicklung) evaluiert (z. B. Medizinsektor: Tremor-Orthothese, Fromme, Camenzind, Riener & Rossi, 2020; Textilsektor: Bekleidung, Rothmaier et al., 2008). Nach Kenntnisstand der Autorin dieser Arbeit liegen zum Veröffentlichungszeitpunkt dieser Dissertation keine Studien zur Entwicklung bzw. Erprobung von Schutzhandschuhen (PSA) vor.

Im Jahr 2018 bestanden ca. 80 % der Rohstoffe für die Membranherstellung aus recycelten Materialien (Polyester), bis 2025 sollen es zwei Drittel sein und bis zum Jahr 2030 ausschließlich Produkte aus zirkulär gewonnenen Rohstoffen verwendet werden (Sympatex Technologies GmbH, 2020a). Der Einsatz wassersparender Technologien bei der Herstellung einer Sympatex® Membran aus 100 % Polyester bedingt sowohl ggü. zellulosischen Fasern (z. B. Baumwolle) (Sympatex Technologies GmbH, 2022b) als auch PTFE Membranen (Einsparung von 50 % Wasser) (Sympatex Technologies GmbH, 2020a) messbar niedrigere Wasserverbräuche. Die Gesamtproduktion wird als wasser-, chemikalien- und CO₂-arm beschrieben; schädigende Effekte auf das Klima (z. B. verbleibende CO₂-Menge) werden nach Firmenangaben durch die Unterstützung international zertifizierter Klimaschutzprojekte ausgeglichen (Sympatex Technologies GmbH, 2020a).

Feuchtetransfer, Wasserdampfdurchlässigkeit und -widerstand

Die Sympatex® Membran arbeitet nach einem physikalisch- bzw. elektro-chemischen Prinzip, bei dem der hydrophile Teil der Membran(-oberfläche) Feuchtigkeit adsorbiert und diese in Form von Wasserdampfmolekülen entlang der funktionellen Gruppen der hydrophilen Kettenbausteine (ab)transportiert (s. Abbildung 34) (Bammel, 2006; Drinkmann, 1992; Mukhopadhyay & Midha, 2008a, 2008b; Sympatex Technologies GmbH, 2021c). Der Feuchtigkeitstransport vollzieht sich entlang eines Partialdruckgefälles (Triebkraft), das durch unterschiedliche Temperaturen (Differenzen von mind. 15 °C, Knecht, 2003) und Luftfechtigkeiten inner- und außerhalb der Membran erzeugt wird (konzentrationsabhängige Permeabilität) (Drinkmann, 1992; Gibson, 2000; Mukhopadhyay & Midha, 2008a; Sympatex Technologies GmbH, 2021c). Die Membranbestandteile quellen durch die Feuchtigkeit auf und befördern die Diffusion und Verdunstung (Drinkmann, 1992; Sympatex Technologies GmbH, 2021c). Zunehmende Differenzen auf beiden Seiten der Membran bzw. verstärkte physische Aktivität befördern die Annäherung bzw. das Auseinanderdriften der miteinander verwobenen hydrophilen Polymermolekülketten und somit des Adsorptions-Diffusions-Desorptionsmechanismus (Bammel, 2006; Gibson, 2000; Sympatex Technologies GmbH, 2021c).

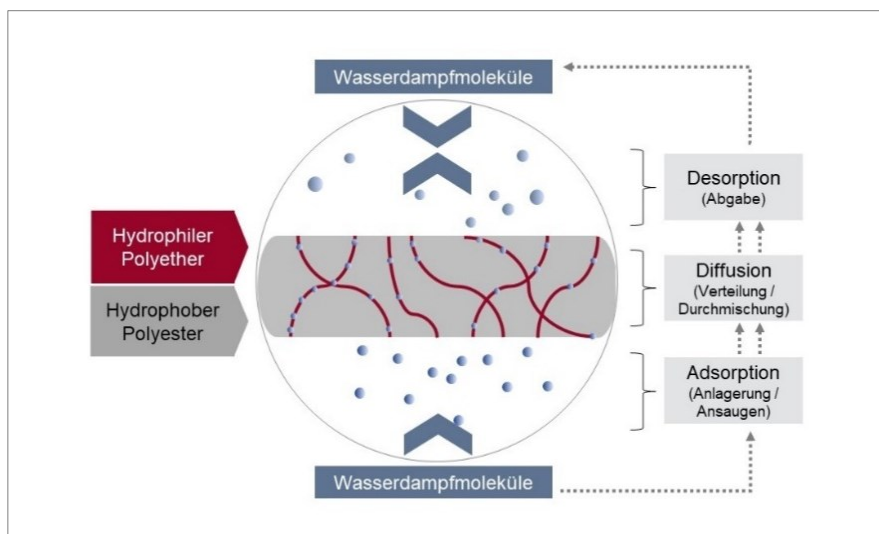


Abbildung 34: Feuchtetransportmechanismen der Sympatex® Membran (Modifikation nach Sympatex Technologies GmbH, o.J.a)

Die Wasserdampfdurchlässigkeit der Sympatex® Membran wird mit Werten von 112.5 g/m^2 (2.700 g/m^2 nach 24 Std.) (Meyer zur Capellen, 2012) beschrieben. Für eine $10 \text{ }\mu\text{m}$ starke Membran finden sich Werte von $20 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{mbar/W}$ (Drinkmann, 1992). Der R_{et} -Wert der Sympatex® Membran liegt bei bis zu 0.5 (Sympatex Technologies GmbH, o.J.b).

In mehreren quantitativen Kleinstudien an der Universität Osnabrück²⁶³ wurde die Wasserdampfdurchlässigkeit der Sympatex® Membran zur Erfassung der Unterschiede ggü. anderen Membrantypen bzw. -technologien (z. B. Sympatex® vs. Gore-Tex®) und möglichen Einflüssen

²⁶³ Bereich Mikrobiologie und Abteilung Dermatologie, Umweltmedizin und Gesundheitstheorie.

produktionsbedingter Veränderungen (z. B. Farbgebung²⁶⁴) evaluiert.²⁶⁵ Wie die dargestellten Ergebnisse zeigen (s. Tabelle 20), führen Wärme und Feuchtigkeit (wie auch bei Gore-Tex®) zu höheren Werten der Wasserdampfdurchlässigkeit; andere Membranen bzw. Textilien weisen i. d. R. konstante Werte unabhängig von den Umgebungsverhältnissen auf (Özek, 2018).

Tabelle 20: Messerergebnisse zur Wasserdampfdurchlässigkeit der Sympatex® Membran

Autor / Studie	Temperatur / Luftfeuchte	Messzeitpunkte	Membranstärke / -zustand	Wassertemperatur / -menge	Zeit / Wert (TEWL, g/m ² /h)
Damer, 2006; Bock & John 2005 ²⁶⁶	19,5 ± 0,5 °C 48 % ± 2 % r.F.	5, 10, 30 und 90 Min	Trocken (10 µm)	21 °C (30 mL)	5 Min.: 11.3
					10 Min.: 13.8
					30 Min.: 11.00
					90 Min.: 10.7
Unveröffentlichte Untersuchungsergebnisse (Studie <i>ProTecton 0</i> , 2013)	20 ± 1 °C 45 % r.F.	5, 10, 20, 30, 90 und 240 Min.	Trocken (n. a., ca. 15 µm)	20 °C (10 mL)	10 Min.: 13.97
					30 Min.: 15.08
					240 Min.: 13.35
					33 °C (randgefüllt)
			Nass (n. a., ca. 15 µm)	20 °C (10 mL)	10 Min.: 56.2
					30 Min.: 52.8
					240 Min.: 49.3
					33 °C (randgefüllt)
20 °C (10 mL)	10 Min.: 33.30				
	30 Min.: 30.83				
	240 Min.: 30.97				
	33 °C (randgefüllt)				
10 Min.: 62.95					
30 Min.: 64.55					
240 Min.: 66.05					
Unveröffentlichte Untersuchungsergebnisse (2014)	20.9 °C 49.1 % r.F.	5-minütig (0, 5, 10, 15 bis 60)	Trocken (n. a., ca. 15 µm)	21 °C (30 mL)	30 Min.: 13.94
					60 Min.: 15.76 (Ø 15.39)
Unveröffentlichte Untersuchungsergebnisse (Studie <i>ProTecton I</i> , 2015)	21.0 ± 0.1 °C 54.6 % r.F.	5-minütig (0, 5, 10, 15 bis 60)	Trocken (15 µm)	21 °C (30 mL)	30 Min.: 10.87
					60 Min.: 11.79 (Ø 12.18)

SYMPATEX®-HANDSCHUHE

Bei dem *Sympatex®-Handschuh* handelt es sich um einen seitens der Fa. Sympatex Technologies GmbH entwickelten (Unterzieh-)Handschuh aus dem Bereich *Medical* (Technical Applications). Der Handschuh liegt derzeit nur als Prototyp vor und befindet sich noch in der Erprobungsphase (u. a. Untersuchungsgegenstand der vorliegenden Arbeit). Alle (Anwendungs-)Untersuchungen seit Entwicklung der Handschuhe (ca. 2004/2005) wurden unter der Leitung der Universität Osnabrück (Fachgebiet

²⁶⁴ Nach Angaben der Fa. Sympatex führten notwendige Produktmodifizierungen dazu, dass dem der Membran zugrundeliegenden Polymermaterial ein Farbpigment (Basis: Titandioxid) beigemischt werden musste, um bestimmte Produkteigenschaften nach wie vor gewährleisten zu können. Dabei wurde weder an der Rezeptur, noch an am Produktionsverfahren Änderungen vorgenommen, so dass mit der unterschiedlichen Farbgebung keinerlei Funktionsunterschiede vorliegen bzw. zu erwarten sind (Auskunft per E-Mail vom 18.12.2015).

²⁶⁵ Die Untersuchungen erfolgten in Anlehnung an die *Guidelines for transepidermal water loss (TEWL) measurement* von Pinnagoda, Tupker, Agner und Serup (1990). Gemäß der dort beschriebenen Methodik der Evaporimetrie wurde jede Membran (als Teil bzw. Ausschnitt eines Handschuhs/Handschuhinserts) über einer mit Wasser gefüllten Petrischale fixiert und in zeitlich festgelegten Abständen Messungen mit dem Tewameter (*Courage + Khazaka electronic GmbH*) vorgenommen. Abwandlungen bzw. Modifikationen erfolgten durch eine Variation des Wasservolumens (z. B. Steigerung des Dampfdrucks bei 30 mL) und der Wassertemperatur (z. B. Annäherung an Temperatur der Hautoberfläche mit 33 °C).

²⁶⁶ Hierbei handelt es sich um einen unveröffentlichten Projektbericht der Osnabrücker Arbeitsgruppe.

Dermatologie, Umweltmedizin und Gesundheitstheorie) durchgeführt; Änderungen am Design und Größenanpassungen der im Laufe der Jahre entwickelten Prototypen (s. Abbildung 35) erfolgten in Kooperation der Fa. Sympatex Technologies GmbH mit den Hohenstein Instituten. Der damals als *the breathing glove* bezeichnete Handschuh wurde inkl. erster Studienergebnisse im Jahr 2015 auf der Messe *Techtextil* der Öffentlichkeit vorgestellt (Messe Frankfurt Exhibition GmbH, 2015).



Abbildung 35: a-e) Prototypen des Sympatex®-Handschuh mit/ohne Transferpapier bzw. Papierträger (Fa. Sympatex Technologies GmbH, DEU) [Eigene Aufnahmen]

Der *Sympatex®-Unterziehhandschuh* stellt ein zweidimensionales Handschuhmodell dar, das ausschließlich aus der Sympatex® Membran (Laminat ohne Trägerstoff) in einer Materialstärke von 15 µm besteht (s. Abbildung 36) (Sympatex Technologies GmbH, 2020b). Der Handschuh ist produktionsbedingt bzw. werkseitig auf einem dünnen Transferpapier bzw. Papierträger befestigt, welcher als Anziehhilfe fungiert (Sympatex Technologies GmbH, 2020b). Der Handschuh kann beidseitig (rechts/links, innen/außen) verwendet werden und weist eine sehr glatte, weiche, strukturlose Oberfläche auf. Das Modell wird, entsprechend der Namensgebung, für den Einsatz als Unterziehhandschuh unter impermeablen Schutzhandschuhen zur Prävention okklusiver Effekte und daraus resultierenden Hauterkrankungen empfohlen (Sympatex Technologies GmbH, 2020b).

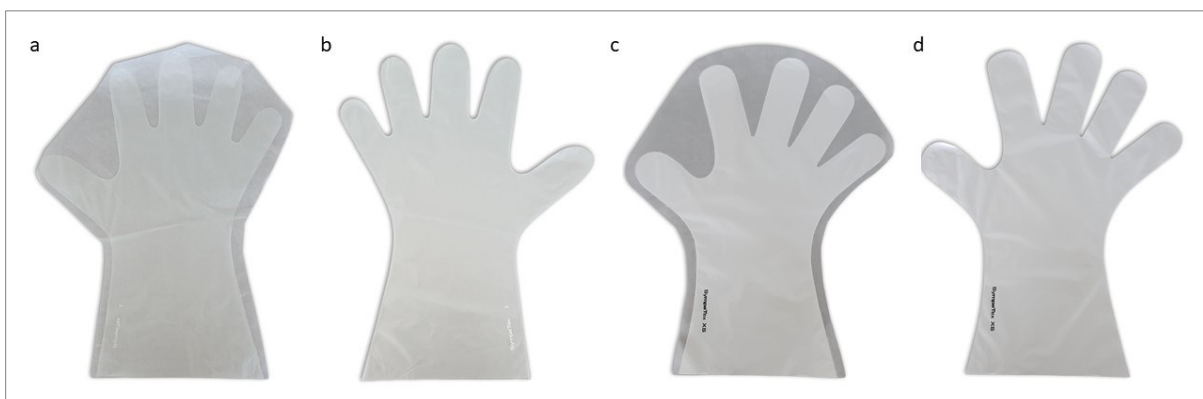


Abbildung 36: a-b) Sympatex®-Handschuhe mit transluzenter Farbgebung mit/ohne Transferpapier bzw. Papierträger (Vorgängermodell/Prototyp); c-d) Sympatex®-Handschuhe mit weißer Farbgebung mit/ohne Transferpapier bzw. Papierträger (aktuelles Modell, Prototyp, seit ca. 2015) (Fa. Sympatex Technologies GmbH, DEU) [Eigene Aufnahmen]

Die Wasserdampfdurchlässigkeit (MVTR) der Membran in Form von Unterziehhandschuhen liegt nach Angaben des herstellenden Unternehmens bei ca. $\geq 2.400 \text{ g/m}^2/24\text{h}$.²⁶⁷ Weitere Eigenschaften sind in der nachfolgenden Übersicht zusammengefasst (s. Tabelle 21).

Tabelle 21: Eigenschaften von (Unterzieh-)Handschuhen aus Sympatex® (Sympatex Technologies GmbH, 2015, 2020b)

Zulassung	<ul style="list-style-type: none"> PSA Kat. I, EN 420 (seit 04/2020)
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> Material: Poly(ester-co-ether) / Copolymer Farbe: Weiß-durchsichtig (transluzent) / Weiß²⁶⁴ Handschuhgrößen: XS, S, M, L und XL Verpackung: Kunststoffbeutel mit 55 Paar Form: Zweidimensionalität Materialstärke: 15 μm (= 0.015 mm)
Zweckbestimmung / Einsatz	<ul style="list-style-type: none"> Lange Handschuhtragezeiten von flüssigkeitsdichten Handschuhen (Richtwert: ca. 15 Min. Dauer), Abmilderung von Okklusionseffekten, Erhalt der optimalen physiologischen Hautbarriere Kein Schutz gegen Flüssigkeiten aller Art, Säuren, Feuer, Chemikalien, Laugen, Elektrizität, Hitze, Mikroorganismen
Wiederaufbereitung	<ul style="list-style-type: none"> Nassreinigung/Waschbarkeit: Ja, je nach Beanspruchung und Kontamination bis zu 5 Mal; 40 °C Schonwäsche, Verwendung Wäschesack, kein Weichspüler, kein Schleudern ggf. Verwendung Hygienespüler Trocknung: Aufhängung mit der Öffnung nach unten Tumbler Trocknung / Bügelbehandlung / Lösemittelbehandlung: Nein Desinfektion: Handelsübliche Handdesinfektionsmittel (z. B. Descoderm)²⁶⁸ Sterilisierbarkeit: Nein (noch keine Prüfung)
Preis / Kosten	<ul style="list-style-type: none"> Prototyp, Produktion zu Studienzwecken, 1.50 € / Paar

Feuchtetransport

Gemäß des bereits dargestellten Funktionsprinzips der Membran kommt es bei der aktiven Anwendung zunächst zu einer geringen Feuchtigkeitsansammlung bzw. dem Aufbau eines Konzentrationsgefälles unter dem Unterziehhandschuh (Gefühl einer leichten Schweißbildung), bevor der Abtransport der Feuchtigkeit durch die Handschuhmembran einsetzt (Painter, 1996). Die Diffusion der entstehenden Feuchtigkeit (Schweiß) wird durch eine Faltenbildung auf der Haut bzw. einen eher lockeren Sitz des Handschuhs begünstigt. D. h., ein Leer- bzw. Hohlraum auf der Hautoberfläche fördert die Entstehung eines stärkeren Konzentrationsgefälles und somit eine verstärkte Sogwirkung durch das Handschuhmaterial. Die Feuchtigkeit sammelt sich im Raum zw. Unterzieh- und Schutzhandschuh (Handschuhzwischenraum) und wird zugleich über die Handschuhstulpe nach außen abtransportiert (s. Abbildung 37 und Abbildung 38). Diese Wirkung potenziert sich mit anhaltender Tragezeit bzw. bei

²⁶⁷ Testung nach ASTM E 96-66 B, modified, Upright Cup Method: 30 °C Wassertemperatur, 21 °C Umgebungsluft, 60 % r.F. Angaben nach Aussagen der Fa. Sympatex Technologies GmbH (E-Mail vom 20.07.2020).

²⁶⁸ Laut Angaben des herstellenden Unternehmens ist eine Desinfektion der Handschuhe mit handelsüblichen Handdesinfektionsmitteln möglich. In einer quantitativen Kleinstudie an der Universität Osnabrück (Bereich Mikrobiologie) wurde evaluiert, ob und inwiefern sich eine ggf. langwierige Immersion der Membran in 2-Propanol 70 % auf die Wasserdampfdurchlässigkeit auswirkt. Es konnten keine signifikanten Unterschiede zw. der behandelten und unbehandelten Membran festgestellt werden (ca. 4 Wochen, Messung per Tewameter, 20.9 °C, 49.1 % r.F.). Eine weitere Kleinstudie zeigte, dass die Trocknungszeit der Sympatex® Membran nach Immersion in Propanol deutlich geringer liegt, als die der in Wasser (ca. 4 Wochen, Messung per Tewameter, 20.4 °C, 49.4 % r.F.). D. h., die Wiederverwendbarkeit der Membran/Handschuhe war nach dem Kontakt zu Propanol schneller wiederhergestellt (Angaben aus unveröffentlichtem Projektbericht 2014/2015).

verstärktem Schwitzempfinden. Ein Handschuhwechsel wird bei verstärktem Feuchtempfinden empfohlen (Sympatex Technologies GmbH, 2015, 2020b).

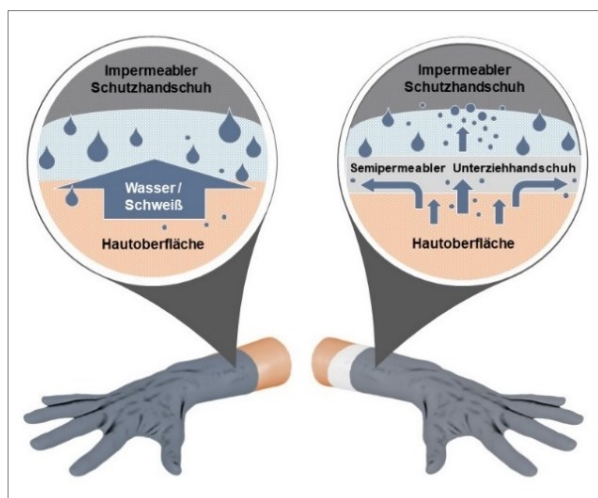


Abbildung 37: Vereinfachte Darstellung des Einflusses von semipermeablen Unterziehhandschuhen auf den Okklusionseffekt unter impermeablen Schutzhandschuhen [Eigene Darstellung]

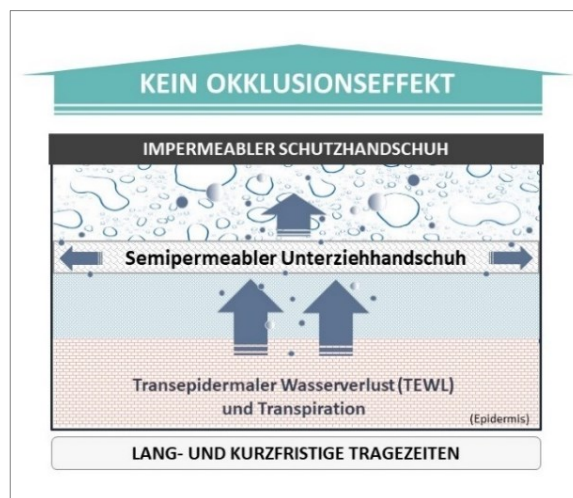


Abbildung 38: Schematische Darstellung des Einflusses von semipermeablen Unterziehhandschuhen auf den Okklusionseffekt bei kurz- und langfristigen Tragezeiten impermeabler Schutzhandschuhe [Eigene Darstellung]

Bei (zu) kurzen Tragezeiten einer Handschuhkombination besteht die Möglichkeit, dass sich kein ausreichendes Druck- und Temperaturgefälle für die volle Wirksamkeit der Membran (Feuchtigkeitsabtransport) einstellt. In Extremsituationen (z. B. unter subtropischen Bedingungen), in denen die Luftfeuchte und Temperatur auf der Außenseite des Handschuhs gleich oder höher als auf der Innenseite sind, wird die Nettoabfuhr von Wasserdampf von der Hautoberfläche bzw. Innen- zur Außenseite des Handschuhs eingeschränkt oder eingestellt bzw. umgekehrt (Bammel, 2006; Grundmeier, 2011; Rothmaier et al., 2008). D. h., der überschüssige Wasserdampf kondensiert auf der im Vergleich zur Körpertemperatur immer etwas kühleren Innenseite der Klimamembran (Bammel, 2006) und es besteht die Gefahr, dass sich die okklusive Handschuhwirkung durch den Unterziehhandschuh verstärkt.

II.7.2.2 GORE-TEX®

Die Marke *Gore-Tex*® stellt eine aus Polytetrafluorethylen (PTFE)²⁶⁹ bestehende ca. 0.01 mm dünne, mikroporöse, hydrophobe semipermeable Membran dar, die von der Fa. W. L. Gore & Associates GmbH 1969 entdeckt und seit 1976 produziert und vermarktet wird (W. L. Gore & Associates, Inc., 2021). Die Mikroporosität gründet auf die etwa 0.2-0.5 µm kleinen (> Sympatex®) über 1.3-1.4 Milliarden Mikroporen pro cm², welche rund 80-82 % der Membranoberfläche ausmachen (Bammel, 2006;

²⁶⁹ Keine Perfluorooctansäure (PFOA) im Rohmaterial enthalten (seit 2013).

Lomax, 2007; Mukhopadhyay & Midha, 2008a; Painter, 1996; J. C. Tanner, 1979; W. L. Gore & Associates, Inc., 2021).²⁷⁰

Bei PTFE handelt es sich um ein Hochleistungs- und lineares Fluorpolymer, das aus Fluor- und Kohlenstoffmolekülen besteht und durch Polymerisation aus Chloroform unter Einwirkung von Fluor entsteht (Bammel, 2006; Kalweit et al., 2012a). Wird PTFE biaxial expandiert (= gereckt, Herstellungsprozess der Reckung), entsteht expandiertes Polytetrafluorethylen (ePTFE), welches das zentrale Material vieler Gore-Materialien darstellt (Veit, 2023; W. L. Gore & Associates, Inc., 2021).²⁷¹ ePTFE zeichnet sich in physikalischer Hinsicht u. a. durch ein hohes Stärke-Gewichts-Verhältnis, Biokompatibilität, Leichtigkeit, thermische Belastbarkeit sowie eine Beständigkeit gegen Ausfransen, Abrieb, UV-Strahlung, Schrumpfung und das Eindringen von Flüssigkeiten aus (Ebnesajjad, 2017; Veit, 2023; W. L. Gore & Associates, Inc., 2021). Reines ePTFE weist eine gewisse Fettempfindlichkeit auf (Grundmeier, 2011); Kontaminationen der Membran (z. B. Fette, Waschmittelsubstanzen, Weichmacher) können zu einer Herabsetzung der Funktionsfähigkeit (Reduktion Oberflächenspannung und Wasserdampfdurchlässigkeit) führen (Krishnan, 1991; Lomax, 2007; Mukhopadhyay & Midha, 2008a; G. Wagner, 2017). Beschichtungen aus PU oder lipophile Behandlungen können hier Abhilfe schaffen (Grundmeier, 2011; Painter, 1996).

ePTFE bzw. ePTFE Membranen zeigen einen starken hydrophoben Charakter, sind wasserdicht, winddicht, chemisch inert und können je nach gewünschtem Einsatz und erforderlicher Funktionalität zu individuellen Verbundwerkstoffen konstruiert werden (Ebnesajjad, 2017; W. L. Gore & Associates, Inc., 2021).²⁷² Diese Kontrolle der Mikrostruktur bedingt ein breites Produktportfolio von Funktions- und Arbeitsbekleidung, über medizinische Produkte (z. B. Nahtmaterial für Eingriffe im Bereich der Herz-, Gefäß- und Allgemein Chirurgie) bis hin zu Filtern und Belüftungselementen (Ebnesajjad, 2017; W. L. Gore & Associates, Inc., 2021). Die Gore® Faser findet dabei ausschließlich im industriellen Bereich zur Herstellung technischer Textilien Anwendung (W. L. Gore & Associates GmbH, 2021d). Innerhalb der einzelnen Anwendungsbereiche kommen wiederum verschiedene Produkttechnologien zum Einsatz.²⁷³ Die nachfolgende Übersicht fasst die allgemeinen Eigenschaften von Textilien aus Gore-Tex® zusammen (s. Tabelle 22).

Tabelle 22: Eigenschaften von Textilien aus Gore-Tex®

Zertifizierung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ U. a. STANDARD 100 by OEKO-TEX®, bluesign® approved (W. L. Gore & Associates GmbH, 2021f)
Eigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Farbe: Weiß ▪ Winddicht, Wasserdicht, Witterungs- und UV-Beständigkeit ▪ Temperaturbeständigkeit: -240 bis 270 °C ▪ Chemikalienbeständigkeit: Substanzen mit pH-Wert 0-14

²⁷⁰ Zwischen der Dichte und der Porosität besteht eine lineare Beziehung: Porengröße von < 1 mm bedingen eine Porosität von bis zu 90 %, Porengrößen von etwa 1-6 mm eine Porosität von bis zu 95 % (Ebnesajjad, 2017).

²⁷¹ Die Hochleistungsfasern werden auch von anderen Unternehmen produziert, z. B. Fluoron™ (PTFE) von Fluoron Chemicals, Ltd. (CHN) oder Tetratex™ (ePTFE) von Donaldson Company, Inc. (USA).

²⁷² *Weiterführende Literatur:* Detaillierte Informationen rund um das Material PTFE finden sich bspw. in der Monographie von Ebnesajjad (2017).

²⁷³ Bsp. aus dem Bereich Schutzbekleidung: Gore-Tex® Crosstech® für Schutz ggü. Krankheitserregern, Gore® Pyrad® für Schutz ggü. thermischen Gefahren, Gore® Chempak® für Schutz ggü. Industriechemikalien.

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Brennbarkeit / Schmelzen: Nein (Grundmeier, 2011)
Wiederaufbereitung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nassreinigung/Waschbarkeit: 40 °C; kleine Menge Flüssigwaschmittel; keine Pulverwaschmittel, Weichspüler oder chlorhaltigen Bleichmittel; Schonwaschgang / geringere Schleuderdrehzahl (max. 400 U/min) ▪ Tumbler Trocknung: In Abhängigkeit von Produktart/Technologie, empfehlenswert für 20 Min. (Aktivierung Imprägnierung) ▪ Bügelbehandlung: In Abhängigkeit von Produktart/Technologie/Angaben der Fabrikanten möglich (2 Punkte) ▪ Lösemittelbehandlung: In Abhängigkeit von Produktart/Technologie, möglich (W. L. Gore & Associates GmbH, 2021c)

Bereits 1980 wurde seitens der Firma W. L. Gore & Associates GmbH ein 2-Lagen-Material sowie ein wasserdichtes, winddichtes und atmungsaktives Handschuhinsert eingeführt (W. L. Gore & Associates GmbH, 2021b). Gegenwärtig sind auf dem Markt eine Vielzahl verschiedener Handschuhmodelle für die Bereiche Freizeit/Sport²⁷⁴ und Workwear bzw. PSA²⁷⁵ erhältlich, innerhalb welcher wiederum verschiedene Technologien Anwendung finden (z. B. Handschuhe Freizeit, Sport: Gore-Tex® Handschuhe, Gore-Tex® Infinium™ Windstopper® Handschuhe, Gore-Tex® Infinium™ mit Stretch-Technologie). In der Literatur findet sich eine Vielzahl von Studien zur Effektivität von Laminaten/-konstruktionen mit Gore-Tex® (z. B. Putnam, Willis, Binning & Boldt, 1983), darunter auch Untersuchungen zu Schutzhandschuhen (z. B. Santee, 1994) (s. Kap. II.7.4.1).

Die Fa. W. L. Gore & Associates GmbH weist im Zuge der Diskussion um ökologisch bedenkliche PFC bzw. PFAS (z. B. UBA, 2020) ausdrücklich darauf hin, dass es sich bei dem von ihnen eingesetzten PTFE nicht um ein schädliches Fluorpolymer hinsichtlich des Abbaus, der Entstehung von Treibhausgasen und der Verbrennung handelt (W. L. Gore & Associates GmbH, 2021f). Das 2017 gesetzte Ziel/Commitment, bis zum Ende des Jahres 2023 keine PFC mehr in den Produkten einsetzen bzw. aus allen Laminaten für Verbraucherprodukte eliminieren zu wollen, ist nach eigenen Angaben fast erreicht (W. L. Gore & Associates GmbH, 2021e).

Feuchtetransfer, Wasserdampfdurchlässigkeit und -widerstand

Die ePTFE Membran arbeitet nach einem rein physikalischen Prinzip, indem Wasserdampfmoleküle durch die vorhandenen Mikrokanäle diffundieren (s. Abbildung 39) (IVC, 2021a). Die Membranporen sind um ein Vielfaches größer (ca. 700 Mal) als Wasserdampfmoleküle (Feuchtigkeit bzw. Schweiß), weshalb Teilchen kleineren Porendurchmessers gut transportiert werden können (Fuhrer, 2002; W. L. Gore & Associates GmbH, 2021a). Wassertropfen sind hingegen mit mind. 100 µm (Mukhopadhyay & Midha, 2008a) um ein Vielfaches größer (ca. 20.000 Mal) als die Mikrokanäle (Fuhrer, 2002; W. L. Gore & Associates GmbH, 2021a) und weisen eine etwa drei Mal so große Oberflächenspannung wie PTFE (ca. 20 mN/m) auf, weshalb Wasser (in Form von Regen oder Nebel) die Kanäle nicht passieren und die

²⁷⁴ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.gore-tex.com/de/handschuhe-und-accessoires> (Stand: 09.08.2022).

²⁷⁵ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.goretexprofessional.com/de/technologien/gore-tex/handschuhe-fuer-extremes-wetter> (Stand: 09.08.2022).

hydrophobe Membran somit nicht permeieren kann (Bammel, 2006; Fuhrer, 2002; IVC, 2021a; Peinemann & Pereira Nunes, 2006; J. C. Tanner, 1979).

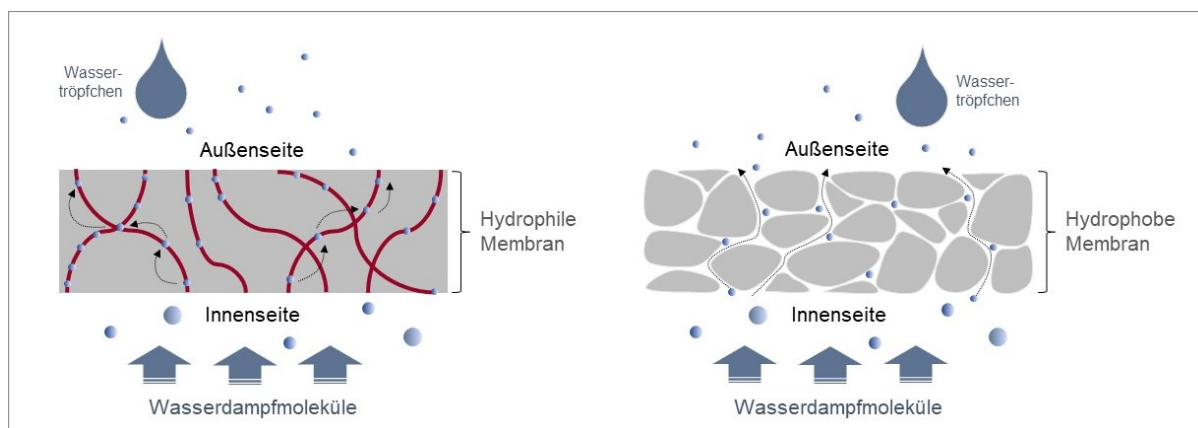


Abbildung 39: Vergleich des Membranaufbaus und Feuchtetransports in hydrophilen (links, z. B. Sympatex®) und hydrophoben Membranen (rechts, z. B. Gore-Tex®) [Eigene Darstellung, Modifikation nach Sympatex Technologies GmbH, o.J.c, S. 43]

Wie auch bei der Sympatex® Membran ist das Dampfdruck- bzw. Temperaturgefälle zw. der Membrannen- und -außenseite für den Diffusionsprozess, welcher durch die Porengröße und kurze Wege begünstigt wird, richtungsweisend (Bammel, 2006; Ebnesajjad, 2017; Gibson, 2000). Niedere Werte in Temperatur und Wasserdampfdrück der Umgebung im Vergleich zu der (schwitzenden) Haut begünstigen einen guten Wasserdampftransport (Grundmeier, 2011). D. h., je höher der Partialdruck, desto höher die Atmungsaktivität (Ebnesajjad, 2017). Relative Luftfeuchtigkeiten von über 58 % führen hingegen zu einem Wasserdampftransport von der Umgebung in Richtung Haut und folgender Kondensation (Grundmeier, 2011).

Die Wasserdampfdurchlässigkeit der Gore-Tex® Membran wird mit Werten von 15.000 g/m²/24h angegeben (Gore cup, Laminat) (Painter, 1996). Untersuchungen mit dem Tewameter an der Universität Osnabrück führten zu folgenden Ergebnissen (Methodik s. Kap. II.7.2.1) (s. Tabelle 23).

Tabelle 23: Messerergebnisse zur Wasserdampfdurchlässigkeit der Gore-Tex® Membran

Quelle / Untersuchungsjahr	Temperatur / Luftfeuchte	Messzeitpunkte	Membranstärke / -zustand	Wassertemperatur / -menge	Zeit / Wert (g/m ² h)
Welzel et al., 1996	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.; 10 mL	26
Damer, 2006; Bock & John 2005 ²⁶⁶	19,5 ± 0,5 °C, 48 % ± 2 % r.F.	5, 10, 30 und 90 Min.	n. a.; trocken	21 °C; 30 mL	5 Min.: 18.4 10 Min.: 14.8 30 Min.: 23.7 90 Min.: 13.9

DERMAPOR™ GLOVE / DERMAPOR® GLOVE INDUSTRIAL GLOVE LINER

Vermutlich um 1993/1994 brachte die Firma W. L. Gore & Associates GmbH (USA) das erste (singuläre) semipermeable Handschuhmodell auf den Markt, den sog. *Dermapor™ Glove* oder auch *DERMAPOR®*

GLOVE Industrial Glove Liner (s. Abbildung 40).²⁷⁶ Dieser bestand aus einem Material ähnlich der Gore-Tex® Membran, einem mikroporösen Film mit etwa 10^9 Poren pro cm^2 und einer Stärke von $228.6 \mu\text{m}$ (W. L. Gore & Associates, Inc., 1996). Der Film fungierte als Außenschicht, auf welcher eine porenfreie atmungsaktive Klebeschicht und eine weiche Innenschicht aus Vliesstoff befestigt waren (AAOHN Journal, 1995). Der Handschuh weist eine sehr glatte, weiche Oberfläche an der Innenseite auf (W. L. Gore & Associates, Inc., 1997). Die Wasserdampfdurchlässigkeit der für die Dermapor™ Glove verwendeten Gore-Tex® Membran lag nach Firmenangaben bei ca. $17.000 \text{ g/m}^2/24\text{h}$ (W. L. Gore & Associates, Inc., 1996).²⁷⁷



Abbildung 40: Dermapor™ Glove bzw. DERMAPOR® GLOVE Industrial Glove Liner in verschiedenen Größen (Fa. W. L. Gore & Associates GmbH, USA) [Eigene Aufnahmen]

Bei dem Dermapor™ Glove handelte es sich um ein Produkt, das sowohl für die Anwendung als Unterziehhandschuh zur Erhöhung des Tragekomfort und den Schutz sensibler Haut, als auch die Anwendung als (wasserdichter) Komforthandschuh (kein eigentlicher Schutzhandschuh) geeignet war/sein sollte (AAOHN Journal, 1995; Pyle, 2005; W. L. Gore & Associates, Inc., 1994, 1997). „Dermapor glove – allows the escape of water and heat from hand perspiration but keeps out water and external irritants, resulting in drier and less irritant hands.“ (Pyle, 2005, S. 190). Weiterhin wurden die Handschuhe für eine Verringerung der Exposition ggü. Irritantien/Schmutz und als nicht-absorbierende Abdeckung topischer (Externa-)Anwendungen empfohlen (AAOHN Journal, 1995; W. L. Gore & Associates, Inc., 1994, 1997). Weitere Eigenschaften sind in der nachfolgenden Übersicht zusammengefasst (s. Tabelle 24). Einst beworben als die „healthy Alternative to Cotton gloves“ (W. L. Gore & Associates, Inc., 1996), ist der Dermapor™ Glove inzwischen nicht mehr auf dem Markt erhältlich²⁷⁶.

²⁷⁶ Es finden sich Hinweise darauf, dass die Marke „Dermapor“ bzw. entsprechende Handschuhmodelle im Jahr 1994 („plastic glove insert not sold as component of a glove but worn over the hand as a separate, second layer of protection“; Justia Trademarks, 2023) bzw. 1995 („gloves and glove inserts for medical use“; United States Patent and Trademark Office [USPTO], 2023) seitens der Fa. W. L. Gore & Associates, Inc. angemeldet wurden. Im Jahr 2003 wurde die Registrierung zurückgezogen.

Nach Angaben der Fa. W. L. Gore & Associates GmbH handelte es sich bei dem Dermapor-Handschuh um ein Produkt mit Prototyp-Fertigung, welches dem Schutz vor Okklusion und Handschuhallergenen dienen sollte. Zunächst nur in Kleinmengen produziert, wurde das ‚Projekt‘ etwa um 1998 aufgrund des absehbaren Missverhältnisses zw. notwendigen Investitionen und zu erwartenden Gewinnen (Preisgefüge Markt) eingestellt (Auskunft per E-Mail vom 13.02.2023).

²⁷⁷ Testung nach: Modified Desiccant Method (MDM).

Tabelle 24: Eigenschaften von (Unterzieh-)Handschuhen aus Gore-Tex® (AAOHN Journal, 1995; W. L. Gore & Associates, Inc., 1994, 1997)

Zulassung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ n. a. (AQL 4 %)
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Material: ▪ Farbe: Weiß /Beige ▪ Handschuhgrößen: Ja (keine weiteren Angaben) ▪ Verpackung: Kunststoffbeutel mit 1 Paar (W. L. Gore & Associates, Inc., 1994) bzw. 2 Paar (Stirling, 1996) ▪ Form: Zweidimensionalität ▪ Flächen-/Gewicht: \varnothing 2.04 oz/yd² (1.71-2.42) (\approx ca. 69.1677 g/m²) ▪ Materialstärke: \varnothing 0.009 inches (\approx ca. 0.02286 cm = 0.2286 mm = 228.6 μm)
Zweckbestimmung / Einsatz	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Unterziehhandschuh (Reduzierung negativer Okklusionseffekte) ▪ Komforthandschuh ▪ Kein Schutz gegen Pathogene, Mikroorganismen, Öl, Feuer, Lösungs-/Reinigungsmittel
Wiederaufbereitung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Waschbarkeit: Ja, bis zu 10 Mal; Schonwaschgang oder Handwäsche, Wäsche auf links, Pulverwaschmittel, kein Bleichen, kein Weichspüler; ggg. Verfärbung durch Waschung ▪ Trocknung: Liegend ▪ Tumbler Trocknung / Bügelbehandlung / Lösemittelbehandlung/Desinfektion: Nein ▪ Autoklavierbarkeit: Nein²⁷⁸
Preis / Kosten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1996: 5-7 \$ / Paar (Stirling, 1996)²⁷⁹

Feuchttransport

Der Dermapor™ Glove arbeitet nach dem Funktionsprinzip der Gore-Tex® Membran, wobei Feuchtigkeit/Schweiß durch die Membran in den Handschuhzwischenraum ab-/transportiert wird. Diese Wirkung verstärkt sich bei erhöhtem Schwitzen bzw. einer zunehmenden Feuchtigkeitsansammlung. Ein Handschuhwechsel wurde bei verstärktem Feuchtempfinden bzw. Diskomfort und der Verwurf beim Auftreten von Schwachstellen (z. B. Risse, Löcher) empfohlen (W. L. Gore & Associates, Inc., 1994).

II.7.2.3 URETEX / MICROAIR® BARRIER

Bei der Marke *Microair Barrier*® handelt es sich um ein seitens der Fa. Al.Pre.Tec. (Italien) produziertes mehrlagiges Laminat (Alpretec Patent No. IT 1,380,638) (seit 2009). Während sich die erste und dritte Lage aus gestrickten Mikrofasern aus Polyester zusammensetzen, besteht die mittlere Schicht aus der mikroporösen Membran Uretex²⁸⁰ (AL.PRE.TEC. S.r.l., 2022b; Ferdinand Menzl Medizintechnik GmbH, 2021c). Die Porosität der Membran wird mit max. 3 μ (\triangleq 0.003 mm / 3.0 μ m) (Kinaciyan et al., 2010) bzw. 82 Poren pro Zehntelmillimeter angegeben (Borghesan & Bellotti, 2007).

²⁷⁸ Hinweise auf eine mögliche Autoklavierbarkeit finden sich ausschließlich im Artikel von Scheman & Osburn (1997), nicht auf/in der vorliegenden Verpackung/Gebrauchsanleitung zu den Handschuhen (W. L. Gore & Associates, Inc., 1996).

²⁷⁹ Der Beitrag von Stirling 1996 gibt Hinweise darauf, dass der Dermapor™ Glove um 1996 zu einem Preis von 5-7 US-Dollar pro Paar (Staffelung/Anpassung je nach Größe/Menge) bezogen werden konnte. Dies entspräche nach damaligem Wechselkurs ca. 4.00-5.60 € (Berechnung über den statischen Währungsrechner der Europäischen Kommission, URL: https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/procedures-guidelines-tenders/information-contractors-and-beneficiaries/exchange-rate-inforeuro_de, 10.08.2021). Auf der Website des Unternehmens eBay Inc. sind (vermutlich) ältere Restbestände der Handschuhe von Privatkäufern erwerbbar; auf der Original-Preiskennzeichnung sind Beträge von 8.00 US-Dollar pro Paar ausgewiesen (URL: <https://www.ebay.com/itm/372965445774>, Stand: 18.08.2021).

²⁸⁰ Um welches Material es sich genau handelt, konnte auch nach Anfrage bei der Fa. Ferdinand Menzl Medizintechnik GmbH nicht ermittelt werden (Auskunft per E-Mail vom 03.03.2021).

Die Membran wird ausschließlich in Form von Handschuhen, Socken sowie Extensions, als Verlängerungen der Handschuhe/Socken (s. Abbildung 42c), für die Arme und Beine produziert und vermarktet. Sowohl die Handschuhe (s. Kap. II.7.5) als auch Socken (Borghesan & Bellotti, 2007; Corazza, Baldo, Ricci, Sarno & Virgili, 2011) wurden bereits in wissenschaftlichen Studien evaluiert und hinsichtlich der Anwenderakzeptanz und des Einflusses auf verschiedene Hauterkrankungszustände für gut bzw. effektiv befunden. Zum Produktionsprozess, einschließlich Aspekten der Nachhaltigkeit, sind keine Informationen seitens der herstellenden Firma verfügbar.

Feuchtetransfer, Wasserdampfdurchlässigkeit und -widerstand

Die Funktionsweise der Membran entspricht im Wesentlichen der der Gore-Tex® Membran (s. Kap. II.7.2.2). D. h., die Membran erlaubt die Diffusion von Wasserdampf, verhält sich aber als physikalische (impermeable) Barriere ggü. verschiedenen Kontaktstoffen (Flüssigkeiten, Ionen, Gase, Allergene, Latex, Gummi, Färbemittel, Klebstoffe) (s. Abbildung 42) (AL.PRE.TEC. S.r.l., 2022b; Ferdinand Menzl Medizintechnik GmbH, 2021c). Die Wasserdampfdurchlässigkeit der Membran wird mit Werten von 1.062 g/m²/24h angegeben (AL.PRE.TEC. S.r.l., 2022b; Ferdinand Menzl Medizintechnik GmbH, 2021c).²⁸¹ Im hydrostatischen Druckversuch zeigte die Membran eine Undurchlässigkeit für Flüssigkeiten über 2 m Wassersäule (c.e.r.t.).²⁸²

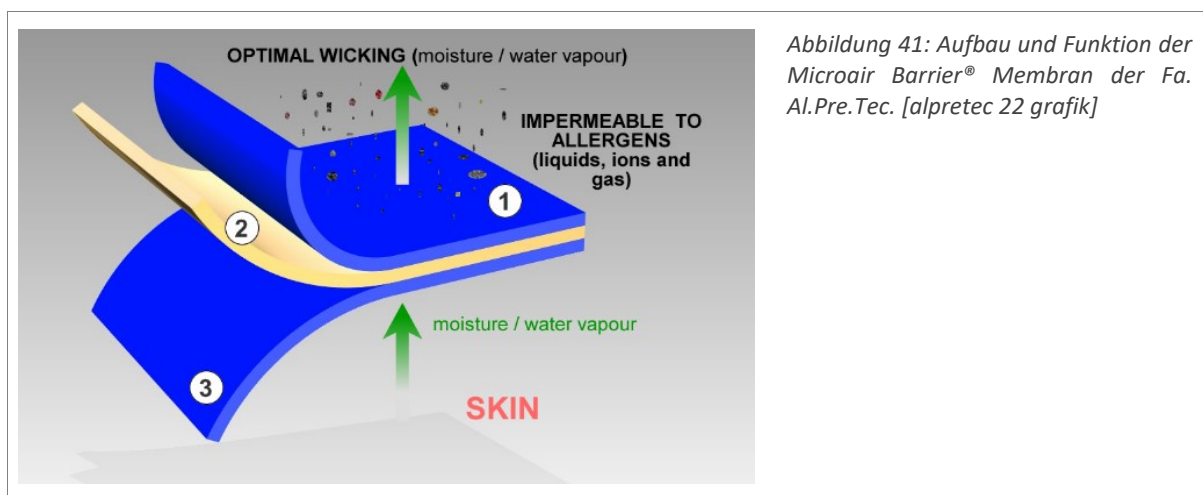


Abbildung 41: Aufbau und Funktion der Microair Barrier® Membran der Fa. Al.Pre.Tec. [alpretec 22 grafik]

MICROAIR® BARRIER HANDSCHUHE

Bei dem Modell *Microair® Barrier* (ehemals *Microair® In-Between* bzw. *Uretex*) handelt es sich um einen Handschuh, der aus dem o. g. dreilagigen Laminat besteht und eine sog. Piqué-Struktur bzw. -Konstruktion aufweist (s. Abbildung 42a/b). Das semipermeable, allergen- und wasserabweisende Modell kann als Unterziehhandschuh oder Komforthandschuh (kein eigentlicher Schutzhandschuh) bei bestehenden chronischen HE allergischen, atopischen oder irritativen Ursprungs eingesetzt werden

²⁸¹ Testung nach: UNI 4818-13, 1992 (23 ± 2 °C / 50 ± 5 % r.F.)

²⁸² Testung nach: UNI EN 20811 (93) (20 ± 2 °C)

(Ferdinand Menzl Medizintechnik GmbH, 2021c) und wurde zuletzt als „weitere vielversprechende Therapie- und Prophylaxe-Option bei chronischem Handekzem“ (Gorris & Kinaciyen, 2020, S. 167) eingeschätzt. Empfohlen wird die zusätzliche Verwendung der DermaSilk®-Handschuhe (als Unterziehhandschuhe) (s. Abbildung 11) zur Reduktion von Entzündungssymptomen und Förderung der Wundheilung und Hautregeneration (Ferdinand Menzl Medizintechnik GmbH, 2021c) oder auch zusätzliche Verwendung topischer Externa unter den Handschuhen (AL.PRE.TEC. S.r.l., 2022a). Laut Firmenangaben zeichnet sich der Handschuh durch einen sicheren und guten Tragekomfort aus (Ferdinand Menzl Medizintechnik GmbH, o.J.b, 2021c). Weitere Eigenschaften sind in der nachfolgenden Übersicht zusammengefasst (s. Tabelle 25).

Tabelle 25: Eigenschaften von (Unterzieh-)Handschuhen aus Uretex (AL.PRE.TEC. S.r.l., 2022b; Ferdinand Menzl Medizintechnik GmbH, o.J.b, 2021c, 2022a)

Zulassung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ MP, Kat. I
Beschreibung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Farbe: Weiß ▪ Handschuhgrößen: S, M, L, XL, XXL (6-10 cm) ▪ Verpackung: 1 Paar ▪ Form: Dreidimensionalität, Nähte ▪ Flächen-/Gewicht: 45 g/m² ▪ Materialstärke: Keine Angaben
Zweckbestimmung / Einsatz	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Unterziehhandschuh (Reduzierung negativer Okklusionseffekte) ▪ Komforthandschuh
Wiederaufbereitung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Waschbarkeit: Ja (60-90 °C), flüssiges Waschmittel, kein Weichspüler ▪ Trocknung: Keine Angaben ▪ Tumbler Trocknung / Bügelbehandlung / Lösemittelbehandlung/Desinfektion: Nein ▪ Autoklavierbarkeit: Ja, 45 Min., 105 °C (Kinaciyen et al., 2009)²⁸³
Preis / Kosten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Juni 2023: 51.00 € / Paar (ab 3 Paar ca. 47.00 € / Paar)

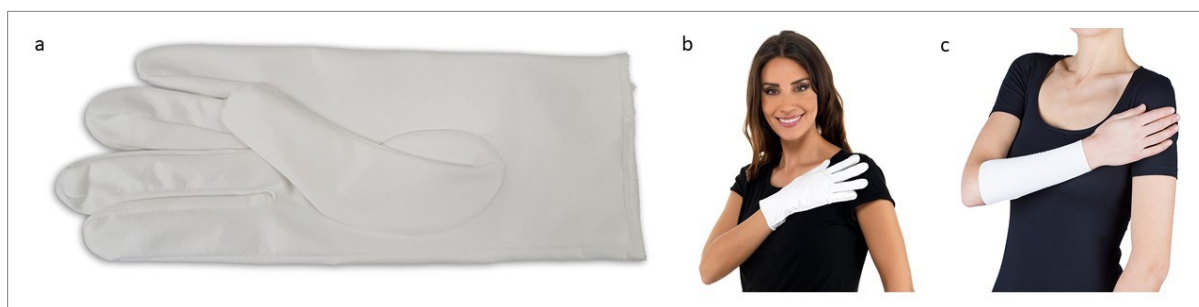


Abbildung 42: Handschuh-/Modelle der Fa. Al.Pre.Tec (ITA): a) Microair Barrier® Handschuh [Eigene Aufnahme]; b) Microair Barrier® Handschuh und c) Microair Barrier Arm-Extension [© Microair Barrier socks and gloves/Al.Pre.Tec, Gebrauch mit Einverständnis]

²⁸³ Der Hinweis auf die Autoklavierbarkeit findet sich ausschließlich bei Kinaciyen, Weiss, Zbyszewski, Stuetz und Gleiss (2009) und auf den Internetseiten der herstellenden Firma (AL.PRE.TEC. S.r.l., 2021), nicht aber in der Gebrauchsanleitung zu den Handschuhen und auf den Internetseiten (z. B. Produktflyer) der vertreibenden Firma.

II.7.3 EIGENSCHAFTEN

Mit Blick auf die allgemeine Beschaffenheit sowie teilweise auch das Trage- und Gebrauchsverhalten von semipermeablen (Unterzieh-)Handschuhen gelten, sofern es sich um ausgewiesene PSA handelt, die normativen Vorgaben und Empfehlungen, welche auch der funktionalen Gestaltung und dem Einsatz von Schutz- bzw. textilen (Unterzieh-)Handschuhen (s. Kap. II.5.3-1.1.1) zugrunde liegen. Ergänzend sind, in stärkerem Maße als für textile Varianten, die individuellen Angaben bzw. Empfehlungen der herstellenden Firmen von Relevanz.

Die ehemals und noch auf dem Markt befindlichen semipermeablen (Unterzieh-)Handschuhe wurden bereits hinsichtlich ihrer individuellen Eigenschaften (Material, Struktur, Größe etc.) detailliert dargestellt (s. Kap. II.7.2). Anders als bei textilen Handschuhen ist aufgrund der geringen Anzahl der verfügbaren Modelle, deren individueller produkt- bzw. prototypischer Konstruktionselemente sowie der raren Studienlage eine umfassende Darstellung der (Gestaltungs-)Parameter, die bei der Auswahl Berücksichtigung finden können, nicht zielführend. Im Folgenden sollen daher nur einige zentrale Produktmerkmale der semipermeablen Handschuhe nebeneinander und im Vergleich zu textilen Handschuhvarianten (s. Tabelle 26) betrachtet werden.

Material: Die semipermeablen Handschuhmodelle bestehen aus heterogenen Materialien/-kombinationen bzw. Membrantypen (kompakt vs. porös), die jeweils differenzierte Feuchtigkeitstransportmechanismen (physikalisch-/elektro-chemisch vs. physikalisch) untereinander und im Vergleich mit einfachen textilen Strukturen bedingen.

Konstruktion: Die semipermeablen Handschuhmodelle weisen untereinander Differenzen hinsichtlich der Konstruktion auf. Während Sympatex® als reine Membran ohne Trägerstoff vorliegt, zeigen der Microair Barrier® und der Dermapor™ Glove eine, für Funktionstextilien typische Laminatkonstruktion (Einlagigkeit vs. Mehrlagigkeit). Textilien bzw. textile Handschuhe liegen i. d. R. in einfachen bzw. einlagigen Konstruktionen vor.

Struktur: Die semipermeablen Handschuhmodelle weisen strukturelle Unterschiede auf (Membran vs. Piqué-Struktur vs. Vliesstoff), welche Differenzen in der Haptik untereinander und im Vergleich mit gewöhnlichen textilen Strukturen (z. B. Strick) bedingen. Weiterführend beeinflusst die Struktur u. a. Eigenschaften wie die Wärmeabsorption (Frydrych, Wioletta & Małgorzata, 2009); das Modell aus Sympatex® zeigt die glatteste (Oberflächen-)Struktur und bringt daher ggf. auch das stärkste Kühlegefühl (*cold to the touch*) mit sich.

Gewicht und Materialstärke: Mit der strukturellen Gestaltung sind, wie auch bei textilen Handschuhen, Variationen hinsichtlich der Materialstärke und dem Gewicht der einzelnen semipermeablen Handschuhmodelle verbunden. Das Modell aus Sympatex® zeigt die geringste Materialstärke und das kleinste Gewicht.

Größe und Passform: Die semipermeablen Handschuhmodelle sind jeweils in verschiedenen Größen verfügbar, weisen aber Unterschiede in der Passform (2D- vs. 3D-Modell)²⁸⁴ auf. Eine dreidimensionale (Textil-)Gestaltung, wie sie bei dem Microair Barrier® und i. d. R. auch bei textilen Handschuhen vorliegt, bewirkt i. d. R. eine bessere Passung an den Händen.

Wasserdampfdurchlässigkeit: Mit der Konstruktion, Struktur, Materialstärke und dem Membrantyp sind Unterschiede in der Ausprägung der Wasserdampfdurchlässigkeit der einzelnen semipermeablen Handschuhmodelle verbunden. Der Microair Barrier® zeigt die geringsten und der Dermapor™ Glove die höchsten MTRV-Werte.²⁸⁵ Reine bzw. nicht ausgerüstete Textilfasern weisen im Allgemeinen eine geringere Wasserdampfdurchlässigkeit auf.

Form-/Fingerlänge: Alle semipermeablen Handschuhmodelle liegen als Fünffingerhandschuhe vor. Eine Gestaltung in Form von finger(kuppen)losen Handschuhvarianten, wie sie im textilen Bereich verfügbar sind, entfällt bzw. erübrigt sich u. a. aufgrund der damit einhergehenden Einschränkungen der Funktionalität.

Stulpenart/-länge: Die Stulpenart und -länge der einzelnen semipermeablen Handschuhmodelle variiert in Abhängigkeit von der Konstruktion und Struktur, welche jeweils nur bestimmte Gestaltungsformen zulassen. Der Dermapor™ Glove und der Sympatex®-Handschuh weisen eine relativ weite Bündform auf; der Microair Barrier® ist schmaler geschnitten und abschließend mit einem Saum versehen.

Nähte: Die Nahtbeschaffenheit der einzelnen semipermeablen Handschuhmodelle variiert. Während der Dermapor™ Glove und der Sympatex®-Handschuh produktionsbedingt eine sehr dünne Schweißnaht aufweisen, ist der Microair Barrier® mit einer umlaufenden, im Vergleich dickeren, (Textil-)Naht gefertigt.

Verwendungshäufigkeit und Wiederaufbereitung: Alle semipermeablen Handschuhmodelle konnten/können mehrfach verwendet und, je nach Modell, einer Wiederaufbereitung und/oder Desinfektion unterzogen werden.

Autoklavierbarkeit: Ausschließlich der Microair Barrier® ist autoklavierbar.

Verpackung: Der Microair Barrier® ist mit einer Stückzahl ab einem Paar erhältlich und befindet sich lose in einer Plastikverpackung. Selbiges galt für den Dermapor™ Glove. Das Modell aus Sympatex® ist werkseitig auf einem dünnen Transferpapier bzw. Papierträger befestigt; derzeit liegen Verpackungseinheiten (einfache Plastikhülle/-tüte) mit 55 Paar vor.

²⁸⁴ Crépy & Hoerner sprechen im Kontext der durch Stanzen und Schweißen hergestellten bzw. verbundenen Handschuhe von einer „flat shape (2D, not anatomical design in 3D)“ (Crepy & Hoerner, 2022, S. 40).

²⁸⁵ Weiterführende Literatur: Detaillierte Informationen zum Wasserdampftransport verschiedener semipermeabler Membranen/Lamine in Abhängigkeit von der Temperatur finden sich bspw. bei Gibson (1999).

Tabelle 26: Gegenüberstellung der zentralen Merkmale verschiedener semipermeabler und textiler (Unterzieh-)Handschuhe

	Semipermeable (Unterzieh-)Handschuhe			Textile (Unterzieh-) Handschuhe
	Sympatex®- Handschuh	Microair Barrier®	Dermapor™ Glove	Maximo Baumwollhandschuhe
Material	Porenlose Kompaktmembran (Sympatex®), Copolymer Polyetherester	Mikroporöse Membran (Uretex), Mikrofasern aus Polyester	Mikroporöse Membran (ähnlich Gore-Tex®)	Baumwolle
Struktur / Lagigkeit	Glatte Innen- und Außenseite (1 Lage)	Piqué-Struktur bzw. -Konstruktion (3 Lagen)	Vliesstoff, Glatte Innen- und Außenseite (2/3 Lagen)	Strickware (SFG13 13 Gauge, Nm. 34/2)
Gewicht	ca. 2.5 g (Gr. XL) ^a	Flächengewicht: 45 g/m ² ; ca. 11.3 g (Gr. XL) ^a	Flächengewicht: ca. 69.17 g/m ² ; ca. 7.0 g (Gr. XXL) ^a	ca. 14.0 g (Gr. 11) ^a
Größe/n	Divers	Divers	Divers	Divers
Passform	2D-Modell	3D-Modell	2D-Modell	3D-Modell
MTVR	ca. ≥ 2.400 g/m ² /24h	ca. 1.062 g/m ² /24h	ca. 17.000 g/m ² /24h	n. a.
Form-/Fingerlänge	Fünffingerhandschuh	Fünffingerhandschuh, mit Schichtel	Fünffingerhandschuh	Fünffingerhandschuh (weitere Modellvarianten verfügbar)
Stulpenart/-länge	Offen, sehr lang, kein Bund	Offen, lang, kein Bund	Offen, sehr lang, kein Bund	Divers
Nähte	Schweißnähte, dünn	Ja, außenliegend	Schweißnähte, dünn	Nein
Materialstärke	15 µm	n. a.	ca. 228.6 µm / 0.23 mm	ca. 75 µm ^b
Farbe	Weiß	Weiß	Weiß	Weiß (gebleicht)
pH-Wert	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
Mehrwegmodell	Ja	Ja	Ja	Ja
Wiederaufbereitung	Ja, Wäsche 40 °C oder Desinfektion	Ja, Wäsche 60-90 °C	Ja, Schonwaschgang oder Handwäsche	Ja, Wäsche 60 °C oder Reinigung mit PCE
Autoklavierbarkeit	Nein	Ja	Nein	Ja, Dampfsterilisation
Irritatives Potential	Nein, nicht bekannt	Nein, nicht bekannt	Nein, nicht bekannt	Nein, nicht bekannt
Zertifizierung	PSA, Kat. I; STANDARD 100 by OEKO-TEX®, bluesign® approved etc.	n. a.	n. a.	PSA, Kat. I; STANDARD 100 by OEKO-TEX®
Kosten	1.50 € / Paar (Prototyp, Produktion zu Studienzwecken)	5-7 \$ / Paar, entspricht ca. 4.00-5.60 € (1996)	51.00 € / Paar (02/2022)	Je nach Modellvariante, ab ca. 1.50 € (03/2023)

^a Eigene Messungen im Labor (Feinwaage) mit Handschuhen in vergleichbaren Größen.

^b Eigene Messungen mit Messschieber.

II.7.4 EINSATZ ALS UNTERZIEHHANDSCHUHE

Semipermeable Handschuhe können, analog zu Textilhandschuhen (s. Kap. II.5.2), als Unterziehhandschuhe mit unterschiedlichen Zielstellungen eingesetzt werden. Der primäre Einsatzzweck besteht im *Schutz vor Okklusionseffekten* sowie der *Abmilderung bzw. Vermeidung von Hautirritationen*. Sekundäre Verwendungsmöglichkeiten ergeben sich durch den Einsatz zum *Schutz vor Allergenen in*

Schutzhandschuhen und den ggf. durch das Tragen von Schutzhandschuhen auftretenden *mechanischen Belastungen* (Friktion, Druck, Scheuerung).

Im Vergleich mit den Funktionen/Indikationen, für die der Einsatz textiler Unterziehhandschuhe empfohlen wird, entfallen für semipermeable Unterziehhandschuhe die (Schutz-)Bereiche Schnitthemung (außer-/medizinisch) sowie thermische und allgemeine mechanische/physikalische Belastungen (z. B. Druck, Stoß). Eine reduzierte Schutzwirkung ggü. Gefahrstoffen wäre denkbar. Für die Wirkung ggü. Kontaminationen und (Kontakt-)Infektionen liegen keine belastbaren Daten vor.

II.7.4.1 FUNKTIONALITÄTSBEZOGENE STUDIENERGEBNISSE

Schutz vor Okklusionseffekten

Semipermeable Unterziehhandschuhe können bei prolongierten Tragezeiten impermeabler Schutzhandschuhe zur Abmilderung negativer Okklusionseffekte (s. Kap. II.3.2.3) verwendet werden: Hautphysiologische Untersuchungen (i. d. R. Erfassung von TEWL, RHF, pH-Wert und a*-Wert) der experimentell irritierten und mit einer semipermeablen Handschuhmaterialkombination abgedeckten Haut zeigten, dass semipermeable Untermaterialien (Sympatex®) die regenerationshemmenden Effekte impermeabler Einzelmaterialien kompensieren (Bock & John 2006¹⁸⁵; Damer, 2006; Strunk et al., 2015). Diese (Re-)Kompensation wurde durch eine beschleunigte Annäherung aller hautphysiologischen Parameter an die physiologischen Ausgangswerte an den mit semipermeablen Kombinationen im Vergleich zu den okklusiv abgedeckten Teststellen sichtbar. Die vorliegenden Ergebnisse deuten darauf hin, dass (zeitlich) längere Abdeckzeiten mit stärker nachweisbaren Effekten auf die Abheilung der Entzündungsreaktion und Regeneration der Barrierestörung einhergehen (geringere TEWL- und a*-Werte). Die im Vergleich untersuchten textilen Materialkombinationen (Baumwolle) zeigten eine tendenziell schwächere Wirkung, ohne signifikant nachweisbare Unterlegenheit (Bock & John 2006¹⁸⁵; Damer, 2006). Ähnliche Ergebnisse konnten in Handschuhtragversuchen im Labor mit hautgesunden Personen ermittelt werden, indem eine semipermeable Membran (Sympatex®) unter zwei Lagen chirurgischer OP-Handschuhe (Double Gloving) zu einer signifikant besseren Werteentwicklung der Temperatur sowie des RHF- und pH-Wertes ggü. einer textilen Handschuhkombination (Baumwolle) führte (Sonsmann et al., 2011b).

In Ergänzung sei auf die experimentellen Untersuchungen hingewiesen, in denen die Gore-Tex® Membran als Insert eines Leder- bzw. Chemikalienschutzhandschuhs bzw. als Laminatkonstruktion evaluiert wurde, welche sich im Vergleich zu nicht semipermeablen Handschuhkonstruktionen/-kombinationen positiver auf das thermophysiologische Empfinden auswirkten (z. B. Reduktion der Temperatur der Hand) (Hayashi & Tokura, 1999; Herman & Wells, 1992; Santee, 1994).

Schutz vor Hautirritationen

Semipermeable Unterziehhandschuhe können verwendet werden, um an den Händen bestehenden *Hautreizungen abzudecken und abzumildern* bzw. Verschlechterung dieser durch unmittelbar

auffliegende Handschuhmaterialien (s. Kap. II.3.2.4) zu vermeiden: In einer Anwenderstudie mit Personen mit mäßigen bis schweren Dermatosen an den Händen zeigte sich unter der Verwendung von semipermeablen Unterziehhandschuhen aus Gore-Tex® (Dermapor™ Glove) eine Verbesserung des Hautzustandes (Baack et al., 1996). Die im Vergleich untersuchte textile Materialkombination (Baumwolle) übte subjektiv eine tendenziell schwächere Wirkung, ohne objektiv nachweisbare Differenzen auf den Hautbefund (Visueller Score, Effloreszenzen) aus (Baack et al., 1996). Vereinzelt liegen weitere positive Erfahrungsberichte für die Verwendung von Unterziehhandschuhen aus Gore-Tex® vor (Stirling, 1996; W. L. Gore & Associates, Inc., 1997). In Ergänzung sei auf ältere Untersuchungen hingewiesen, in denen die Gore-Tex® Membran im Rahmen der Therapie thermischer Verletzungen der Hände erfolgreich zur Anwendung kam.²⁸⁶

Schutz vor Allergenen in Schutzhandschuhen

Semipermeable Unterziehhandschuhe können zum *Schutz vor Allergenen in Schutzhandschuhen* (z. B. Vulkanisationsbeschleuniger) (s. Kap. II.3.2.2) eingesetzt werden. Über die exakten Wirkungsmechanismen in diesem Kontext ist wenig bekannt. Aus rein physikalischer Sicht lässt sich die angestrebte Wirkung über die Unterbindung bzw. Blockade möglicher Transportvorgänge zw. Handschuh und Hautoberfläche durch den Unterziehhandschuh als Barriere erklären. Positive Erfahrungsberichte für die Verwendung von Unterziehhandschuhen aus impermeablen Materialien (z. B. PVC oder PE) liegen vor (s. Kap. II.5.2.3).

Scherman & Osburn (1997) führten bei 13 Personen mit Typ IV-Sensibilisierungen ggü. Vulkanisationsbeschleunigern einen Epikutantest mit verschiedenen Testsubstanzen (z. B. Thiuram-Mix) und einem (vulkanisationsbeschleunigerhaltigen) Latex-Handschuh durch. Die Testsubstanzen wurden jeweils

²⁸⁶ *Exkurs: Einsatz von Gore-Tex® im Rahmen der Therapie thermischer Verletzungen der Hände*

(Impermeable) Bags wurden vermutlich erstmals in den 70-er Jahren im Rahmen der Therapie von Brandverletzungen eingesetzt. Aufgrund der mit der Anwendung einhergehenden Nachteile (z. B. starke Mazeration und Exsudatbildung) erfolgte Mitte der 80-er Jahre die Einführung bzw. Erprobung differenzierter semipermeabler Membranen (z. B. Op-Site, Fa. Smith & Nephew GmbH) (Spencer & Bruce Davey, 1987).

Verschiedene Studien Anfang der 90-er Jahre widmeten sich der Evaluation der Effektivität und subjektiven Anwenderakzeptanz von Handschuhen bzw. Beuteln (Ferri, Plutino & Rosace, 2019; Gairns & Martin, 1990; Jostkleigrew et al., 1995; D. L. Martin, French & Theakstone, 1990; Schiller, Leukens & Neve, 1994; Snell, Glassey, Westwater-Wood, Mockett & Raynor, 2010; Terrill, Kedwards & Lawrence, 1991) aus Gore-Tex® zur Behandlung von Brandwunden an den Händen. In wenigen Untersuchungen finden sich detaillierte Beschreibungen der jeweils verwendeten Abdeckungen. [Schiller et al. 1994 sprechen von Gore-Tex® in Kombination mit einem polymeren Vliesstoff (Laminat) (W. L. Gore & Associates); die Produktbeschreibung und (leider qualitativ verminderte) Abbildung (Fünffingerhandschuh) lassen vermuten, dass es sich hierbei möglicherweise um eine Art Vorläufer des Dermapor™ Glove handelte. Martin et al. 1990 sprechen von einem mehrlagigen Material, dem „Gore-Tex membrane bag“ (Gore-Tex®, W. L. Gore & Associates); Terril et al. 1991 von den „(soiled) Gore-Tex bags“ (Gore-Tex®, W. L. Gore & Associates); Jostkleigrew et al. 1995 von einem zweilagigen Material, dem „Procel Burn Cover“ (Gore-Tex®, W. L. Gore & Associates); Snell et al. 2010 von handschuhförmigen/-artigen Verbänden, den „Gore-tex bags“ (in dieser Publikation finden sich auch Bilder).] Studienübergreifend zeigte, die Standardbehandlung (Einsatz Silbersulfadiazin haltiger Cremepräparate, Hydro-/Physiotherapie etc.) begleitend, die mehrtägig mit der semipermeablen Laminatkonstruktion behandelte Haut eine geringe Mazeration, Exsudatbildung und Ödembildung ggü. der mit der Vergleichsbehandlung behandelten Haut (Verband Mull, impermeable Abdeckung). Die Behandelnden bestätigten eine gute Handhabung der semipermeablen Variante (schneller/er, sauber/er Wechsel); das Ausmaß bzw. der Schweregrad der Hautschädigung war leichter zu beurteilen. Seitens der Behandelten zeigte sich unter Verwendung der semipermeablen Variante ein höherer Tragekomfort und stärkere Verbesserung des Bewegungsumfangs und der Funktion der Hände ggü. der Vergleichsbehandlung.

Soweit bekannt, sind im Kontext der Therapie von Brandverletzungen nur noch Handschuhe, die als temporärer Hautersatz fungieren (z. B. Biobrane, Fa. Smith & Nephew GmbH), erwerbbar bzw. im Einsatz. Das Produktportfolio von Gore im medizinischen Sektor umfasst heute nur noch implantierbare Biomaterialien und Membranen für medizinische Geräte (W. L. Gore & Associates GmbH, 2022).

singulär und in Kombination mit einer semipermeablen Membran (Gore-Tex®) auf die Haut aufgebracht. Die Mehrzahl der positiven Epikutantestreaktionen ggü. den Testsubstanzen und dem Latex-Handschuh konnte unter der Verwendung der Membran vollständig unterdrückt und in einzelnen Fällen abgeschwächt werden. Hamilton & Adkinson (1997) evaluierten die Effektivität semipermeabler Handschuhe (Gore-Tex®, Dermapor® Glove) zur Vermeidung der Allergenexposition bei Personen mit Typ-I-Sensibilisierungen ggü. Latex (n=21). In einem 30-minütigen experimentellen Halbseitenversuch mit zuvor mittels Nadeln punktierter Haut an den Händen, führte der Einsatz semipermeabler Unterziehhandschuhe (Gore-Tex®) zu einer Unterdrückung der allergischen Hautreaktionen (z. B. Quaddelbildung) ggü. den darüber getragenen Latex-Einmalhandschuhen. Basierend auf den Ergebnissen kamen beide Autorengruppen zu dem Schluss, dass die Verwendung von semipermeablen Unterziehhandschuhen die Allergenübertragung aus Schutzhandschuhen auf die Hautoberfläche minimieren bzw. verhindern kann (Vermeidungstherapie) (Hamilton & Adkinson, 1997; Scheman & Osburn, 1997; hier auch: Baack et al., 1996).

Semipermeable Handschuhe als Schutzhandschuhe (Single Use Produkte)

Wulfhorst et al. (2004) untersuchten die Einsetzbarkeit bzw. Leistungsfähigkeit eines semipermeablen Handschuhs (Gore-Tex®) als (singulärer) Schutzhandschuh im Friseurhandwerk. In Messungen gemäß der damals gültigen DIN EN 374 zeigte das semipermeable Modell mit Blick auf die Penetration ein AQL-Level von 4.0 (Level 1) und variierende Permeationszeiten von 45 bis 480 Min. (Level 2-6) ggü. verschiedenen friseurtypischen Chemikalien (z. B. Dauerwellflüssigkeit) (Wulfhorst et al., 2004) (s. hierzu auch Kap. II.3.1). Unter der Voraussetzung der Optimierung der Membran wurde die Verwendung als Schutzhandschuhe für möglich gehalten (Wulfhorst et al., 2004); ein entsprechender Einsatz kann bzw. sollte nur unter Evaluation der Beständigkeit ggü. verschiedenen Gefahrstoffen (z. B. Chemikalien) erfolgen (Tiedemann et al., 2016).

Mit der oben genannten Art der Anwendung gehen auch Fragen hinsichtlich einer zusätzlichen Schutzwirkung ggü. Gefahrstoffen durch eine Verringerung der Expositionsraten bei der Verwendung als Unterziehhandschuhe einher. Der physikalische Mechanismus entspräche dem der Schutzwirkung ggü. Handschuhallergenen (Barrierewirkung). Für die Verwendung von textilen Unterziehhandschuhen mit dieser Zielstellung konnte studienübergreifend gezeigt werden, dass eine zweite Lage absorptionsfähiger Handschuhe als eine Art Reservoir für die verwendeten Gefahrenstoffe fungiert; der Einsatz wird diskutiert (s. Kap. II.5.2.4).

II.7.4.2 ANWENDUNGSBEZOGENE STUDIENERGEBNISSE

Kurzzeit-Trageversuche im experimentellen Setting

Bishu & Chin (1998) beobachteten eine allgemeine Verbesserung der Geschicklichkeit/Fingerfertigkeit unter dem Einsatz von Unterziehhandschuhen verschiedener Art im Rahmen eines experimentellen Laborversuches. Die Verwendung einer semipermeablen Handschuhkombination (PTFE, ggf. Gore-

Tex[®]) führte zu einer weniger starken Abnahme der Leistungsfähigkeit, des Tragekomforts und der Taktilität im Vergleich zu einer textilen Handschuhkombination (Baumwolle/Latex) und dem Double Gloving (Latex/Latex) (Bishu & Chin, 1998; Bishu & Muralidhar, 2003; Bishu et al., 2006; W. L. Gore & Associates, Inc., 1996).²⁸⁷

Im Rahmen eines 30-minütigen Trageversuchs zeigte sich unter der Verwendung einer semipermeablen Handschuhkombination (Gore-Tex[®]) ein komfortableres, kühleres und trockeneres Tragegefühl als unter der Verwendung singulärer impermeabler Latex-Einmalhandschuhe (Hamilton & Adkinson, 1997). Im Rahmen eines 150-minütigen Trageversuchs, in dem die Anwenderakzeptanz eines semipermeablen Unterziehhandschuhs (Sympatex[®]) beim Double Gloving evaluiert wurde, äußerten die Teilnehmenden abschließend eine Präferenz der semipermeablen ggü. der textilen Handschuhkombination hinsichtlich der Beweglichkeit, Taktilität und Gesamtbeurteilung (Sonsmann et al., 2011b).

Kurzzeit-Trageversuche im beruflichen Setting

Im Rahmen eines Pilotprojektes wurde die Anwendbarkeit von Unterziehhandschuhen aus Sympatex[®] bzw. Baumwolle unter Vinyl durch hautgesunde Personen im Friseurhandwerk evaluiert. Nach einem 3-tägigen Trageversuch wurden das Tastgefühl und die Beweglichkeit in der semipermeablen Kombination für positiver, aber die Passform und das Feuchtigkeitsgefühl im Vergleich zur textilen Kombination für schlechter bewertet. Abschließend zeigte sich eine Präferenz für die semipermeablen Handschuhe (M. Bock & König, 2006¹⁶⁹).

Im Rahmen eines 5-tägigen Halbseitenversuchs in der beruflichen Praxis (verschiedene Berufsbereiche) konnte eine gute Anwenderakzeptanz eines semipermeablen Unterziehhandschuhs (Sympatex[®]) ermittelt werden (Sonsmann, John, Gediga et al., 2015). Das erprobte Handschuhmodell ließ sich gut mit der individuellen Schutzausrüstung kombinieren, trug zu einer positiven Beeinflussung der klimatischen Verhältnisse und Reduktion des Schwitzempfindens bei, erhielt aber Abzüge hinsichtlich der Passform.

Langzeit-Trageversuch im privaten und/oder beruflichen Setting

Baack et al. (1996) konnten im Rahmen eines etwa 1-monatigen Halbseitenversuchs mit Patienten und Patientinnen verschiedener Berufsbereiche mit mäßigen bis schweren Dermatosen an den Händen eine gute Anwenderakzeptanz einer semipermeablen Handschuhkombination (Gore-Tex[®], Dermapor[®] Glove) aufzeigen. Die Teilnehmenden äußerten eine Präferenz des semipermeablen ggü. dem im Vergleich erprobten textilen Handschuhmodell hinsichtlich Haut- und Handkomfort (Kühlegefühl, Trockenheit, Reduktion Pruritus), Schwitzempfinden, Geschicklichkeit/Fingerfertigkeit, Sauberkeit, Einfachheit Anwendung/Benutzerfreundlichkeit, Taktilität und Anziehverhalten.

²⁸⁷ In den Artikeln/Kapiteln von Bishu und Muralidhar (2003) und Bishu et al. (2006) finden sich unterschiedliche Aussagen bzw. Abbildungen zu diesem Aspekt.

II.7.5 EINSATZ ALS KOMFORTHANDSCHUHE

Semipermeable Handschuhe können, analog zu Textilhandschuhen (s. Kap. II.6.2), singulär als Komforthandschuhe eingesetzt werden. Die Verwendung über Tag und/oder Nacht zielt auf einen *Kontakt-schutz* (einschließlich Barrierewirkung), *Kratzschutz* sowie eine *Unterstützung bzw. Verstärkung der Externatherapie* ab. Denkbar wäre, dass die geringere Saugfähigkeit semipermeabler Membranen bzw. Lamine im Vergleich zu rein textilen Materialien (z. B. Baumwolle) eine stärkere/tiefere dermale Penetration applizierter Wirkstoffe/Externa in die Haut begünstigt und den Therapieverlauf somit positiv(er) beeinflusst (Stirling, 1996). Hinsichtlich des ggf. angestrebten Kontaktschutzes ist aufgrund der im Vergleich zu textilen Handschuhen reduzierten Materialstärke der semipermeablen Modelle eine geringere (Schutz-)Wirkung ggü. mechanischen Belastungen zu erwarten.

Je nach Modell variieren die Einsatzempfehlungen seitens der herstellenden Unternehmen (s. Kap. II.7.2). Sowohl der Dermapor™ Glove als auch Microair® Barrier werden/wurden explizit für die Anwendung als Unterzieh- und Komforthandschuh ausgelobt, wobei für den Gebrauch des Microair® Barrier die zusätzliche Verwendung der DermaSilk®-Handschuhe (als Unterziehhandschuhe) empfohlen wird. Der Sympatex®-Handschuh ist aufgrund seiner geringen Materialstärke und Passform derzeit noch nicht für die singuläre Anwendung geeignet, kann jedoch mit einem Textilhandschuh (z. B. aus Baumwolle) zur Formgebung und (leichten) Fixierung als Überziehhandschuh kombiniert werden.

Allergologische Testungen und hautphysiologische Untersuchungen im experimentellen Setting

In allergologischen (Vor-)Untersuchungen an der *gesunden Haut* zeigte sich, dass die Sympatex® Membran eine gute Hautverträglichkeit aufweist bzw. kein allergologisch relevantes Potenzial besitzt (Bock & John 2005²⁸⁸). Beim Vergleich geeigneter Materialstärken für eine bestmögliche Förderung der Barriereregeneration *nach experimenteller Irritation* konnten die günstigsten Effekte durch die repetitive Anwendung der Sympatex® Membran in einer Stärke von 10 µm bis 15 µm (Wasserdampfdurchlässigkeit: Ø 11.0 g/m²/h) nachgewiesen werden (Bock & John 2005²⁸⁹).

Hautphysiologische Untersuchungen zeigten, dass sowohl mehrfache Kurzzeitabdeckungen (3x6 Std.) (Strunk et al., 2015) als auch repetitive Langzeitabdeckungen (2x23 Std., 2x24 Std., 2x48 Std.) (M. Bock et al., 2009; Damer, 2006; Visscher et al., 2001; Welzel et al., 1996) der *experimentell irritierten Haut* mit singulären semipermeablen Membranen (Gore-Tex® und/oder Sympatex®) im Vergleich zu der nicht abgedeckten Haut (Leerstelle/-kontrolle) zu einer schnelleren Annäherung aller hautphysiologischen Parameter an die physiologischen Ausgangswerte führen. Mit Ausnahme weniger Untersuchungen konnte der positive Einfluss auf die Barrierefunktion bzw. -regeneration (TEWL/a*) ggü. einer

²⁸⁸ Hierbei handelt es sich um einen unveröffentlichten Projektbericht der Osnabrücker Arbeitsgruppe.

Ergänzende (Teil-)Studieninformationen: Standardisierter Epikutantest unter Verwendung von large Finn-Chambers on Scanpor®; Okklusionszeit 48 Std., Spätablesung nach 72 Std. (n=20). Externe Versuchsbedingungen: 19.5 -24.5 °C.

²⁸⁹ Hierbei handelt es sich um einen unveröffentlichten Projektbericht der Osnabrücker Arbeitsgruppe.

Ergänzende (Teil-)Studieninformationen: Irritation der Haut mit 1 % NLS für 24 Std. und nachfolgende repetitive Langzeitabdeckungen (2x24 Std) mit der singulären Sympatex® Membran in Stärken von 5-25 µm; zeitlich versetzte mehrfache hautphysiologische Messungen (n=20). Externe Versuchsbedingungen: 20.0 ± 0.5 °C; 50 % ± 2 % r.F.

fehlenden Abdeckung (Leerstelle/-kontrolle) in allen Untersuchungen signifikant belegt werden (Strunk et al., 2015; Welzel et al., 1996). In Vergleichen der Effektivität verschiedener singulärer semipermeabler Abdeckungen erwies sich Sympatex® hinsichtlich des Einflusses auf die Barrierefunktion (TEWL/a*) als überlegen im Vergleich zu Gore-Tex® (M. Bock et al., 2009; Damer, 2006). Dieser Umstand wurde auf die differenzierte Wasserdampfdurchlässigkeit der beiden Membranen zurückgeführt, welche für Gore-Tex® höher als für Sympatex® liegt (M. Bock et al., 2009; Damer, 2006).

In einer experimentellen Untersuchung der *klinisch erscheinungsfreien, aber experimentell irritierten Haut* von Personen mit atopischer Diathese zeigte sich unter einer Kurzzeitabdeckung (3x6 Std.) mit einer singulären semipermeablen Sympatex® Membran eine teilweise signifikante Beschleunigung der Regenerationsprozesse und Verminderung der Erythembildung im Vergleich zu der nicht abgedeckten Haut (Sonsmann, Bock & John, 2011a). An der *klinisch erscheinungsfreien, aber nicht experimentell irritierten Haut* der gleichen Personengruppe konnten keine signifikanten Unterschiede, aber ebenfalls positive Einflüsse auf die Barrierefunktion (TEWL/RHF) ggü. der nicht abgedeckten Haut ermittelt werden (Sonsmann et al., 2011a).

Die Wirkung singulärer semipermeabler Membranen auf die *klinisch erkrankte Haut* wurde bislang ausschließlich im Rahmen mehrwöchiger (Halbseiten-)Versuche unter dem fortlaufenden Einsatz verschiedener klinischer, visueller Bewertungssysteme evaluiert (s. Folgeabschnitte).

Kurzzeit-Trageversuche im experimentellen Setting

Wulfhorst et al. (2004) untersuchten im Rahmen eines 20-minütigen Trageversuchs die Anwendbarkeit eines semipermeablen Handschuhs aus Gore-Tex® (Dermapor™ Glove) im Vergleich zu impermeablen Schutzhandschuhen verschiedener Materialien. Das semipermeable Modell wurde hinsichtlich des Schwitzverhaltens am besten und der Passform am schlechtesten beurteilt; die Gesamtbewertung lag im mittleren Bereich.

Damer (2006) untersuchte im Rahmen eines 60-minütigen Trageversuchs die Anwendbarkeit eines semipermeablen Handschuhs (Sympatex®) im Vergleich zu einem impermeablen Einmalhandschuh (Vinyl). Das semipermeable Modell wurde hinsichtlich des Schwitzverhaltens besser, aber der Passform und Taktilität schlechter bewertet; die Teilnehmenden äußerten abschließend eine Präferenz für den impermeablen Schutzhandschuh.

Langzeit-Trageversuche im privaten und/oder beruflichen Setting

Baack et al. (1996) konnten im Rahmen eines etwa 1-monatigen Halbseitentrageversuchs (Tag und/oder Nacht) mit Patienten und Patientinnen mit mäßigen bis schweren Dermatosen an den Händen eine gute Anwenderakzeptanz eines semipermeablen Handschuhmodells aus Gore-Tex® (Dermapor™ Glove) aufzeigen. Dieser und der im Vergleich erprobte Textilhandschuh führten zu einer objektiv nachweisbaren Verbesserung des Hautzustandes (Visueller Score, Effloreszenzen), ohne dass für eines der Modelle ein signifikanter Vorteil ermittelt werden konnte. „The semipermeable glove performed as

the technology suggests, providing protection from environmental contact and a barrier over medication while reducing heat and moisture build up against the skin." (Baack et al., 1996, S. 424) Die Teilnehmenden äußerten abschließend eine Präferenz für das semipermeable Handschuhmodell hinsichtlich des Einflusses auf den Hautzustand sowie Haut- und Handkomfort, Schwitzempfinden, Geschicklichkeit/Fingerfertigkeit, Sauberkeit, Einfachheit, Anwendung/Benutzerfreundlichkeit, Taktilität und Anziehverhalten.

Kinaciyan et al. (2009, 2010) evaluierten die Effektivität eines semipermeablen Handschuhs aus Uretex (Microair® Barrier) bzw. eine Kombination dessen mit einem textilen antimikrobiellen Unterziehhandschuh (DermaSilk®, s. Kap. II.4.4.3) im Vergleich zu einer Standardtherapie mit einem kortisonhaltigen Präparat an einem Kollektiv mit milden bis mäßigen HE. Am Ende der 3-wöchigen Anwendungsstudie (8 Std/Tag) zeigte sich unter beiden Interventionen eine objektiv nachweisbare Verbesserung des Hautbefundes (SCORAD, HECSI), wobei der Werteverlauf an den behandschuhten Händen tendenziell besser war. Der zusätzliche Einsatz der textilen Handschuhe verstärkte die positiven Effekte der Überziehhandschuhe; beide Handschuhe zeigten einen, mit fortschreitender Studiendauer zunehmenden, guten Tragekomfort. Die Wirkung der Handschuhe/-kombination und Kortisonbehandlung wurde abschließend als äquivalent eingeschätzt und eine Verstärkung der therapeutischen Effekte durch Kombination für möglich gehalten.

In diesem Kapitel wurde ein Überblick zum Thema „Semipermeable Handschuhe“ gegeben. Die dargestellten Sachverhalte lieferten zusätzliche Informationen zu den in allen Untersuchungen (s. Teil III) unmittelbar eingesetzten Testprodukten/-materialien (hier: Sympatex®, s. Kap. II.7.2.1). Die Ausführungen vermitteln ein Grundverständnis für die Gestaltung, Funktionsweise und Einsatzmöglichkeiten semipermeabler Membranen bzw. entsprechender Technologien in den Bereichen der Medizin und PSA. Anknüpfend an die mit der Verwendung von (impermeablen) Schutzhandschuhen einhergehenden Probleme und Anwendungsfehler (s. Kap. II.3.2) sowie die ggf. mit dem Einsatz textiler Handschuhe verbundenen Nachteile (s. Kap. II.5-II.6) wurden die verschiedenen Funktionen semipermeabler Unterzieh- und/oder Komforthandschuhe aufgezeigt und hinsichtlich ihrer Effektivität und derzeitigen Bewertung auf wissenschaftlicher Ebene erläutert. Basierend auf der Gesamtheit der Ausführungen wurde weiterhin ersichtlich, dass die Neuartigkeit der Produkte bzw. der Innovationsgrad der Thematik einen grds. Mangel an belastbaren Daten bedingt.

TEIL III ZUSAMMENFASSUNG DER UNTERSUCHUNGEN

Im Zentrum dieses Teils der Arbeit stehen die Zusammenfassungen der empirischen Untersuchungen I bis III. Die ersten Unterkapitel beinhalten zunächst die Abstracts und Literaturangaben der verfassten Publikationen. Es folgt jeweils eine deskriptive Darstellung der Arbeitsanteile aller an den Untersuchungen und/oder Manuskripterstellungen beteiligten Personen.

III.1 UNTERSUCHUNG I: BERUFLICHER ANWENDERVERSUCH

III.1.1 ABSTRACT UND LITERATURANGABE

„Acceptance of semipermeable glove liners compared to cotton glove liners in health care workers with work-related skin diseases: Results of a quasi-randomized trial under real workplace conditions“

Background: Glove liners (GLs) made of cotton (COT) are worn under impermeable gloves to prevent occlusion effects. Semipermeable GLs made of Sympatex® (SYM) might be an alternative.

Objectives: To evaluate the acceptance of GLs (COT/SYM) in health care workers (HCWs) with work-related skin diseases (WRSDs).

Methods: One hundred sixty-one HCWs with WRSDs were asked to wear GLs in combination with occlusive gloves for 10 ±2 weeks under workplace conditions. A questionnaire was applied to compare acceptance and usability of the respective glove combinations and previously used protective gloves (PUGs).

Results: A total of 120 data sets were available (SYM: n = 65, 77.4%; COT: n = 55, 71.4%). Both GLs provided a significantly lower sweating sensation, more pleasant climate, comfortable wearing experience, and moist or dry feeling on the skin compared to PUGs. SYM-GLs performed significantly better than COT-GLs regarding mobility of hands, sensitivity, and sense of touch. COT-GLs were significantly better than SYM-GLs in the categories fit, donning and doffing, and material contact.

Conclusions: Both GLs did not impair work performance, were applicable in various areas of health care activities, and were preferred over PUGs. Our results indicate that SYM-GLs are an alternative to COT-GLs and thus may contribute to current prevention strategies.

Das Abstract und der Artikel im Volltext (s. Anhang 6) sind an nachfolgender Stelle publiziert

Heichel, T, Brans, R, John, SM, Nienhaus, A, Nordheider, K, Wilke, A, Sonsmann, FK. Acceptance of semipermeable glove liners compared to cotton glove liners in health care workers with work-related skin diseases: Results of a quasi-randomized trial under real workplace conditions. *Contact Dermatitis*. 2021; 85(5): 543-553. doi: 10.1111/cod.13929

III.1.2 DARSTELLUNG DES EIGENANTEILS

Untersuchung I war Bestandteil des seitens der BGW geförderten Forschungsprojektes *ProTection I: Überprüfung der Anwenderakzeptanz und Wirksamkeit von Sympatex®-Handschuhen, Teilprojekt 1: Langzeit-Anwendungsstudie zum direkten Vergleich der Unterziehhandschuhe aus Sympatex® mit Unterziehhandschuhen aus Baumwolle* (Projektlaufzeit: 02/2016 - 09/2017) (s. Kap. I.1). Die Projektleitung, -konzeption und -durchführung oblag den am Projekt beteiligten Mitarbeitenden der Abteilung Dermatologie, Umweltmedizin und Gesundheitstheorie der Universität Osnabrück sowie den Mitarbeitenden des iDerm an der Universität Osnabrück.

Prof. Dr. med. Swen Malte John, Leiter der Abteilung Dermatologie, Umweltmedizin und Gesundheitstheorie, Universität Osnabrück und wissenschaftlicher Direktor des iDerm an der Universität Osnabrück, hat die Mitteleinwerbung bewerkstelligt, war maßgeblich an der Projektkonzeption der Untersuchung I beteiligt und hat in Form von mündlichen Hinweisen und schriftlichen Korrekturarbeiten zur Erstellung des Manuskripts beigetragen.

PD Dr. med. Richard Brans, leitender Oberarzt des iDerm an der Universität Osnabrück, war intensiv an der Diskussion der Ergebnisse der Untersuchung I beteiligt und hat in Form von mündlichen Hinweisen und schriftlichen Korrekturarbeiten zur Erstellung des Manuskripts beigetragen.

PD Dr. rer. medic. Annika Wilke, Dipl. Ghl., Leiterin der Gesundheitspädagogik des iDerm an der Universität Osnabrück, war an der Projektkonzeption, Methodik und intensiven Diskussion der Ergebnisse der Untersuchung I beteiligt und hat in Form von mündlichen Hinweisen und schriftlichen Korrekturarbeiten zur Erstellung des Manuskripts beigetragen.

Dr. rer. nat. Flora Karla Sonsmann, Dipl. Ghl., geb. Terhart, Mitarbeiterin der Abteilung Dermatologie, Umweltmedizin und Gesundheitstheorie, Universität Osnabrück und stellvertretende Leiterin der Gesundheitspädagogik des iDerm an der Universität Osnabrück, war an der Projektkonzeption und Methodik der Untersuchung I beteiligt und hat in Form von mündlichen Hinweisen und schriftlichen Korrekturarbeiten zur Erstellung des Manuskripts beigetragen.

Kathrin Nordheider, M. Eval., geb. Gediga, Mitarbeiterin des iDerm an der Universität Osnabrück, war an in beratender Funktion hinsichtlich der Methodik, statistischen Fragestellungen und Auswertungsverfahren der Untersuchung I sowie durch schriftliche Korrekturarbeiten an der Erstellung des Manuskripts beteiligt.

Prof. Dr. med. Albert Nienhaus, stellvertretender Direktor des Instituts für Versorgungsforschung in der Dermatologie und bei Pflegeberufen (IVDP), hat in Form von schriftlichen Korrekturarbeiten zur Erstellung des Manuskripts beigetragen.

Neben den o. g. Co-Autorinnen und Co-Autoren haben Mitarbeitende der Schulungs- und Beratungszentren (schu.ber.z) der BGW im Rahmen der Hautschutzseminare an den Rekrutierungen und der Datenerhebung mitgewirkt (s. auch Heichel et al. 2021, Acknowledgements). Weiterführend sei auf

die Unterstützung der Untersuchung und Manuskripterstellung durch folgende Mitarbeitende hingewiesen (s. auch Heichel et al. 2021, Acknowledgements):

Dr. rer. nat. Meike Strunk (†), Dipl. Kml., geb. Schug, ehemalige Mitarbeiterin der Abteilung Dermatologie, Umweltmedizin und Gesundheitstheorie, Universität Osnabrück, war federführend an der Projektkonzeption sowie in beratender Funktion hinsichtlich statistischen Fragestellungen und Auswertungsverfahren an der Untersuchung I beteiligt. Dr. rer. nat. Strunk hat in Form von mündlichen Hinweisen und schriftlichen Korrekturarbeiten zur Erstellung der ersten Manuskriptentwürfe beigetragen.

Patricia Weinert, Dipl. Päd., ehemalige Mitarbeiterin des iDerm, Standort Berlin, hat die letzte Version des zunächst deutschsprachigen Manuskripts in das Englische übersetzt.

Der *eigene Anteil an der Untersuchung I* umfasst die Beteiligung an der Projektkonzeption sowie sämtliche Aufgaben, die im Rahmen des Studienmanagements angefallen sind. Hierzu zählten:

- Erstellung von Studienunterlagen (z. B. Einwilligungs- und Probandenaufklärungen, Handhabungsanleitungen, Rekrutierungspläne),
- Erstellung des Ethik-Antrages und Einholung des Votums der Ethikkommission,
- Organisation und Durchführung von Multiplikatorenschulungen in den schu.ber.z'en der BGW (deutschlandweit) und im iDerm (Standort Osnabrück und Hamburg),
- Organisation und Verwaltung der Rekrutierungstermine in den schu.ber.z'en,
- Rekrutierung der Studienteilnehmenden im iDerm (ASIP),
- Datenerhebung (Versand von Testprodukten und Fragebögen),
- Dateneingabe (Datenbanken),
- Datenauswertung im Rahmen der Berichterstellung für den Forschungsgebenden.

Der *eigene Anteil im Publikationsprozess* umfasste die eigenständige Erstellung des ersten Manuskriptentwurfes einschließlich der vollständigen Datenauswertung und -visualisierung sowie die Bearbeitung und spätere Einreichung des Originalmanuskripts unter Berücksichtigung der mündlichen Hinweise und schriftlichen Korrekturarbeiten aller o. g. Co-Autoren. Weiterführend wurde der gesamte Peer-Review-Prozess beim herausgebenden Verlag inkl. aller Überarbeitungen von Kommentaren seitens der Gutachter von der Erstautorin begleitet.

Die vorliegende Einschätzung der jeweils ausgewiesenen Arbeitsanteile und erbrachten Eigenleistung wurde mit den an der Untersuchung und/oder Manuskripterstellung beteiligten und oben namentlich genannten Personen einvernehmlich abgestimmt.

III.2 UNTERSUCHUNG II: STATIONÄRER NACHTTRAGEVERSUCH

III.2.1 ABSTRACT UND LITERATURANGABE

„Effects and acceptance of semipermeable gloves compared to cotton gloves in patients with hand dermatoses: Results of a controlled intervention study“

Background: Semipermeable gloves might be an alternative to cotton gloves in management of hand dermatoses.

Objectives: To compare acceptance and tolerability of gloves made of cotton or a semipermeable Sympatex® membrane in patients with hand dermatoses and their effect on skin lesions when worn overnight.

Methods: 199 patients with work-related symmetrical hand dermatoses were asked to wear a cotton glove (COT) on one hand and a Sympatex® glove underneath a cotton glove (SYM/COT) on the other hand for nineteen consecutive nights. The severity of skin lesions was regularly examined. A questionnaire on acceptance and tolerability was used in a subset of 126 patients.

Results: Data on skin lesions were available for 183 participating patients (92%). The severity did not differ substantially between hands covered with SYM/COT or COT over time. Questionnaire data were available for 120 patients (95%). SYM/COT received better ratings regarding climate conditions while COT showed superiority in wearing comfort, practicality and appearance.

Conclusions: Both SYM/COT and COT were well tolerated and accepted in patients with hand dermatoses. Hence, SYM/COT may serve as suitable alternative for COT as comfort gloves supporting therapeutic efforts. The observed slight differences may influence the decision when selecting the glove type.

Das Abstract und der Artikel im Volltext (s. Anhang 7) sind an nachfolgender Stelle publiziert:

Heichel T, Sonsmann FK, John SM, Krambeck K, Maurer J, Nienhaus A, Nordheider K, Stasielowicz L, Wilke A, Brans R. Effects and acceptance of semipermeable gloves compared to cotton gloves in patients with hand dermatoses: Results of a controlled intervention study. *Contact Dermatitis*. 2022; 87(2): 176-184. doi: 10.1111/cod.14123

III.2.2 DARSTELLUNG DES EIGENANTEILS

Untersuchung II war Bestandteil des seitens der BGW geförderten Forschungsprojektes *ProTection I: Überprüfung der Anwenderakzeptanz und Wirksamkeit von Sympatex®-Handschuhen*, Teilprojekt 2: *Verifizierung kurativer Effekte auf berufsbedingte Handekzeme – Trageversuch des semipermeablen Sympatex®-Handschuhs über Nacht* (Projektlaufzeit: 04/2016 - 10/2017) (s. Kap. I.1). Die Projektleitung, -konzeption und -durchführung oblag den am Projekt beteiligten Mitarbeitenden der Abteilung

Dermatologie, Umweltmedizin und Gesundheitstheorie der Universität Osnabrück sowie den Mitarbeitenden des iDerm an der Universität Osnabrück.

Prof. Dr. med. Swen Malte John, Leiter der Abteilung Dermatologie, Umweltmedizin und Gesundheitstheorie, Universität Osnabrück und wissenschaftlicher Direktor des iDerm an der Universität Osnabrück, hat die Mitteleinwerbung bewerkstelligt, war maßgeblich an der Projektkonzeption der Untersuchung II beteiligt und hat in Form von mündlichen Hinweisen und schriftlichen Korrekturarbeiten zur Erstellung des Manuskripts beigetragen.

PD Dr. med. Richard Brans, leitender Oberarzt des iDerm an der Universität Osnabrück, war intensiv an der Diskussion der Ergebnisse der Untersuchung II beteiligt und hat in Form von mündlichen Hinweisen und schriftlichen Korrekturarbeiten zur Erstellung des Manuskripts beigetragen.

PD Dr. rer. medic. Annika Wilke, Dipl. Ghl., Leiterin der Gesundheitspädagogik des iDerm an der Universität Osnabrück, war an der Projektkonzeption und Methodik der Untersuchung II beteiligt und hat in Form von mündlichen Hinweisen und schriftlichen Korrekturarbeiten zur Erstellung des Manuskripts beigetragen.

Dr. rer. nat. Flora Karla Sonsmann, Dipl. Ghl., geb. Terhart, Mitarbeiterin der Abteilung Dermatologie, Umweltmedizin und Gesundheitstheorie, Universität Osnabrück und stellvertretende Leiterin der Gesundheitspädagogik des iDerm an der Universität Osnabrück, war an der Projektkonzeption und Methodik der Untersuchung II beteiligt und hat in Form von mündlichen Hinweisen und schriftlichen Korrekturarbeiten zur Erstellung des Manuskripts beigetragen.

Kathrin Nordheider, M. Eval., geb. Gediga, Mitarbeiterin des iDerm an der Universität Osnabrück, war in beratender Funktion hinsichtlich der Methodik, statistischen Fragestellungen und Auswertungsverfahren der Untersuchung II sowie durch schriftliche Korrekturarbeiten an der Erstellung des Manuskripts beteiligt.

Prof. Dr. med. Albert Nienhaus, stellvertretender Direktor des Instituts für Versorgungsforschung in der Dermatologie und bei Pflegeberufen (IVDP), hat in Form von schriftlichen Korrekturarbeiten zur Erstellung des Manuskripts beigetragen.

Julia Maurer, Dipl.-Biol., ehemalige Mitarbeiterin der Abteilung Dermatologie, Umweltmedizin und Gesundheitstheorie, Universität Osnabrück, war federführend an der Konzeption, Durchführung und Evaluation der Studie *ProTectio* 0 (Vorprojekt *ProTectio* I), von welcher Teilergebnisse in die statistische Analyse des vorliegenden Artikels aufgenommen wurden, beteiligt. Sie hat in Form von schriftlichen Korrekturarbeiten zur Erstellung des Manuskripts beigetragen.

Dr. rer. nat. Lukasz Stasielowicz, Mitarbeiter des Instituts für Psychologie, Universität Osnabrück, führte die weiterführende statistische Datenauswertung im Rahmen der Manuskripterstellung durch, war an der Diskussion der Ergebnisse der Untersuchung II beteiligt und hat in Form von mündlichen Hinweisen und schriftlichen Korrekturarbeiten zur Erstellung des Manuskripts beigetragen.

Kathrin Krambeck, Dipl.-Päd., Mitarbeiterin des iDerm, Standort Hamburg, war an der Untersuchung II im Rahmen der Rekrutierung und Datenerhebung im iDerm am Standort Hamburg sowie durch schriftliche Korrekturarbeiten an der Erstellung des Manuskripts beteiligt.

Neben den o. g. Co-Autorinnen und Co-Autoren haben weitere Mitarbeitende an der Untersuchung und Manuskripterstellung mitgewirkt (s. auch Heichel et al. 2022, Acknowledgements):

Dr. rer. nat. Meike Strunk (†), Dipl. Kml., geb. Schug, ehemalige Mitarbeiterin der Abteilung Dermatologie, Umweltmedizin und Gesundheitstheorie, Universität Osnabrück, war federführend an der Projektkonzeption sowie in beratender Funktion hinsichtlich statistischen Fragestellungen und Auswertungsverfahren an der Untersuchung I beteiligt. Dr. rer. nat. Strunk hat in Form von mündlichen Hinweisen und schriftlichen Korrekturarbeiten zur Erstellung der ersten Manuskriptentwürfe beigetragen.

Patricia Weinert, Dipl. Päd., ehemalige Mitarbeiterin des iDerm, Standort Berlin, hat die letzte Version des zunächst deutschsprachigen Manuskripts in das Englische übersetzt.

Dr. med. Claudia Schröder-Kraft, leitende Oberärztin des iDerm, Standort Hamburg, war an der Studienkoordination der Untersuchung II (Ansprechpartnerin für das ärztliche Personal) im iDerm am Standort Hamburg beteiligt.

Dr. rer. cur. Antje Braumann, Mitarbeiterin des iDerm, Standort Hamburg, war an der Studienkoordination der Untersuchung II (Stellvertreterin für die Rekrutierung und Datenerhebung) im iDerm am Standort Hamburg beteiligt.

Der *eigene Anteil an der Untersuchung II* umfasst die Beteiligung an der Projektkonzeption sowie sämtliche Aufgaben, die im Rahmen des Studienmanagements angefallen sind. Hierzu zählten:

- Erstellung von Studienunterlagen (z. B. Einwilligungs- und Probandenaufklärungen, Handhabungsanleitungen, Manuals, ärztliche Untersuchungsbögen),
- Erstellung des Ethik-Antrages und Einholung des Votums der Ethikkommission,
- Organisation und Durchführung von Multiplikatorenschulungen im iDerm (Standort Osnabrück und Hamburg),
- Rekrutierung und Betreuung der Studienteilnehmenden im iDerm (TIP),
- Datenerhebung (Fragebögen),
- Dateneingabe (Datenbanken),
- Datenauswertung im Rahmen der Berichterstellung für den Forschungsgebenden.

Der *eigene Anteil im Publikationsprozess* umfasste die eigenständige Erstellung des ersten Manuskriptentwurfes einschließlich der vollständigen Datenauswertung und -visualisierung sowie die Bearbeitung und spätere Einreichung des Originalmanuskripts unter Berücksichtigung der mündlichen Hinweise und schriftlichen Korrekturarbeiten aller o. g. Co-Autoren. Weiterführend wurde der gesamte Peer-Review-Prozess beim herausgebenden Verlag inkl. aller Überarbeitungen von Kommentaren seitens der Gutachter von der Erstautorin begleitet.

Die vorliegende Einschätzung der jeweils ausgewiesenen Arbeitsanteile und erbrachten Eigenleistung wurde mit den an der Untersuchung und/oder Manuskripterstellung beteiligten und oben namentlich genannten Personen einvernehmlich abgestimmt.

III.3 UNTERSUCHUNG III: HAUTPHYSIOLOGIE

III.3.1 ABSTRACT UND LITERATURANGABE

„Effects of impermeable and semipermeable glove materials on resolution of inflammation and epidermal barrier impairment after experimental skin irritation“

Background: Semipermeable membranes might be suitable for glove liners or comfort gloves in individuals with irritant contact dermatitis (ICD).

Objectives: To evaluate the effects of different glove materials on inflammation and epidermal barrier impairment after experimental skin irritation.

Methods: Nine test areas on the volar forearms of 24 healthy volunteers were irritated with sodium lauryl sulfate (1%) and afterwards covered for 6 days (6 or 8 hrs/day) with semipermeable Sympatex (SYM), vinyl (OCC), combinations of vinyl with Sympatex (SYM/OCC) or cotton (COT/OCC), or left uncovered (CON). Up to day 10, measurements of transepidermal water loss (TEWL), erythema (a*), skin humidity (SH) and visual scoring (VS) were applied.

Results: No significant differences in skin parameters were found between COT/OCC and SYM/OCC as well as between each of the combinations and CON. SYM, COT/OCC and SYM/OCC led to better results for most skin parameters than OCC alone.

Conclusions: Occlusive material has a negative impact on skin barrier recovery and inflammation after skin irritation whereas SYM is not inferior to uncovered areas indicating good tolerability. Altogether, the data suggest that SYM is a useful alternative to COT as material for glove liners and comfort gloves in ICD patients.

Das Abstract und der Artikel im Volltext (s. Anhang 8) sind an nachfolgender Stelle publiziert:

Heichel T, Brans R, John SM, Nienhaus A, Nordheider K, Wilke A, Sonsmann FK. Effects of impermeable and semipermeable glove materials on resolution of inflammation and epidermal barrier impairment after experimental skin irritation. *Contact Dermatitis*. 2023; 89(1): 26- 36. doi:10.1111/cod.14317

III.3.1 DARSTELLUNG DES EIGENANTEILS

Untersuchung III war Bestandteil des seitens der BGW geförderten Forschungsprojektes *ProTection I: Überprüfung der Anwenderakzeptanz und Wirksamkeit von Sympatex®-Handschuhen, Teilprojekt 3: Hautphysiologische Untersuchung des Regenerationspotentials atmungsaktiver Membranen* (Projektlaufzeit: 07/2016 – 03/2017) (s. Kap. I.1). Die Projektleitung, -konzeption und -durchführung oblag den am Projekt beteiligten Mitarbeitenden der Abteilung Dermatologie, Umweltmedizin und Gesundheitstheorie der Universität Osnabrück sowie den Mitarbeitenden des iDerm an der Universität Osnabrück.

Prof. Dr. med. Swen Malte John, Leiter des Fachgebiets Dermatologie, Umweltmedizin und Gesundheitstheorie, Universität Osnabrück und wissenschaftlicher Direktor des iDerm an der Universität Osnabrück, hat die Mitteleinwerbung bewerkstelligt, war maßgeblich an der Projektkonzeption beteiligt und hat in Form von mündlichen Hinweisen und schriftlichen Korrekturarbeiten zur Erstellung des Manuskripts beigetragen.

PD Dr. med. Richard Brans, leitender Oberarzt des iDerm an der Universität Osnabrück, war in beratender Funktion hinsichtlich der Methodik, an der ärztlichen Datenerhebung und intensiven Diskussion der Ergebnisse der Untersuchung III beteiligt. PD Dr. med. Brans hat in Form von mündlichen Hinweisen und schriftlichen Korrekturarbeiten zur Erstellung des Manuskripts beigetragen.

PD Dr. rer. medic. Annika Wilke, Dipl. Ghl., Leiterin der Gesundheitspädagogik, Leiterin des iDerm an der Universität Osnabrück, hat in Form von mündlichen Hinweisen und schriftlichen Korrekturarbeiten zur Erstellung des Manuskripts beigetragen.

Dr. rer. nat. Flora Karla Sonsmann, Dipl. Ghl., geb. Terhart, Mitarbeiterin des Fachgebiets Dermatologie, Umweltmedizin und Gesundheitstheorie, Universität Osnabrück und stellvertretende Leiterin der Gesundheitspädagogik des iDerm an der Universität Osnabrück, war in beratender Funktion hinsichtlich der Methodik und intensiven Diskussion der Ergebnisse der Untersuchung III beteiligt. Dr. rer. nat. Sonsmann hat in Form von mündlichen Hinweisen und schriftlichen Korrekturarbeiten zur Erstellung des Manuskripts beigetragen.

Kathrin Nordheider, M. Eval., geb. Gediga, Mitarbeiterin des iDerm an der Universität Osnabrück, war an in beratender Funktion hinsichtlich der Methodik, statistischen Fragestellungen und Auswertungsverfahren sowie durch schriftliche Korrekturarbeiten an der Erstellung des Manuskripts beteiligt.

Prof. Dr. med. Albert Nienhaus, stellvertretender Direktor des Instituts für Versorgungsforschung in der Dermatologie und bei Pflegeberufen (IVDP), hat in Form von schriftlichen Korrekturarbeiten zur Erstellung des Manuskripts beigetragen.

Neben den o. g. Co-Autorinnen und Co-Autoren haben weitere Mitarbeitende an der Untersuchung und Manuskripterstellung mitgewirkt (s. auch Heichel et al. 2023, Acknowledgements):

Dr. rer. nat. Meike Strunk (†), Dipl. Kml., geb. Schug, ehemalige Mitarbeiterin des Fachgebiets Dermatologie, Umweltmedizin und Gesundheitstheorie, Universität Osnabrück, war federführend an der Projektkonzeption sowie in beratender Funktion hinsichtlich der Methodik, statistischen Fragestellungen und Auswertungsverfahren an der Untersuchung III beteiligt. Dr. rer. nat. Strunk hat in Form von mündlichen Hinweisen und schriftlichen Korrekturarbeiten zur Erstellung der ersten Manuskriptentwürfe beigetragen.

Der *eigene Anteil an der Untersuchung III* umfasst die Beteiligung an der Projektkonzeption sowie sämtliche Aufgaben, die im Rahmen des Studienmanagements angefallen sind. Hierzu zählten:

- Erstellung von Studienunterlagen (Einwilligungs- und Probandenaufklärungen, ärztliche Untersuchungsbögen, Datenprotokolle etc.),
- Erstellung des Ethik-Antrages und Einholung des Votums der Ethikkommission,

- Einholung eines Versicherungsschutzes,
- Organisation der Rekrutierung, Terminierung, Aufklärung, Fotodokumentation der Studienteilnehmenden,
- Vorbereitung und Durchführung der hautphysiologischen Untersuchungen (Koordination der erforderlichen Laborkapazitäten, Kalibrierung der erforderlichen Bioengineeringgeräte, Beschaffung und Vorbereitung des Untersuchungs- und Labormaterials),
- Dateneingabe (Datenbanken),
- Datenauswertung im Rahmen der Berichterstellung für den Forschungsgebenden.

Der *eigene Anteil im Publikationsprozess* umfasste die eigenständige Erstellung des ersten Manuskriptentwurfes einschließlich der vollständigen Datenauswertung und -visualisierung sowie die Bearbeitung und spätere Einreichung des Originalmanuskripts unter Berücksichtigung der mündlichen Hinweise und schriftlichen Korrekturarbeiten aller o. g. Co-Autoren. Weiterführend wurde der gesamte Peer-Review-Prozess beim herausgebenden Verlag inkl. aller Überarbeitungen von Kommentaren seitens der Gutachter wurde von der Erstautorin begleitet.

Die vorliegende Einschätzung der jeweils ausgewiesenen Arbeitsanteile und erbrachten Eigenleistung wurde mit den an der Untersuchung und/oder Manuskripterstellung beteiligten und oben namentlich genannten Personen einvernehmlich abgestimmt.

TEIL IV GESAMTDISKUSSION DER UNTERSUCHUNGEN

Im Zentrum dieses Teils der Arbeit stehen die Diskussionen der empirischen Untersuchungen I bis III. Im ersten Kapitel werden die gewählten methodischen Ansätze in Ergänzung zu den Ausführungen in den Publikationen detaillierter charakterisiert und weitere Limitationen bzw. grds. Einschränkungen aufgezeigt. In den Kapiteln 2 und 3 folgt eine Zusammenfassung und Bewertung der Gesamtheit der Untersuchungs- und Rechercheergebnisse hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Beantwortung der leitenden Forschungsfrage auf normativer, technischer, ökologischer und ökonomischer Ebene. Die Ausführungen werden sowohl durch zusätzliche Studienergebnisse als auch exemplarische Rückmeldungen der Teilnehmenden aus den Anwenderbefragungen ergänzt. Den Kapitelabschluss bildet jeweils die Formulierung konkreter Handlungsempfehlungen und Implikationsvorschläge für die (klinische) Praxis. Im Kapitel 4 werden offene Forschungsfragestellungen bzw. Untersuchungsschwerpunkte für zukünftige empirische Studien aufgezeigt.

IV.1 BEGRÜNDUNG UND VERORTUNG DER METHODIK

IV.1.1 UNTERSUCHUNG I

In Anlehnung an Döring und Bortz (2016) sowie die *DGUV Information 211-043: Gute Praxis der Evaluation von Präventionsmaßnahmen in der gesetzlichen Unfallversicherung* (DGUV Information 211-043, 2020) lässt sich die Methodik des vorliegenden Teilprojektes (Untersuchung/Artikel I: Beruflicher Anwenderversuch) zusammenfassend folgendermaßen verorten:

Der vorliegenden Untersuchung lag ein *ergebnis-/systemisch orientierter Evaluationsansatz* zugrunde. Der Fokus richtete sich auf die wissenschaftlich fundierte Bewertung einer Präventions-/Interventionsmaßnahme (hier: Einsatz vom Unterziehhandschuhen) hinsichtlich verschiedener Evaluationskriterien (Produktevaluation: Effektivität, Akzeptanz, Zufriedenheit etc.; Prozessevaluation: Intensität und Art der Nutzung, Nutzungsbarrieren etc.). Die ermittelten Ergebnisse dienten v. a. den Evaluationsfunktionen der Erkenntnis, der Optimierung, der Entscheidung und Legitimation. Hinsichtlich der zu definierenden Bewertungsmaßstäbe kann bei einer Nicht-Unterlegenheit bzw. Äquivalenz (Gleichwertigkeit) von einem Erfolg gesprochen werden. Bei dem Untersuchungsdesign handelte es sich um ein *Eingruppen-Posttest-Design* (Treatment mit nachfolgender Messung der abhängigen Variable/n) in einer *quasi-randomisierten Querschnittsstudie*. Gleichwohl die zwei Untersuchungsgruppen mit unterschiedlichen Treatments behandelt wurden (Experiment/Intervention: Sympatex®; Standardtherapie: Baumwolle) und die angewandte konventionelle Therapie auch als Kontrolle bezeichnet werden könnte, lag im engeren Sinne keine kontrollierte Studie vor. Als Datenerhebungsmethode wurde eine *schriftliche Befragung* mithilfe vollstandardisierter Fragebögen (Paper-Pencil-Verfahren) gewählt. Für die Datenauswertung wurden adäquate *quantitative Methoden* angewandt.²⁹⁰ Es kamen keine inferenzstatistischen Methoden zum Einsatz, da im Vorfeld keine theoriebasierten Hypothesen formuliert

²⁹⁰ Statistikprogrammpaket SPSS-Version 24 für Windows (RRID:SCR_002865, IBM Corp., Armonk, NY).

wurden und die Darstellung deskriptiver Befunde als ausreichend für die Beantwortung der Forschungsfragen eingeschätzt wurde. Der Evaluationsnutzen vollzieht sich, neben einer umfassenden Diskussion der praktischen Konsequenzen der Evaluationsergebnisse (einschließlich der nicht intendierten Nutzungsweisen oder Effekte), in der Formulierung von Praxisempfehlungen. Bedeutung und Konsequenzen der anwendungsorientierten Evaluation sollten im Nachgang mit den primären Stakeholdern (z. B. Endnutzende), sekundären Stakeholdern (z. B. Forschungsfördernde, Agierende der Praxis) und Key-Stakeholdern (Bleyer, 2015) diskutiert und ggf. erforderliche Änderungs-/Umsetzungsprozesse im Interventionsfeld organisiert werden (Förderung der Evaluationsnutzung).

Im Folgenden werden die Charakteristika der vorliegenden Teilstudie denen der (direkten) Vor- und Folgeprojekte gegenübergestellt (s. Tabelle 27). Die Übersicht verdeutlicht, dass über den Untersuchungsverlauf hinweg auf verschiedene Anwendungsebenen (Primär-, Sekundär- und Tertiärprävention) und damit verbundene Zielgruppen fokussiert wurde. Die Ergebnisse der aktuell in der Durchführung bzw. Auswertung befindlichen Untersuchung (*ProTection II*) werden u. a. Auskunft darüber geben, ob und inwiefern Differenzen in der Hautverträglichkeit und Anwenderakzeptanz textiler und semipermeabler Unterziehhandschuhe bei Anwendenden unterschiedlicher Haut(erkrankungs)zustände bestehen.

Tabelle 27: Methodik der Studienreihe „ProTection“ im Verlauf – Teilprojekt: Beruflicher Anwenderversuch

	ProTection 0 (Sonsmann, John, Gediga et al., 2015)	ProTection I (vorliegende Untersuchung)	ProTection II (Heichel, Sonsmann et al., 2019)
Präventionsebene	Primärprävention	Sekundärprävention	Tertiärprävention
Methodik	Feldstudie, Halbseitenversuch	Feldstudie, Trageversuch	Feldstudie, Trageversuch
Studiendauer	5 Tage	3 Monate	4 Wochen
Berufsbereiche	Divers (Versicherte verschiedener UVT)	Gesundheitswesen (Versicherte der BGW)	Gesundheitswesen (Versicherte der BGW)
Kollektiv:	Sympatex® vs. Null/Leer	Baumwolle vs. Sympatex®	Baumwolle vs. Sympatex®
Intervention/en			
Kollektiv:	Hautgesunde Personen	Personen mit Verdacht auf das Vorliegen einer berufsbedingten Hauterkrankung	Personen mit berufsbedingter Hauterkrankung
Hautzustand			
Kollektiv: Größe	N=72	N=120	N=300
Bewertung	Fragebogenerhebung Anwenderakzeptanz	Fragebogenerhebung Anwenderakzeptanz	Fragebogenerhebung Anwenderakzeptanz, OHSI-Score ²⁹¹ , QOLHEQ ²⁹²

Die Planung und Umsetzung des Studiendesigns erfolgten auf Basis bzw. unter Berücksichtigung der seitens der BGW gegebenen institutionellen Bedingungen und Angebote im Bereich der SIP (s. Kap.

²⁹¹ Osnabrück Handekzem-Schwere-Index (Osnabrück Hand Eczema Severity Index, OHSI): Medizinischer Score zur Beurteilung des Schweregrades und der Verlaufskontrolle von Patienten und Patientinnen mit HE.

²⁹² Quality Of Life in Hand Eczema Questionnaire (QOLHEQ): Instrument zur Erfassung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität von Patienten und Patientinnen mit HE. Mehr Informationen unter der URL: https://qolheq.dermis.net/content/home/index_ger.html (Stand: 14.10.2022).

I.1.1). Aus personellen, organisatorischen und finanziellen Gründen erfolgte eine Selektion bestimmter schu.ber.z-Standorte und den dort angebotenen Seminaren.²⁹³ Die Rekrutierungen zu den beiden Kollektiven erfolgten alternierend unter Rückgriff auf alle Seminarteilnehmenden (z. B. Seminar 1: Baumwolle, Seminar 2: Sympatex®) (Vollerhebung). Für die Studie wurde somit auf nicht zufällig zusammengestellte, sondern vorgefundene oder anderweitig gebildet Personengruppen zurückgegriffen (keine Randomisierung), die jedoch systematisch unterschiedlichen Interventionen unterzogen wurden (Döring & Bortz, 2016d). Die Gruppen waren hinsichtlich der interventionsrelevanten Variablen vergleichbar. Bei einem Quasi-Experiment können untersuchungsbedingte Störvariablen auftreten (Döring & Bortz, 2016d), die der Gesamtuntersuchung im Vergleich zu experimentellen Studien eine geringere interne Validität verleihen. Aufgrund der o. g. Bedingungen kamen jedoch keine Kontrolltechniken (z. B. Konstanthaltung der Untersuchungsgruppen, Parallelisierung von Stichproben, Döring & Bortz, 2016d) zur Anwendung.

Unter Aspekten der evidenzbasierten Medizin stellen randomisierte kontrollierte Studien (RCTs) den Goldstandard in der (klinischen) Forschung dar (Kabisch, Ruckes, Seibert-Grafe & Blettner, 2011). Im Allgemeinen lässt sich ein Forschungsdefizit hinsichtlich der Durchführung entsprechender Untersuchungen zur Wirksamkeit von Handschuhen verschiedener Materialien und Funktionen konstatieren (Bauer et al., 2018). Die Bildung bzw. der Einbezug einer Kontrollgruppe in die vorliegende/n Untersuchung/en war, ebenso wie die systematische Randomisierung, aus verschiedenen Gründen nicht umsetzbar.

„Studies comparing HCWs [Health Care Worker] with healthy skin using cotton glove liners to controls not using cotton glove liners will help to inform when cotton glove liners should be used to prevent occupational contact dermatitis. Additional studies comparing HCWs with hand dermatitis using cotton glove liners to controls not using cotton glove liners would provide an important evidence base.“ (PHO, 2019, S. 99)

„While it may often be unethical to prohibit control group participants from using gloves, future studies can evaluate the effectiveness of different gloves, the use of cotton liners, or compare the promoted use of gloves to usual practice.“ (Bauer et al., 2018, 29)

Die Durchführung kontrollierter Interventionsstudien, in denen ein Teil der Studienpopulation von präventiven Maßnahmen ausgenommen wird, z. B. keine Verwendung von Schutzhandschuhen (Alfonso, 2018b; Wulfhorst et al., 2021), kann ethische Bedenken oder Probleme seitens der Studiendurchführenden mit sich bringen (Schelvis et al., 2015) bzw. wird als ethisch bedenklich eingestuft (Alfonso, 2018b; Bauer et al., 2018). Daher konnten im Rahmen vergangener Reviews/Metaanalysen im Bereich der Primärprävention (Bauer et al., 2018) und Sekundärprävention (van Gils et al., 2011) auch (noch) keine aus klinischen Studien ableitbaren evidenzbasierten Empfehlungen für die Verwendung von Schutzhandschuhen getroffen werden.

²⁹³ Rekrutiert wurde an den Standorten Hamburg, Delmenhorst, Berlin, Mainz, Karlsruhe und Würzburg innerhalb der Seminare für Angestellte aus den Bereichen Gesundheitswesen (alle Berufsgruppen außer Friseur*innen und Hauswirtschaft) und Physiotherapie.

Trageversuch im Rahmen der Anwendertesting

„Obwohl Phantomversuche in Klimakammern den Einfluß der Textilstruktur auf den Wärme- und Feuchtedurchgang zu untersuchen gestatten, können sie individuelle textilphysiologische Trageversuche an Probanden nicht ersetzen. Auf dem praktisch wichtigen Gebiet der Physiologie und Pathophysiologie der textilen Beeinflussung von Hautfunktionen besteht noch ein großer wissenschaftlicher Nachholbedarf.“ (Hornstein, 1989, S. 68)

Die gewählte Studienform kann aus Sicht der Textilforschung als *bekleidungsphysiologischer Trageversuch* bezeichnet werden. Trageversuche dienen der Beurteilung und dem Vergleich von Bekleidung verschiedener Textilmaterialien, dem Gewinn von Werten für Entwicklungsarbeiten sowie bekleidungsmedizinisch relevanten Absolutwerten differenzierter bekleidungsphysiologischer Kriterien (Nesswetha, 1970).

„Den Endzweck dieser Bemühungen bildet die Erzielung brauchbarer Korrelationen zwischen chemisch-physikalischen, strukturellen und ausrüstungsmäßigen Daten einerseits und subjektiven Aussagen der Versuchspersonen und physiologischen Meßdaten andererseits zur Erstellung umfassender praktikabler Kriterien für die Beurteilung der Behaglichkeit einer Kleidung.“ (Nesswetha, 1970, S. 117)

Die Interpretation der Ergebnisse entsprechender Versuche für die Praxis kann sich aufgrund teilweise schwer steuer- bzw. kontrollierbarer intraindividuelle Einflussgrößen (z. B. Reaktionstypen der Versuchspersonen) und extraindividuelle Parameter (z. B. bioklimatische Lage) als schwierig erweisen (Nesswetha, 1970).

Bei der Neu- und Weiterentwicklung von PSA sollte immer eine Evaluation auf Basis einer Kombination aus objektiven und subjektiven Untersuchungsmethoden erfolgen (Andler & Scheuermann, 1999; DeNardis, 2014; P. I. Dolez & Izquierdo, 2018; Noetel, 1999b; Watson et al., 2018), da bei alleiniger Fokussierung auf die technische Qualität mit einer entsprechenden Verringerung der (Trage-)Akzeptanz zu rechnen ist (Corriveau, 2014; Haffke, 2018; Hoffmeyer, 1999; Shaw, 2005; Vierhaus, 1999). Die Durchführung von statischen und dynamischen *Trage-/Benutzungsversuchen von PSA (wear trial)*²⁹⁴, einschließlich der subjektive Beurteilung von Schutzhandschuhen (AUVA, 2016; DGUV Information 203-084, 2016; DGUV Information 212-007, 2009; DGUV Information 212-515, 2006; Dianat et al., 2012; IRSST, 2012; C. L. Packham & Packham, 2004; Schwanitz, Uter & Wulfhorst, 1996; Shaw, 2005; Wilke et al., 2022; Wulfhorst et al., 1992), wird von verschiedenen Seiten empfohlen (Andler & Scheuermann, 1999; DGUV, 2018b; DGUV Regel 112-189, 2007; Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V. & Hohenstein Laboratories GmbH & Co. KG, 2019a; Haffke, 2018; Hensiek, 2022; Hölscher et al., 2016; Saner, 2018; Tischendorf, 2017). Bei dem Einsatz von Bekleidungssystemen (*multilayered garments, clothing system*) sollten alle Textillagen (hier: innere und äußere) in ihrem physiologischen Gesamtwirken in die Bewertung des Tragekomforts mit einfließen (DGUV Information 212-013, 2013; Moschner, 2018; Umbach). Untersuchungsergebnisse geben Hinweise darauf, dass einmalige bzw.

²⁹⁴ *Statische Trageversuche* umfassen u. a. die Anprobe, die Fixierung gemäß der Gebrauchsanleitung, die Herrichtung der Schnittstellen mit anderen PSA-Elementen (z. B. Ärmel mit Handschuhen) sowie die Überprüfung von Sitz und Funktionsfähigkeit. *Dynamische Trageversuche* beziehen sich auf die Prüfung der Anwendbarkeit/Funktionalität der PSA unter Bewegung (z. B. Aufheben von Gegenständen) bzw. bei der Durchführung typischer Arbeitsabläufe (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V. & Hohenstein Laboratories GmbH & Co. KG, 2019a).

kurzzeitige Handschuhstestungen unter künstlichen (Arbeits-)Bedingungen keine umfassende Evaluation der Anwendbarkeit bzw. Eignung von Produkten erlauben (Dianat et al., 2012, 2014). Andererseits stellen insbes. Trageversuche längerer Dauer eine zeitaufwendige und ressourcenintensive (limitierte) Maßnahme dar (Classen, 2018; P. I. Dolez & Izquierdo, 2018; Patricia I. Dolez, Marsha & McQueen, 2022). Hinsichtlich einer geeigneten bzw. angemessenen Untersuchungsdauer existieren, außerhalb der medizinischen Forschung (klinische Studien), keine konkreten Vorgaben bzw. Empfehlungen. Der Umfang von Produkttestungen richtet sich i. d. R. nach der Produktart und dem Informationsbedarf (Berekoven, Eckert & Ellenrieder, 2009) und kann von Tagen über Wochen (Meffert, Burmann & Kirchgorg, 2015) variieren.²⁹⁵ Für die vorliegende Studie wurde, unter Berücksichtigung der finanziellen und personellen Ressourcen, eine Testdauer von drei Monaten für angemessen beurteilt.

„Human testing in field situations means relinquishing control over environmental conditions; control over volunteer activity can also be difficult in a field environment. However, field experiments are closest to real-world conditions and therefore valuable for evaluation.“ (Watson et al., 2018, S. 317)

Die Testungen fanden im beruflichen Arbeitsalltag statt, um die Anwendbarkeit bzw. den qualitativen Nutzen in realen/konkreten Anwendungssituationen zu ermitteln. Feldstudien wird grds. eine höhere externe Validität zugeschrieben als Laborstudien (z. B. Generalisierbarkeit unterschiedlicher Orte) (Döring & Bortz, 2016d).

Die gewählte Studienform kann aus Sicht der Marktforschung im engeren Sinne als *Produkttest* und weiteren Sinne als *Machbarkeitsstudie*³ eingeordnet werden. Produkttests stellen Testinstrumente (Erichson, 2007) experimenteller Untersuchungen dar, bei denen subjektive Wahrnehmungen und/o-der Urteile unentgeltlich bereitgestellter Produkte mittels ausgewählter Testpersonen/Konsumierenden der Zielgruppe/n erfasst werden (Berekoven et al., 2009; Kreis, Wildner & Kuß, 2021; Schweitzer & Gaubinger, 2009). Produkttests können, je nach Entwicklungsstatus des/der Produkte/s, unterschiedliche Zielsetzungen verfolgen (Berekoven et al., 2009). Die vorliegende Testung diente v. a. der Evaluation der Effektivität, Gebrauchstauglichkeit und (Anwender-)Akzeptanz (s. Folgeabschnitt) eines bereits etablierten Produktes (Baumwolle) ggü. einem Prototypen (Sympatex®). Ein Prototyp bezeichnet dabei ein in der Entwicklung bzw. noch nicht auf dem Markt befindliches Produkt (Berekoven et al., 2009), welches je nach Reifegrad im Rahmen von Konzept- oder Produkttests evaluiert werden kann (Schweitzer & Gaubinger, 2009). Die Testung zeichnete sich u. a. durch folgende Charakteristika (sog. Testanlagen) aus:

- *Testumfang*: Volltest, Testung des komplexen Produktes als Ganzes (kein Partialtest). Die nicht isolierte Betrachtung einzelner Produktkomponenten oder -merkmale lässt stärkere Rückschlüsse auf

²⁹⁵ Die Fa. UVEX lässt bestimmte Handschuhmodelle im Rahmen von dermatologischen Anwendungstests über einen Zeitraum von zwei Wochen (n=30) testen (mehr Informationen unter der URL: <https://www.uvex-safety.com/blog/de/dermatologisch-schutzhandschuhe-hautkrankheiten/>, Stand: 01.10.2022). Die Fa. SHOWA bietet ein 4-wöchiges Testprogramm für Handschuhe (4WTP) einschließlich einer reinen Testdauer von i. d. R. einer Woche an, welche eine i. d. R. eine Woche andauernde praktische Testphase enthält (mehr Informationen unter der URL: <https://www.showagroup.com/eu-de/we-are-showa/4-week-trial-program>, Stand: 01.10.2022).

die Schwächen alternativer Produktvarianten sowie die Prognose des Produkterfolges zu (Berekoven et al., 2009; Herrmann & Huber, 2013).

- *Darbietungsform*: Identifikation, Testung des Produktes unter Sichtbarkeit aller Bestandteile des Marketing-Mix (z. B. Form, Farbe) (keine Verblindung). Im Allgemeinen spiegeln identifizierende Testungen das tatsächliche Kaufverhalten besser wider (Schweitzer & Gaubinger, 2009).
- *Zeitdauer*: Langzeittest, Produkttestung mit mehrmaligem, wiederholten Ge- und Verbrauch zur Erfassung von Produkterfahrungen, weniger Eindrücken (Berekoven et al., 2009).
- *Testproduktanzahl*: Monadischer Test (Einzeltest), Testung des Produktes als Einzelnes (kein Vergleichsprodukt). Im Allgemeinen reduzieren Einzeltestungen die Wahrnehmung und Bewertung von Unterschieden bzw. Trennschärfe, Vergleichstests werden daher teilweise als realitätsnäher und valider eingeschätzt (Berekoven et al., 2009; G. Raab, Unger & Unger, 2009).
- *Testort*: Haushaltstest (Home-use-Test), Testung des Produktes in gewohnter beruflicher Atmosphäre. Im Allgemeinen wird für Home-use-Tests eine starke Realitätsnähe angenommen, viele Einflussvariablen (z. B. Art der Anwendung) entbehren jedoch der Kontrollierbarkeit umgebungs- bzw. untersuchungsbezogener Störvariablen (Berekoven et al., 2009; Döring & Bortz, 2016c; Kreis et al., 2021; G. Raab et al., 2009; Schweitzer & Gaubinger, 2009).

Der Produkttest fungierte hinsichtlich des Informationsbedarfes als Deskriptionstest (Informationen Ausprägung/Intensität Produkteigenschaften), Evaluationstest (Bewertung Testprodukt als Ganzes und/oder einzelne Produktmerkmale) sowie, mit Einschränkungen, als Präferenztest (Art/Ausmaß des Vorzugs Testprodukt/Vergleichsprodukt) (Berekoven et al., 2009).

Anwenderakzeptanz

Der deutsche Terminus *Anwenderakzeptanz* als solches ist in kaum einem Lexikon zu finden. Während der Begriff *Anwender*²⁹⁶ eine Person beschreibt, die etwas an- oder verwendet (Brockhaus Enzyklopädie Online, 2023b, 2023c) kann bezieht sich die *Akzeptanz* (lat. ‚acceptare‘)²⁹⁷ auf die Bereitschaft bzw. bejahende, aufgeschlossene oder tolerierende Einstellung, etwas anzunehmen oder sich gefallen zu lassen und auch das Verhalten und Handeln, in dem sich diese Haltung ausdrückt (Brockhaus Enzyklopädie Online, 2023a). Der Frage der Akzeptanz kommt, abseits des normativen Bereichs, auf dem materiellen bzw. wirtschaftlichen Gebiet für die Entwicklung und Gestaltung neuer Konsumgüter eine besondere Bedeutung zu (Brockhaus Enzyklopädie Online, 2023c). Die *Anwenderakzeptanz* erfasst in diesem Kontext die Haltung/en ggü. einer Produktinnovation in einem bestimmten Kreis Benutzender, indem sie die subjektiven Eigenschaften, Wirkungen und Bedürfnisse, die vor, während und nach der Verwendung eines oder mehrerer Produkte durch den/die Anwendenden wahrgenommen werden, ermittelt. Darüber hinaus sind die Verhaltensabsichten, die Produktinnovation wahrscheinlich oder tatsächlich zu nutzen, von Interesse und dienen als Bestandteil aller ermittelten Ergebnissen als Indikatoren für die

²⁹⁶ *Synonyme*: User, Nutzer oder Verwender. Da diese und andere Begriffe vornehmlich in der (Wirtschafts-)Informatik bzw. Datenverarbeitung gebraucht werden, ist in diesem Zusammenhang auch der Terminus *user acceptance* gängig, der mit Software- oder Nutzerakzeptanztest übersetzt werden kann (Brockhaus Enzyklopädie Online, 2023a, 2023b).

²⁹⁷ *Synonyme*: Anerkennung, Annahme, Aufnahme, Einwilligung, Erlaubnis, Genehmigung, Resonanz, Sanktion oder Zuspruch.

- Ermittlung wichtiger Einflussfaktoren auf die Nutzerakzeptanz,
- Erfassung der Nutzenbewertung einzelner funktioneller Produktbestandteile und
- Ableitung von Maßnahmen zur Verbesserung der Akzeptanz (Produktveränderungen, -weiterentwicklungen, -differenzierungen).

Basierend auf der Akzeptanzforschung bzw. -theorie lassen sich weiterführend folgenden Merkmale für eine (eher) niedrige oder hohe Akzeptanz formulieren (s. Tabelle 28).

Tabelle 28: Merkmale der Akzeptanz(theorie) (Springer Fachmedien Wiesbaden, 2019a)

Hohe Akzeptanz (Wahrscheinlichkeit der Akzeptanzsteigerung)	Niedrige Akzeptanz (Bruchstärke)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufgeschlossenheit und Bildung des Individuums ▪ Frühzeitige und offene Informationen ▪ Starke Vorteile der Innovation (hohe Nützlichkeit und gute Durchschaubarkeit) ▪ Mitbestimmungsmöglichkeiten bei der Auswahl der Innovation ▪ Übereinstimmung mit bestehenden Strukturen, Bedürfnissen und Wertvorstellungen (Kompatibilität) ▪ Möglichkeit, das Neue sukzessiv einzuführen (Teilbarkeit) ▪ Einfache Mitteilbarkeit der Innovation ▪ Verkürzung der Akzeptanzzeit: Steigerung des Marketingaufwandes 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Starke Brüche mit bisher Gewohntem (Intensität des Andersartigen / Menge des Neuen) ▪ Erhöhter Lernaufwand ▪ Erhöhung der Akzeptanzzeit: Beeinflussungsaufwand (z. B. durch Werbung)

Schriftliche Befragung im Rahmen der Anwendertesting

Standardisierte Befragungen stellen nicht nur in der empirischen Sozialforschung (Döring & Bortz, 2016a; Möhring & Schlütz, 2013), sondern auch in Studien im Kontext der Prävention und Gesundheitsförderung ein beliebtes und häufig eingesetztes Erhebungsinstrument dar (Finne, 2021). Die Fragebogenmethode wurde aufgrund der Erfassung verschiedener Aspekte des subjektiven Erlebens und Verhaltens sowie der Effizienz durch Selbstadministration (Döring & Bortz, 2016a; Möhring & Schlütz, 2013) mit Blick auf die Zielgruppe und Fragestellungen für angemessen bzw. geeignet befunden. Die Konstruktion des Erhebungsinstrumentes erfolgte in Orientierung an geltenden wissenschaftlichen (Güte-)Kriterien (z. B. hinsichtlich der Frageformulierung²⁹⁸) (Döring & Bortz, 2016a; Möhring & Schlütz, 2013) und in Voruntersuchungen (z. B. Damer, 2006; Sonsmann et al., 2011b) sowie vergleichbaren Studien (z. B. Hübner et al., 2016) eingesetzten Fragebögen, welche geprüft und an die neu formulierten bzw. adaptierten Evaluationsfragen angepasst wurden. Im Rahmen eines Pretests (moderierte Gruppendiskussion) mit der zu untersuchenden Zielgruppe (Patienten und Patientinnen des TIP, Beschäftigte im Gesundheitsdienst) wurde eine Vorform des Fragebogens hinsichtlich Struktur und Inhalten überprüft und im Anschluss kleinere Überarbeitungen vorgenommen.

²⁹⁸ So fanden u. a. die folgenden Aspekte innerhalb der Fragebogenkonstruktion besondere Berücksichtigung: Einfachheit und Eindeutigkeit der Fragen; erschöpfende, überschneidungsfreie und realistische Antwortkategorien; Berücksichtigung des Bildungs- und Sprachniveaus der Adressaten; verständliche Instruktionen zur Handhabung; ansprechendes Layout etc.

IV.1.2 UNTERSUCHUNG II

In Anlehnung an Bortz und Döring (2016) sowie die *DGUV Information 211-043* (DGUV Information 211-043, 2020) lässt sich die Methodik des vorliegenden Teilprojektes (Untersuchung/Artikel II: Stationärer Nachtrageversuch) zusammenfassend folgendermaßen verorten:

Der vorliegenden Untersuchung lag ein *ergebnisorientierter Evaluationsansatz* zugrunde. Der Fokus lag auf der wissenschaftlich fundierten Bewertung einer Präventions-/Interventionsmaßnahme (hier: Einsatz vom Komforthandschuhen) hinsichtlich verschiedener Evaluationskriterien (Produktevaluation: Effektivität, Akzeptanz, Zufriedenheit etc.; Prozessevaluation: Intensität und Art der Nutzung, Nutzungsbarrieren etc.). Hinsichtlich der zu definierenden Bewertungsmaßstäbe kann bei einer Nicht-Unterlegenheit bzw. Äquivalenz (Gleichwertigkeit) von einem Erfolg gesprochen werden. Die ermittelten Ergebnisse dienen v. a. den Evaluationsfunktionen der Erkenntnis, der Optimierung, der Entscheidung und der Legitimation. Bei dem Untersuchungsdesign handelte es sich um ein *Pretest-Posttest-Design* (Vorher-Messung, Treatment und Nachher-Messung der abhängigen Variable/n) in einer *quasi-randomisierten kontrollierten Längsschnittstudie*.

In einem *Halbseitenversuch* wurden zwei unterschiedliche Treatment-Varianten an jeweils einem Patient oder einer Patientin miteinander verglichen (Treatment 1/Hand 1: Experiment/Intervention, Sympatex®/Baumwolle; Treatment 2/Hand 2: Standardtherapie, Baumwolle). D. h., zugunsten einer intrapersonellen Kontrolle bzw. eines intraindividuellen Vergleichs erfolgte keine Randomisierung im engeren Sinne. Die Zuordnung der Handschuhmaterialien zu den Händen wurden bei allen Studienteilnehmenden randomisiert nach Händigkeit vorgenommen, um mögliche Einflüsse eventuell vorhandener, lokalisationsbedingter Unterschiede auf die Ergebnisse auszuschließen. Die (wiederkehrende) klinische Befunderfassung erfolgte einfach verblindet mit einer modifizierten Variante des validierten *OHSI-Scores* (Adaptation für den Rechts-Linksvergleich der Hände) durch medizinisches Personal. Als weitere Datenerhebungsmethode wurde eine *schriftliche Befragung* mithilfe vollstandardisierter Fragebögen gewählt. Für die deskriptive und analytische Datenauswertung wurden *komplexe quantitative Methoden* angewandt.²⁹⁹ Der Evaluationsnutzen vollzieht sich in einer umfassenden Diskussion der praktischen Konsequenzen der Ergebnisse und der Formulierung von Praxisempfehlungen, wobei die Bedeutung und Konsequenzen der Evaluation im Nachgang mit den verantwortlichen Stakeholdern diskutiert und ggf. erforderliche Änderungs-/Umsetzungsprozesse organisiert werden sollten (Förderung der Evaluationsnutzung).

Im Folgenden werden die Charakteristika der vorliegenden Teilstudie denen der (direkten) Vor- und Folgeprojekte gegenübergestellt (s. Tabelle 29). Einzelne methodische Entscheidungen wurden über den zeitlichen Untersuchungsverlauf hinweg modifiziert, aber stets an die seitens des iDerm gegebenen institutionellen Bedingungen angepasst (z. B. Abstimmung der Erhebungszeitpunkte und internen Abläufe) und unter Verwendung bereits bekannter ärztlicher Erhebungsinstrumente (z. B. OHSI-Score) durchgeführt. In der aktuell in der Durchführung bzw. Auswertung befindlichen Untersuchung

²⁹⁹ Statistikprogrammpaket SPSS-Version 24 für Windows (RRID:SCR_002865, IBM Corp., Armonk, NY) und Statistiksoftware R (4.0.2).

(*ProTectio* II) wurde erstmalig ein Voll- anstelle eines Halbseitenversuchs durchgeführt, eine Kontrollgruppe eingeschlossen und die Erhebung des OHSI-Scores auf beide Tragehände angewandt. Dieses methodische Vorgehen könnte dazu beitragen, die Effektivität im Vergleich zw. den beiden Materialien/-kombinationen, aber auch ggü. einer Nichtabdeckung (Kontrollgruppe) stärker sichtbar zu machen bzw. gezielter zu evaluieren.

Tabelle 29: Methodik der Studienreihe „*ProTectio*“ im Verlauf – Teilprojekt: Stationärer nächtlicher Trageversuch

	ProTectio 0 (keine Veröffentlichung/en)	ProTectio I (vorliegende Untersuchung)	ProTectio II (Heichel, Sonsmann et al., 2019)
Präventionsebene	Tertiärprävention	Tertiärprävention	Tertiärprävention
Methodik	Feldstudie, Halbseitenversuch	Feldstudie, Halbseitenversuch	Feldstudie, Trageversuch
Studiendauer	19 Nächte	19 Nächte	19 Nächte
Berufsbereiche	Divers (Versicherte verschiedener UVT)	Divers (Versicherte verschiedener UVT)	Divers (Intervention: Versicherte der BGW, Kontrolle: Versicherte verschiedener UVT)
Kollektiv: Intervention/en	Baumwolle vs. Sympatex®/Baumwolle	Baumwolle vs. Sympatex®/Baumwolle	Baumwolle vs. Sympatex®/Baumwolle vs. Null/Leer
Kollektiv: Hautzustand	Personen/Versicherte mit Vorliegen einer berufsbedingten Hauterkrankung	Personen/Versicherte mit Vorliegen einer berufsbedingten Hauterkrankung	Personen/Versicherte mit Vorliegen einer berufsbedingten Hauterkrankung
Kollektiv: Größe	N=75	N=199	Interventionen: N=300 Kontrolle: N=100
Evaluation	OHSI-Score, Manuscore, Fragebogenerhebung Anwenderakzeptanz	OHSI-Score, Fragebogenerhebung Anwenderakzeptanz	OHSI-Score, Fragebogenerhebung Anwenderakzeptanz, QOLHEQ

Trageversuch im Rahmen der Anwendertestung

Die gewählte Studienform kann (mit Einschränkungen bzw. abseits der offiziellen Definition) als *Anwendungsbeobachtung*³⁰⁰ bezeichnet werden. Diese Begrifflichkeit bzw. Zuordnung findet sich in einzelnen Studien, in welchen die Effektivität und Anwenderakzeptanz verschiedener Textilien getestet wurde (z. B. Wollina et al., 2018), wieder. Weiterhin kann die gewählte Studienform aus Sicht der Marktforschung als *Produkttest* eingeordnet werden, der sich u. a. durch folgende Charakteristika (Testanlagen) auszeichnete (s. Kap. IV.1.1, Abs.: Trageversuch):

- *Testumfang*: Volltest, mit der Einschränkung, dass nur ein Teil eines Handschuhpaares erprobt (Halbseitenversuch) wurde.
- *Darbietungsform*: Identifikation (Berekoven et al., 2009).
- *Zeitdauer*: Langzeittest (Berekoven et al., 2009).
- *Testproduktanzahl*: Nichtmonadischer Test, Testung der Produkte direkt nebeneinander (paralleler Vergleichstest, Paarvergleich). Vergleichstests fördern die Gefahr der Überbetonung von

³⁰⁰ Gemäß den Ausführungen des Bundesinstituts für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfARM) (2022) handelt es sich bei *Anwendungsbeobachtungen* (AWB) oder auch Unbedenklichkeitsprüfungen um Untersuchungen, die der Sammlung von Erkenntnissen bei der Anwendung zugelassener oder registrierter Arzneimittel dienen. AWB gehören gemäß des Arzneimittelgesetzes (AMG) zu den nichtinterventionellen Prüfungen und stellen keine klinischen Prüfungen dar.

Differenzen, werden aber teilweise als realitätsnäher und valider als Einzeltestungen eingeschätzt (Berekoven et al., 2009; G. Raab et al., 2009).

- *Testort*: Haushaltstest (Home-use-Test) unter künstlichen Bedingungen (Laborexperiment).

Die Testung diene v. a. der Erfassung der Effektivität, Gebrauchstauglichkeit und (Anwender-)Akzeptanz eines bereits etablierten Produktes (Baumwolle) ggü. einem Prototypen (Sympatex®) und fungierte hinsichtlich des Informationsbedarfes als Deskriptions-, Evaluations- und Präferenztest (Berekoven et al., 2009).

Schriftliche Befragung im Rahmen der Anwendertesting

Wie bereits dargestellt, werden standardisierte Befragungen häufig in der empirischen Forschung eingesetzt (s. Kap. IV.1.1, Abs.: Befragung). Unter Berücksichtigung der Zielgruppe und Fragestellungen wurde die Fragebogenmethode aufgrund ihrer Effizienz hinsichtlich der Selbstadministration und Erfassung differenzierter Sichtweisen der Zielgruppe für geeignet befunden. Das Erhebungsinstrumente wurde in Orientierung an geltenden wissenschaftlichen (Güte-)Kriterien und in vergleichbaren Untersuchungen (z. B. Damer, 2006; Sonsmann et al., 2011b) eingesetzten Fragebögen, welche geprüft und an die neu formulierten bzw. adaptierten Evaluationsfragen angepasst wurden, konstruiert. Im Rahmen eines mündlichen Pretests wurde eine Vorform des Fragebogens hinsichtlich Struktur und Inhalten überprüft und im Anschluss marginale Überarbeitungen vorgenommen.

IV.1.3 UNTERSUCHUNG III

Die Methodik des vorliegenden Teilprojektes (Untersuchung/Artikel III: Hautphysiologie) lässt sich zusammenfassend folgendermaßen verorten:

Bei der vorliegenden Untersuchung handelte es sich um eine *randomisierte experimentelle Laborstudie mit Messwiederholungen*. Nichtinvasive, moderne Untersuchungstechniken bzw. Bioengineering-Verfahren der Haut ermöglichen eine objektive und reproduzierbare Ermittlung und Darstellung von funktionellen, biophysikalischen und morphologischen Veränderungen verschiedener Hautparameter/-funktionen (Berndt et al., 2000; Fartasch et al., 1993; Hanau et al., 2003; IPA, 2017). In der Berufsdermatologie dient die Quantifizierung entsprechender Funktionsmerkmale

- der Erfassung (diskreter) subklinischer Veränderungen bzw. Schäden der Hautbarriere,
- der Kontrolle therapeutischer Behandlungen (Verlaufparameter) und
- der Objektivierung klinischer Befunde (Berndt et al., 2000; IPA, 2017; Welzel & Wilhelm, 2000).

Hierdurch wird eine höhere diagnostische Sicherheit gewährleistet (Fluhr & Uhl, 2005). Bei der Untersuchung der Wirkung (teil-)okklusiver (Handschuh-)Materialien auf die Haut handelt es sich um ein häufig in der Literatur/Forschung anzutreffendes Thema (s. Kap. II.3.2.3).

Die Planung und Umsetzung des Studiendesigns erfolgten in Orientierung an den entsprechenden Richtlinien bzw. Empfehlungen der *European Expert Group on Efficacy Measurement of Cosmetics and Other Topical Products* (EEMCO) und der *European Society of Contact Dermatitis* (ESCD) sowie den

Methodiken bereits durchgeführter Voruntersuchungen (z. B. M. Bock et al., 2009; Damer, 2006). Die angewandten Messmethoden der *Evaporimetrie* (TEWL), *Corneometrie* (Hydratation; Relative Hornschichtfeuchte, RHF), *Colorimetrie* (Hautfarbe; Hautrötung, a^*) und des *pH-Werts* entsprechen den klassischen, im Bereich der Berufsdermatologie eingesetzten nichtinvasiven Instrumenten bzw. Verfahren zur Quantifizierung und Evaluation epidermaler Veränderungen (Fartasch et al., 1993). Diese erlauben eine quantitative Präzision, welche im Vorfeld eine Reduktion der Stichprobengröße und in der Auswertung den Einsatz sensitiver parametrischer statistischer Verfahren ermöglichte (Elsner, 1993). Ergänzend erfolgte die Anwendung eines visuellen *klinischen Score-Systems* (Visueller Score, VS). Nachteilig für diese wird eine gewisse Subjektivität in der Beurteilung sowie die Produktion diskontinuierlicher, semiquantitativer Daten angeführt (Elsner, 1993; Farage et al., 2011).

Auch in experimentellen Untersuchungen kann es zu Einschränkungen der Kontrollierbarkeit umgebungsbezogener (z. B. technisch bedingte Schwankungen der Raumtemperatur und Luftfeuchtigkeit) und personenbezogener (z. B. Compliance/Adherence der Studienteilnehmenden hinsichtlich der Einhaltung des Studienprotokolls) Faktoren kommen (Agache, 2017, hier auch: Döring & Bortz, 2016b). In der vorliegenden Untersuchung wurde versucht, diesen Störvariablen durch Genauigkeit hinsichtlich der Versuchsplanung und -durchführung zu begegnen.

„Unseres Wissens sind klinische Trageversuche mit synthetischen Textilien bisher nur ganz vereinzelt und nicht systematisch an einer größeren Zahl von Patienten durchgeführt worden. Im Rahmen von Textil-Begutachtungen werden zwar manchmal bei ekzemfreien oder hautgesunden Probanden verschiedene Textilstückchen auf umschriebene Hautbezirke appliziert und die lokale Reaktion zum Ausschluß von Irritation oder Allergien überprüft. Umschriebene örtliche Applikation vermag aber Trageversuche unter klinischen Bedingungen, insbesondere bei ekzemkranken Patienten, nicht zu ersetzen.“ (Hornstein, 1989, S. 74)

Grundsätzlich ist für alle experimentellen Ansätze bzw. entsprechenden physiologischen Messungen zu berücksichtigen, dass Einschränkungen hinsichtlich der Übertragbarkeit der Befunde auf Alltagssituationen bestehen (Döring & Bortz, 2016a). Die nichtinvasiven hautphysiologischen Messungen wurden daher mit der Zielstellung durchgeführt, die praktischen Ergebnisse der beiden Anwenderstudien zu ergänzen (Untersuchungen I/II bzw. Artikel I/II).

Im Folgenden werden die Charakteristika der vorliegenden Teilstudie denen der un-/mittelbaren Vorprojekte gegenübergestellt (s. Tabelle 30). Die Übersicht verdeutlicht, dass über den Untersuchungsverlauf hinweg zielgerichtete Modifikationen hinsichtlich der Untersuchungskollektive (z. B. gesunde Haut vs. erkrankte bzw. irritierte Haut), Teststellen (Rücken vs. Unterarm/e), Materialien bzw. Materialkombinationen (z. B. Sympatex® vs. Gore-Tex®), Dauer und Frequenz der Abdeckungszeiten (z. B. 48 Std. vs. 24 Std.) hin zu einer Methodik, die dem vorgesehenen (Praxis-)Einsatz am ehesten entspricht, vorgenommen wurden.

Tabelle 30: Übersicht der experimentellen Untersuchungen zu semipermeablen Membranen in der Abteilung Dermatologie der Universität Osnabrück

Autor / Studie	Kollektivgröße	Hautzustand Kollektiv / Irritation	Teststelle	Handschuhmaterialien	Abbedauer	Evaluation
<i>Experimentelle Trageversuche im Labor</i>						
Wulfhorst et al., 2004	N=20	Gesund	Hände	Gore-Tex® vs. PVC vs. Nitril vs. Latex diverse	20 Min	TEWL, RHF, pH
Sonsmann et al., 2011b	N=20	Gesund	Hände	Sympatex®/Latex/Latex vs. Baumwolle/Latex/Latex	150 Min	SSWL, RHF, a*, pH
<i>Experimente im Labor</i>						
Welzel et al., 1996	N=10	Irritation (0.5 % NLS/24 Std)	Arm	Gore-Tex® vs. Polyethylen vs. Kontrolle u. a.	2x23 h (5 Tage)	TEWL, VS
Bock & John 2005 ¹⁸⁵	N=20	Epikutantes-tung (gesund)	Rücken	Sympatex® in unterschiedlichen Stärken (5, 10, 15, 25 µm) unter Finn-Chambers	48 Std., Able-sung 72 Std	VS
Bock & John 2005 ¹⁸⁵	N=20	Irritation (1 % NLS/24 Std)	Rücken	Sympatex® in unterschiedlichen Stärken (5, 10, 15, 25 µm)	2x24 Std. (5 Tage)	TEWL, RHF, L*a*b*, pH
Bock & John 2006 ¹⁸⁵	N=25	Irritation (1 % NLS/24 Std)	Rücken	Sympatex®/PVC vs. Baumwolle/PVC vs. PVC	2x24 Std. (9 Tage)	TEWL, RHF, L*a*b*, pH
Damer, 2006	N=25	Irritation (1 % NLS/24 Std)	Rücken	Gore-Tex® vs. Sympatex® vs. PVC vs. Sympatex®/PVC vs. Baumwolle/PVC vs. Kontrolle u. a.	2x24 Std. (9 Tage)	TEWL, RHF, L*a*b*, pH
M. Bock et al., 2009	N=25	Irritation (1 % NLS/24 Std)	Rücken	Gore-Tex® vs. Sympatex® vs. Vinyl vs. Kontrolle	2x24 Std. (5 Tage)	TEWL, a*
Sonsmann et al., 2011a	N=20	Irritation (0.5 % NLS/24 Std) (AD)	Arm	Sympatex® vs. Vinyl vs. Kontrolle	3x6 Std. (5 Tage)	TEWL, RHF, a*, VS
Sonsmann et al., 2011a	N=20	Gesund (AD)	Arm	Sympatex® vs. Vinyl vs. Kontrolle	3x6 Std. (5 Tage)	TEWL, RHF, a*, VS
Strunk et al., 2015 (ProTection 0)	N=24	Irritation (0.5 % NLS/24 Std)	Arm	Sympatex® vs. Sympatex®/Vinyl vs. Kontrolle	3x6 Std. (10 Tage)	TEWL, RHF, a*, pH
ProTection I (vorliegende Untersuchung)	N=24	Irritation (1 % NLS/24 Std)	Arm	Sympatex® vs. Sympatex®/Vinyl vs. Baumwolle/Vinyl vs. Vinyl vs. Kontrolle	6x6 Std. bzw. 6x8 Std. (10 Tage)	TEWL, RHF, a*, pH, VS

IV.1.4 LIMITATIONEN UND EINSCHRÄNKUNGEN

Bei den Studienteilnehmenden der Untersuchung I handelte es sich um Angestellte aus dem Berufsbe-reich Gesundheitswesen, rekrutiert im Rahmen der SIP mit dem Verdacht auf oder der Diagnose einer Berufs-/Kontaktdermatose. Bei den Studienteilnehmenden der Untersuchung II handelte es sich um Patienten und Patientinnen aus dem Bereich der TIP mit i. d. R. mäßig bis starken, häufig auch

therapieresistenten Berufsdermatosen. Die vorliegenden Ergebnisse können daher nicht ohne Einschränkungen auf Personen anderer Berufsgruppen, Haut(erkrankungs)zustände oder andere Bereiche der Prävention übertragen werden.

Mit den an der Untersuchung I teilnehmenden Mitarbeitenden der schu.ber.z'e wurde vor Studienbeginn eine Multiplikatorenschulung durchgeführt. Nicht beurteilbar ist, ob und inwiefern möglicherweise von den Erläuterungen der Mitarbeitenden, welche die Studienrekrutierungen vor Ort durchführten, ein Effekt auf die Bereitschaft zur Studienteilnahme, die Anwendung und Beurteilung der Testprodukte ausging. Eine Beeinflussung der späteren Testresultate (Vergleichbarkeit Interviewereffekt) ist, trotz des Einsatzes standardisierter Produkterklärungen (Multiplikatoren: Handout, Studienteilnehmende: Flyer/Gebrauchsanleitung) möglich (G. Raab et al., 2009). Vergleichbares gilt für die Studienrekrutierungen, welche im Rahmen der Untersuchung II durchgeführt wurden. Einschränkend ist weiterhin zu berücksichtigen, dass die Studienteilnehmenden der Untersuchung I im Rahmen der Seminarerfahrung ggf. sowohl mit neuen Unterziehhandschuhen als auch Schutzhandschuhen ausgestattet wurden (sog. ‚Starterpakete‘), die möglicherweise (in dieser Form) im Vorfeld nicht zur Verfügung standen und Einfluss auf das Endergebnis genommen haben.

Gleichwohl speziell geschultes medizinisches Personal für einen Teil der klinischen Befunderfassung im Rahmen der Untersuchung II (OHSI-Score) zuständig war, ist nicht auszuschließen, dass die Datenerhebungen durch individuelle Kenntnisse bzw. Erfahrungen und anderweitige Aspekte (z. B. Befunderhebung durch mehrere Personen in Vertretungsfällen) beeinflusst wurden.

Der Geltungsbereich der Gesamtheit der vorliegenden Ergebnisse erfährt dadurch Einschränkungen, dass er sich vornehmlich auf die im Rahmen der Studie untersuchten Produkttypen als Evaluationsgegenstände bezieht. Der erprobte klassische Fünffingerstrickhandschuh der Fa. Strickmoden Bruno Barthel GmbH & Co. KG (Chemnitz/Dtl.), eingestuft als PSA der Kat I und empfohlen für den Einsatz als Unterziehhandschuh, als Kontaktschutz oder im Hautschutzbereich (maximo Strickmoden Bruno Barthel GmbH & Co.KG, 2021), zeichnet sich ggü. der Vielzahl anderer auf dem Markt verfügbaren textilen Handschuhmodellen u. a. durch die Nahtlosigkeit, die Art der Verarbeitung und die mit der Zertifizierung verbundenen Möglichkeiten des Gebrauchsverhaltens (z. B. Wiederaufbereitung) aus (s. Anh. 4, Tabelle 53, Nr. 2). Diese qualitativ hochwertigen Eigenschaften führ(t)en u. a. dazu, dass das Handschuhmodell (zzgl. artverwandter Modelle) von vielen dermatologischen Zentren bzw. UVT deutschlandweit standardmäßig empfohlen wird. Die im Rahmen der Studien generierten Erfahrungen bzw. Bewertungen sind nur bedingt auf andere textile Modelltypen (z. B. Handschuhe aus Materialmischungen mit Nähten) übertragbar, beinhalten aber insbes. für die Personengruppen,

- die Empfehlungen für die Verwendung des getesteten Handschuhs oder artverwandter Modelle aussprechen (z. B. UVT, ärztliches Personal) oder
- die es einer aktiven Erprobung bzw. Anwendung unterziehen (Versicherte),

ggf. einen hohen Erkenntnisgewinn. Vergleichbares gilt für das untersuchte Handschuhmodell aus Sympatex®, für das keine direkt vergleichbaren Produkte auf dem Markt verfügbar sind (s. Kap. II.7.2).

IV.2 EINSATZ VON UNTERZIEHHANDSCHUHEN

Die Ergebnisse der Untersuchung I (Beruflicher Anwenderversuch) und Teilergebnisse der Untersuchung III (Hautphysiologie) betreffen den Einsatz von textilen und semipermeablen Handschuhen in Form von *Unterziehhandschuhen*.

IV.2.1 NORMATIVE ASPEKTE

In den Kapiteln II.5.1 und II.7.1.3 wurden verschiedene normative Aspekte (Normen, Gesetze, Empfehlungen) des Einsatzes von Unterziehhandschuhen im Detail betrachtet.

Je nach Klassifizierung/Kategorisierung als (Bestandteil der) PSA oder MP gelten zunächst die Vorgaben der jeweiligen Norm/en, Richtlinie/n bzw. Verordnung/en. Im Vergleich zu den relativ klar definierten Anforderungen, die für die Funktionalität und den Umgang mit Schutzhandschuhen als Produktgruppe im Allgemeinen vorliegen, finden sich verhältnismäßig wenig konkrete Anhaltspunkte für den Einsatz (einschließlich Indikation/en, Gestaltung, Trage- und Gebrauchsverhalten) von Unterziehhandschuhen. Die für den Schutzhandschuheinsatz vorliegenden Angaben lassen sich nur mit Einschränkungen auf die Verwendung von Unterziehhandschuhen übertragen.

Sowohl in der Mehrheit der offiziellen Regelwerke und Handlungsanleitungen der UVT/Ministerien als auch einer Vielzahl von Reviews zum Management berufsbedingter Kontaktdermatosen, Präventionsprogrammen zur Vermeidung und Therapie berufsbedingter Kontaktdermatosen sowie der Standardliteratur der Berufsdermatologie erfolgen Empfehlungen für den Einsatz von (textilen) Unterziehhandschuhen. Die Quantität der Empfehlungen legt den Schluss nahe, dass es sich hierbei um eine – zumindest im europäischen berufsdermatologischen Kontext – auf institutioneller Ebene gängige und weitestgehend etablierte Präventionsmaßnahme handelt. Den Ursprung dieser bildet eine einzelne Studie von 1996 (Ramsing et al. 1996), welche häufig als einzige Evidenz (Literaturbeleg) für die Legitimation der präventiven Maßnahme angeführt wird. Überraschenderweise werden die Studienmethodik bzw. eingeschränkte Übertragbarkeit der Ergebnisse auf die (berufliche) Praxis in der Literatur (bisher) nicht hinterfragt und kritisiert (s. Kap. II.5.4.3). Erste dokumentierte Untersuchungen zum Einsatz semipermeabler Unterziehhandschuhe fanden ebenfalls Mitte der 90er Jahre statt (Baack et al. 1996). Die daraus resultierende Empfehlung der Verwendung semipermeabler Handschuhe findet, außerhalb der Studien in denen selbige in verschiedenen Varianten)den Untersuchungsgegenstand bildeten, nur in einer geringen Anzahl an Publikationen Erwähnung. Dies mag teilweise auf die Studienmethodik selbst bzw. die unzureichende Wiedergabe der Methodik und Resultate zurückzuführen sein. Die Qualität der weiteren, zum Untersuchungsthema verfügbaren wissenschaftlichen Literatur gestaltet sich insgesamt sehr differenziert. Bei der Mehrheit der wiedergegebenen Ausführungen zum Einsatz (einschließlich Indikation/en, Gestaltung, Trage- und Gebrauchsverhalten) textiler Handschuhe handelt es sich um Empfehlungen, ggf. auf Erfahrungswerten (nicht publizierter Untersuchungen) beruhend, und damit eher nicht-wissenschaftliche Belege. Dies wird darin deutlich, dass sich an kaum einer Stelle Verweise auf wissenschaftliche Studien wiederfinden. Hinsichtlich des Einsatzes textiler Unterziehhandschuhe

bietet erstmals und ausschließlich die verhältnismäßig junge Machbarkeitsstudie von Hübner et al. 2016 detaillierte Einblick in spezifische Fragestellungen der Verwendung von Unterziehhandschuhen unter praktischen Bedingungen; aktuelle(re) Literatur greift diese bereits vermehrt als Referenz auf.

Summa summarum lässt sich ein Mangel an differenzierten Ausführungen zur Funktionalität, Handhabung und Effektivität von Unterziehhandschuhen konstatieren (Bishu & Goodwin, 1997; Bishu & Muralidhar, 2003; PHO, 2019; Tremblay-Lutter, Lang & Pichette, 1996). Die Gesamtstudienlage überblickend kann festgehalten werden (s. Folgeabschnitt), dass es an (weiteren) ausreichend standardisierten, hochwertigen Studien sowie einheitlichen inter-/nationalen Standards für einen reglementierten Einsatz (Hübner et al., 2016) von Unterziehhandschuhen fehlt. Wie bereits herausgestellt, handelt es sich bei der Verwendung von Unterziehhandschuhen um eine dem Schutzhandschuheinsatz untergeordnete Maßnahme (s. Kap. I.1). – Diese Nachrangigkeit hat in der Vergangenheit möglicherweise die Entstehung eines entsprechenden Forschungsdefizits in der Wissenschaft befördert. Nichtsdestotrotz weist gerade die grds. Erwähnung der Empfehlung in einer Vielzahl medizinischer Leitlinien – die vom Grundsatz systematisch entwickelte Handlungsempfehlungen darstellen, die den gegenwärtigen Erkenntnisstand der Wissenschaft und (Arbeits-)Medizin widerspiegeln (AWMF, 2023b) – darauf hin, dass es sich bei der Verwendung von Unterziehhandschuhen um eine bedeutsame Maßnahme handelt. Selbige Einstufung findet sich auch in dem Positionspapier der Expertengruppe von StanDerm³⁰¹, die Unterziehhandschuhe als Bestandteil der persönlichen Schutzausrüstung in den *Mindeststandard zur Prävention beruflicher Hauterkrankungen* einordnen (Alfonso et al., 2017).

IV.2.2 TECHNISCHE ASPEKTE

In den vorherigen Kapiteln der Arbeit wurden verschiedene Funktionen/Indikationen sowie Aspekte der Beschaffenheit, des Trage- und Gebrauchsverhaltens von textilen (s. Kap. I.1) und semipermeablen (s. Kap. I.1.1-0) (Unterzieh-)Handschuhen im Detail betrachtet. Bevor diese im Folgenden unter Einbezug der Untersuchungsergebnisse zusammenfassend dargestellt und bewertet werden, soll eine Gesamteinschätzung der Qualität der betrachteten Studien erfolgen.

Wie bereits mehrfach herausgestellt, gestaltet sich die Qualität der zum Untersuchungsthema verfügbaren wissenschaftlichen Literatur insgesamt sehr differenziert. In Untersuchungen der Effektivität von Interventionen, in denen die Verwendung von Unterziehhandschuhen als Teil des Gesamtprogrammes erprobt und evaluiert wurde, stehen mehrheitlich keine detaillierteren Informationen zu dieser (Einzel-)Maßnahme zur Verfügung. Die Mehrheit der weiterhin vorliegenden Studien trägt den Charakter von Laborexperimenten oder Vor- bzw. Pilotstudien. Studienübergreifend zeigt sich dabei eine Fokussierung auf bestimmte Aspekte der Funktion (v. a. Okklusionsschutz), der Beschaffenheit (v. a.

³⁰¹ Bei StanDerm (TD1206 - Development and Implementation of European Standards on Prevention of Occupational Skin Diseases) handelte es sich um ein europäisches Teilprojekt des *Europäischen Rahmenprogramms für wissenschaftliche Zusammenarbeit* (European Cooperation in Science and Technology, COST). Projektziel der Forschenden aus 31 Ländern der EU war es, die klinische, länderübergreifende Grundlagenforschung im Bereich der Dermatologie zu fördern und verstärken (2013-2017). Mehr Informationen unter der URL: <https://www.standerem.eu/> bzw. <https://www.cost.eu/>.

Material, Passform, Materialstärke, Nähte), des Trage- (v. a. Schwitzempfinden, Tragekomfort) oder Gebrauchsverhaltens (v. a. Wiederaufbereitung). (Konkrete) Fragen der Ökonomie und Ökologie fanden bislang wenig Berücksichtigung. Diese Umstände unterstützen die Annahme, dass nicht allen betrachtbaren Parametern die gleiche Relevanz zukommt bzw. deren Bedeutung und Ausprägung in der Praxis in Abhängigkeit von verschiedenen Variablen (z. B. Branche/Tätigkeit, Gesundheitszustand) variiert. Selbiges gilt für den Einsatz semipermeabler Unterziehhandschuhe, in deren Untersuchungen bislang eher Aspekte der Trageverhaltens (v. a. Schwitzempfinden, Tragekomfort, Hautverträglichkeit) im Fokus standen. Diese Beobachtung lässt sich jedoch auch auf die geringere Variabilität der Handschuhe/-materialien im Vergleich zu textilen Varianten zurückführen sowie über deren Produktneuheit/Neuheitsfaktor begründen. Zusammenfassend lässt sich konstatieren, dass die grds. Vergleichbarkeit der Studien untereinander und ggü. der vorliegenden Untersuchung durch die Heterogenität hinsichtlich der Klinik (z. B. Teilnehmende, Intervention), Methodik (z. B. Design, Durchführung) und Statistik stark eingeschränkt ist. Gegenüber Untersuchungen mit vergleichbaren Zielsetzungen zeichnet sich die vorliegende Studie v. a. durch folgende Aspekte (s. Kap. IV.1.1) aus: Externe Validität (Feldstudie vs. Laborstudie), Studiendauer (Kurzzeit- vs. Langzeit-Trageversuche), Stichprobenumfang, Befragungsumfang (Aspekte der Beschaffenheit, des Trage- und Gebrauchsverhaltens), transparente Berichterstattung hinsichtlich Studiendesign, -methodik, -durchführung und -ergebnissen.

IV.2.2.1 FUNKTIONEN UND EINSATZMÖGLICHKEITEN

Die vorliegende Studie (Untersuchung/Artikel I)³⁰² fokussierte hinsichtlich der möglichen Indikationen des Einsatzes von Unterziehhandschuhen auf die Vermeidung von *Okklusionseffekten* (s. Kap. II.3.2.3) und damit verbunden die Verbesserung des Tragekomforts impermeabler Handschuhe sowie die Vermeidung der Verschlechterung von Hautirritationen.

Für die kombinierte Verwendung von okklusiven Schutzhandschuhen und Unterziehhandschuhen aus Baumwolle oder Sympatex® konnte in der Untersuchung eine Abmilderung/Verminderung des Okklusionseffektes (s. Kap. II.5.2.1) im Sinne einer Verbesserung thermophysiologicaler Aspekte des Tragekomforts (Schwitzempfinden, Feuchtigkeitsmanagement etc.) (s. Kap. II.5.4.3-II.5.4.4) nachgewiesen werden. Zugleich zeigte sich eine allgemeine Verbesserung des Hautzustandes, welche zumindest anteilig auf den Einsatz der jeweiligen Unterziehhandschuhe zurückgeführt wurde (s. Kap. Kap. II.5.4.2).

Sympatex: „Die Kombination aus Sympatex-Handschuhen und Schutzhandschuhen haben in den letzten Monaten sehr dazu beigetragen, dass meine Haut der Hände nicht schlimmer geworden ist, sondern eher besser. Ich wäre glücklich darüber, sie in meinem weiteren Berufsalltag benutzen zu können, weil die Handschuhe aus meiner Sicht nur positiv zu bewerten sind im Gegensatz zu den Baumwollunterziehhandschuhen!“ (BeS45)

„(...) Ich finde die ‚Sympatex‘ prima und würde sie gerne weiterhin tragen. Meiner Haut geht es seitdem tausendmal besser! Danke.“ (BeS51)

³⁰² *Umfang der Anwenderbefragung/-testung:* Der Einfluss des Handschuhtragens auf den Okklusionseffekt wurde mit Hilfe von Variablen bzw. Fragen zu den *klimatischen Verhältnissen* während des Handschuhgebrauchs erfasst; der *Tragekomfort* als solcher wurde direkt erhoben (s. Kap. IV.2.2.2).

„Die Sympatex-Handschuhe sind eine tolle Möglichkeit für Menschen mit Hautproblemen, (...)“ (BeS42)

Baumwolle: „Die Handschuhkombination mit guten Hautschutzpräparaten hat meine Haut innerhalb von 3 Wochen deutlich verbessert. (...)“ (BeB64)

„Ich halte die Anwendung von Baumwollhandschuhen unter Schutzhandschuhen zwar für eine leichte Verbesserung zu vorher, es ist jedoch nicht die ultimative Lösung von Hautproblemen an den Händen bei atopischen Handekzemen.“ (BeB74)

Diese subjektiven Einschätzungen spiegeln sich auch in den Ergebnissen der durchgeführten Bioengineering-Verfahren wider (Untersuchung/Artikel III), in welchen die kombinierten Materialabdeckungen (textil/okklusiv, semipermeabel/okklusiv) teilweise eine signifikante Überlegenheit ggü. der rein impermeablen Abdeckung zeigten.

„In conclusion, the results suggest a unique benefit by semipermeable protective gloves for prevention of occupational skin diseases: (i) by minimizing glove-induced occlusion effects and irritation in healthy and damaged skin and (ii) by enhancing barrier recovery through protective glove materials at the work place in cases of pre-existing minor irritant dermatitis.“ (M. Bock et al., 2009, S. 279)

Die Gesamtheit der vorliegenden Ergebnisse deckt sich mit den Ergebnissen vorangegangener Untersuchungen, welche eindeutig darauf hinweisen, dass durch die Verwendung entsprechender Material- oder Handschuhkombinationen keine negativen Effekte auf den Zustand der gesunden oder erkrankten Haut zu erwarten sind. Gegenteilig sprechen v. a. längere Abdeckzeiten bei irritierten Hautzuständen für eine (stärkere) Unterstützung der epidermalen Barrierefunktion.

Über die Eignung bzw. Effektivität des Einsatzes von Unterziehhandschuhen zu anderen als der o. g. Zielstellung können auf Basis der vorliegenden Ergebnisse keine Aussagen getroffen werden. Die Ergebnisse älterer Untersuchungen geben Hinweise auf eine mögliche (Schutz-)Wirkung semipermeabler (s. Kap. II.7.4) und textiler (s. Kap. II.5.2.3) Handschuhe ggü. Allergenen in Schutzhandschuhen sowie textiler Handschuhe ggü. Gefahrstoffen (s. Kap. II.5.2.4). Im Bereich der Medizin/Chirurgie hat sich der Einsatz von textilen Handschuhen mit Schnitthemmung bewährt (s. Kap. I.1.1.1). Wie bereits dargestellt, entfallen für das untersuchte semipermeable Modell aufgrund der Materialbeschaffenheit die Bereiche Schnittschutz sowie thermische und physikalische Belastungen; ausschließlich ggü. leichten mechanischen Belastungen ist eine Schutzwirkung denk- bzw. erwartbar (s. Kap. II.7.4). Hinsichtlich des zusätzlichen Schutzes von Unterziehhandschuhen ggü. Infektionen und Kontamination (s. Kap. II.5.2.6) liegen bislang keine belastbaren Daten vor. Interessanterweise zeigten die Rückmeldungen der Studienteilnehmenden, dass den semipermeablen Handschuhen eine stärkere (nicht intendierte) Funktion/Wirkung im Bereich Infektionsschutz beigemessen wurde. Dies lässt sich möglicherweise auf die Materialbeschaffenheit von Sympatex® (Kunststoff vs. Textil), welche mit einer höheren Barriere-wirkung assoziiert wurde, zurückführen.

Zusätzliche mündliche Rückmeldungen sowie weitere nicht veröffentlichte Studienergebnisse weisen darauf hin, dass es sowohl bei dem (vermehrten) Einsatz von Hautschutz-/pflegemitteln als auch bei starkem Anstieg der Umgebungstemperatur und Luftfeuchtigkeit (z. B. gärtnerische Tätigkeiten im Außenbereich; Essenausgabe im Küchenbetrieb) unter der Verwendung der semipermeablen Unterziehhandschuhe zu einer verstärkten Flüssigkeitsansammlung im Handschuhzwischenraum kam. Diese begünstigte das (verstärkte) (Ver-)Rutschen der Schutzhandschuhe auf den Innenhandschuhen und wirkte sich negativ auf den Gesamttragekomfort aus. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass

hieraus ggf. eine Gefährdung der Arbeitssicherheit resultieren könnte (z. B. Griffsicherheit), lässt sich ableiten, dass der Einsatz der Unterziehhandschuhe in Arbeitsbereichen und/oder -situationen unter o. g. Bedingungen genau abgewogen bzw. unter besonderer Beobachtung der Trageverhältnisse erfolgen sollte.

Die nachfolgende Übersicht fasst abschließend die Bewertung der praktischen Einsetzbarkeit bzw. Eignung von Unterziehhandschuhen verschiedener Materialien für differenzierte Anwendungsbereiche auf Basis der Gesamtheit der Ausführungen der vorliegenden Arbeit zusammen (s. Tabelle 31). Die Einschätzungen verdeutlichen, dass sich trotz der teilweise schwachen Evidenzlage Anwendungsempfehlungen ableiten lassen, wobei aus den vorgenommenen Abstufungen ein entsprechender Handlungs- bzw. Forschungsbedarf resultiert (s. Kap. I.1).

Tabelle 31: Zusammenfassung der Resultate für die verschiedenen Anwendungsbereiche von Unterziehhandschuhen aus textilen und semipermeablen Materialien

Funktionen / Zielstellungen	Textile Handschuhe				Semipermeable Handschuhe			
	Empfehlungen	Daten	Einsatz	Gesamt	Empfehlungen	Daten	Einsatz	Gesamt
Okklusionseffekte	✓	✓	Ja	hoch	✓	✓	Ja	hoch
Hautirritationen	✓	✓	Ja	hoch	✓	✓	Ja	hoch
Allergene in Schutzhandschuhen	✓	-	Ja	sehr niedrig	✓	✓	Ja	moderat
Gefahrstoffe	✓	✓	Ja	niedrig	✓	✓	Ja	niedrig
Allgemeine mechanische / physikalische Belastungen	✓	-	Ja	niedrig*	-	-	Nein	entfällt* / n. a.
Belastungen durch Schutzhandschuhe	✓	✓	Ja	moderat *	✓	✓	Ja	moderat *
Thermische Belastungen	✓	-	Ja	moderat *	-	-	Nein	entfällt* / n. a.
Infektionen	-	-	Ja	n. a.	-	-	Nein	n. a.
Kontaminationen	✓	-	Ja	niedrig	-	-	Nein	n. a.

*Diese Einschätzung ist im Wesentlichen auf die Beschaffenheit und/oder Funktionalität des Produktes selbst zurückzuführen.

Wie bereits dargestellt, können Unterziehhandschuhe grds. in einer Vielzahl beruflicher Bereiche Anwendung finden (s. Kap. II.5.1.4). Gemäß den in zentralen Referenzen vorzufindenden allgemeinen Einsatzempfehlungen ist dabei weniger die spezifische Tätigkeit als solche, sondern die Funktion/Zielstellung (s. Kap. II.5.2 und Kap. II.7.4.1), die mit der Handschuhverwendung angestrebt wird, entscheidend. Die Ergebnisse der vorliegenden und früherer Untersuchung zeigen, dass im Gesundheitswesen diverse Tätigkeiten, bei denen ein Einsatz von Unterziehhandschuhen möglich und sinnvoll ist, gegeben sind. Dabei handelt es sich zumeist um länger andauernde Tätigkeiten (s. Kap. II.5.5.1), die aus Sicht der Anwendenden den Aufwand der Verwendung eines zweiten Handschuhpaares rechtfertigen.

Sympatex: „Leider musste ich die Studie abbrechen, da die Tragezeit nicht bzw. nicht oft eingehalten werden konnte. Der Wechsel der Handschuhe ist oft nach 5 Minuten schon. Dennoch könnte ich mir die Handschuhe für Zuhause (im Alltag) super vorstellen.“ (BeS18)

Baumwolle: „Für die tägliche Arbeit in einem Routinelabor sind meiner Meinung nach die Baumwollhandschuhe als ‚Unterzieher‘ weniger geeignet, da wir ein ständiges An- und Ausziehen der Handschuhe betreiben. Dadurch ist die Tragezeit zu gering und der Aufwand zu hoch. Bei längeren Arbeiten (Wartungen, Desinfektion usw.) habe ich sie sehr gerne getragen, da ich weniger geschwitzt habe und meine Haut weniger stark beansprucht wurde! (...)“ (BeB54)

„(...) Für längere Pfl egetätigkeiten sind die Baumwollhandschuhe sehr gut. (...)“ (BeB52)

„(...) Nicht geeignete Tätigkeiten (...) gibt es nicht mehr. Es geht immer. (...)“ (BeB30)

Hinsichtlich spezifischer Einzeltätigkeiten (z. B. bestimmte Therapieformen im Bereich der Physiotherapie) zeigten sich zu erwartende interindividuelle Differenzen zw. der Bewertung der Nicht-/Eignung der jeweiligen Handschuhmodelle/-kombinationen (s. Anhang 5), welche jedoch unter Berücksichtigung der jeweiligen Subkollektivgrößen sowie subjektiven Qualität der Beurteilungen nicht überwertet werden sollten.

IV.2.2.2 BESCHAFFENHEIT

Die vorliegenden Studienergebnisse (Untersuchung/Artikel I)³⁰³ bestätigen die grds. Eignung der Materialien (s. Kap. II.5.3.1) Baumwolle und Sympatex® für die Verwendung als Unterziehhandschuhe. Vereinzelt Ergebnisse früherer Untersuchungen und Erkenntnisse aus der Textilforschung geben eindeutig Hinweise darauf, dass sich durch die Mischung verschiedener Textilfasern oder den Einsatz semipermeabler Membranen oder Lamine bekleidungsphysiologische Aspekte des Tragekomforts (Wärmeisolation, Wasserdampfdurchlässigkeit, Feuchtigkeitsmanagement etc.) (s. Kap. II.4.3) modifizieren lassen. Die Literaturrecherche zeigt, dass keine länger andauernden (beruflichen) Anwenderversuche mit Unterziehhandschuhen aus anderen Materialien als reiner Baumwolle oder rein textilen Materialmischungen (z. B. Baumwolle und Polyamid) vorliegen. Unter Berücksichtigung des Stellenwerts, der ebensolchen Trageversuchen im Vergleich oder als Ergänzung experimenteller Untersuchungen für die Anwendbarkeit in der (beruflichen) Praxis zukommt (s. Kap. IV.1.1), lassen sich nur schwerlich explizite Empfehlung für ein (weiteres) rein textiles Material (z. B. Viskose) oder eine rein textile Materialmischung für die Verwendung als Unterziehhandschuhe aussprechen.

Wie bereits dargestellt, existiert ein vergleichsweise umfassendes Angebot an mit antimikrobiellen Faserarten bzw. -technologien ausgestatteten textilen Handschuhen, das von Hautveränderungen/-erkrankungen betroffene Personen adressiert (s. Kap. II.4.4.3; s. Anh. 4, Tab. Tabelle 54). Entsprechende Handschuhmodelle könnten einen klinischen Zusatznutzen (z. B. Beschleunigung der Abheilung von *S. aureus* positiven HE) aufweisen; eine Verbesserung des Tragekomfort (z. B. durch passive antimikrobielle Prinzipien, s. Kap. II.4.4.2), ist wahrscheinlich. Die Studienlage ist tendenziell eher als unzureichend

³⁰³ *Umfang der Anwenderbefragung/-testung:* Hinsichtlich der *Beschaffenheit* wurden für das textile und semipermeable Handschuhmodell die Parameter *Material* (im Zusammenhang mit: Gefühl auf der Haut, angenehmes Anliegen), *Aussehen* (betrifft die Parameter: Farbe, ggf. Stulpe), *Größe/Passform*, (indirekt) *Form/Fingerlänge* (im Zusammenhang mit: Änderungen am Untersuchungsgegenstand, z. B. Kürzung Fingerlänge) und *Ein-/Mehrwegnutzung* berücksichtigt. Der Parameter *Nähte* wurde nicht näher betrachtet, da ein nahtloses textiles Handschuhmodell getestet wurde. Gleiches gilt für die Kriterien *Geruch* und *pH-Wert*, da es sich hierbei um im Studienkontext zu vernachlässigende bzw. insgesamt schlecht bis nicht bewertbare Aspekte handelte. Der Aspekt *Sterilität* wurde ebenfalls nicht näher betrachtet, da zwei nicht sterile Handschuhe getestet wurden; für eine entsprechende Anwendung und Bewertung wäre eine erweiterte Studienmethodik zzgl. gesonderter Fragebogenabschnitte notwendig gewesen.

zu bewerten; eine Schädigung der Haut durch den Handschuhgebrauch ist bei ordnungsgemäßer Anwendung (z. B. regelmäßige und sachgerechte Wiederaufbereitung) unwahrscheinlich (s. Kap. II.4.4.5). Als nachteilig gestalten sich die Anschaffungskosten, welche weitaus höher als die für textile Handschuhe ohne Zusatzfunktion (ab ca. 20.00 €/Paar) liegen und den alltäglichen Gebrauch ggf. einschränken. Für die Verwendung von Cosmeto-Textilien in Form von feuchtigkeitsspendenden Textilhandschuhen o. ä. (s. Kap. II.4.4.4) sind nahezu keine Studienergebnisse verfügbar, was einen ausschließlich ‚pflegerischen (Zusatz-)Nutzen‘ nahelegt. Entsprechende Anwendungen sollten mit einer genauen Überprüfung der jeweils enthaltenen Substanzen einhergehen.

Die strukturelle Gestaltung (Struktur, Gewicht, Naht, Materialstärke) (s. Kap. II.5.3.2 und Kap. II.5.3.6-II.5.3.7) der evaluierten Modelle aus Baumwolle und Sympatex® wurde als geeignet empfunden.

Sympatex: „Sympatex-Handschuhe sind, da sie sehr dünn sind, angenehmer als Baumwollhandschuhe unter den Handschuhen. (...) (BeS13)

Im Rahmen der Verwendung textiler Materialien wird der Einsatz von nahtlosen Unterziehhandschuhen aus Strick (v. a. Fein-/Glattstrick), welche eine möglichst weiche Textur bzw. Haptik und geringe Schwere aufweisen sollten, empfohlen. Bedingt durch die Kunststoffstruktur, Materialstärke und Verarbeitungsart (Schweißnaht) zeichnet sich Sympatex® durch ein vergleichsweise geringe(re)s Eigengewicht und eine sehr glatte Oberfläche mit reduziertem friktiven Verhalten ggü. jedweder Art von rein textilen Modellen aus. Nachteilig an der zumeist als positiv empfundenen Materialstärke ist deren Belastbarkeit bzw. Anfälligkeit für Risse (z. B. während des An- und Ausziehens, s. Folgeabschnitt) zu bewerten.

Die Gesamtpassform (inkl. Form/Fingerlänge, Stulpenart-/länge) (s. Kap. II.5.3.3-II.5.3.5) der evaluierten Modelle aus Baumwolle und Sympatex® wurde als geeignet empfunden, wobei sich für Baumwolle eindeutige Vorteile zeigten. Vereinzelt Studienergebnisse geben Hinweise darauf, dass durch die Verwendung von Modellen mit geringer(er) Materialstärke und/oder ohne Finger bzw. Fingerkuppen die Größe und Passform von Schutzhandschuhen und somit der Tragekomfort als Ganzes in weniger starkem Maße beeinflusst wird. Unter Berücksichtigung des reduzierten Angebots und der verhältnismäßig höheren (Anschaffungs-)Preise entsprechender Produktvarianten (s. Anhang 4) ließe sich durch den Einsatz des getesteten semipermeablen Modells der Einsatz finger(kuppen)loser textiler Modelle ggf. vermeiden bzw. umgehen.

Sympatex: „Im Allgemeinen sind die Sympatex-Handschuhe keine schlechte Erfindung. Allerdings müssen noch ein paar Dinge geändert werden. Die Passform (...). Wenn nun die Kriterien verbessert werden, dann denke ich, ist das eine feine Sache.“ (BeS68)

„Bis auf eine etwas engere Passform, die ich mir wünschen würde, habe ich absolut keinen Nachteil an den Handschuhen entdecken können. Aber selbst dieser Nachteil ist für mich nicht ausschlaggebend. (...)“ (BeS51)

„(...) Die Fältchen zwischen den Fingern, der Handinnenfläche waren auch unangenehm. Der Handschuh müsste fester an der Hand sitzen.“ (BeS74)

Baumwolle: „(...) Leider sind die Finger auch lang. Die BW-Handschuhe haben zu kurze Finger (auch deshalb musste ich üben). Die Pflegehandschuhe sitzen dadurch zu locker und rutschen auf den BW-Handschuhen aus. (...)“ (BeB52)

Das Aussehen (s. Kap. II.5.3.9) der evaluierten Modelle aus Baumwolle und Sympatex® wurde als geeignet empfunden, wobei sich für Baumwolle eindeutige Vorteile zeigten. In den Bewertungen

spiegeln sich erwartbare ästhetische Präferenzen wider, welche vermutlich v. a. auf die Parameter Farbe und Stulpe zurückzuführen sind. Je stärker die Differenz der Farbgebung und der (Bund-)Längen zw. Schutz- und Unterziehhandschuh, desto größer die Auffälligkeiten und damit ggf. auch tendenziell eher negative(re) Wahrnehmung und Bewertung der ästhetischen Gesamtkomponente.

Die Diversität der Beschaffenheit textiler Handschuhmodelle (z. B. Finger/-losigkeit, Bundart/-länge, Stulpenart/-länge) eröffnet (theoretisch) die Möglichkeit, ein oder mehrere Modelle entsprechend der individuell erforderlichen Bedürfnisse hinsichtlich der Gesamtpassform und Gestaltung auszuwählen.

Baumwolle: „(...) Die Testhandschuhe fühlten sich (obwohl nass) auch nach einer Stunde nicht unangenehm an, was bei den (aus Apotheke und Drogerie) schon nach 15 Minuten der Fall war (nass und unangenehm). (...)“ (BeB46)

„Bundumfang der Baumwollhandschuhe ist zu groß. Gummizug ohne Funktion reibt auf der Haut = Mechanische Belastung der Haut. Ich benötige Handschuhe ganz ohne Bund (Gummizug). (...)“ (BeB71)

„(...) Ich persönlich hatte Handschuhe benötigt, die an den Daumenballen Baumwollstoff und keine Maschen haben. Die Maschen drücken und reiben sehr stark, wenn die Haut schon massiv geschädigt ist. (...)“ (BeB49)

Dabei sollte das Trageverhalten je nach erforderlichem Schutzhandschuhtyp (z. B. Einmalhandschuh vs. Mehrweghandschuh) bzw. erforderlicher Schutzhandschuhkombination (z. B. Double Gloving) einer differenzierten Betrachtung und Bewertung unterzogen werden.

Sympatex: „(...) Sie passen auch nicht unter allen Größen, die man normalerweise trägt, obwohl sie so dünn sind und man deshalb die Einmalhandschuhe eine Nummer größer anziehen muss und die dann nicht mehr so gut zusammen anliegen. (...)“ (BeS56)

Baumwolle: „(...) Die Handschuhe liegen sehr eng an, wenn man die Nitrilhandschuhe überzieht.“ (BeB75)

Bei dem Großteil der auf dem Markt verfügbaren Modelle handelt es sich um Fünffingerhandschuhe, die aus reiner Baumwolle bestehen. Das Angebotsspektrum an finger(kuppen)losen Modellen ist vergleichsweise gering, wobei letztere zumeist aus Chemiefasern rein synthetischer Polymere (z. B. Polyester) gefertigt werden, die ein differenziertes bekleidungsphysiologisches Verhalten bedingen. Verhältnismäßig spärlich verhält es sich ebenfalls mit dem Sortiment an Handschuhen, die gemäß Angaben der herstellenden oder vertreibenden Firmen einer Wiederaufbereitung (als Voraussetzung für die Wiederverwendung) unterzogen werden können. Weitere Einschränkungen auf dem Markt betreffen das Angebot an sterilen (nahtlosen) textilen Unterziehhandschuhen oder solchen, bei denen eine normgerechte Prüfung des Sterilisationsprozesses vorgenommen wurde.³⁰⁴

Da es sich bei dem untersuchten semipermeablen Modell um einen, bislang ausschließlich zu Studienzwecken produzierten Prototypen handelt, besteht die Möglichkeit, diesen in der Zukunft (weiteren) technischen Modifikationen zur Optimierung der Beschaffenheit zu unterziehen. Hinsichtlich des Produktdesigns sind in erster Linie Größenanpassungen (z. B. Reduktion der Gesamtpassform, Fingerlänge und -breite), segmentale Materialverlängerungen an der Ober- und Unterseite der Stulpe (Verbesserung des Anziehverhaltens) sowie die Herstellung einer lang- und kurzstulpigen Handschuhvariante und/oder einer perforierbaren Stulpe denkbar. Mögliche Änderungen könnten dabei voraussichtlich

³⁰⁴ Ergänzend sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass im Rahmen der Recherche, insbesondere auch Zusammenstellung der Modellübersicht im Anhang 4, deutlich wurde, dass die Zurverfügungstellung schriftlicher Produktinformationen in Form von bspw. (technischen) (Produkt-)Datenblättern eher die Ausnahme als die Regel darstellt. Für die am Einkauf bzw. der Auswahl beteiligten Personen sowie die Endnutzenden könnte dies zunächst zu einem Mangel an Informationen und weiterführend ggf. der Notwendigkeit, entsprechende Informationen unter zusätzlichem Aufwand einzuholen, führen.

alle Aspekte außerhalb der konstanten Materialparameter (Zusammensetzung, Stärke, Beschaffenheit) betreffen.

Sympatex: „(...) Für mich persönlich ist er hinten zu lang und auch etwas zu weit. (...)“ (BeS74)

„Bei längerem Tragen hatte ich das Gefühl, dass zu viel Material der Sympatex-Handschuhe am Handgelenk war. (...)“ (BeS20)

„(...) Ich würde sie mir kürzer wünschen, wie nur normale (kurze Stulpen) Handschuhe verwenden.“ (BeS13)

Weiterführend erscheint die Entwicklung einer geeignete(re)n, nachhaltige(re)n und ggf. wiederverwendbaren Aufbewahrungsform bzw. Verkaufs- oder Um-/Verpackung (Rein, 2023) sinnvoll bzw. erforderlich. Eine solche würde ggf. auch eine angemessene(re) Form der Lagerung bzw. Mitführung der semipermeablen Handschuhe unterstützen.

Sympatex: „Handschuhe sollten leichter zum Öffnen sein. Beim schnellen Anziehen des Handschuhes vom Papier kommt es vereinzelt vor, dass die Fingerspitzen des Handschuhes reißen. Eventuell nicht so einen festen Klebstoff bei Produktion verwenden. (...)“ (BeS61)

„Das Entnehmen der Handschuhe aus der Plastikverpackung ist sehr aufwendig.“ (BeS80)

„Gute Idee, aber leider umständlich in der Handhabung durch Form/Größe der Verpackung. (...) (Normale Handschuhbox ist praktischer). (...)“ (BeS21)

„In der Regel gute Handschuhe, nur die einzelne Verpackung stört. Kann nur wenige im Kittel mitführen, habe nach Nutzung zusätzlichen Müll.“ (BeS12)

„(...) Ein Entnahmespender wie oder ähnlich bei Handschuhen wäre schön, aus dem Beutel zu entnehmen ist unhandlich.“ (BeS13)

„(...), auch die Aufbewahrungsform ist sehr ungünstig und nicht geeignet für die Praxis.“ (BeS1)

Die nachfolgende Übersicht fasst die Resultate für die Gestaltung von Unterziehhandschuhen auf Basis der Gesamtheit der Ausführungen der vorliegenden Arbeit zusammen (s. Tabelle 32).

Tabelle 32: Empfehlungen zur Gestaltung von Unterziehhandschuhen einschließlich bei der Auswahl der zu berücksichtigender Aspekte des Trage- und Gebrauchsverhaltens

Gestaltungsmerkmal / Empfehlungen	Zu berücksichtigende Aspekte
Material <ul style="list-style-type: none"> Textil: Baumwolle (Eignung), ggf. besser Viskose (Bambus), Polyamid (Nylon), Seide, Lyocell (Tencel) oder Materialmischungen (ggf. mit Baumwolle) Semipermeabel: Sympatex® (Eignung), ggf. Microair® Barrier 	<ul style="list-style-type: none"> Hautverträglichkeit/-zustand, Sensibilisierungen, Wasserdampf-/Luftdurchlässigkeit, Feuchtigkeitsaufnahme, Tragekomfort, Kosten, Textilkennzeichnungen
Struktur <ul style="list-style-type: none"> Glatt, weiche Textur/Haptik; keine innenliegenden Etiketten Textil / Laminat: Glatt-/Feinstrick (Eignung), ggf. Strick, Jersey, Gewebe Semipermeabel: Kunststoff (Eignung) 	<ul style="list-style-type: none"> Hautverträglichkeit/-zustand, Wasserdampf-/Luftdurchlässigkeit, Feuchtigkeitsaufnahme, Tragekomfort, Kosten
Gewicht <ul style="list-style-type: none"> Leicht bzw. gering 	<ul style="list-style-type: none"> Hautverträglichkeit/-zustand, Art der Schutzhandschuhe, Tragekomfort, Taktilität, Motorik
Größe / Passform <ul style="list-style-type: none"> Ausreichende Fingerlänge, guter Sitz an Fingerspitzen/-zwischenräumen, faltenfreier Sitz an Handinnenflächen/-rückenbereich, Bund-/Stulpenbeginn oberhalb der Handgelenke 	<ul style="list-style-type: none"> Form/Beschaffenheit der Finger/Hände (inkl. Fehlbildungen etc.), Größentabellen, Art/Größe der Schutzhandschuhe, Taktilität, Motorik, An-/Ausziehverhalten, Tragekomfort

Form / Fingerlänge	<ul style="list-style-type: none"> Fünffinger (Eignung), ggf. ohne Finger/-kuppen Bauliche Veränderungen bzw. Anpassungen nach Absprache 	<ul style="list-style-type: none"> Hautverträglichkeit/-zustand, Taktilität, Motorik, Tragekomfort, Feuchtigkeitsaufnahme, An-/Ausziehverhalten, Arbeitsplatz/-tätigkeit
Stulpenart	<ul style="list-style-type: none"> Strickbund (Eignung), elastischer Bund, ohne Bund 	<ul style="list-style-type: none"> Hautverträglichkeit/-zustand, Sensibilisierungen, Arbeitsplatz/-tätigkeit, An-/Ausziehverhalten, Tragekomfort
Stulpenlänge	<ul style="list-style-type: none"> Gleich oder kleiner der Schutzhandschuhlänge, ggf. Ausnahme bei Allergenschutz 	<ul style="list-style-type: none"> Hautverträglichkeit/-zustand, Arbeitsplatz/-tätigkeit, Art/Länge der Schutzhandschuhe, Feuchtigkeitsaufnahme, Tragekomfort
Nähte	<ul style="list-style-type: none"> Keine Nähte (v. a. an Fingerspitzen und -seiten), ggf. dünne bzw. möglichst flache Nähte 	<ul style="list-style-type: none"> Hautverträglichkeit/-zustand, Art/Größe der Schutzhandschuhe, Taktilität, Motorik, Tragekomfort, Passform, Arbeitsplatz/-tätigkeit
Materialstärke / Feinheit	<ul style="list-style-type: none"> (Sehr) Dünn bzw. fein (Eignung) Textil: Strickhandschuhe mit Gauge ≥ 13, bei physikalischen oder thermischen Belastungen ggf. Gauge < 13 	<ul style="list-style-type: none"> Hautverträglichkeit/-zustand, Art/Größe Schutzhandschuhe, Arbeitsplatz/-tätigkeit, Feuchtigkeitsaufnahme, Taktilität, Motorik, Tragekomfort, Passform
Farbe	<ul style="list-style-type: none"> Eigenfarbe bzw. keine Farbzusätze (Ausnahme: Farbkodierung der Größe, Aufdrucke etc.) Textil: Weiß bzw. gebleicht (Eignung), ggf. besser ungebleicht Semipermeabel: Weiß (keine Auswahl) 	<ul style="list-style-type: none"> Hautverträglichkeit/-zustand, Sensibilisierungen, Art der Schutzhandschuhe, Arbeitsplatz/-tätigkeit, Textilkennzeichnungen
pH-Wert	<ul style="list-style-type: none"> DIN Vorgabe: pH-Wert zw. 3.5-9.5, ggf. besser pH-hautneutral 	<ul style="list-style-type: none"> Hautverträglichkeit/-zustand, Sensibilisierungen, Textilkennzeichnungen
Geruch	<ul style="list-style-type: none"> Keine Geruchszusätze, ggf. antimikrobiell wirksame Fasern / Technologien 	<ul style="list-style-type: none"> Hautverträglichkeit/-zustand, Sensibilisierungen, Textilkennzeichnungen
Ein-/Mehrwegmodelle	<ul style="list-style-type: none"> Einwegmodelle oder Mehrwegmodelle (Deklaration: Wiederverwendbarkeit durch Wiederaufbereitung) 	<ul style="list-style-type: none"> Produktqualität, Kosten (Anschaffung, Reinigung, Wartung/Inspektion, Sterilisation, Reparatur, Entsorgung etc.), Arbeitsplatz/-tätigkeit, Tragekomfort, Ökonomie
Textile Ausstattungen	<ul style="list-style-type: none"> Ggf. (Teil-)Beschichtungen Ggf. schnitthemmende Fasern/Technologien Ggf. antimikrobiell wirksame Fasern/Technologien, z. B. Podycare®, Binamed® 	<ul style="list-style-type: none"> Hautverträglichkeit/-zustand, Sensibilisierungen, Tragekomfort, Arbeitsplatz/-tätigkeit, Wiederaufbereitung (Umstände), Textilkennzeichnungen
Klassifizierung	<ul style="list-style-type: none"> MP und/oder PSA, mind. CE-Kennzeichnung 	<ul style="list-style-type: none"> Arbeitsplatz/-tätigkeit, Vorgaben

Der Begriff „Eignung“ markiert eine auf Basis der Studienergebnisse (Untersuchung I und III) festgestellte Einsetzbarkeit für die jeweiligen Untersuchungsobjekte.

IV.2.2.3 TRAGEVERHALTEN

Die in der vorliegenden Studie (Untersuchung/Artikel I)³⁰⁵ evaluierten Modelle aus Baumwolle und Sympatex® trugen unter der Verwendung impermeabler Schutzhandschuhe zu einer Verbesserung des allgemeinen Tragekomforts (s. Kap. II.5.4.4) bei.

Baumwolle: „(...) In Kombination mit den richtigen Hautpflegemitteln sind die Baumwollhandschuhe kombiniert mit den Schutzhandschuhen für mich ein guter Weg, den ich bei Teilen meiner Arbeit beibehalten werde!“ (BeB13)

³⁰⁵ *Umfang der Anwenderbefragung/-testung:* Hinsichtlich des *Trageverhaltens* wurden alle im Kapitel II.5.4 ausführlich dargestellten Aspekte (z. B. An- und Ausziehverhalten) zzgl. der *Alltagstauglichkeit* für das textile und semipermeable Handschuhmodell erfasst und einer Bewertung unterzogen.

Sympatex: „Im Gesamtergebnis war die Anwendung der Sympatex-Handschuhe sehr positiv. (...)“ (BeS35)

Während sich in früheren Vergleichsuntersuchungen eine Präferenz der semipermeablen Modelle abzeichnete, konnte auf Basis der vorliegenden Studienergebnisse keine eindeutige Überlegenheit eines der Materialien hinsichtlich der Wahrnehmung bzw. Bewertung der klimatischen Trageverhältnisse (s. Kap. II.5.4.3) ermittelt werden. Diese subjektive Einschätzung spiegelte sich auch in den durchgeführten Bioengineering-Verfahren wider (Untersuchung III), in welchen keine statistische Unter- oder Überlegenheit einer der Materialkombinationen aufgezeigt werden konnte.

Sympatex: „Bei Sympatex-Handschuhen entsteht bis ca. 15 Minuten beim Tragen ein angenehmes kühlendes Gefühl, das ich als positiv empfunden habe. Maximale Anwendungsdauer bei einmaligem Tragen habe ich nach 40 Minuten erreicht.“ (BeS27)

„Bei höheren Temperaturen schwitzen die Hände trotz der Sympatex-Unterziehhandschuhe, bei mehr Bewegung (z. B. einer langen Massage von 40 Minuten) auch. (...)“ (BeS55)

„Die Idee ist sehr gut, jedoch konnte ich für mich nicht wirklich feststellen, dass ich weniger schwitze.“ (BeS09)

Baumwolle: „(...) Die Baumwollhandschuhe werden sehr schnell unangenehm feucht bis naß. Die Hände sind ständig im feuchten Milieu und es wird kalt an den Händen. (...)“ (BeB75)

„Was störte war, dass nach 15 Minuten die Baumwollhandschuhe schon durchgeschwitzt waren. Auch die Kombination Dry Hands und Baumwollhandschuhe reichten nicht immer aus, um trockene Hände zu behalten.“ (BeB72)

Hinsichtlich der Taktilität, Fingerfertigkeit und anderer motorischer Aspekte (z. B. Beweglichkeit) (s. Kap. II.5.4.5-II.5.4.6) zeigte Sympatex® eindeutige Vorteile, welche aufgrund der geringeren Materialstärke erwartbar waren³⁰⁶ und auch schon in früheren Studien für die Verwendung semipermeabler Modelle beschrieben wurden. Die Handschuhe zeigen damit genau in jenen Bereichen einen Mehrwert, die auch als besonders relevant für die Verwendung von impermeablen Ein-³⁰⁷ und Mehrweghandschuhen³⁰⁸ beschrieben wurden.

Baumwolle: „(...) Trachealkanülenwechsel bei Komapatienten ist mit Baumwollhandschuhen nicht adäquat möglich, weil zu wenig Feingefühl vorhanden ist. (...)“ (BeB75)

„(...) Tastgefühl war wirklich kaum verändert mit Baumwollhandschuhen zusätzlich.“ (BeB45)

³⁰⁶ Ergänzend sei an dieser Stelle auf die berichteten Ergebnisse zur Fingerfertigkeit/Taktilität beim Einsatz des Double Gloving verwiesen (s. Kap. II.5.4.5). Da das evaluierte semipermeable Modell eine geringere Materialstärke als die in der Medizin/Chirurgie beim Double Gloving eingesetzten Schutzhandschuhe aufweist und die Beeinträchtigung der Fingerfertigkeit durch diese für moderat bewertet wurden, lassen sich zumindest für den Einsatz der semipermeablen Variante keine stärkeren Einschränkungen in diesem feinmotorisch anspruchsvollen Arbeitsbereich erwarten.

³⁰⁷ *Exemplarische Studienergebnisse zur Relevanz verschiedener Eigenschaften von unsterilen Einmalhandschuhen unter Angestellten im Gesundheitswesen:* Für die Auswahl von Handschuhen zeigte sich folgende Priorisierung (in absteigender Reihenfolge): Schutz, Haltbarkeit/Beständigkeit, Sensibilität/Feinfühligkeit, Komfort, Passform/Sitz, Anziehverhalten und Handschuhlänge (Ranking, n=38) (Gottrup, Müller, Bergmark & Norregaard, 2001). In einer weiteren Untersuchung wurden folgende ergonomische Faktoren zusammengetragen: Passform/Sitz, Verfügbarkeit verschiedener Größen, Taktilität/Motorik, keine Beeinträchtigung der Konzentration, keine Ermüdung, Griffkraft, Haltbarkeit/Beständigkeit, Reißfestigkeit, gutes Schwitzverhalten, gute Hautverträglichkeit (n=185) (Zare, Choobineh, Mokarami & Jahangiri, 2021). Ergänzend hierzu wurden folgende Problembereiche der Handschuhverwendung identifiziert (in absteigender Reihenfolge): Passform/Sitz, Flexibilität/Elastizität, Taktilitäts-/Sensibilitätsverlust, Anziehverhalten und weitere (Tragekomfort, Oberflächenbeschaffenheit, Hauterscheinungen, Reißfestigkeit) (n=34) (Mylon, Lewis, Carré, Martin & Brown, 2014).

³⁰⁸ *Exemplarische Studienergebnisse zur Relevanz verschiedener Eigenschaften von Mehrweghandschuhen:* Für die Verwendung von Chemikalienschutzhandschuhen im Militär wurde folgende Priorisierung (in absteigender Reihenfolge) ermittelt: Passform/Sitz, Geschicklichkeit, Griffigkeit, Chemikalienschutz, Taktilität, Komfort, Haltbarkeit/Beständigkeit, Integration/Anpassung, Schwitzverhalten/Schweißableitung, leichtes An- und Ausziehverhalten, thermische Isolation, Packmaß/Volumen, Gewicht, Geruch, Lagerfähigkeit und Kosten (Ranking, n=24) (Scanlan, Roberts, McCallum & Robinson, 2004).

Nachteilig bewerte Parameter des getesteten textilen Modells könnten durch die Verwendung von Handschuhmodellen differenzierter Beschaffenheit (z. B. Finger/-losigkeit) kompensiert werden.

Baumwolle: „(...) Frage: Warum nicht ohne Fingerspitzen? Wie beim Fahrrad würde Tragekomfort und Anziehen erleichtern, Feingefühl verbessern.“ (BeB71)

„(...) Wenn Feingefühl gebraucht wird, schneide ich die Fingerspitzen der Baumwollhandschuhe ab.“ (BeB30)

Untersuchungsergebnisse deuten darauf hin, dass bereits die Verwendung einer Minimalvariante an Unterziehhandschuhen (finger(kuppen)los) zu subjektiven Unterschieden in der Wahrnehmung bzw. Interaktion führen und das Trageverhalten impermeabler Schutzhandschuhe deutlich verbessern kann. Weiterführend weisen eine Vielzahl von Studien darauf hin, dass sich insbes. Aspekte wie die Taktilität und Fingerfertigkeit unter der Verwendung textiler Modelle bei anhaltender Handschuhtragedauer, weiterführend v. a. aber auch durch die regelmäßige Anwendung grds. optimieren lassen.

Die vorliegenden sowie zum Vergleich herangezogenen Studienergebnisse deuten tendenziell auf einen, aus pragmatischen Gründen nachvollziehbaren (zeitlichen) Zusatz-/Mehraufwand bei der Verwendung von Unterziehhandschuhen hin; Training und Routine führten auch hier zu Besserungen.

Baumwolle: „Es ist ein erheblicher Zeitfaktor beide Handschuhe übereinander zu ziehen. Meist reicht die Zeit nicht dafür. (...)“ (BeB05)

„Zu Anfang war es etwas schwer sich daran zu gewöhnen immer ein Paar Handschuhe unterzuziehen und auch mit etwas Zeit aufwendiger, aber man gewöhnt sich schnell daran.“ (BeB62)

„Ist etwas aufwendig Schutz- und Baumwollhandschuhe zu tragen, aber es lohnt sich!“ (BeB50)

„(...) Ich sorgte mich um den Zeitaufwand (...) Bei mir wurde es Routine.“ (BeB64)

Sympatex® zeigte ggü. Baumwolle hinsichtlich des An- und Ausziehverhaltens (s. Kap. II.5.4.1) eindeutige Nachteile, welche mehrheitlich auf die mangelnde mechanische Stabilität der Membran bzw. Beschädigungen des Materials zurückgeführt wurden.

Sympatex: „(...) Schade finde ich, dass sie dünn und schwer anzuziehen sind. Wenn man den Handschuh etwas zu hektisch oder schräg von dem Papier abzieht, kann es passieren, dass eine Fingerkuppe fehlt oder aufgerissen ist. Es bedarf Übung. (...)“ (BeS13)

„Das Anziehen bzw. besser das Öffnen der Handschuhe war die größte Hürde. Durch das filigrane Material klebten Ober- und Unterseite so aneinander, dass es durchaus anfangs mal 2 Minuten gedauert hat, sie anzuziehen. Das ist aus ökonomischen Gesichtspunkten nicht tragbar. (...)“ (BeS08)

„(...) Es ist nicht möglich, die Handschuhe schnell anzuziehen. Daher werden sie oft weggelassen.“ (BeS68)

Da Änderungen der Schichtstärke Einfluss auf eine Reihe anderer Produktparameter (z. B. Wasserdampfdurchlässigkeit) (s. Kap. II.7.1.1) nehmen würden und daher eher keine Umsetzung finden würden, könnte diesem Problem ggf. am ehesten durch eine differenzierte Art der Aufbewahrung/Verpackung (z. B. Wegfall des Transferpapiers, Änderung der Art der Haftung am Transferpapier), technische Lösungen (z. B. Einsatz einer hautfreundlichen Puderung oder Innen-/Beschichtung) oder praktikable(re) Anwendungsempfehlungen begegnet werden.

Wahrgenommene Schwierigkeiten der semipermeablen Handschuhe beim Anziehverhalten lassen sich weiterhin auf Nutzungsfehler zurückführen, bei denen die Unterziehhandschuhe auf noch mit Rückständen von Desinfektionsmitteln und/oder Externa behafteter Haut angewendet wurden.

Sympatex: „(...) Händedesinfektion und anschließend erneut Handschuhe anlegen, kann zu einer Geduldprobe werden, (...)“ (BeS1)

„(...) Es ist extrem schwierig, den Handschuh anzuziehen, wenn vorher die Haut eingecremt wurde. Mir sind sie häufig eingerissen beim Anziehen und deshalb kostet es viel Zeit wenn man die Hände erst trocken werden lassen muss. (...)“ (BeS74)

„(...) Mit frisch eingecremten oder desinfizierten Händen kommt man nicht in die Handschuhe rein, das ist im laufenden Betrieb nicht angenehm, weil man zu spät kommt.“ (BeS55)

Grundsätzlich sollten aus hygienischen und protektiven Gründen alle Arten von Handschuhen nur auf sauberen und trockenen Händen angewendet werden. Zu den Auswirkungen von Rückständen jedweder Art auf die Funktionsfähigkeit von Unterziehhandschuhen können keine konkreten Aussagen getroffen werden; in jedem Fall ist eine leichte Feuchtigkeitsansammlung bzw. Materialsättigung – noch bevor der eigentliche Prozess der okklusionsvermindernden Wirkung durch die Feuchtigkeitsaufnahme oder -weiterleitung in Gang tritt – erwartbar. Der Saturationseffekt tritt dadurch früher ein (s. Kap. II.5.2.1). Ggf. wäre ein Unterziehhandschuh wie Sympatex®, der auf der Haut mit Rückständen jeder Art schlecht(er) anwendbar ist, zum Eigenschutz der Anwendenden vor Fehlverwendung und somit potentiellen Gefährdungen zu präferieren.

Die o. g. Vorteile der Verwendung textiler Handschuhe betreffen weiterführend das erleichterte Anziehverhalten von Schutzhandschuhen. Die Kunststoffstruktur der Sympatex®-Handschuhe bedingt ein verändertes Reibe-/Gleitverhalten, was in Abhängigkeit der Materialauswahl der Schutzhandschuhe (z. B. Nitril vs. PVC) variieren kann. Ggf. könnte diesem Umstand perspektivisch mit technischen Lösungen (z. B. Außenbeschichtung) begegnet oder praktikable(re) Anwendungsempfehlungen hinsichtlich der Kompatibilität mit spezifischen Handschuhmaterialien – Hübner et al. (2016) sprechen in diesem Kontext von der ‚optimalen Unterhandschuh-Handschuh-Kombination‘ – formuliert werden.

Sympatex: „Es ist sehr schwer die Handschuhe anzuziehen, wenn man die Hände eingecremt hat und es ist schwerer die anderen Handschuhe darüber zu ziehen.“(BeS09)

Baumwolle: „(...) Ich sorgte mich um den Zeitaufwand, aber wenn Handschuhe verpflichtend sind, ist die Zeit zum An- und Ausziehen sogar kürzer, da sich Einweghandschuhe schneller auf Baumwollhandschuhe ziehen lassen als auf frisch desinfizierte Haut. (...)“ (BeB64)

Unter der Verwendung der semipermeablen Handschuhe nahmen einige Studienteilnehmende ein als störend empfundenenes Knistern wahr. Dieser Problematik könnte ggf. ebenfalls durch eine gut bzw. besser aufeinander abgestimmte Kompatibilität (Materialauswahl und Passform) der Unterzieh- und Schutzhandschuhe sowie einen regelmäßige(re)n Handschuhwechsel entgegengewirkt werden.

Sympatex: „(...) Zudem ist bei Massagen das Knistern der Handschuhe auffällig.“ (BeS35)

„(...) Das Rascheln und Knistern der Handschuhe war nervig. (...)“ (BeS74)

Die evaluierten Modelle aus Baumwolle und Sympatex® zeigten eine sehr gute Hautverträglichkeit (s. Kap. II.5.4.2). Unerwünschte Wirkungen im Sinne von Unverträglichkeiten und/oder Allergien sind für beide Materialien nicht vorbeschrieben und im Rahmen der Erprobung ausschließlich in Einzelfällen in Erscheinung getreten bzw. bekannt geworden.

Sympatex: „Auf der gesunden Haut angenehm. Auf Psoriasisstellen starke Rötungen.“ (BeS53)

Diese Beobachtungen spiegeln sich auch in den durchgeführten Bioengineering-Verfahren wider (Untersuchung III), in welchen die Materialkombinationen keine negativen Effekte auf die epidermale

Barrierefunktion ausübten (s. Kap. IV.2.2.1). Die gewonnenen Ergebnisse stehen damit ganz im Einklang mit den in der Literatur beschriebenen Ergebnissen hinsichtlich der Hautverträglichkeit rein textiler und semipermeabler Materialien bzw. Handschuhe. Mit dem Ziel der Vermeidung von Textilunverträglichkeiten jedweder Art (s. Kap. II.4.5) ist aus dermatologischer Perspektive ein bedachtsamer Erwerb unter Berücksichtigung allgemein empfehlenswerter Auswahlkriterien (z. B. Orientierung an freiwilligen Kennzeichnungen) und Umgang mit Textilien (z. B. hinsichtlich der Wiederaufbereitung) empfehlenswert (s. Kap. II.4.6).

IV.2.2.4 GEBRAUCHSVERHALTEN

Textile Unterziehhandschuhe

In der für die vorliegende Studie (Untersuchung/Artikel I)³⁰⁹ konzipierten Gebrauchsanleitung (Handlungsanleitung/-weisung) zum Umgang mit den Handschuhen wurde empfohlen, die Unterziehhandschuhe nur einmal zu verwenden und anschließend zur Reinigung in eine professionelle Textilwäscherei/-pflege (intern oder extern) zu geben. Weiterhin wurde darauf hingewiesen, an der Innen- oder Außenseite (z. B. durch Einreißen der Schutzhandschuhe) kontaminierte Unterziehhandschuhe umgehend auszutauschen bzw. zu entsorgen.

Der durchschnittliche tägliche Handschuhverbrauch in der Studie lag bei etwa 5 Paar Baumwollhandschuhen (1-15 Paar/Tag). Etwa die Hälfte der Studienteilnehmenden (45.3 %, n=24/53) gab an, die Unterziehhandschuhe während des Einsatzes bei verschiedenen Tätigkeiten abgelegt und später ohne zwischenzeitliche Reinigung wiederverwendet zu haben (s. Tabelle 33, Abschn. a).³¹⁰ Die Hälfte der Teilnehmenden bestätigte weiterhin, dass es auch Tätigkeiten gab, nach deren Beendigung die Textilhandschuhe direkt anbehalten und nur die Schutzhandschuhe gewechselt wurden (50 %, n=27/54) (s. Tabelle 33, Abschn. b).³¹¹ Gemäß der Angaben der Befragten erfolgte die Mehrfachverwendung (mit oder ohne zwischenzeitliches Ablegen) der Unterziehhandschuhe demnach am häufigsten im Rahmen grundpflegerischer Tätigkeiten, wobei die individuellen Gründe stark voneinander variierten.

³⁰⁹ *Umfang der Anwenderbefragung/-testung:* Hinsichtlich des *Gebrauchsverhaltens* wurden mit Ausnahme der Punkte Aufbewahrung, Lagerung und Abwurf alle im Kapitel I.1.1 bearbeiteten Aspekte (z. B. Anzahl) für das textile und semipermeable Handschuhmodell erfasst und einer Bewertung unterzogen. Die Aspekte *Zeitpunkt des Einsatzes* (im Zusammenhang mit: Art der durchgeführten Tätigkeiten) (s. Kap. IV.2.2.1) und *Kombination mit Hautschutz* (im Zusammenhang mit: An- und Ausziehverhalten) (s. Kap. IV.2.2.3) wurden nur indirekt erhoben.

³¹⁰ Die Fragstellung hierzu lautete: „Haben Sie berufliche Tätigkeiten durchgeführt, nach deren Beendigung Sie die Baumwollhandschuhe ausgezogen, aber nicht gewaschen und später einfach wiederverwendet haben (keine zwischenzeitliche Reinigung)? Wenn Ja, nach der Ausführung welcher Tätigkeiten haben Sie die Unterziehhandschuhe ohne zwischenzeitliche Reinigung wiederverwendet?“

³¹¹ Die Fragstellung hierzu lautete: „Haben Sie berufliche Tätigkeiten durchgeführt, nach deren Beendigung Sie die Baumwollhandschuhe anbehalten und nur die Schutzhandschuhe gewechselt haben? Wenn Ja, nach der Ausführung welcher Tätigkeiten haben Sie die Unterziehhandschuhe anbehalten und nur die Schutzhandschuhe gewechselt?“

Tabelle 33: Berufliche Tätigkeiten/Umstände, bei/nach denen die textilen Unterziehhandschuhe (a) abgelegt und ohne zwischenzeitliche Reinigung später wiederverwendet wurden oder (b) anbehalten und nur die Schutzhandschuhe gewechselt wurden (keine Darstellung in der Publikation)

Tätigkeiten / Umstände	Berufsgruppen [n]				
	Z	P	G	A	S
(a) Ablage und spätere Wiederverwendung ohne zwischenzeitliche Reinigung					
<i>Grundpflegerische Tätigkeiten (n=7)</i>					
▪ Bsp.: Kurzzeitige Tätigkeit ohne Kontamination der Handschuhe, aufeinanderfolgende bzw. mehrfache Tätigkeiten an einer Person, kurzzeitige Körperpflege ohne größere Hilfestellung	-	-	5	-	2
<i>Hauswirtschaftliche Tätigkeiten / Reinigungsarbeiten (n=3)</i>	-	1	-	1	1
<i>Physiotherapeutische Tätigkeiten (n=4)</i>					
▪ Bsp.: Klassische Massage, manuelle Lymphdrainage, Behandlungs- und anschließende Reinigungstätigkeit	-	4	-	-	-
<i>Behandlungspflegerische Tätigkeiten (n=3)</i>					
▪ Bsp.: Verbandswechsel	-	-	1	1	1
<i>Desinfektionstätigkeiten (n=3)</i>					
▪ Bsp.: Flächendesinfektion, Instrumentendesinfektion	-	1	1		1
<i>Vorgaben / Organisation am Arbeitsplatz (n=2)</i>					
▪ Bsp.: Begrenzte Menge an Unterziehhandschuhen, Erlaubnis der eintägigen Verwendung durch Hygienefachkraft	-	1	-	1	-
<i>Sonstiges / Unspezifische Angaben (n=4)</i>					
▪ Bsp.: Kurzzeitige Tätigkeiten (< 10 Min.), Annahme von ausbleibender Kontamination aufgrund korrekten Schutzhandschuhwechsels	-	-	4	-	-
(b) Anbehalt und ausschließlicher Schutzhandschuhwechsel					
<i>Grundpflegerische Tätigkeiten (n=12)</i>					
▪ Bsp.: Verschmutzung der Schutzhandschuhe (Einkoten/Intimpflege etc.), Bewohnerwechsel, aufeinanderfolgende bzw. mehrfache Tätigkeiten an einer Person, Wechsel Oberkörper-/Intimpflege an einer Person	-	-	6	5	1
<i>Reinigungs-/Desinfektionsarbeiten (n=3)</i>	-	1	2	-	-
<i>Behandlungspflegerische Tätigkeiten (n=2)</i>					
▪ Bsp.: Vaginale Untersuchung von Säuglingen, aufeinanderfolgende Tätigkeiten an einer Person	-		2	-	-
<i>Physiotherapeutische Tätigkeiten (n=2)</i>					
▪ Bsp.: Klassische Massage, kurzzeitige Tätigkeiten (Bewegungsschiene anlegen etc.)	-	2	-	-	-
<i>Zahnmedizinische Tätigkeiten (n=1)</i>					
▪ Bsp.: Stuhlassistenz	1	-	-	-	-
<i>Sonstiges / Unspezifische Angaben (n=8)</i>					
▪ Bsp.: Bewohnerwechsel, kurzzeitige Unterbrechung der Tätigkeit (Anruf, Kundenaufnahme etc.), begrenzte Menge an Unterziehhandschuhen, OP-Instrumentation, Assistenzstätigkeit mit Schutzhandschuhwechsel während der Untersuchung, Annahme von ausbleibender Kontamination aufgrund korrekten Schutzhandschuhwechsels	-	1	5	1	1
<i>Abkürzungen: Z = Zahnmedizin, P = Physiotherapie, G = Gesundheits- und Krankenpflege, A = Altenpflege, S = Sonstige Berufsgruppen (z. B. Diätassistenz)</i>					

Auf die Frage, nach welchen beruflichen Tätigkeiten ein direkter Verwurf der textilen Unterziehhandschuhe erfolgt sei, verwies die Mehrheit der Befragten auf Arbeitsvorgänge in Isolationszimmern bzw. einen entsprechenden Kontakt zu infektiösen Personen (s. Tabelle 34).³¹²

³¹² Die Fragstellung hierzu lautete: „Haben Sie berufliche Tätigkeiten durchgeführt, nach deren Beendigung Sie die Baumwollhandschuhe direkt entsorgt haben bzw. entsorgen mussten (Abfall)? Wenn ja, nach der Ausführung welcher Tätigkeiten haben Sie die Handschuhe entsorgt?“

Tabelle 34: Berufliche Tätigkeiten/Umstände, die einen direkten Verwurf der textilen Unterziehhandschuhe zur Folge hatten (keine Darstellung in der Publikation)

Tätigkeiten / Umstände	Berufsgruppen [n]			
	P	G	A	S
Kontakt zu infektiösen / isolierten Patienten (n=6) ▪ Bsp.: MRSA, Isolationspatienten	1	3	1	1
Einmalige therapeutische, grund- oder behandlungspflegerische Tätigkeiten (n=3) ▪ Bsp.: Verbandswechsel, Grund-/Behandlungspflege		2		1
Verschmutzung der Schutzhandschuhe (n=2) ▪ Bsp: Wechsel der Inkontinenzeinlage / Säuberung des Intimbereichs		2		
Kontamination der Unterziehhandschuhe (n=4) ▪ Bsp.: Falscher Wechsel der Schutzhandschuhe, Kontakt zu Handschuhschaft		2	1	
Verschmutzung der Unterziehhandschuhe (n=1) ▪ Bsp: Hautblutungen des Handschuhtragenden / mangelhafte Fleckenentfernung			1	
Sonstiges / Unspezifische Angaben (n=1) ▪ Bsp: Beschädigungen		1		

Abkürzungen: P = Physiotherapie, G = Gesundheits- und Krankenpflege, A = Altenpflege, S = Sonstige Berufsgruppen (z. B. Diätassistenten)

Insgesamt 5.7 % (n=3/55) der Teilnehmenden nutzten die Möglichkeit der Wiederaufbereitung in der internen professionellen Textilwäscherei.³¹³ Die Mehrheit der Befragten führte die Reinigung im Privathaushalt durch (92.6 %, n=50/54). Die Angaben zur durchschnittlichen Reinigungsfrequenz inkl. anschließender Wiederverwendung variierten zw. 0.5 und 30 Mal; im Mittel lag der Wert bei 5.5 Mal (MD 4.0) (n=39). Für die Reinigung wurden nach eigenen Angaben am häufigsten die Waschmittel „Persil“ (n=11) und „Ariel“ (n=8) in unterschiedlichen Darreichungsformen sowie der Hygienespüler „Sagrotan Wäsche-Hygienespüler“ (n=7) eingesetzt (n=42). Aus dem Bereich der (professionellen) Desinfektionsvollwaschmittel³¹⁴ wurden die Produkte „Eltra“ und „Saponmatic Hygiene-Vollwaschmittel“ jeweils einmal benannt. Die weiterhin zum Prozess der Wiederaufbereitung getätigten Angaben (s. Tabelle 35) lassen auf einen, aus hygienischer Sicht stellenweise fragwürdigen Umgang mit den Textilhandschuhen schließen (z. B. Wäsche mit Privatkleidung). Im Vergleich zu den Ergebnissen aus dem Bereich der professionellen Wiederaufbereitung (Hübner et al. 2016, s. Kap. II.5.5.5) zeigten sich grds. ähnliche, aber in häufigerer Anzahl auftretende Materialveränderungen bzw. -schäden.

Tabelle 35: Angaben zur Wiederaufbereitung der textilen Unterziehhandschuhe im Privathaushalt (keine Darstellung in der Publikation)

Art und Weise der Wiederaufbereitung	Ja [n]	Nein [n]
Verwendung Wäschesack (n=50)	54 % (27)	46 % (23)
Wäsche mit Privatkleidung (n=50)	58 % (29)	42 % (21)
Aufwändigkeit der Wiederaufbereitung (n=50)	8.2 % (4)	91.8 % (45)

³¹³ Zwei der drei Befragten gaben an, dass die Aufbereitung der Handschuhe mit Aufwand (z. B. Organisation, Absprache mit Vorgesetzten/Wäscherei) verbunden war. Die durchschnittliche Dauer der Aufbereitung in der Textilwäscherei (Abgabe bis Erhalt der Handschuhe) lag bei einem bzw. drei Tagen. Die durchschnittliche Reinigungsfrequenz inkl. anschließender Wiederverwendung wurde jeweils einmal mit 2, 5 und 7 Mal beziffert. Zwei der drei Befragten gaben weiterhin an, dass sich die Materialeigenschaften der Handschuhe durch die Reinigung verändert hätten. In drei Fällen zeigten sich Schäden am Handschuh (v. a. Ausleiern bzw. Auflösen des Gummibundes). Einmal trat eine Verkleinerung der Handschuhe (insgesamt veränderte Passform) auf und in einem Fall kam es zu einer Verringerung der Anzahl der wiedererhaltenen Handschuhe.

³¹⁴ Gelistet für die chemothermische Wäschedesinfektion bei 60-80 °C gemäß dem RKI und VAH.

Auftreten von Materialschäden (n=49)	76.3 % (33)	32.7 % (16)
Art der Materialschäden (n=33)		
▪ Schäden am Handschuh (z. B. Löcher, lose Fäden)	51.5 % (17)	48.5 % (16)
▪ Verändertes Material- bzw. Tragegefühl	30.3 % (10)	69.7 % (23)
▪ Verringerung der Anzahl an Handschuhen	6.1 % (2)	93.9 % (31)
▪ Vergrößerung der Handschuhe (insgesamt veränderte Passform)	33.3 % (11)	66.7 % (22)
▪ Verkleinerung der Handschuhe (insgesamt veränderte Passform)	33.3 % (11)	66.7 % (22)
▪ Sonstige Schäden (Leichtes Vergrauen, n=1; Ausleiern bzw. Auflösen des Gummibundes, n=4; Verhärtung des Gummibundes, n=1; Veränderungen am Handschuhbund, z. B. Ausleiern, Löcher, Fäden, n=1; unspezifisch, n=3)	31.3 % (10)	68.8 % (22)

Vor dem Hintergrund der ausführlichen Darlegung der Empfehlungen zum Umgang, Wechsel und der Wiederaufbereitung von textilen Unterziehhandschuhen im Gesundheitswesen bzw. hygienesensiblen Bereichen (s. Kap. I.1.1), sind die Angaben bzw. das Verhalten der Befragten aus hygienischer Perspektive zu beanstanden. Eine solche Bewertung berücksichtigt jedoch keine individuellen Umstände. Die Gesamtheit der Rückmeldungen der Studienteilnehmenden deutet darauf hin, dass das Gebrauchsverhalten textiler Unterziehhandschuhe durch multiple Faktoren beeinflusst wird. Dabei lassen sich folgende Problembereiche für einen ordnungsgemäßen Einsatz (einschließlich Wechsel, hygienisch einwandfreier Wiederaufbereitung und Wiederverwendung) identifizieren:

- unzureichende oder fehlende Kenntnisse und/oder Umsetzung bzw. Überwachung der rechtlichen und/oder betrieblichen Empfehlungen/Vorgaben auf Seite der Arbeitgebenden:
„Da ich laut Angaben der Hygienefachkraft an meiner Arbeitsstelle die Handschuhe 1 Tag anbehalten kann, wurden sie 1 Mal in der Woche gewaschen“ (BeB62);
- unzureichende oder fehlende Kenntnisse (hier auch: Gefahrenbewusstsein) und/oder Umsetzung der rechtlichen und/oder betrieblichen Empfehlungen/Vorgaben auf Seite der Arbeitnehmenden:
„Bei richtigem Ausziehen der Überziehhandschuhe, kann man Baumwollhandschuhe mehrmals verwenden“ (BeB33);
- unzureichende Bereitstellung:
„(...) Das erneute Tragen der Handschuhe ergab sich aus der geringen Stückzahl und dem Verschwinden der Handschuhe (trotz Kennzeichnung). (...)“ (BeB19);
„(...) Normalerweise müsste aufgrund der Feuchtigkeit (und der häufigen Arbeit in ISO-Zimmern) nach jedem Patienten gewechselt werden. (...)“ (BeB75);
- unzureichende oder fehlende Möglichkeiten einer sachgerechten Lagerung:
„(...) Ich musste stets darauf Acht geben, wo ich meine Utensilien hinlege, damit andere Kollegen diese nicht mitbenutzen. (...)“ (BeB3);
„(...) Das Sammeln hat sich als schwierig erwiesen. (...)“ (BeB19);
„(...) Wenn viel zu tun ist, daran zu denken sich noch BW-Handschuhe darunter zu ziehen, die meistens woanders liegen, damit sie keiner wegräumt, ist schwierig. (...)“ (BeB59);
- unzureichende oder fehlende Möglichkeiten eines adäquaten Abwurfs:
„Es ist sehr schade, dass sich die Baumwollhandschuhe in den Stationsalltag nicht integrieren ließen. Ich hatte keine Möglichkeit die Handschuhe zu lagern, wenn sie schon einmal getragen waren. Hatte alle in der Kitteltasche. (...)“ (BeB57);

„Es ist kompliziert für mich gewesen, da ich mich selbst um einen separaten Abwurf für diese Handschuhe aus Baumwolle (aus hygienischen Gründen nicht einfach liegen lassen) kümmern musste. (...)“ (BeB3);

- unzureichende oder fehlende Möglichkeiten einer professionellen Wiederaufbereitung:

„Der Verschleiß, die mangelnde Retoure aus der Wäscherei und die damit verbundene Mitnahme, eigenes Waschen ist aus Hygienesicht nicht zumutbar bzw. gefährlich. Das erneute Tragen der Handschuhe ergab sich aus der geringen Stückzahl und dem Verschwinden der Handschuhe (trotz Kennzeichnung). (...)“ (BeB19);

„(...) Musste sie nach jeder Benutzung entsorgen. Keine Möglichkeit der Aufbereitung“ (BeB57);

„(...) Ich habe mein eigenes Dessous-Wäschenetz für die Aufbewahrung zur Reinigung benutzt.“ (BeB3)

Semipermeable Unterziehhandschuhe

In der für die vorliegende Studie (Untersuchung/Artikel I) konzipierten Gebrauchsanleitung³⁰⁹ zum Umgang mit den Handschuhen wurde darauf hingewiesen, die Unterziehhandschuhe im Rahmen der Studie aus infektionsprophylaktischen Gründen nur als Einmalprodukte zu verwenden und nach dem einmaligen Gebrauch zusammen mit den Schutzhandschuhen zu verwerfen (Untersuchung I).

Der durchschnittliche tägliche Handschuhverbrauch in der Studie lag bei ca. 9 Paar Sympatex®-Handschuhen (2-25 Paar/Tag). Zwei der Studienteilnehmenden gaben an, die Unterziehhandschuhe während des Einsatzes bei verschiedenen Tätigkeiten abgelegt und später ohne zwischenzeitliche Reinigung wiederverwendet zu haben (3.2 %, n=2/65) (s. Tabelle 36, Abschn. a). Sechs der Befragten bestätigten weiterhin, die Unterziehhandschuhe auch nach der Beendigung bestimmter Tätigkeiten anbehalten und nur die Schutzhandschuhe gewechselt zu haben (9.5 %, n=6/63) (s. Tabelle 36, Abschn. b).

Tabelle 36: Berufliche Tätigkeiten, nach denen die semipermeablen Unterziehhandschuhe (a) abgelegt und ohne zwischenzeitliche Reinigung später wiederverwendet wurden oder (b) anbehalten und nur die Schutzhandschuhe gewechselt wurden (keine Darstellung Publikation)

Tätigkeiten / Umstände	Berufsgruppen [n]				
	Z	P	G	A	S
(a) Ablage und spätere Wiederverwendung ohne zwischenzeitliche Reinigung					
<i>Zahnmedizinische Tätigkeiten (n=2)</i>					
▪ Bsp.: Zahnsteinentfernung, aufeinanderfolgende bzw. mehrfache Tätigkeiten an einer Person	2	-	-	-	-
(b) Anbehalt und ausschließlicher Schutzhandschuhwechsel					
<i>Grundpflegerische Tätigkeiten (n=3)</i>					
▪ Bsp.: Intimwaschung, Schutzhosenwechsel	-	-	2	1	-
<i>Hauswirtschaftliche Tätigkeiten (n=1)</i>					
▪ Bsp.: Ein- und Ausräumen der Geschirrspülmaschine	-	-	-	1	-
<i>Sonstiges / Unspezifische Angaben (n=3)</i>					
▪ Bsp.: Kurzzeitige Tätigkeiten (ca. 2 Min), Verschmutzung der Einmalhandschuhe, Behandlung- und anschließende Reinigungstätigkeit	-	-	-	2	1

Abkürzungen: Z = Zahnmedizin, P = Physiotherapie, G = Gesundheits- und Krankenpflege, A = Altenpflege, S = Sonstige Berufsgruppen (z. B. Diätassistenz)

Diese Angaben sind aus hygienischer Perspektive ebenfalls teilweise kritisch zu bewerten (s. vorhergehender Abschn.). Wie auch für die textilen Unterziehhandschuhe wurde weiterhin u. a. die Lagerung als problematisch angemerkt.

"Das einzige was stört sind die Anziehhilfen, sie sind zu groß, trage Handschuhe im Kittel muß also die Sympatex-Handschuhe immer von der Anziehhilfe lösen, (...).(BeS79)

„In der Regel gute Handschuhe, nur die einzelne Verpackung stört. Kann nur wenige im Kittel mitführen, habe nach Nutzung zusätzlich Müll.“ (BeS12)

Die Voraussetzung für eine Mehrfachverwendung von Unterziehhandschuhen in hygienesensiblen Bereichen bildet eine einwandfreie Wiederaufbereitung, die den Bedingungen an eine anforderungsgerechte (Textil-)Hygiene entspricht (s. Kap. II.5.5.5). Möglichkeiten der Reinigung per Desinfektion wurden bereits seitens des Handschuh herstellenden Unternehmens und im Rahmen einer eigenen quantitativen Kleinstudie erfolgreich evaluiert (s. Kap. II.7.2.1). Unter der Voraussetzung

- der Entwicklung eines differenzierten Hygieneprotokolls bzw. der Anpassung ggf. bestehender betrieblicher/hygienischer Vorgaben und
- der Einrichtung entsprechender Vorrichtungen für diese Form der Aufbereitung

wäre eine Wiederaufbereitung und anschließende Wiederverwendung der semipermeablen Handschuhe perspektivisch denkbar. Da die Handschuhe gemäß den Produktinformationen des herstellenden Unternehmens waschbar sind, könnte in nicht-hygienesensiblen Arbeitsbereichen (weiterhin) eine Reinigung in der Waschmaschine erwogen werden. Die Effektivität beider Formen der Wiederaufbereitung stünde u. a. in Abhängigkeit zu folgenden Faktoren:

- volle Funktionstüchtigkeit der Membran (s. Kap. IV.2.2.2), da eine Aufbereitung beschädigter Handschuhmodelle nicht sinnvoll bzw. zielführend wäre;
- Praktikabilität/Umsetzbarkeit und Kosten-Nutzen-Relation in der beruflichen Praxis (s. Kap. IV.2.3).

Ob und inwiefern die Auslobung der Desinfizierbarkeit und Waschbarkeit ausreichend oder ggf. für besonders hygienesensible Berufsbereiche zusätzliche (offizielle) Prüfungen und Zertifizierungen seitens der herstellenden Firma durchgeführt bzw. vorgelegt werden müssten, kann nicht beurteilt werden. Möglichkeiten der Autoklavierbarkeit der semipermeablen Handschuhe (z. B. Dampfsterilisation) wurden bisher nicht evaluiert; die Überprüfung gemäß standardisierter Sterilisationsverfahren und nachfolgende Zertifizierung würde die Voraussetzung für den Einsatz bestimmten Berufsbereichen (z. B. operative Medizin) darstellen.

Textile und semipermeable Unterziehhandschuhe

Grundsätzlich sollten im Rahmen der Verwendung von Unterziehhandschuhen jedweder Art der Zeitpunkt und die Umstände des Einsatzes (s. Kap. II.5.5.1), die Tragedauer und Wechselhäufigkeit (s. Kap. II.5.5.2), die Bedingungen/Notwendigkeiten des Verwurfs (s. Kap. II.5.5.4), die Möglichkeiten der Wiederaufbereitung (s. Kap. II.5.5.5) und der Lagerung (s. Kap. II.5.5.6) in Abhängigkeit von den individuellen und arbeitsspezifischen Erfordernissen bzw. Gegebenheiten eruiert, besprochen und festgelegt werden (hier auch: Van der Meer et al., 2015).

Basierend auf den bereits bekannten und ermittelten Kennzahlen bietet es sich an, etwa 10 Paar Unterziehhandschuhe für die tägliche Nutzung zur Verfügung zu stellen. Handelt es sich um Einweghandschuhe bzw. eine vorgesehene Einmalnutzung, ist regelmäßig bzw. wiederkehrend die gleiche

Handschuhmenge bereitzuhalten. Sind Möglichkeiten der professionellen Wiederaufbereitung gegeben, sollte zwingend die Dauer der Gesamtumlaufzeit (Referenzwert: ca. 17 Tage, Hübner et al., 2016) ermittelt und (täglich) entsprechend erforderliche Mindestmengen bereitgestellt werden. Im Rahmen einer professionellen Wiederaufbereitung kann eine personenübergreifende Verwendung in Betracht gezogen werden; grds. empfiehlt sich eine personenbezogene Nutzung (s. Kap. II.5.5.2). Sind keine Möglichkeiten der professionellen Aufbereitung gegeben oder gestaltet sich diese problematisch und es wird ggf. eine Reinigung im privaten Umfeld in Erwägung gezogen, sollten die Bedingungen für diese eruiert und festgelegt werden (s. Kap. II.5.5.5, Abs.: Private Wiederaufbereitung).

Grundsätzlich würde eine (berufsgruppenübergreifende) Verwendung von Unterziehhandschuhen als Einmalprodukt (Verwurf mit den Schutzhandschuhen nach einmaligem Gebrauch) nicht nur den zusätzlichen Gesamtaufwand reduzieren, sondern auch möglichen Problemen der Infektionsprophylaxe – insbes. in Arbeitsbereichen mit besonderen Hygieneanforderungen – vorbeugen bzw. entgegenwirken. Untersuchungsergebnisse zur Relevanz von Unterziehhandschuhen im Rahmen der Verbreitung von Erregern (z. B. beim fehlerbehafteten Handschuhwechsel) liegen nicht vor, ein zusätzlich negativer Einfluss wäre denkbar. Ergänzend sollte die theoretische Möglichkeit der häufigeren Perforation von Schutzhandschuhen durch den Gebrauch von Unterziehhandschuhen in Betracht gezogen werden (Hübner et al., 2016). Der Gebrauch von Unterziehhandschuhen als Einmalprodukt würde weiterhin Fragen des Abwurfs (betrifft die Sammlung nach der Verwendung) und der Wiederaufbereitung entfallen lassen.

Die nachfolgende Übersicht fasst die Resultate für das Gebrauchsverhalten von Unterziehhandschuhen auf Basis der Gesamtheit der Ausführungen der vorliegenden Arbeit zusammen (s. Tabelle 37).

Tabelle 37: Empfehlungen zum Gebrauchsverhalten von Unterziehhandschuhen einschließlich bei der Auswahl der zu berücksichtigender Aspekte der Beschaffenheit und des Trageverhaltens

Gebrauchsverhalten / Empfehlungen	Zu berücksichtigende Aspekte
<i>Anziehverhalten</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Keine Verwendung auf (noch) feuchten Händen (Hautschutz-/Desinfektionsmittel), ggf. Ein-/Ausschluss von (bestimmten) Hautmitteln
<i>Anzahl</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausreichende Stückzahl (ca. 10 Paar) ▪ Personenbezogene Nutzung
<i>Zeitpunkt Einsatz</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lange Handschuhtragezeiten, ab ca. 10-20 Min. Tätigkeitsdauer

<i>Tragedauer, Wechsel, Ein-/Mehrfachverwendung</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nicht hygienesensible Arbeitsbereiche: Mehrfachverwendung ohne zwischenzeitliche Reinigung grds. möglich; Wechsel bei Durchfeuchtung oder Perforation des Schutzhandschuhmaterials (keine Kontamination Gefahrenstoffe etc.), zwischenzeitliche Trocknung durch Trocknungsgestelle/-systeme etc. ▪ Hygienesensible Arbeitsbereiche: Einfachverwendung mit nachfolgender Reinigung; Korrelation Indikation Händedesinfektion; Wechsel bei Durchfeuchtung oder Perforation des Schutzhandschuhmaterials (keine Kontamination Gefahrenstoffe etc.) oder Wechsel der Körperregion bei der/den zu behandelnden Person/en 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Schweißverhalten, Hautverträglichkeit/-zustand, Arbeitsplatz/-tätigkeit (Hygienevorgaben etc.), Kosten
<i>Ausziehverhalten</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vermeidung der Kontamination der Hautoberfläche bzw. Unterziehhandschuhe ▪ Irreversible (Material-)Beschädigungen oder Verunreinigungen ▪ Überschreitung der seitens des herstellenden Unternehmens empfohlenen Anwendungshäufigkeit, Gebrauchsdauer oder Aufbereitungszyklen ▪ Kontamination mit Gefahrstoffen oder biologischen Arbeitsstoffen (bestimmter Risikogruppen) ▪ Sachgerechte Entsorgung gemäß der abfallrechtlichen und betrieblichen Bestimmungen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zeit-/Aufwand, Arbeitsplatz/-tätigkeit ▪ Arbeitsplatz/-tätigkeit (Hygienevorgaben etc.), Kosten
<i>Verwurf und Entsorgung</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sammlung in sicheren und geeigneten Behältern 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Arbeitsplatz/-tätigkeit (Hygienevorgaben etc.)
<i>Abwurf</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reinigung in regelmäßigen Abständen durch den Arbeitgebenden (z. B. Textilservice-Unternehmen), ggf. private Reinigung nach Absprache (Verständigung über Umstände der Reinigung etc.) ▪ Medizinische Einrichtungen: Reinigung nach einmaliger Verwendung durch den Arbeitgebenden (z. B. Textilservice-Unternehmen) mit chemo-/thermischen Desinfektionswaschverfahren ▪ Reinigung und ggf. Sterilisation in Orientierung an Produktinformationen der herstellenden Unternehmen (Wasch-/Pflege-/Sterilisationsanleitung) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Arbeitsplatz/-tätigkeit (Hygienevorgaben etc.), Kosten (Reinigung, Wartung/Inspektion, Sterilisation, Reparatur, Entsorgung etc.), Tragekomfort, Produktqualität/-status (Ein-/Mehrwegmodelle), Wiederaufbereitung (Dauer etc.), Ökonomie
<i>Wiederaufbereitung</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Orientierung an Produktinformationen der herstellenden Unternehmen, Vermeidung von Kontamination oder Beeinträchtigung der Schutzwirkung ▪ Bereitstellung am Point-Of-Care 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Arbeitsplatz/-tätigkeit (Hygienevorgaben etc.)
<i>Lagerung und Aufbewahrung</i>		

IV.2.3 ÖKOLOGISCHE UND ÖKONOMISCHE ASPEKTE

Die im vorangegangenen Kapitel andiskutierten Aspekte sind teilweise eng mit Fragen der Gesundheitsökonomie (Kosten-Nutzen-Relation, Kosten- und Nutzenabwägung) und Nachhaltigkeit, einschließlich ökonomischer, ökologischer und wirtschaftlicher Ziele bzw. Dimensionen (Zimmermann, 2016) verbunden.

Über die Rohstoffe und Ressourcen/Energien, die für den Gesamtprozess der Herstellung, die Logistik und die Verpackung der getesteten Handschuhe/-materialien eingesetzt wurden, können keine genaueren Aussagen getroffen werden. Der Produktionsstandort der semipermeablen Handschuhe war in China; auf die Maßnahmen der herstellenden Firma zur Unterstützung bzw. Schließung des

ökologischen Kreislaufes (u. a. aufgrund derzeit noch unvermeidlicher Klimateffekte) wurde bereits hingewiesen (s. Kap. II.7.2.1). Die textilen Handschuhe wurden in Dtl. angefertigt. Die Auswirkungen der Produktion von Baumwolle auf die Umwelt und den Menschen werden politisch und gesellschaftlich durchaus kritisch diskutiert (s. Kap. II.4.2.1 und Kap. II.4.2.5). Der Baumwollsektor ist klimawandelbedingten Schwankungen unterworfen (Imran et al., 2020); so konnte die Nachfrage nach Handschuhen im Rahmen der Studiendurchführung (Untersuchung I und II) teilweise nur schwer gedeckt werden. Die Herstellung der semipermeablen Membran Sympatex® wird im Vergleich zu der Herstellung klassischer Cellulosefasern, wie bspw. Baumwolle, als tendenziell umweltfreundlicher eingestuft (s. Kap. II.7.2.1).

Die Anschaffungskosten für die evaluierten textilen und semipermeablen Handschuhe waren zum Zeitpunkt der Studiendurchführung etwa gleich hoch. Für die erprobte textile Variante gilt es zu berücksichtigen, dass die Kosten je nach Vertriebsform bzw. Distributionskanal (Einzelhandel vs. Großhandel), Abnahmemenge sowie Produktform (Stulpenlänge und Bund) variieren (ab ca. 1.50 €). Zur Erfüllung differenzierter Anforderungsprofile sind auf dem Markt eine Vielzahl verschiedener textiler Modelle unterschiedlicher Preise erhältlich. Wie bei jeder Form von Arbeits- und Schutzkleidung korrelieren auch hier die Kosten häufig mit der Produktqualität. D. h., Modelle aus besonderen Materialien bzw. entsprechenden Mischungen oder mit zusätzlichen Ausstattungen (z. B. antimikrobiell wirksame Fasern/Technologien) sind i. d. R. nur zu höheren Preisen erwerbbar (s. Kap. II.5.3.8). Für die semipermeable Variante gilt es zu berücksichtigen, dass die Handschuhe (als Prototypen) ausschließlich zu Studienzwecken für einen, im Vorfeld vereinbarten Stückpreis produziert wurden (1.50 €). Dieser konnte im Rahmen eines Folgeprojektes (*ProTection II*) u. a. aufgrund der Erhöhung der Produktionsmenge bereits weiter reduziert werden (1.38 €) und liegt insgesamt deutlich unter dem (Einkaufs-)Preis für das derzeit einzig bekannte, weitere semipermeable Modell, welches hinsichtlich der Funktionalität Gemeinsamkeiten, aber in Bezug auf die Beschaffenheit bzw. Verarbeitung relevante Unterschiede aufweist (s. Kap. I.1.1). Zukünftig könnten die Sympatex®-Handschuhe zu einem günstigeren Preis als die evaluierten Textilhandschuhe erwerbbar sein, insbes. wenn es zur Einrichtung von Produktionsstätten zur (Massen-)Fertigung (ggf. in Dtl.) kommt. Weiterhin könnten

- die Entwicklung von verschiedenen Produktvarianten (s. Kap. IV.2.2.2),
- der bei PSA allgemein zu beobachtende Trend der Verwendung von funktionalen Materialien und Markenprodukten (s. Kap. II.7.1.3) sowie
- die Bekanntheit und Qualität, mit der die Marke Sympatex® in Verbindung gesetzt wird (Pförtsch & Müller, 2006),

perspektivisch unterstützend Einfluss auf die Preisgestaltung und den Absatz der semipermeablen Handschuhe sowie die damit verbundene Stärkung des Markenauftritts (Springer Fachmedien Wiesbaden, 2019b) in diesem Anwendungssegment nehmen.

Ob und inwiefern sich die phasenweise durch die COVID-19-Pandemie und Folgen des Ukraine-Krieges bedingten, für PSA einschließlich Schutzhandschuhen (Ludewig et al., 2023; Marketmedia24, 2022; Wilke et al., 2020) bereits seit längerem zu beobachtenden Preissteigerungen auch langfristig auf Unterziehhandschuhe auswirken, können derzeit keine Aussagen getroffen werden. Aufgrund

gestiegener Herstellungs- (z. B. Energie) und Materialkosten (z. B. Garn) wurden seitens des herstellenden Unternehmens bereits in den Jahren 2022 und 2023 mehrfache geringfügige Preiserhöhungen für die in den vorliegenden Untersuchungen evaluierten textilen Unterziehhandschuhe notwendig.

Die Wiederaufbereitungskosten für textile Handschuhe lassen sich bislang ausschließlich auf Basis der Machbarkeitsstudie von Hübner et al. näher beziffern (s. Kap. II.5.5.5). Vorhersagen über die Höhe der Kosten einer (theoretisch möglichen) Wiederaufbereitung der semipermeablen Handschuhe gestalten sich derzeit (noch) schwierig; wie bereits dargestellt, könnte eine Verwendung von Unterziehhandschuhen als Einmalprodukt möglichen Problemen der Infektionsprophylaxe vorbeugen (s. Kap. IV.2.2.4). Bei dem untersuchten textilen Modell handelt es sich um ein ausgewiesenes Modell für die Mehrfachnutzung. In der beruflichen Praxis werden bei praktizierter Einmalnutzung zumeist Modelle eingesetzt, die zu günstige(re)n Preisen erwerbbar sind, welche sich wiederum oftmals auch in der Qualität und weiterführend Akzeptanz (Hübner et al., 2016) bemerkbar machen (s. Kap. II.5.3.8). Die allgemeinen Empfehlungen zur Gestaltung von Schutzkleidung/PSA gehen auseinander, teilweise wird bevorzugt der Einsatz von Einwegmaterialien (Zechel et al., 2019), teilweise der von Mehrweg-PSA nahegelegt (Bresler et al., 2020; Quednau, 2022). Verschiedene Untersuchungen weisen darauf hin, dass der Gebrauch von Mehrwegartikeln (z. B. OP-Textilien) im Gesundheitswesen eine bessere Nachhaltigkeitsbilanz aufweist (z. B. Lang, 2021; Overcash, 2012). Im Allgemeinen wird die Aufbereitung von Arbeits-/Schutzkleidung über professionelle Textilservice-Unternehmen als ökologisch nachhaltiger und essentiell im Hinblick auf die (zusätzliche) Schließung von Ressourcenkreisläufen eingestuft (z. B. Einsatz energetisch effizienter Waschverfahren, Erhöhung der Waschzyklen) (S. Schmidt, 2022; F. Schmitz, Griese & Fastenau, o.J.; Verband Textilpflege Schweiz [VTS], 2017). Im Zuge der in den letzten Jahren durch die COVID-19-Pandemie vorherrschenden Bedingungen hat, insbes. im medizinischen Sektor, die Verwendung von Einwegartikeln an Bedeutung gewonnen (Imran et al., 2020). Bei der Entscheidung spielen Fragen der Hygiene, der Kosten/Ressourcen, des Tragekomforts sowie ökonomische und ökologische Aspekte eine Rolle (Koch & Pecher, 2020).

Vor dem Hintergrund, dass die Folgen des Klimawandels in allen Lebensbereichen zunehmend sichtbar werden und sich die Produktion von PSA nachweislich auf die Umwelt auswirkt (Crepny & Hoerner, 2022; HCWH, 2022a; Poh, Chew & Tan, 2019; Rizan, Reed & Bhutta, 2021), ist in den letzten Jahren das Thema Nachhaltigkeit in der Entwicklung, Herstellung und Verwendung von PSA einschließlich (Schutz-)Handschuhen sowohl bei den herstellenden Unternehmen als auch Endverbrauchenden zunehmend in den Fokus gerückt (s. Kap. II.4.2.5).

Sympatex: „(...) Sehr viel "Müll" in meinen Augen durch das Papier unter den Sympatex-Handschuhen." (BeS21)

„In der Regel gute Handschuhe, nur die einzelne Verpackung stört. Kann nur wenige im Kittel mitführen, habe nach Nutzung zusätzlich Müll.“ (BeS12)

„(...) Ist es richtig, dass die Handschuhe kompostierbar sind? Ein wichtiger Aspekt für mich!“ (BeS08)

Im Sinne eines nachhaltigen Wirtschaftens sollten Abfälle verschiedener Materialien möglichst in den Prozess des Recyclings rücküberführt werden (s. auch: Kreislaufwirtschaftsgesetz, KrWG). Die

geltenden gesetzlichen Regularien und Umweltvorschriften sehen sowohl im Privatbereich³¹⁵, Einrichtungen des Gesundheitswesens als auch gewerblichen Institutionen (noch) keine Möglichkeit des Recyclings von Schutzhandschuhen³¹⁶ vor (hier auch: HCWH, 2022b; Ludewig et al., 2023) (s. Kap. II.5.5.4). Es ist anzunehmen, dass für Unterziehhandschuhe (unabhängig vom Material), die in Arbeitsbereichen mit Kontakt zu Gefahrstoffen und/oder biologischen Arbeitsstoffen (bestimmter Klassen) eingesetzt werden, die gleichen berufspraktischen Entsorgungsvorschriften wie für Schutzhandschuhe gemäß der AVV gelten bzw. perspektivisch gelten würden. In diesem Fall bestände für die semipermeablen Handschuhe, trotz der vorgesehenen Option der Entsorgung über die Gelbe Tonne bzw. den gelben Sack, ggf. keine Möglichkeit der Wiederverwertung im Sinne der Kreislaufwirtschaft (s. Abbildung 43).

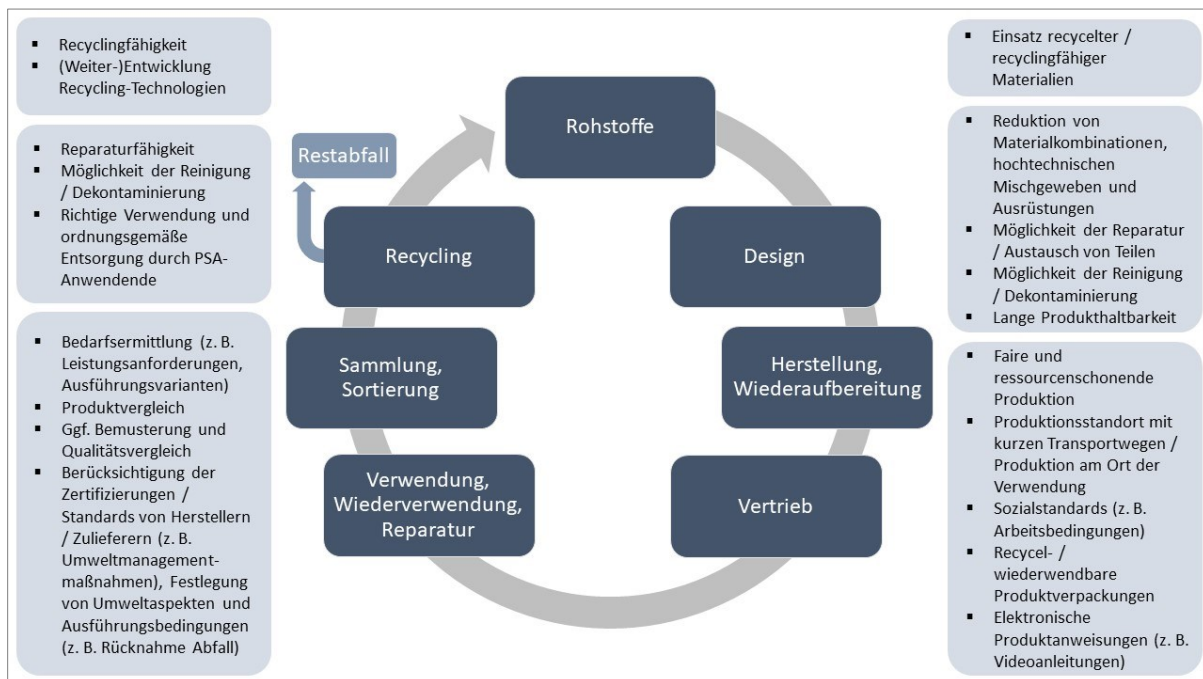


Abbildung 43: Konzept der Kreislaufwirtschaft als Modell der Produktion und des Verbrauchs, bei dem bestehende Materialien und Produkte mit dem Ziel der Verlängerung des Lebenszyklus so lange wie möglich geteilt, geleast, wiederverwendet, repariert, aufgearbeitet und recycelt werden (Mitte) (EU-Parlament, 2023a) und konkrete Ansätze und Empfehlungen für die Konzeptumsetzung im Bereich von PSA bzw. Schutzhandschuhen (rechte/linke Seite) (HCWH, 2022b; Kring, 2021a; Mackinger, 2023; Rein, 2023; Vanhoutte, 2022)

³¹⁵ Im Privathaushalt verwendete PSA (z. B. Schutzhandschuhe) muss über die graue bzw. schwarze Tonne der thermischen Verwertung zugeführt werden, da die unsachgemäße Entsorgung (z. B. Gelbe Tonne/Gelber Sack) den Recyclingprozess erschwert (Bundesverband der Deutschen Entsorgungs-, Wasser- und Rohstoffwirtschaft e. V. [BDE], 2020).

³¹⁶ Auf dem (inter)nationalen Markt sind bereits zahlreiche Modelle mit Nachhaltigkeitszertifizierungen verschiedener Unternehmen verfügbar, z. B. „GreenCircle-Zertifizierung“ der Fa. GreenCircle Certified, USA (mehr Informationen unter der URL: <https://www.greencirclecertified.com/>). Spezifikationen beziehen sich dabei nicht nur auf die Berücksichtigung von Umweltbelangen und -auswirkungen, sondern bspw. auch die Verwendung umweltfreundlicher Ersatzstoffe bzw. den Einsatz biologisch abbaubarer Handschuhmaterialien, z. B. „Eco Best Technology® (EBT)“-Reihe“ der SHOWA International (Netherlands) B.V., NLD (mehr Informationen unter der URL: <https://www.showagroup.com/eu-de/newsroom/fnf-dinge-die-sie-beachten-mssen-um-gute-biologisch-abbaubare-einmalhandschuhe-zu-findn>, Stand: 01.06.2023). Auch existieren bereits erste (Pionier-)Programme für das Recycling von Schutzhandschuhen, innerhalb welcher bislang aber nur die Wiederverwertung von Modellen, welche nicht gemäß der AVV vorschriftsmäßig entsorgt werden müssen (z. B. Handschuhe aus den Bereichen Klinik, Labor etc.), möglich ist; z. B. „RightCycle® Programme by Kimberly-Clark Professional™“ der Fa. KIMBERLY-CLARK PROFESSIONAL™/KIMBERLY-CLARK GmbH, DEU (mehr Informationen unter der URL: <https://www.kcprofessional.co.uk/en-gb/solutions/rightcycle-by-kimberly-clark-professional> bzw. <https://www.terecycle.com/de-DE/brigades/handschuhe-deutschland>, Stand: 01.06.2023).

Allgemein lässt sich hinsichtlich der Entwicklung von Technologie und Verfahren zur Schaffung bzw. Aufrechthaltung eines geschlossenen Materialkreislaufs noch enormer Handlungsbedarf konstatieren (Crepny & Hoerner, 2022; X. Hu et al., 2021; Huss & Weinheimer, 2021; Rizan et al., 2021). Insgesamt wird die (reale) Kreislauffähigkeit trotz aller Weiterentwicklungen als ein schwieriges Thema in Hinblick auf Arbeitskleidung und PSA eingestuft (HCWH, 2022a; Quednau, 2022; Rein, 2023).

„Die nachhaltige Gestaltung und Fertigung Persönlicher Schutzausrüstung (PSA) ist eine komplexe Aufgabe, die von der Materialauswahl über Logistik und Nutzung bis hin zu Reinigung und Reparatur viele Aspekte umfasst. Dabei muss immer die wichtigste Funktion im Auge behalten werden: der Schutz vor Risiken für die Gesundheit oder Sicherheit bei der Arbeit.“ (Vanhoutte, 2022, S. 22)

Langlebigkeit bzw. *Haltbarkeit*, *Reparaturfähigkeit*, die *Fokussierung auf wenige Schutzfunktionen* (Quednau, 2022) sowie die *Optimierung des Materialeinsatzes* (Rein, 2023) gelten als wesentliche Schritte in Richtung Nachhaltigkeit (s. Abbildung 43).

IV.2.4 HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN UND IMPLIKATIONEN FÜR DIE PRAXIS

Zur Erhöhung der Anwenderakzeptanz von PSA einschließlich verschiedener Arten von Handschuhen sollten eine repräsentative Gruppe von Mitarbeitenden (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V. & Hohenstein Laboratories GmbH & Co. KG, 2019a; Haffke, 2018; Polanz, 2013) bzw. alle Beschäftigten und relevanten Stakeholdern in den Prozess der Auswahl geeigneter Unterziehhandschuhe einbezogen werden (s. Mitsprache-/Mitwirkungsrecht³¹⁷) (Anderl & Scheuermann, 1999; DGUV, 2018a; Held et al., 2002; Hölscher et al., 2016; Mordasini, 2015; Rechtsteiner, 2019; Uvex Arbeitsschutz GmbH, 2022a; Vierhaus, 1999).

„To enhance the implementation of recommendations [e.g. wear cotton undergloves when you wear gloves for longer than 10 min] for the prevention of hand eczema in a healthcare setting, having knowledge about these recommendations seems to be an important first step. In addition, maintaining the attention of the subject, testing the products beforehand and close collaboration with the infection control department might enhance implementation. Furthermore, it is important for the recommendations to fit in with the work of the healthcare workers, because, for the recommendations, most barriers and facilitators were related to the level of innovation itself. (...) It is important to take all of these factors into account when preparing the implementation of this guideline.“ (Van der Meer et al., 2015, S. 334)

Für den Bereich des Gesundheitswesens wird dabei insbes. das Hinzuziehen der Abteilung für Infektionskontrolle/Hygiene (van der Meer et al., 2015) und des Beschaffungswesens (Anderl & Scheuermann, 1999; Hölscher et al., 2016) hervorgehoben, wobei v. a. aufgrund der ergonomischen Expertise letzterer sichergestellt werden sollte, dass bspw. den Anschaffungskosten kein Vorrang vor der Produktqualität eingeräumt wird (Hölscher et al., 2016; C. L. Packham & Packham, 2004).

³¹⁷ Seitens der Fa. 3M Deutschland GmbH (2019, S. 5) ist ergänzend hierzu zu lesen: „Wenn Arbeitern ein Mitbestimmungsrecht eingeräumt wird und sie ihre künftige PSA testen können, wird die Anschaffung komfortabler Schutzausrüstung einfacher. Eine Wahlmöglichkeit und das Gefühl von Kontrolle sind interessante Faktoren bei der Betrachtung des menschlichen Verhaltens. Wenn Menschen die Wahl haben – selbst wenn nur zwei Optionen zur Auswahl stehen –, fühlen sie sich einbezogen und als Herr ihrer Entscheidungen, was zu größerem Engagement und letztendlich zu vermehrter Einhaltung der PSA-Vorschriften führt. Auch wenn bestimmte PSA denselben Schutz bieten mögen, können sie sich in Komfortmerkmalen, Stil und Passform unterscheiden und verschiedene Benutzer aus einer Fülle von Gründen auf unterschiedliche Weise ansprechen. Deshalb ist das Probetragen extrem wichtig, um sicherzustellen, dass Arbeiter das für ihre Bedürfnisse passende Produkt finden.“

Dabei empfiehlt es sich zunächst die Mitarbeitenden die funktionalen Anforderungen (Ausstattungsmerkmale, Nutzungsanforderungen, Anwendungsszenarien) festlegen zu lassen, die die zu beschaffenden Produkte unter Berücksichtigung der individuellen Bedarfe (s. Kompatibilität/-sprüfung, Hensiek, 2022; van der Meer et al., 2015) und den anwendungs- und umgebungsspezifischen Anforderungen (Betriebsbedingungen/Nutzungskontext) (Andler & Scheuermann, 1999; Welker et al., 2010) haben sollten (Andler & Scheuermann, 1999; AUVA, 2016; Bleyer, 2015; Hölscher et al., 2016; Polanz, 2013). Eine solche Feststellung des Ist-Zustandes kann mit Hilfe einer Nutzwertanalyse³¹⁸ erfolgen (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V. & Hohenstein Laboratories GmbH & Co. KG, 2019a, 2019b). Weiterführend sollten unter Beachtung der (allgemeinen) Auswahlmöglichkeiten (z. B. liefernde Firmen als Informationsvermittler, Polanz, 2013) differenzierte Produkte bzw. Testmuster (Haffke, 2018; Polanz, 2013; Rechtsteiner, 2019) verschiedener Handschuh herstellender Unternehmen derselben Schutzausrüstung erworben (Andler & Scheuermann, 1999; AUVA, 2016; Hölscher et al., 2016) und im Rahmen von Produkttestungen (Feldversuche) erprobt werden (Andler & Scheuermann, 1999; Bleyer, 2015; DGUV Information 212-515, 2006; EU-OSHA, 2020; Hölscher et al., 2016; Polanz, 2013; Tischendorf, 2017).³¹⁹

„The selection of the ‘best’ glove for a specific task requires balancing the science (properties, performance, and limitations of gloves) with the art of glove selection (protection, ease of use, comfort, and cost).“ (Nelson & Phalen, 2022, S. 47)

Die Durchführung entsprechender Testungen wird in einem möglichst frühen Stadium empfohlen, um dem Einsatz von Unterziehhandschuhen möglicherweise vorausgehende Vorurteile im Rahmen der praktischen Erprobung zu überwinden (van der Meer et al., 2015). Die Ergebnisse verschiedener Studien (z. B. Hübner et al., 2016) und Erfahrungen aus der berufsdermatologischen Beratungspraxis (Wilke et al., 2022) weisen darauf hin, dass sich insbes. Aspekte des Trageverhaltens wie die Taktilität und Motorik unter der Verwendung von Unterziehhandschuhen bei anhaltender bzw. regelmäßiger Anwendung grds. verbessern lassen, weshalb sich Testungen in der Alltagspraxis über einen längeren Zeitraum anbieten (Andler & Scheuermann, 1999; Hölscher et al., 2016). Für die sich der Erprobung anschließenden Evaluation sollten standardisierte Instrumente, innerhalb welcher eine Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit (im Arbeitskontext) durch praxisnahe übergreifende Bewertungsansätze/-kennzahlen erfolgt, zum Einsatz kommen (Bleyer, 2015).³²⁰ Ergänzend kann bereits während der Testung die Durchführung einer Befragung (einzelner Personen) und/oder Beobachtung (Dokumentation) der Testgruppe erwogen werden (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V. & Hohenstein Laboratories GmbH & Co. KG, 2019a).

³¹⁸ Auch: Punktwertverfahren, Punktbewertungsverfahren oder Scoring-Modell.

³¹⁹ Dieser Prozess kann als *Probestellung* bezeichnet werden und bezieht sich i. d. R. auf die Testung von MP bzw. medizintechnischen Geräten, auf deren Basis Kaufentscheidungen getroffen werden. Probestellungen stellen eine Alternative zu Gebrauchstauglichkeitstests (unabhängiger Anbietender) dar (Gonser & Matern, 2014).

³²⁰ Bleyer weist darauf hin, dass bislang keine „Kennzahlen für die explizite Bewertung der Gebrauchstauglichkeit im Arbeitskontext respektive für Produkte des Arbeitsschutzes, z. B. PSA“ (2015, S. 36) existieren und „die Bildung übergreifender Kenngrößen (..) ohne Kenntnis der praktischen Bedeutsamkeit aller Teilbewertungen für den evaluierten Nutzungskontext nicht sinnvoll“ (2015, S. 107) ist. Der von ihm vorgeschlagene Ansatz für die Entwicklung und Auswahl gebrauchstauglicher Schutzkleidung für die Feuerwehr stellt ein gutes Exempel dar, welcher auch für andere Berufsbereiche orientierenden Charakter trägt.

Die letztlich aus den ggf. zu wiederholenden Erprobung- und Bewertungsverfahren resultierenden subjektiven Qualitätsbeurteilungen basieren auf der Gesamtheit aller von den Nutzenden wahrgenommenen Eigenschaften bzw. deren Problemlösepotential für den intendierten Verwendungszweck (bedarfsgerechter Gebrauch) (Albers, 2007; Herrmann & Huber, 2013; Rechtsteiner, 2016; Springer Fachmedien Wiesbaden, 2019c). Den objektiven (messbaren) Leistungsmerkmalen bzw. der sog. technischen Qualität eines Produktes kommt damit eher eine zweitrangige Bedeutung zu (Herrmann & Huber, 2013).

„The perfect glove would be inexpensive, resist the exposing chemical for as long as possible under workplace conditions, allow facile manipulation of work pieces, be comfortable, be reusable, and be recyclable” (Banaee & Que Hee, 2020, S. 136)

„To develop glove liners for chemical protective gloves, not only must a liner absorb a lot of moisture, it should keep the hand dry, not interfere with hand manipulation, offer a functional fit to all end users, be inexpensive and reusable.” (Tremblay-Lutter, Lang & Pichette, 1996, S. 300)

Die Quantität und Qualität der bislang vorliegenden wissenschaftlichen Erkenntnisse erlauben keine Charakterisierung eines idealen Unterziehhandschuhs, wenngleich sich auf Basis derer sowie den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchungen in Orientierung an den primär angestrebten Einsatzindikationen einige besonders relevante Aspekte der Beschaffenheit und nachfolgend, des Trage- und Gebrauchsverhaltens (s. Tabelle 32 und Tabelle 37) hervorheben lassen.

Im Rahmen des Implementationsprozesses sollte eine ausführliche Betriebs-/Arbeitsschutzunterweisung (Adishes et al., 2013; DGUV, 2017b; DGUV Information 212-007, 2009; Klingner & Boeniger, 2002; C. L. Packham & Packham, 2004; Polanz, 2013; Zack et al., 2017) zu verschiedenen Aspekten des Einsatzes der Unterziehhandschuhe erfolgen (Rubbert, 2014), da diese nur ihre volle Funktionstüchtigkeit erfüllen, wenn sie, wie andere Hautschutzmaßnahmen auch (G. Fischer, 2015; Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V. & Hohenstein Laboratories GmbH & Co. KG, 2019a; Krause, 2012; Polanz, 2013; Thyssen et al., 2022), adäquat angewandt werden.

„Raising awareness and performing education on the pathogenesis of HE [hand eczema] as well as on the use of PPE [personal protective equipment] are important strategies to improve the individual's motivation and ability to apply appropriate protection measures as well as to foster a feeling of empowerment in terms of taking responsibility for his/her own health. This can be achieved by campaigns, leaflets, or training. In addition, comprehensive information on how to avoid relevant allergens is crucial for patients with ACD [allergic contact dermatitis]. (...) (...), however, primary information should be given to everyone.” (Thyssen et al., 2022, S. 364)

Insbesondere in Risikoberufen könnte ergänzend erwogen werden, die Auswahl und Implementation geeigneter Maßnahmen durch externe Personen bzw. Firmen (z. B. Hautschutz herstellende Unternehmen) und/oder den UVT (z. B. Präventionsmitarbeitende) in Form von Hautschutzseminaren o. ä. begleiten bzw. durchführen zu lassen (DGUV Information 211-042, 2017). Entsprechende Trainings/Seminare könnten sich hinsichtlich der Methodik, Struktur (z. B. In-Person Training, Hands-On Training) und den Inhalten an bereits evaluierten Programmen orientieren.

„The selection of the methods to be used should take account of the goals, the contents to be taught, the group of participants and the training situation. Basically, many methods used in continuous education are suitable for skin protection courses – the important thing is that they provide opportunities for ‘learning with head, heart and hand’.“ (Pohrt, 2007, S. 168)

Die Schwerpunkte könnten, je nach Zielgruppe und Rahmen (Pohrt, 2007), auf Themen liegen, die insbes. auch von den Beschäftigten als relevant(er) in Bezug auf die Themen Hautschutz und Handschuhe eingeschätzt bzw. bewertet werden (T. Gupta et al., 2018; Rowley et al., 2016; Zack, Arrandale & Holness, 2021)³²¹. Idealerweise werden die Unterweisungen (langfristig) durch nutzungsfreundliche, verständliche und zielgruppengerecht aufbereitete Handlungsanweisungen für die Arbeitnehmenden ergänzt (z. B. Videos, Piktogramme) (Polanz, 2013, 2021; Rhebergen, Lenderink, van Dijk & Hulshof, 2012). Den seitens der zuständigen UVT zur Verfügung gestellten (zusätzlichen) fachbezogenen Informationen und praktischen Hilfsmittel (z. B. Checklisten, Plakate) wird dabei durch die für die betriebliche Arbeitssicherheit verantwortlichen Personen (z. B. Sicherheitsbeauftragte) eine hohe Relevanz zugeschrieben (Kuntzemann, Wetzstein & Schmidt, 2022). Wünschenswert wäre, dass die bereits aus der Evaluation verschiedener Interventionen und der berufsdermatologischen Beratungspraxis (z. B. Wilke et al., 2020; Wilke et al., 2022; Wilke, Fischer, Brans & Sonsmann, 2023) erworbenen Erkenntnisse zum Einsatz von Unterziehhandschuhen (einschließlich Fehlerquellen der Anwendung) vermehrt in entsprechende (Schulungs-)Medien sowie ggf. auch administrative Regelwerke überführt und somit für Vermittelnde als auch Endanwendende nutzbar(er) gemacht würden.

Unterweisungen und Trainings zum Handschuheinsatz sollten, wie auch die Evaluationen verschiedener Interventionsmaßnahmen aus dem Bereich der SIP und TIP zeigen (Graversgaard, Agner, Jemec, Thomsen & Ibler, 2018; Wilke, Gediga, Weinhöppel, John & Fartasch, 2012), im Sinne der nachhaltigen Anwendung regelmäßig wiederholt werden (C. L. Packham & Packham, 2004; van der Meer et al., 2015; Zack et al., 2017).

Die nachfolgende Übersicht fasst abschließend die zentralen, in allen Bereichen der Prävention bei der Auswahl und dem Einsatz von Unterziehhandschuhen zu berücksichtigenden Aspekte in Form von (Leit-)Fragestellungen zusammen (s. Tabelle 38). Die Auflistung ergänzt damit die bereits in den vorhergehenden Kapiteln wiedergegebenen literatur- und studienbasierten Empfehlungen für die Beschaffenheit, das Trage- und Gebrauchsverhalten von Unterziehhandschuhen (s. Tabelle 32 und

³²¹ *Exemplarische Studienergebnisse zur Wertung/Bedeutung der Inhalte von Hautschutztrainings/-seminaren:*

In der Untersuchung von Rowley et al. (2016) wurde von den Teilnehmenden, welche bereits an einem Hautschutztraining teilgenommen hatten (44 %, n=46), folgende Informationen zum (allgemeinen) Handschuheinsatz als besonders hilfreich eingeschätzt (in absteigender Reihenfolge): Aufgaben/Indikationen, Art/Eignung, Verwurf, An-/Warnzeichen Hauterkrankung, Größe. Unter den Teilnehmenden, welche bislang noch nicht an einem Training teilgenommen hatten (56 %, n=59), zeigte sich folgendes Ergebnis (in absteigender Reihenfolge): An-/Warnzeichen Hauterkrankung, Hautschutz bei Handschuheinsatz, Aufgaben/Indikationen, Art/Eignung, Größe, An- und Ausziehverhalten, Verwurf (N=105, Automobilindustrie, Gesundheitswesen, Gastronomie etc.).

In der Untersuchung von Gupta et al. (2018) schätzen die Teilnehmenden, welche bereits an einem Hautschutztraining teilgenommen hatten (46 %, n=64), folgende Informationen als besonders hilfreich (in absteigender Reihenfolge): Vermeidung Expositionen, Handreinigung, Verwendung Hautmittel, Aufgaben/Indikationen Handschuheinsatz, Handschuhart/-eignung, An- und Ausziehverhalten, Handschuhverwurf, Handschuhgröße, An-/Warnzeichen Hauterkrankung, Hautpflege bei Handschuheinsatz. Unter den Teilnehmenden, welche bislang noch nicht an einem Training teilgenommen hatten (48 %, n=67), zeigte sich folgendes Ergebnis (in absteigender Reihenfolge): An-/Warnzeichen Hauterkrankung, Vermeidung Expositionen, Verwendung Hautmittel, Hautpflege bei Handschuheinsatz, Handschuhart/-eignung, Handreinigung, Aufgaben/Indikationen Handschuheinsatz, Handschuhverwurf, An- und Ausziehverhalten, Handschuhgröße (N=140, Beschäftigte in Feuchtberufen).

Tabelle 37) um eine weitere Perspektive. Da hautgefährdende Alltagsaktivitäten berufliche Hautbelastungen ergänzen und diese verstärken können (BGN, 2021; Wilke et al., 2022), ist der Einsatz von Unterziehhandschuhen auch im Privatbereich sinnvoll; die aufgeführten Fragen tragen für diesen Bereich orientierenden Charakter.

Tabelle 38: Orientierungshilfe bzw. Checkliste zu der berufsgruppenübergreifenden Auswahl und dem Einsatz von Unterziehhandschuhen im beruflichen Setting (Auswahl in Anlehnung an: AUVA, 2016; Bleyer, 2015; Bundesministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Konsumentenschutz [BMSGPK], 2018; DGUV Information 212-007, 2009; DGUV Information 212-013, 2013; DGUV Regel 112-995, 2007; T. Gupta et al., 2018; Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V. & Hohenstein Laboratories GmbH & Co. KG, 2019a; Polanz, 2013; Rechtsteiner, 2019; Rowley et al., 2016; Schweizerische Unfallversicherungsanstalt [SUVA], 2018; Wilke et al., 2022)

Ermittlung und Beurteilung von ...	Mögliche (Leit-)Fragestellungen
<i>Nutzungskontext (Aufgabenerfordernisse und Nutzungsanforderungen)</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ (Lässt sich der Einsatz von PSA, z. B. impermeable Schutzhandschuhe, durch technische und/oder organisatorische Maßnahmen reduzieren?) ▪ An welchen Arbeitsplätzen bzw. bei welchen Arbeitstätigkeiten ist der Einsatz von Unterziehhandschuhen erforderlich bzw. sinnvoll (z. B. lange Tragezeiten impermeabler Schutzhandschuhe)? ▪ Welche Zielstellungen sind mit dem Einsatz der Unterziehhandschuhe verbunden (z. B. Okklusionsschutz, Polsterung, Schutz vor Allergenen)?
<i>Rahmenbedingungen / Gebrauchseinschränkungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ An welchen Arbeitsplätzen bzw. bei welchen Arbeitstätigkeiten sollte oder darf ein/kein Einsatz von Unterziehhandschuhen erfolgen? ▪ An welchen Arbeitsplätzen bzw. bei welchen Arbeitstätigkeiten bietet sich (eher) der Einsatz von Ein- oder Mehrwegmodellen an? ▪ Wie können die für einen Unterzieh-/Handschuhwechsel erforderlichen Zeiten bei der Arbeitsorganisation ausreichend Berücksichtigung finden?
<i>Einsatzbedingungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Existieren Vorgaben für die Normung/Kategorisierung (z. B. PSA oder MP) oder Art (z. B. Sterilität, Ein-/Mehrwegprodukte) der zu verwendenden Unterziehschuhe? Bestehen Anforderungen an den Ausdruck der (firmeneigenen) Corporate Identity? ▪ Ab welcher Tragezeit von Schutzhandschuhen sollte ein Einsatz von Unterziehhandschuhen erfolgen? ▪ Wie lange sollten/dürfen die Unterzieh- bzw. Schutzhandschuhe getragen werden? Nach welcher Tragezeit sollte ein Wechsel der Unterzieh- und ggf. Schutzhandschuhe erfolgen (max. Tragedauer bzw. Tragezeitbegrenzung)? ▪ Dürfen Hautmittel (z. B. Hautschutzprodukte) vor der (unmittelbaren) Verwendung von Unterzieh- und Schutzhandschuhe angewandt werden? ▪ Dürfen bauliche Veränderungen bzw. Anpassungen der Unterziehhandschuhe an die Tragenden vorgenommen werden (z. B. Kürzung der Finger)? ▪ Wie soll die Überprüfung der Eignung der Unterziehhandschuhe vor der Verwendung erfolgen (z. B. Sicht- und Tastprüfung auf Risse, Löcher, Materialabrieb)? ▪ Steht eine ausreichende Anzahl an Unterziehhandschuhen für die personenbezogene Nutzung zur Verfügung? ▪ Wie kann/soll der Wechsel von Schutzhandschuhen ohne eine Kontamination der Unterziehhandschuhe bzw. Hautoberfläche erfolgen? ▪ Werden die jeweils verwendeten Unterziehhandschuhe durch die Stulpe der Schutzhandschuhe abgedeckt? ▪ Wird die Wahl bzw. Verwendung der jeweiligen Unterziehhandschuhe (perspektivisch) durch Lieferzeiten o. ä. beeinflusst?
<i>Individuelle Voraussetzungen / Bedürfnisse</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stehen Unterziehhandschuhe in unterschiedlichen Größen zur Verfügung? Sind Variationen im Hinblick auf die jeweils verwendeten Schutzhandschuhe und/oder Arbeitstätigkeiten erforderlich?

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stehen Unterziehhandschuhe mit unterschiedlichen Bündlängen zur Verfügung? Sind Variationen im Hinblick auf die jeweils verwendeten Schutzhandschuhe, Arbeitstätigkeiten und/oder bestehenden Sensibilisierungen (z. B. Handschuhallergene) erforderlich? ▪ Stehen nahtfreie Unterziehhandschuhe zur Verfügung? Wenn nein, sind die Nähte, Etiketten etc. so gefertigt bzw. angebracht, dass sie den Tragekomfort nicht beeinträchtigen? Sind Variationen im Hinblick auf die jeweils verwendeten Schutzhandschuhe und/oder Arbeitstätigkeiten erforderlich? ▪ Stehen Unterziehhandschuhe mit unterschiedlichen Bündformen zur Verfügung (z. B. Strickbund)? Wenn nein, ist der Bund so gefertigt, dass der Tragekomfort nicht beeinträchtigt wird? ▪ Stehen Unterziehhandschuhen mit unterschiedlichen Fingerlängen zur Verfügung? Sind Variationen im Hinblick auf die jeweils verwendeten Schutzhandschuhe und/oder Arbeitstätigkeiten erforderlich? ▪ Sind aufgrund der Handdominanz (Links-/ Rechtshändigkeit), bestehenden Überempfindlichkeiten (z. B. Materialart/-beschaffenheit) oder Sensibilisierungen (z. B. Farbstoffe) bestimmte Unterziehhandschuhe nicht verwendbar? Können Unterziehhandschuhe mit alternativen Materialien, Konstruktionen oder Ausrüstungen (z. B. antimikrobielle Fasern/Technologien) zur Verfügung gestellt werden? ▪ Sind aufgrund individueller Umstände (z. B. palmare Hyperhidrose) höhere Mengen an Unterziehhandschuhen zur Verfügung zu stellen?
<p><i>Überprüfung der Gebrauchstauglichkeit / Ergebnisse praktischer Trageversuche</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sind die Unterziehhandschuhe für die jeweilige/n Arbeitstätigkeit/en geeignet (Kompatibilität Arbeitsbedingungen)? ▪ Sind die Unterziehhandschuhe für den Einsatz unter den jeweiligen Schutzhandschuhen geeignet (Kompatibilität mit der gesamt benötigten PSA)? ▪ Erfüllen die Unterziehhandschuhe die ergonomischen Anforderungen (z. B. Fingerfertigkeit, Beweglichkeit) und gesundheitlichen Erfordernisse (z. B. Hautverträglichkeit)? ▪ Wie lange werden die Unterziehhandschuhe im Durchschnitt getragen (Arbeitstag, Produktlebenszyklus)? Wie hoch ist der tatsächliche Mengenbedarf bzw. Verbrauch über einen bestimmten Zeitraum? ▪ (Inwieweit) Nimmt die (mehrmalige) Wiederaufbereitung und/oder wiederholte An-/Verwendung Einfluss auf die Passform, Funktionalität oder das Tragegefühl (Waschversuche)? ▪ Sind Veränderungen der Produktgestaltung bzw. Produktvariationen notwendig? Wenn ja, welchen Einfluss haben diese Änderungen auf bisherige Bewertungen bzw. Bewertungsmaße? Wie groß dürfen Änderungen ausfallen, dass auf Neubewertungen verzichtet werden kann?
<p><i>Instruktion / Information</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wurden die Mitarbeitenden über die Gefährdungen und die Gründe, warum ein Einsatz von Unterziehhandschuhen bei bestimmten Tätigkeiten empfehlenswert ist, unterrichtet? ▪ Wurden die Mitarbeitenden aufgeklärt, bei welchen Tätigkeiten/Arbeitsplätzen ein Einsatz von Unterziehhandschuhen erfolgen kann/darf? ▪ Wurden die Mitarbeitenden in der richtigen Handhabung, Wartung, Pflege und Überprüfung von Unterziehhandschuhen instruiert? ▪ Stehen den Mitarbeitenden geeignete schriftliche Handlungsanweisungen zum Einsatz von Unterziehhandschuhen zur Verfügung?
<p><i>Erwerb / Ressourcen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wie hoch ist der Ressourcenbedarf (Kosten)? Stehen Preis und Leistung in einem angemessenen Verhältnis? Sollen/können im Sinne der Wirtschaftlichkeit Substitutionsprodukte ausgewählt werden (hier auch: Ein-/Mehrwegmodelle)? ▪ Haben die Mitarbeitenden die Möglichkeit, beschädigte oder abgenutzte Unterziehhandschuhe ohne Mehraufwand zu ersetzen? Wo und wie können neue Unterziehhandschuhe bezogen werden?
<p><i>Trocknung</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wie soll die Trocknung bzw. Aufbewahrung der Unterziehhandschuhe bei vorgesehener Wiederverwendung ohne zwischenzeitliche Reinigung erfolgen (z. B. Trocknergstell)?
<p><i>Wiederaufbereitung</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sind die Unterziehhandschuhe für eine professionelle Wiederaufbereitung vorgesehen bzw. geeignet? Wenn ja, welche Empfehlungen seitens des herstellenden Unternehmens sowie gesetzlichen und betrieblichen Vorgaben sollen/müssen im Rahmen sachgemäßer Waschverfahren (Schmutzentfernung, Dekontamination und Erhalt der Schutzfunktion) Berücksichtigung finden?

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bestehen Möglichkeiten der professionellen internen oder externen sachgerechten Wiederaufbereitung? Wenn ja, welche Dauer ist für die Gesamtumlaufzeit zu berücksichtigen? ▪ Stehen die Kosten/Aufwendungen für die erforderlichen Wartungs- und Pflegemaßnahmen in einem angemessenen Verhältnis (hier auch: Ein-/Mehrwegmodelle)? ▪ Wie viele Reinigungszyklen/-prozesse sind, ohne (zu erwartende) Beeinträchtigung/en des Leistungsgrades, seitens des herstellenden Unternehmens vorgesehen? ▪ Besteht die Notwendigkeit einer Wiederaufbereitung im Privathaushalt? Wenn ja, wie soll diese erfolgen (z. B. Transport, Art der Waschmittel, Temperatur der Wäsche)? Bestehen Möglichkeiten oder Erfordernisse der (anteiligen) Kostenübernahme für die Wiederaufbereitung durch den Arbeitgebenden? Sollen/müssen Regelungen für die Wiederaufbereitung im Privathaushalt schriftlich fixiert werden?
<i>Sterilisation</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sind die Unterziehhandschuhe sterilisierbar? Wenn ja, welche Empfehlungen seitens des herstellenden Unternehmens sowie gesetzlichen und betrieblichen Vorgaben sollen/müssen im Rahmen einer sachgerechten Sterilisation Berücksichtigung finden?
<i>Verwurf</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Welche Tätigkeiten bzw. Vorkommnisse sollten zu einem unmittelbaren Verwurf der Unterziehhandschuhe führen (z. B. Kontamination mit Chemikalien/Gefahrstoffen, Einsatz im Isolationsbereich)? ▪ Welcher Produktstatus sollte zu einem (unmittelbaren) Verwurf bzw. einer Ausmusterung der Unterziehhandschuhe führen (z. B. Risse, Löcher, Materialabrieb)? Welche Haltbarkeit ist bei einem Dauereinsatz zu erwarten (Alterungsaspekte)? Können sog. Grenzmuster festgelegt werden?
<i>Entsorgung</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Welche Vorgaben (z. B. Vorschriften der örtlichen Behörde/n, Betriebsregelungen) gelten für die sachgerechte Entsorgung der Unterziehhandschuhe?
<i>Aufbewahrung / Lagerung</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gibt es eine angemessene Möglichkeit der Lagerung für die Unterziehhandschuhe? ▪ Ist sichergestellt, dass durch die Art der Lagerung keine (zusätzliche) Kontamination und/oder Beeinträchtigung der (Schutz-)Eigenschaften der Unterziehhandschuhe erfolgen kann?

IV.3 EINSATZ VON KOMFORTHANDSCHUHEN

Die Ergebnisse der Untersuchung II (Stationärer Nachttrageversuch) und Teilergebnisse der Untersuchung III (Hautphysiologie) betreffen den Einsatz von textilen und semipermeablen Handschuhen in Form von *Komforthandschuhen*.

IV.3.1 NORMATIVE ASPEKTE

In dem Kapitel I.1 wurden verschiedene normative Aspekte des Einsatzes von textilen Komforthandschuhen detaillierter betrachtet. Da Komforthandschuhe jedweder Art zumeist zu therapeutischen Zwecken im Privatbereich Anwendung finden, ist deren Einsatz nicht an institutionelle Bedingungen gebunden; Auswahl und Gebrauch können im Wesentlichen in Orientierung an den individuellen Wünschen und Bedürfnissen erfolgen.

In der aktuellen wissenschaftlichen Literatur aus dem Bereich der (Berufs-)Dermatologie finden sich verhältnismäßig wenig genaue Anhaltspunkte für die Verwendung von Komforthandschuhen. Es erfolgen zumeist Einsatzempfehlungen, ohne entsprechende Begründungen, Belege oder detaillierte bzw. weiterführende Informationen (einschließlich Indikation/en, Gestaltung, Trage- und Gebrauchsverhalten). In den offiziellen Regelwerken und Handlungsanleitungen der UVT/Ministerien kommt die Thematik fast gar nicht zur Sprache, auch greift nur eine verhältnismäßig geringe Anzahl von Guidelines o. ä. zum Management von Berufs-/Kontaktdermatosen (English et al., 2009; Lynde et al., 2010; Salvador et al., 2020) oder der AD (Saeki et al., 2022) die Empfehlung auf. Hieraus resultiert die Einschätzung, dass es sich auf offizieller(er) Ebene bei der (nächtlichen) Verwendung von Komforthandschuhen eher um eine im kosmetischen und therapeutischen Sektor vorzufindende (Anwendungs-)Empfehlung aber nicht etablierte Präventionsmaßnahme im engeren Sinne handelt.

Die Verwendung von Komforthandschuhe wurden bislang nicht adäquat wissenschaftlich untersucht. Zwei der zum Thema vorliegenden Studien fokussierten v. a. auf die Entwicklung des Hautzustandes unter der Handschuhverwendung und liefern wenig bis keine zusätzlichen Informationen zu weiterführenden Aspekten des (textilen) Handschuheinsatzes (Kinaciyani et al. 2009/2010; Kuwatsuka et al. 2021). Etwas umfangreichere Angaben zum Trageverhalten textiler und semipermeabler Komforthandschuhe finden sich in einer der ältesten Untersuchungen, welche hinsichtlich der Berichtsqualität als unzureichend eingeschätzt werden kann (Baack et al. 1996) (s. Kap. IV.2.1). Gegenüber Untersuchungen mit vergleichbaren Zielsetzungen zeichnet sich die vorliegende Studie (s. Kap. IV.1.2) v. a. durch folgende Aspekte aus: Externe Validität (Feldstudie vs. Laborstudie), Stichprobenumfang, transparente Berichterstattung hinsichtlich Studiendesign, -methodik, -durchführung und -ergebnissen.

Die aktuelle Studienlage wird hinsichtlich der Quantität und Qualität als mangelhaft eingeschätzt (PHO, 2019). Es fehlt an ausreichend standardisierten, hochwertigen Untersuchungen, die eine (bessere) Vergleichbarkeit (Kuwatsuka et al., 2021), einen höheren Evidenzgrad und damit ggf. die Formulierung einheitlicher inter-/nationaler (Mindest-)Standards ermöglichen würden.

IV.3.2 TECHNISCHE ASPEKTE

In den vorherigen Kapiteln der Arbeit wurden verschiedene Funktionen/Indikationen sowie Aspekte der Beschaffenheit, des Trage- und Gebrauchsverhaltens von textilen (s. Kap. II.6) und semipermeablen (s. Kap. I.1.1 und Kap. II.7.5) Komforthandschuhen im Detail betrachtet.

IV.3.2.1 FUNKTIONEN UND EINSATZMÖGLICHKEITEN

Die vorliegende Studie (Untersuchung/Artikel II)³²² fokussierte hinsichtlich der möglichen Indikationen auf die *Vermeidung bzw. Verhinderung der Verschlechterung von Hautirritationen* durch den Einsatz von Komforthandschuhen (s. Kap. I.1 und Kap. II.7.5). Indirekt verbundene Zielstellungen lagen in der *Unterstützung der Externatherapie* sowie im *Kontakt- und Kratzschutz*.

In der Untersuchung erwies sich sowohl die singuläre Verwendung von Baumwollhandschuhen als auch die kombinierte Anwendung von Handschuhen aus Sympatex®/Baumwolle als gute bzw. geeignete Möglichkeit der Unterstützung der (nächtlichen) Externatherapie. Beide Modelle zeigten eine sehr gute Hautverträglichkeit und die Mehrheit der Teilnehmenden bestätigte eine Verbesserung des Hautzustandes

Sympatex®/Baumwolle: „Hand heilte schneller. (...)“ (NaS51)

„(...) Die Wundheilung war deutlich verbessert (spürbar und sichtbar)! (...)“ (NaS98)

„(...) Nach dem Ausziehen fühlt sich die Haut viel besser an und es ist eine Besserung der Haut spürbar, (...)“ (NaS85)

Baumwolle: „(...) und das Gefühl, dass der Heilungsprozess beschleunigt wurde, da die Hände sehr gut geschützt waren.“ (NaB107)

„(...) In Verbindung mit den Salben war ein höherer Pflegeeffekt zu spüren. (...)“ (NaB98)

sowie ein gutes Hautgefühl bzw. -empfinden.

Sympatex®/Baumwolle: „(...) , Hand war früh sehr geschmeidig, sehr angenehm.“ (NaS11)

„Die Hand, auf der Handschuhe getragen wurden, war früh viel weicher und geschmeidiger. (...)“ (NaS04)

„Ich habe ein sehr gutes Gefühl beim Tragen des Handschuhs. Meine Haut war morgens nach dem Ausziehen des Handschuhs ganz weich und angenehm warm, fast wie bei einer gesunden Haut.“ (NaS81)

Baumwolle: „(...) Angenehmes Hautgefühl.“ (NaB33)

„Nach dem Anziehen der Kombination aus Sympatex und Baumwolle fühlte sich die Haut angenehmer an als nur bei Baumwolle.“ (NaB126)

Dies Gesamtheit der subjektiven Einschätzungen und Bewertungen spiegeln sich auch in den parallel durchgeführten ärztlichen Erhebungen (OHSI) wider, welche für beiden Materialien bzw. -kombinationen eine äquivalente Wirkung auf den Hautzustand ermittelten. Die angewandten Bioengineering-Verfahren (Untersuchung/Artikel III) bestätigen ergänzend die positive Wirkung der singulären semipermeablen Abdeckung; da die Untersuchungen weder die Evaluation einer singulären textilen, noch einer kombinierten semipermeablen/textilen Abdeckung einschlossen, können aus

³²² *Umfang der Anwenderbefragung/-testung:* Der Einfluss des Handschuhtragens auf den Hautzustand wurde mit Hilfe von Variablen bzw. Fragen zur *Hautbefindlichkeit* bzw. dem *Heilungsverlauf* (Beschleunigung/Verbesserung) erfasst.

hautphysiologischer Perspektive keine konkreten Aussagen zur Unter-/Überlegenheit eines der Materialien bzw. entsprechender Kombination getroffen werden.

Die Frage, ob und inwiefern der Einsatz von Komforthandschuhen bestimmter Materialien bei spezifischen Ekzemtypen bzw. typischerweise mit diesen einhergehenden Effloreszenzen (s. Kap. II.1) eher geeignet ist, kann auf Basis der vorliegenden Daten nicht beantwortet werden. Gemäß der Struktur, Funktionsweise und Eigenschaften der semipermeable Membran (z. B. MVTR), sowie den aus verschiedenen Studien (einschließlich Untersuchung III) hervorgehenden Ergebnissen führen entsprechende Abdeckungen zu einem günstige(re)n Einfluss auf den unmittelbaren Feuchtigkeitsgehalt der Haut/-oberfläche (s. Kap. II.7.1.1-II.7.1.2). Bekannt ist, welche elementare Bedeutung einem optimalen Hydratationsgradienten des SC für die Funktion der epidermalen Barriere zukommt (z. B. Jakasa, Thyssen & Kezic, 2018; Mojumdar, Pham, Topgaard & Sparr, 2017).

Sympatex®/Baumwolle: „Morgens war die Haut angenehm "feucht" (elastisch). (...)“ (NaS124)

Im Rahmen der Externatherapie ist von einer verzögerten Diffusion der (auf der Hautoberfläche verbliebenen) Externa auszugehen. Die Rückmeldungen der Studienteilnehmenden stärken die Annahme, dass die geringere Saugfähigkeit des semipermeablen im Vergleich zu dem textilen Material (hier auch: Baack et al., 1996) eine stärkere bzw. tiefere dermale Penetration applizierter Externa in die Haut begünstigt.

Sympatex®/Baumwolle: „Die Salbe bleibt länger mit der Haut in Verbindung.“ (NaS75)

„Am Morgen nach dem Ausziehen der Handschuhe hatte die Hand noch einen angenehmen Fettfilm auf der Haut. Die andere Hand fühlte sich deutlich trockener an.“ (NaS14)

„Als besonders angenehm habe ich empfunden, dass die zuvor aufgetragene Externa nicht wie beim Baumwollhandschuh aufgesaugt wurden, sondern auf der Haut verblieben sind.“ (NaS73)

„Die Hand mit dem Sympatex war am Morgen geschmeidiger und nicht so trocken wie Hand mit dem Baumwollhandschuh bzw. die Hand trocknet nachts nicht so sehr aus wie dem Baumwollhandschuh.“ (NaS34)

Baumwolle: „Saugt schneller die Salbe auf.“ (NaB75)

Denkbar wäre, dass semipermeable Abdeckungen einen stärkeren Einfluss auf die Ausprägung der eher mit ‚trockenen Ekzemtypen‘ bzw. Hauttrockenheit einhergehenden Effloreszenzen (Rhagade, Schuppung) ausüben.

„(...) Wenn man trockene Haut hat, war sie morgens angenehm und nicht so trocken wie bei der anderen Hand, wo nur der Baumwollhandschuh angezogen war.“ (NaS74)

„(...) Am Morgen war die Haut an den betroffenen Stellen sehr weich.“ (NaS52)

Analog besteht für eher ‚nasse/nässende Ekzemtypen‘, welche bspw. mit einer Bläschenbildung auftreten, ggf. eine geringere Eignung.

Sympatex®/Baumwolle: „(...) Wenn die Haut Risse oder offene Stellen hat, wird die Haut durch die Handschuhe weicher, klebt an den Handschuhen und man hat am Morgen mehr offene schmerzhaft Stellen. (...)“ (NaS113)

„Handschuh an sich sehr angenehm. Hatte am Oberarm eine Wunde, hat die ganze Nacht daran geklebt. Am nächsten Morgen war die Stelle schlimmer. Hätte es gerne länger getragen.“ (NaS42)

Sympatex® und/oder Baumwolle: „Habe Blasen an der Hand bekommen.“ (NaS62 / NaB62)

Wenngleich einige Teilnehmenden im Rahmen der nächtlichen Erprobung eher unerwünschte Hautveränderungen beobachteten und z. T. beschrieben, traten keine Unverträglichkeiten und/oder Allergien, welche ärztlicherseits eindeutig auf das Handschuhmaterial zurückgeführt werden konnten, auf.

Textile Modelle mit antimikrobiellen Eigenschaften könn(t)en bei von Hautveränderungen/-erkrankungen betroffene Personen einen Zusatznutzen aufweisen; mögliche Vor- und Nachteile wurden bereits dargelegt (s. Kap. IV.2.2.2).

Die nächtliche Anwendung wirkstoffhaltiger Externa stellte ein Ausschluss- bzw. Abbruchkriterium in der vorliegenden Studie dar. Ursächlich hierfür ist, dass keine Aussagen über die Kompatibilität spezifischer Substanzen (z. B. Salicylsäure) mit dem semipermeablen Material getroffen werden konnten bzw. zum gegenwärtigen Zeitpunkt getroffen werden können. Denkbar wäre, dass es durch die Anwendung zu einer Schädigung des Materials (z. B. Zersetzung), v. a. aber nicht intendierten bzw. planbaren Verstärkung der Wirkstoffe aufgrund der ‚Teilokklusivität‘ des Materials (Kunststoffmembran) kommt (s. Kap. II.3.2.3, Abs.: Okklusionsverband).

Sympatex®/Baumwolle: „(...) Bei bestimmten Externa löst sich der Handschuh auf.“ (NaS46)

Hierbei spielt die oben erwähnte Annahme, dass semipermeablen Abdeckungen eine verzögerte Absorption und damit ggf. stärkere Wirkung von Externa befördern, eine entscheidende Rolle. Zur Herstellung gleicher Studienbedingungen für alle Teilnehmenden wurde die o. g. Ausschluss-/Abbruchkriterien auch für die Testung des textilen Materials angewandt, obgleich die Kompatibilität der Textilhandschuhe aufgrund jahrelanger Erfahrungswerte der Studienbeteiligten aus den Bereichen der Pflege und Medizin für gut bzw. unproblematisch eingeschätzt wurde und wird.²³⁴ Perspektivisch wäre es der praktischen Anwendung zuträglich, genaue(re) studien- oder zumindest erfahrungsbasierte Anwendungsempfehlungen hinsichtlich der Kompatibilität mit spezifischen Produkten formulieren zu können. Solche könnten ggf. auch das Anziehverhalten vereinfachen (s. Folgekapitel) und zu einem breiteren Einsatz der semipermeablen Handschuhe beitragen.

Die Gesamtheit der vorliegenden Ergebnisse deckt sich mit den Resultaten vorangegangener Untersuchungen, welche eindeutig darauf hinweisen, dass sich textile oder semipermeable Abdeckungen nicht negativ auf die epidermale Barriere der irritierten, erkrankten oder sogar gesunden Haut auswirken. Gegenteilig kann, wie die vorliegenden Studienergebnisse zeigen, durch Abdeckungen dieser Art die Externatherapie unterstützt und mit dem Ziel einer zusätzlichen Verbesserung des Hautzustandes ggf. intensiviert werden. Weiterführend ist, wengleich hierzu bislang auch noch keine direkten Studienergebnisse vorliegen, durch textile oder semipermeable Abdeckungen ein zusätzlicher mechanischer Schutz und Kratzschutz erwartbar.

Baumwolle: „(...) Sieht gut aus und schützt die Haut.“ (NaB61)

„Die Handschuhe sind angenehm, man kratzt sich nicht mehr so viel nachts, (...)“ (NaB113)

„Es hat mir gefallen, dass man nicht alles mit Creme voll geschmiert hat.“ (NaB36)

Längere Handschuhtragezeiten, wie sie im Rahmen einer nächtlichen Anwendung eher realisiert werden könn(t)en, weisen weiterhin auf eine positive(re) Wirkung im Sinne einer tendenziellen Beschleunigung des Regenerationsverlaufes sowie ein antiinflammatorisches Potential hin (Untersuchung/Artikel III).³²³

³²³ Die Mehrheit der Befragten gab an, die Handschuhe über eine Dauer von 7-9 Std. über Nacht getestet zu haben (Ø 7.2 Std., Spanne: 0.5-11.00 Std., n=123).

Die nachfolgende Übersicht fasst abschließend die Bewertung der praktischen Einsetzbarkeit bzw. Eignung von Komforthandschuhen verschiedener Materialien für differenzierte Anwendungsbereiche auf Basis der Gesamtheit der Ausführungen der vorliegenden Arbeit zusammen (s. Tabelle 39). Die Einschätzungen verdeutlichen, dass sich trotz der teilweise schwachen Evidenzlage Anwendungsempfehlungen ableiten lassen, wobei aus den vorgenommenen Abstufungen ein entsprechender Handlungs- bzw. Forschungsbedarf resultiert (s. Kap. I.1).

Tabelle 39: Zusammenfassung der Resultate für die verschiedenen Anwendungsbereiche von Komforthandschuhen aus textilen und semipermeablen Materialien

Funktionen / Zielstellungen	Textile Handschuhe				Semipermeable Handschuhe			
	Empfehlungen	Daten	Einsatz	Gesamt	Empfehlungen	Daten	Einsatz	Gesamt
Kontaktschutz / Barrierewirkung	✓	✓	Ja	hoch*	✓	✓	Ja	hoch*
Kontaktschutz ggü. leichten mechanischen Belastungen	✓	✓	Ja	moderat	-	-	Nein	entfällt* / n. a.
Hauirritationen	✓	✓	Ja	moderat	✓	✓	Ja	moderat
Wärmeschutz	✓	✓	Ja	moderat	-	-	Nein	entfällt* / n. a.
Unterstützung der Externatherapie	✓	✓	Ja	hoch*	✓	✓	Ja	hoch*
Intensivierung der Externatherapie	✓	✓	Ja	moderat	✓	✓	Ja	moderat

*Diese Einschätzung ist im Wesentlichen auf die Beschaffenheit und/oder Funktionalität des Produktes selbst zurückzuführen.

IV.3.2.2 BESCHAFFENHEIT

Die vorliegenden Studienergebnisse (Untersuchung/Artikel II)³²⁴ bestätigen die grds. Eignung der Materialien Baumwolle und Sympatex® für die Verwendung als Komforthandschuhe.

Sympatex®/Baumwolle: „Mir hat das leichte Material gefallen. (...)“ (NaS94)

Baumwolle: „Angenehmes Material, (...)“ (NaB100); „(...) Weich. Angenehm.“ (NaB55)

Hinsichtlich der Materialauswahl zeigen sich grds. Vorteile zugunsten der Mischungen verschiedener textiler Fasern sowie dem Einsatz funktionaler Ausrüstungen oder semipermeabler Materialien/Membranen bzw. Lamine, durch welche sich bekleidungsphysiologische Aspekte des Tragekomfort (Feuchtigkeitsmanagement etc.) optimieren lassen (s. Kap. II.4.3). Basierend auf der Literatur bzw. Studienlage können derzeit keine eindeutigen Empfehlungen für eine Art von Material/-mischung für die Verwendung als Komforthandschuhe ausgesprochen werden.

³²⁴ *Umfang der Anwenderbefragung/-testung:* Hinsichtlich der *Beschaffenheit* für das textile Handschuhmodell und die semipermeable/textile Handschuhkombination die Parameter *Material* (im Zusammenhang mit: Gefühl auf der Haut, angenehmes Anliegen), *Aussehen* (betrifft die Parameter: Farbe, ggf. Stulpe) und *Größe/Passform* (indirekt: Form/Fingerlänge) berücksichtigt. Der Parameter *Nähte* wurde nicht näher betrachtet, da ein nahtloses textiles Handschuhmodell getestet wurde. Gleiches gilt für die Kriterien *Geruch*, *pH-Wert*, *Ein-/Mehrwegnutzung* und *Sterilität*, da es sich hierbei um im Studienkontext zu vernachlässigende bzw. schlecht bis nicht bewertbare Aspekte handelte.

Die strukturelle Gestaltung (z. B. Gewicht, Naht, Materialstärke/Feinheit) der evaluierten Modelle aus Baumwolle und Sympatex® wurde als geeignet empfunden.

Sympatex®/Baumwolle: „Der Handschuh ist leicht und fühlt sich gut an. (...)“ (NaS96)

„Sehr angenehm waren die Nähte seitlich an den Fingern. - Sie haben nicht gescheuert. Gute Atmungsaktivität des Handschuhs. (...)“ (NaS100)

„(...) Schön, dass der Handschuh so dünn ist.“ (NaS16)

Baumwolle: „In allem, sehr gute Handschuhe.. (...)“ (NaB106)

Im Rahmen der Verwendung textiler Materialien bietet sich der Einsatz nahtloser, leichter, ungefärbter Strickmodelle mit weicher Textur bzw. Haptik (Fein- bzw. Glattstrick) und geringer Schwere an. Sympatex® zeichnet sich bedingt durch die Kunststoffstruktur und Verarbeitungsart (Schweißnaht) durch eine relativ glatte Oberflächenbeschaffenheit aus. Diese trägt zu einer Reduktion des friktiven Verhaltens bei (Reibung Hautoberfläche), begünstigt aber ggf. auch durch die vergrößerte Auflagefläche eine Stärke (An-)Haftung, insbes. bei einer angefeuchteten bzw. fettenden Hautoberfläche. Der weiterhin durch das vergleichsweise geringe(re) Eigengewicht gegebene Vorteil kommt bzw. käme nur bei singulärer Anwendung der semipermeablen Handschuhe zum Tragen.

Die Gesamtpassform (inkl. Form/Fingerlänge, Stulpenart-/länge) der evaluierten Modelle aus Baumwolle und Sympatex®³²⁵ wurde als geeignet empfunden, wobei sich für Baumwolle eindeutige Vorteile zeigten.

Sympatex®/Baumwolle: „Zu weit an den Fingern, zu lang und weit am Schaft.“ (NaS09)

„Eine verbesserte Passform würde den Tragekomfort wesentlich verbessern.“ (NaS126)

„Der Sympatex-Handschuh wäre sehr gut, wenn die Passform stimmen würde. (...)“ (NaS111)

Baumwolle: „Der Handschuh hat eine gute Passform.“ (NaB120)

„An den Fingern passt der Handschuh gut. An den Handflächen und an den Handgelenken könnte der Handschuh enger sein bzw. der Bund auch länger.“ (NaB52)

„Die Handschuhe passen gut, haben vergleichsweise mit anderen Baumwollhandschuhmarken am besten abgeschnitten. (...)“ (NaB95)

Für das semipermeable Modell sind perspektivisch (weitere) technische Modifikationen zur Optimierung der gestalterischen Parameter möglich (s. Kap. IV.2.2.2). Mit Blick auf die hier dargelegte Anwendung als Komforthandschuhe wären v. a. Form- bzw. Größenanpassungen denkbar, die eine singuläre (nächtliche) Verwendung ermöglichen.

Sympatex®/Baumwolle: „Passform verbessern (zu lang). Angenehmes Tragegefühl. Würde ihn lieber ohne Baumwollhandschuh tragen.“ (NaS87)

„Der Handschuh hat sehr gut gepasst in Verbindung mit dem Baumwollhandschuh. Die Passform sollte aber verbessert werden, wenn nur der Sympatex-Handschuh getragen werden soll. (...)“ (NaS98)

„(...) Die Passform muss noch nachgebessert werden. Ohne Baumwollhandschuh darüber würden die Sympatex-Handschuhe von den Fingern rutschen.“ (NaS124)

„Der Sympatex-Handschuh allein ist sehr angenehm und macht bestimmt auch Sinn, wenn man den Baumwollhandschuh weglassen kann. (...)“ (NaS26)

³²⁵ Im Rahmen der Studie wurden anteilig noch vorhandene Restbestände älterer Anwendungsuntersuchungen (v. a. Studie *ProTectio 0*) eingesetzt. Diese stammten zumeist aus der vorhergehenden Produktionslinie der Fa. Sympatex und wiesen daher eine transparente Farbgebung sowie ein noch nicht modifiziertes Schnittmuster auf. Zum Verbrauch der Bestände, welche v. a. Handschuhe in den Größen L und XL umfassten, wurden daher häufig etwas größere Handschuhe als notwendig an die Studienteilnehmenden ausgegeben.

Die Variabilität der auf dem Markt verfügbaren textilen Handschuhe (s. Anh. 4, Tabelle 53) eröffnet die Möglichkeit, ein oder mehrere Modelle entsprechend der individuell erforderlichen Bedürfnisse hinsichtlich der Gesamtpassform und Gestaltung auszuwählen. Den Hautzustand ggf. stärker beeinflussende Parameter (v. a. Finger/-losigkeit, Bundart/-länge, Stulpenart/-länge) sollten dabei vordergründig Berücksichtigung finden.

Baumwolle: „Vielleicht könnte man die Baumwollhandschuhe dünner herstellen, so dass man mehr Fühlen könnte beim Tragen / Arbeiten.“ (NaB124)

„Eine Auswahl an verschieden gefärbten Handschuhen wäre wünschenswert.“ (NaB121)

„(...) Diskrete Farben wären schön. Habe schon selber eingefärbt, damit sie nicht so auffällig sind.“ (NaB95)

„(...) Ich würde mir farbige Baumwollhandschuhe wünschen.“ (NaB94)

„(...) Sie sollten nicht so fusselig sein.“ (NaB45)

Ergänzend zu den klassischen Handschuhmodellen/-formen findet sich ein relativ großes Angebot verschiedener Textilien zur Abdeckung der Unter-/Oberarme und/oder Ellenbogen. Sofern ein (zusätzlicher) Schutz dieser angezeigt oder gewünscht ist, kann eine Anwendung entsprechender Schlauchverbände oder Stulpen erwogen werden. Der Anschaffungspreis differenzierter Modellvarianten relativiert sich dabei ggf. in Abhängigkeit von der Form der Anwendung (z. B. Unterstützung der Externatherapie und damit verbundene Einmal-/Mehrfachnutzung) und den Möglichkeiten der Wiederaufbereitung. Mit dem Ziel der Vermeidung von Textilunverträglichkeiten jedweder Art sollte der Handschuhwerb weiterhin unter der Beachtung allgemein empfehlenswerter Auswahlkriterien erfolgen (z. B. Verzicht auf Farbstoffe, Berücksichtigung der Farbechtheit) (s. Kap. II.4.6).

Im Folgenden findet sich eine tabellarische Zusammenfassung der Resultate für die Gestaltung von Komforthandschuhen (s. Tabelle 40). In Abhängigkeit von der Funktion/Indikation (z. B. Kontaktschutz, Externatherapie), der Tageszeit der Verwendung (Tag / Nacht) und bioklimatischen (Wetter-)Lage (z. B. Witterung) sind v. a. individuelle Variablen (z. B. Form/Beschaffenheit der Finger/Hände, Hautverträglichkeit/-zustand, Sensibilisierungen etc.) und Aspekte des Tragekomforts (z. B. Schwitzempfinden) bei der Auswahl von hoher Relevanz.

Tabelle 40: Empfehlungen zu der Gestaltung von Komforthandschuhen

Kriterien	Empfehlungen
<i>Material</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Textil: Baumwolle (Eignung), ggf. besser Viskose (Bambus), Polyamid (Nylon), Seide, Lyocell (Tencel) oder Materialmischungen (ggf. mit Baumwolle) ▪ Semipermeabel: Sympatex® (Eignung), ggf. Microair® Barrier
<i>Struktur</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Textil / Laminat: Glatt-/Feinstrick (Eignung), ggf. Strick, Jersey, Gewebe ▪ Semipermeabel: Kunststoff (Eignung) ▪ Glatt, weiche Textur/Haptik; keine innenliegenden Etiketten
<i>Gewicht</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Leicht bzw. gering
<i>Größe / Passform</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Locker, guter Sitz (z. B. ausreichende Fingerlänge)
<i>Form / Fingerlänge</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fünffinger (Eignung), ggf. ohne Finger/-kuppen ▪ Ggf. bauliche Veränderungen bzw. Anpassungen
<i>Stulpenart/-länge</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strickbund (Eignung), elastischer Bund, ohne Bund (Eignung)
<i>Stulpenlänge</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Variabel/individuell, auch Schlauch-/Stülpverbände oder elastische Fertigverbände
<i>Nähte</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Keine Nähte (v. a. an Fingerspitzen und -seiten), ggf. dünne bzw. möglichst flache Nähte

Materialstärke / Feinheit	▪ (Sehr) Dünn bzw. fein
Farbe	▪ Eigenfarbe bzw. keine Farbzusätze (Ausnahme: Farbkodierung Größe, Aufdrucke etc.) ▪ Textil: Weiß (Eignung), ggf. besser ungebleicht (gelb-/bräunlich) ▪ Semipermeable: Weiß (keine Auswahl)
pH-Wert	▪ pH-Wert zw. 3.5-9.5, ggf. gut/besser pH-hautneutral
Geruch	▪ Keine Geruchszusätze, ggf. antimikrobiell wirksame Fasern/Technologien, z. B. Podycare®, Binamed®
Ein-/Mehrwegmodelle	▪ Ein- oder Mehrwegmodelle
Textile Ausstattungen	▪ Ggf. (Teil-)Beschichtung (z. B. Handschuhinnenseite, Fingerspitzen) ▪ Ggf. Touchscreen-Funktionalität ▪ Ggf. antimikrobiell wirksame Fasern/Technologien, z. B. Podycare®, Binamed®
Klassifizierung	▪ Variabel/individuell, mind. CE-Kennzeichnung

Der Begriff „Eignung“ markiert eine auf Basis der Studienergebnisse (Untersuchung II und III) festgestellte Einsetzbarkeit für die jeweiligen Untersuchungsobjekte.

IV.3.2.3 TRAGEVERHALTEN

Die in der vorliegenden Studie (Untersuchung/Artikel II)³²⁶ evaluierten Handschuhmodelle aus Baumwolle und Sympatex® zeigten beide einen guten allgemeinen Tragekomfort, welcher für Baumwolle tendenziell besser bewertet wurde.

Sympatex®/Baumwolle: „Man spürt ihn kaum beim Tragen. Sehr angenehm auf der Haut. (...)“ (NaS119)

„(...) Sehr angenehmes Tragegefühl.“ (NaS121)

Baumwolle: „(...) Fühlt sich angenehm auf der Haut an.“ (NaB97)

„Angenehmes Tragegefühl, (...)“ (NaB02)

Die klimatischen Verhältnisse (z. B. Schwitzempfinden) und damit den physiologischen Tragekomfort angehend zeigte Sympatex® eindeutige Vorteile. Diese Ergebnisse stehen im Großen und Ganzen im Einklang mit (älteren) Vergleichsuntersuchungen, in denen sowohl für die singuläre Anwendung semipermeabler und textiler Handschuhe als auch entsprechender (Schutz-)Handschuhkombinationen ein guter Tragekomfort ermittelt werden konnte.

Sympatex®/Baumwolle: „(...) Das Feuchtigkeitsgefühl war deutlich reduziert.“ (NaS98)

„(...) Ich hatte absolut keine schwitzigen bzw. nassen Hände. Eine ganz tolle Erfindung. (...)“ (NaS01)

„(...), das Tragen des Baumwollhandschuhs darüber ist zu viel - dadurch bedingt schwitzen.“ (NaS23)

„(...) Aber ich würde nachts auf keinen Fall wieder Handschuhe tragen, es war einfach zu warm an den Händen. (...)“ (NaS04)

Baumwolle: „(...) Nachts war er manchmal zu warm und auch zu feucht.“ (NaB98)

„Passt gut, Hand war früh sehr trocken.“ (NaB11)

„(...) Nach längerem Tragen (nachts) sind die Handschuhe morgens leicht feucht.“ (NaB100)

Durch jahreszeitlich bedingte thermische Schwankungen (Nesswetha, 1970) kann es zu Unterschieden in der Wahrnehmung bzw. Bewertung des (nächtlichen) Handschuhtrageverhaltens kommen (z. B. Erhöhung Schwitzempfinden bei zunehmenden Innen-/Außentemperaturen) (hier auch: IRSST, 2012; van Zuuren et al., 2017).

³²⁶ *Umfang der Anwenderbefragung/-testung:* Hinsichtlich des *Trageverhaltens* wurden alle für relevant erachteten Aspekte des Trageverhaltens zzgl. der *Alltagstauglichkeit* (im Zusammenhang mit: un-/bewusstes Ausziehverhalten) für das textile Handschuhmodell und die semipermeable/textile Handschuhkombination erfasst und einer Evaluation unterzogen.

Baumwolle: „Bei warmen Temperaturen bzw. Sonneneinstrahlung schwitzt man schneller.“ (NaB09)

Entsprechende Differenzierungen wurden in der Ergebnisauswertung nicht vorgenommen, sollten aber in zukünftigen Studien sowie allgemeinen Anwendungsempfehlungen Berücksichtigung finden.

Während Sympatex® hinsichtlich der Taktilität insgesamt besser bewertet wurde, zeichneten sich für Baumwolle Vorteile bei der Beurteilung motorischer Aspekte (z. B. Beweglichkeit) ab.

Sympatex®/Baumwolle: „(...) Bitte die Passform noch korrigieren. Sonst keine Feinarbeit möglich.“ (NaS100)

„(...) Die Kombination ist sehr warm und dadurch geht auch der 'Tastsinn' verloren.“ (NaS26)

Baumwolle: „(...) Tastgefühl leicht eingeschränkt. Man lernt damit umzugehen.“ (NaB42)

„Etwas zu dick. Feinmotorik nur schlecht möglich.“ (NaB13)

„Gut gepasst, Tastempfinden war behindert, man konnte ihn im Alltag schlecht benutzen - musste ihn öfter ausziehen. (...)“ (NaB37)

Trotz vereinzelt anders lautender Rückmeldungen sind die Ergebnisse hinsichtlich des Tastempfindens nicht ganz eindeutig interpretierbar, da unter einer mehrlagigen Handschuhkombination (Sympatex®/Baumwolle) theoretisch eine stärkere Beeinträchtigung als unter einer einfachen Handschuhlage (Baumwolle) erwartet werden würde. (Fein-)Motorische Aspekte spielen für die nächtliche Anwendung eine eher untergeordnete Rolle, können aber den alltäglichen Gebrauch beeinflussen. Nachteilig bewertete Parameter des getesteten textilen Modells könnten durch die Verwendung von Handschuhen differenzierter Beschaffenheit (z. B. Materialstärke) kompensiert werden. Eine für die Ausübung von Alltagsaktivitäten alternativ in Erwägung zu ziehende singuläre Verwendung der Sympatex®-Handschuhe, scheint aufgrund der durch die Materialstärke bedingten mangelnden mechanischen Stabilität der Membran eher nicht umsetzbar. Die Taktilität und Motorik könnten jedoch ggf. durch eine gut bzw. besser aufeinander abgestimmte Kompatibilität (Materialauswahl und Passform) der semipermeablen Unterzieh- und textilen Überziehhandschuhe befördert werden.

Sympatex®/Baumwolle: „Der Handschuh war sehr groß, hat beim Anziehen unter dem Baumwollhandschuh geknubbel.“ (NaS74)

Eine solche Abstimmung wäre möglicherweise auch der, unter der Verwendung der semipermeablen Handschuhkombination vereinzelt wahrgenommenen (unangenehmen) Geräuschbildung zuträglich.

Sympatex®/Baumwolle: „(...), hat bei Bewegungen geraschelt.“ (NaS04)

„Da ich mit der Hand unter dem Kopf schlafe stört mich das "Knistern"(...)“ (NaS95)

Anzunehmen ist, dass sich analog zum Unterziehhandschuh Einsatz (s. Kap. IV.2.2.2) auch die regelmäßige Anwendung von Komforthandschuhen langfristig förderlich auf die Taktilität und Fingerfertigkeit auswirken könnte.

Hinsichtlich des Anziehverhaltens sowie der damit verbundenen Bewertung der Alltagstauglichkeit zeigte Baumwolle im Vergleich zu Sympatex® eindeutige Vorteile.

Sympatex®/Baumwolle: „Das Anziehen des Handschuhs ist beschwerlich, (...)“ (NaS28)

Baumwolle: „(...) Schnelles Wechseln gegenüber den Sympatex-Handschuhen.“ (NaB28)

Analog zu den Nutzungsfehlern, die für die Verwendung als Unterziehhandschuhe beobachtet wurden (s. Kap. IV.2.2.3), könnte diese Bewertung u. a. darauf zurückzuführen sein, dass die Handschuhe auf noch mit (stärkeren) Externarückständen behafteter Haut angewendet wurden.

Sympatex®/Baumwolle: „Das Anziehen der Handschuhe in Kombination mit Creme ist sehr aufwendig, da es kleben bleibt.“ (NaS86)

„(...) Etwas schwierig beim Anziehen durch die fettigen Cremes.“ (NaS85)

„(...) Bei frisch eingecremten Händen und bis zu 15 Minuten danach sehr starke Neigung zum Reißen (geht dann sehr schnell).“ (NaS121)

Baumwolle: „(...), man kann sie nach dem Eincremen anziehen. (...)“ (NaB113)

„Einfaches Anziehen auch bzw. gerade bei frisch eingecremten Händen. (...)“ (NaB121)

Weiterführend erwies sich, wie auch bei der Verwendung als Unterziehhandschuhe (s. Kap. IV.2.2.3), v. a. die mechanische Instabilität der semipermeablen Membran während des Ausziehverhaltens als schwierig.

Sympatex®/Baumwolle: „Beim An- und Ausziehen wurde es manchmal beschädigt.“ (NaS40)

„Passform an den Fingern etwas zu eng. Finger beim Ausziehen abgerissen. (...)“ (NaS46)

Zur Optimierung der Externatherapie und des Anziehverhaltens sollten keine Präparate mit stark verzögertem Einziehvermögen (z. B. Vaseline) verwendet und das aufgetragene Produkt vor der Handschuhverwendung größtenteils von der Haut absorbiert worden sein. Ein solches Vorgehen würde, wie auch bei der Verwendung von Unterziehhandschuhen, die Feuchtigkeitsansammlung im bzw. am Material zum Tragebeginn reduzieren bzw. verhindern. Problemen beim An- und Ausziehverhalten könnte weiterführend ggf. am ehesten durch praktikable(re) Anwendungsempfehlungen begegnet werden.

IV.3.2.4 GEBRAUCHSVERHALTEN

In der für die vorliegende Studie (Untersuchung/Artikel II)³²⁷ konzipierten Gebrauchsanleitung zum Umgang mit den Handschuhen wurde aus infektionsprophylaktischen Gründen empfohlen, die (singular eingesetzt) textilen Handschuhe nur einmal zu verwenden und anschließend wiederaufzubereiten und die semipermeablen Handschuhe nach dem einmaligen Gebrauch zu verwerfen.

Grundsätzlich ist es empfehlenswert, mehrere Handschuhpaare für den Einsatz als Komforthandschuhe zur Verfügung stellen bzw. zu erwerben. Individuelle Umstände, wie allem voran die Zielsetzung des Einsatzes (z. B. Kontaktschutz), können dabei Variationen hinsichtlich der notwendigen Handschuhanzahl und -qualität (z. B. Trage- und Pflegeverhalten) erforderlich machen.

Die Verwendung von Einwegprodukten bietet sich an, wenn der Handschuheinsatz mit (vorhersehbaren) nicht reversiblen Verschmutzung einhergeht (z. B. Externatherapie mit färbenden Substanzen), infektionsprophylaktische Gründe (z. B. MRSA) vorliegen oder der Wiederverwendung mangelnde Möglichkeiten einer hygienisch einwandfreien Wiederaufbereitung entgegenstehen. Wie auch bei der Verwendung von Unterziehhandschuhen (s. Kap. IV.2.2.4), könnte eine grds. Verwendung von Komforthandschuhen als Einmalprodukte möglichen Problemen der Infektionsprophylaxe entgegenwirken und den potentiell mit einer Wiederaufbereitung einhergehenden Aufwand reduzieren.

³²⁷ *Umfang der Anwenderbefragung/-testung:* Hinsichtlich des *Gebrauchsverhaltens* wurde ausschließlich die nächtliche Tragedauer erfragt; weitere Parameter, wie bspw. Aspekte der Wiederaufbereitung, bedurften aufgrund des Untersuchungsdesigns keiner Erhebung.

Sympatex®/Baumwolle: „(...) Wenn es sich zukünftig um einen Ersatz für den Baumwollhandschuh handeln soll, würde ich mich für den Sympatex-Handschuh entscheiden, kein Waschen nötig.“ (NaS67)

Demgegenüber steht die Verwendung von Mehrwegprodukten, für die sich analog zur obigen Aufzählung Möglichkeiten für den Einsatz ergeben und welche aus ökonomischer Sicht den Ansprüchen an einen nachhaltigen Textilerwerb/-einsatz (eher) (s. Kap. IV.2.3) gerecht werden.

Baumwolle: „(...), waschbar ist sehr umweltfreundlich, somit Mehrweg statt Einmalhandschuhen.“ (NaB02)

„Angenehmes Material, lässt sich bei 60 Grad waschen, gute Passform. (...)“ (NaB100)

Die Möglichkeiten der Wiederaufbereitung von textilen Handschuhe variieren je nach Produktart/-qualität; die semipermeablen Handschuhe könn(t)en mittels verschiedener Methoden wiederaufbereitet werden, wobei eine Desinfektion im Privatbereich eher wenig(er) praktikabel erscheint (s. Kap. IV.2.2.4). Aus infektionsprophylaktischer Sicht ist eine tägliche Wiederaufbereitung der Handschuhe grds. empfehlenswert. Die für die Wiederverwendung vorgesehenen Handschuhe sollten entsprechend der Empfehlung der herstellenden Firmen gereinigt werden, in jedem Fall aber einer täglichen Maschinenwäsche bei > 60 °C standhalten. Aus dermatologischer Perspektive bietet sich weiterführend der Einsatz von Waschmitteln und ggf. Weichspülern mit möglichst geringem allergologischen Potential an (s. Kap. II.4.6.6). Insbesondere bei der Verwendung wirkstoffhaltiger Externa sollte die Effektivität der Reinigungsleistung nach dem Waschvorgang per Sichtprüfung kontrolliert werden. Führt diese zu Unsicherheiten und/oder liegen (weitere) nicht entfernbare Verunreinigungen und ein sichtbarer, den Tragekomfort beeinflussender Verschleiß vor, ist ein Verwurf angeraten.

Baumwolle: „(...) Die 'Gummifäden' am Handgelenk leiern schnell aus und die 'Fäden' reißen. Die Handschuhe sehen schnell unansehnlich aus.“ (NaB16)

„(...) Der Stoff leihert jedoch schon nach kurzer Tragedauer aus. (...)“ (NaB94)

Die Trocknung der Handschuhe sollte ebenfalls entsprechend der Empfehlungen des herstellenden Unternehmens erfolgen, wobei mit Blick auf die Hautverträglichkeit, Produktlanglebigkeit und mögliche Sensibilisierungen eine Wäschetrocknung im hängenden oder liegenden Zustand in Innenräumen empfehlenswert ist (s. Kap. II.4.6.6). Die nachfolgende Übersicht fasst die Resultate für die *Gestaltung und das Gebrauchsverhalten von Komforthandschuhen* zusammen (s. Tabelle 41).

Tabelle 41: Empfehlungen zum Gebrauchsverhalten von Komforthandschuhen

Kriterien	Empfehlungen
Anziehverhalten	<ul style="list-style-type: none"> Keine Verwendung auf (noch) feuchten Händen (Hautschutz-, Hautpflege-, Desinfektionsmittel etc.), ggf. Ein-/Ausschluss bestimmter Produkte
Anzahl	<ul style="list-style-type: none"> Ausreichende Stückzahl
Verwurf und Entsorgung	<ul style="list-style-type: none"> Sichtbare Reibebeanspruchung oder Beschädigung Irreversible Verunreinigungen Sachgerechte Entsorgung
Wiederaufbereitung	<ul style="list-style-type: none"> Reinigung in regelmäßigen Abständen, ggf. täglich Reinigung und Trocknung in Orientierung an Produktinformationen der herstellenden Unternehmen (Wasch-/Pflegeanleitung)
Trocknung	<ul style="list-style-type: none"> Hängender oder liegender Zustand in Innenräumen
Lagerung und Aufbewahrung	<ul style="list-style-type: none"> Orientierung an Produktinformationen der herstellenden Unternehmen, Vermeidung von Kontamination oder Beeinträchtigung der Funktionalität/Schutzwirkung

IV.3.3 HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN UND IMPLIKATIONEN FÜR DIE PRAXIS

Der Einsatz von Komforthandschuhen erfolgt zumeist im privaten oder klinischen Setting im Rahmen präventiver Maßnahmen, häufig auf Basis der Empfehlung von medizinischem Fachpersonal. Es ist anzunehmen, dass entsprechende Empfehlungen i. d. R. eher nicht standardisiert erfolgen. Zukünftige Einsatzempfehlungen könnten sich an den Vorschlägen zum Umgang mit Unterziehhandschuhen orientieren. Weiterführend könnten die Ergebnisse verschiedener Veröffentlichungen zur Verwendung medizinischer Hilfsmittel zur Therapie rheumatoider o. ä. Beschwerden an den Händen (v. a. Handschuhe, z. B. A. Hammond et al., 2021; A. Hammond et al., 2022; Rabe et al., 2021; Yu, Yick, Ng & Yip, 2015) sowie empfohlene Maßnahmen aus der Adhärenzforschung zur Steigerung der Compliance bei von (chronischen) Hauterkrankungen betroffenen Personen (z. B. Augustin et al., 2018) verstärkt Berücksichtigung finden.

V. a. Empfehlungen zur Verwendung von Komforthandschuhen zur (Intensivierung der) Externatherapie sollten unter Beachtung der individuellen Symptomatik bzw. Erkrankung und der/den zum Einsatz kommenden Wirkstoffe/n bzw. Produkte/n erfolgen. Hinsichtlich des Gebrauchs von Handschuhen mit Funktionsfasern sollte die eher als unzureichend einzuschätzende wissenschaftliche Datenlage kommuniziert und auf den Erwerb bzw. eine Anwendung unter Abwägen der vorliegenden Erkenntnisse hingewiesen werden (Kosteneffektivität). Weiterführend empfiehlt es sich, die Zielstellungen, adäquate Anwendung und weitere relevante, beim Handschuheinsatz zu berücksichtigenden Aspekte (z. B. Hygienefragen) in geeigneter Weise mündlich zu kommunizieren und durch schriftliche (mediale) Informationen zu ergänzen. Der aktive Einbezug der Endanwendenden in den Auswahl- und Anwendungsprozess mit dem Ziel der Stärkung der Selbstmanagementfähigkeiten bzw. Selbstbehandlungskompetenz kann die Compliance und Effektivität der Maßnahme erhöhen.

Die nachfolgende Übersicht fasst abschließend die zentralen, in allen Bereichen der Prävention bei der Auswahl und dem Einsatz von Komforthandschuhen zu berücksichtigenden Aspekte in Form von (Leit-)Fragestellungen zusammen (s. Tabelle 42). Die Auflistung ergänzt damit die bereits in den vorhergehenden Kapiteln wiedergegebenen literatur- und studienbasierten Empfehlungen für die Beschaffenheit (s. Tabelle 40), das Trage- und Gebrauchsverhalten von Komforthandschuhen (s. Tabelle 41) um eine weitere Perspektive.

Tabelle 42: Orientierungshilfe bzw. Checkliste zu der Auswahl und dem Einsatz von Komforthandschuhen im privaten oder klinischen Setting

Ermittlung und Beurteilung von ...	Mögliche (Leit-)Fragestellungen
<i>Nutzungskontext (Aufgabenerfordernisse und Nutzungsanforderungen)</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Welche Zielstellungen sind mit dem Einsatz der Komforthandschuhe verbunden (z. B. Kontaktschutz, Verstärkung der Externatherapie)? ▪ Bei welchen Tätigkeiten ist der Einsatz von Komforthandschuhen erforderlich bzw. sinnvoll?
<i>Rahmenbedingungen / Gebrauchseinschränkungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bei welchen Tätigkeiten bzw. unter welchen Umständen sollte oder darf ein/kein Einsatz von Komforthandschuhen erfolgen (z. B. Inkompatibilität zw. Handschuhmaterial und Externatherapie, Förderung eines Sekret- und Wärmestaus durch Okklusivität, Nutzung von Straßenverkehrsmitteln)?

<i>Einsatzbedingungen</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bei welchen Tätigkeiten bzw. unter welchen Umständen bietet sich (eher) der Einsatz von Ein- oder Mehrwegmodellen an (z. B. Externatherapie mit ab-/färbenden Therapeutika)? ▪ Steht eine ausreichende Anzahl an Komforthandschuhen für die bedarfsbezogene Nutzung zur Verfügung? ▪ Wie lange sollten Komforthandschuhe getragen werden? Nach welcher Tragezeit sollte ein Wechsel der Komforthandschuhe erfolgen (max. Tragedauer)? ▪ Lassen sich der Tragekomfort und die Praktikabilität der Anwendung durch eine gezielte Produktauswahl optimieren (z. B. Verwendung von Präparaten mit schnellem Einziehvermögen)? ▪ Wie viel Zeit sollte zw. der Verwendung von Hautmitteln und dem Anlegen der Komforthandschuhe liegen? ▪ Welche Einschränkungen ergeben sich durch witterungsbedingte Einflüsse (z. B. sommerliche Wärme/Hitze)? ▪ Wird die Wahl bzw. Verwendung der jeweiligen Komforthandschuhe (perspektivisch) durch externe (z. B. Lieferzeiten) oder individuelle Bedingungen (z. B. Hautzustand) beeinflusst?
<i>Individuelle Voraussetzungen / Bedürfnisse</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sind aufgrund der Handdominanz (Links-/ Rechtshändigkeit), bestehenden Überempfindlichkeiten (z. B. Materialart/-beschaffenheit) oder Sensibilisierungen (z. B. Farbstoffe) bestimmte Unterziehhandschuhe nicht verwendbar? Können Komforthandschuhe mit alternativen Materialien, Konstruktionen oder Ausrüstungen (z. B. antimikrobielle Fasern/Technologien) erworben bzw. zur Verfügung gestellt werden? ▪ Können Komforthandschuhe in unterschiedlichen Größen, Bündlängen, Bund- und Fingerformen und ohne Nähte, Etiketten etc. erworben bzw. zur Verfügung gestellt werden? Sind Variationen im Hinblick auf die jeweilige Funktion/Zielstellung, den Hautzustand und/oder die Tätigkeit erforderlich, sodass der Tragekomfort nicht beeinträchtigt wird? ▪ Sind bauliche Veränderungen bzw. Anpassungen der Komforthandschuhe (z. B. Kürzung der Finger) erforderlich und umsetzbar?
<i>Erwerb / Ressourcen</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Wo und wie können die Unterziehhandschuhe bezogen werden? ▪ Wie hoch ist der Ressourcenbedarf (Kosten)? (Inwiefern) Können die anfallenden Kosten (zeitlich begrenzt) durch die GKV oder den jeweiligen UVT übernommen werden?
<i>Überprüfung der Gebrauchstauglichkeit / Ergebnisse praktischer Trageversuche</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sind die Komforthandschuhe für die jeweilige Tätigkeit und/oder Indikation/Funktion geeignet? (Inwiefern) ▪ Erfüllen die Komforthandschuhe unter Berücksichtigung der jeweiligen Indikation/Funktion die ergonomischen Anforderungen (z. B. Fingerfertigkeit, Beweglichkeit)? ▪ Erfüllen die Komforthandschuhe die gesundheitlichen Erfordernisse (z. B. Hautverträglichkeit)? ▪ Beeinflusst die nächtliche Anwendung die Schlafqualität? ▪ Hat bzw. nimmt die (mehrmalige) Wiederaufbereitung Einfluss auf die Passform, Funktionalität oder den Tragekomfort?
<i>Wiederaufbereitung</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Können die Komforthandschuhe wiederaufbereitet werden? Wenn ja, welche Empfehlungen seitens des herstellenden Unternehmens sollten/können im Rahmen der sachgerechten Wiederaufbereitung (Wäsche und Trocknung) Berücksichtigung finden? ▪ Wie viele Reinigungszyklen/-prozesse sind, ohne (zu erwartende) Beeinträchtigung des Leistungsgrades, vorgesehen? ▪ Sind Anpassungen der Reinigungszyklen/-prozesse aufgrund der Art der Verwendung der Komforthandschuhe vorzunehmen? ▪ Stehen die Kosten/Aufwendungen für die erforderlichen Wartungs- und Pflegemaßnahmen in einem angemessenen Verhältnis (Ein-/Mehrwegmodelle)?
<i>Aufbewahrung / Lagerung</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gibt es eine angemessene Möglichkeit der Aufbewahrung und Lagerung für die Komforthandschuhe? Ist sichergestellt, dass durch die Art der Aufbewahrung und Lagerung keine (zusätzliche) Kontamination und/oder Beeinträchtigung der (Schutz-)Eigenschaften der Komforthandschuhe erfolgen kann?
<i>Verwurf und Entsorgung</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Welche Vorkommnisse (z. B. Kontamination, Verunreinigung mit ab-/färbenden Therapeutika) und/oder welcher Produktstatus (z. B. Risse, Löcher, Materialabrieb) sollten zu einem (unmittelbaren) Verwurf der Komforthandschuhe führen? ▪ Existieren Vorgaben für die sachgerechte Entsorgung der Komforthandschuhe? Bedingt der Zustand der Handschuhe eine Entsorgung über Getrenntsammlensysteme oder den Restabfall?

IV.4 ZUKÜNFTIGER FORSCHUNGSBEDARF

Durch die Eingrenzung der untersuchungsleitenden Fragestellung konnten bestimmte Gegenstandsbereiche des Themenfeldes nicht berücksichtigt werden. Sowohl die Fragestellungen, die im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen unbeantwortet blieben als auch jene, die erst im Rahmen der Untersuchungen und weiterführenden Recherche aufkamen, bilden Ansatzpunkte für weiterführende (Primär-)Forschung. In Ableitung aus und Ergänzung zu den in den letzten Kapiteln bereits diskutierten Aspekten lassen sich daher verschiedene Forschungsfragestellungen bzw. Untersuchungsschwerpunkte für zukünftige empirische Studien formulieren. Da sich hierbei teilweise Schnittmengen für die Verwendung von Unterzieh- und/oder Komforthandschuhen ergeben sollen im Folgenden eine nach dem Materialtyp differenzierte Zusammenfassung erfolgen.

Semipermeable Materialien / Handschuhe (Sympatex®)

Eine zentrale Forschungsfrage betrifft die *Überprüfung und Umsetzung der technischen Optimierungsmöglichkeiten der semipermeablen Handschuhe*. Mit dem übergeordneten Ziel der Erlangung der Marktreife sollten hierbei v. a. die auf Basis der konstruktiven Rückmeldungen der Studienteilnehmenden beider Anwenderstudien ermittelten Problembereiche Berücksichtigung finden (s. Kap. IV.2.2.2 und Kap. IV.3.2.2). Ergänzend hierzu bedarf es zumindest für den beruflichen Sektor perspektivisch einer geeignete(re)n und bestenfalls nachhaltigen Form der Verpackung bzw. Aufbewahrung, welche eine einfache, zeitsparende und ggf. den (Hygiene-)Vorgaben entsprechende Entnahme ermöglicht. Etwaige Optimierungen sollten im Anschluss einer erneuten Evaluation, ggf. im kleineren Rahmen, unterzogen werden. Die Voraussetzung zur Umsetzung all dieser Maßnahmen bildet die institutionelle Etablierung, d. h. (Neu-)Aufnahme der Sympatex®-Handschuhe als (Bestands-)Produkt in das Portfolio der UVT, als die in der Zukunft den Handschuhgebrauch fördernden Einrichtungen. Eine solche Etablierung würde nach derzeitigem Stand für das Handschuh herstellende Unternehmen die Voraussetzung zur Schaffung von Produktionsstätten für die Massenanfertigung (ggf. in Dtl.) und eine folgende Markteinführung der Handschuhe darstellen. Nachfolgend wären hiermit ggf. auch Fragen der Unterstützung der herstellenden Firma bei der Produkt- und Preispositionierung, Einrichtung von Distributionswegen (z. B. über Firmen aus dem Technischen Handel) sowie der (Produkt-)Etablierung im präventiven und kurativen Sektor durch die jeweils fördernden Einrichtungen (z. B. Schulungszentren der BGW) verbunden.

Die *Praktikabilität und Effektivität der Wiederaufbereitung und Sterilisation der semipermeablen Handschuhe* bildet eine weitere Forschungsfrage. Entsprechende Voraussetzungen sowie Vor- und Nachteile wurden ausführlich dargestellt (s. Kap. IV.2.2.4); Möglichkeiten der Umsetzung und Integration in die Praxis müssten ggf. seitens des herstellenden Unternehmens einer offiziellen Prüfung bzw. Normierung unterzogen und anschließend im Rahmen einer Machbarkeitsstudie o. ä. evaluiert werden. Mit Blick auf die praktische Anwendung sind weiterführend allgemeine Fragen der Möglichkeiten der sachgemäßen Ablage bzw. Aufbewahrung und des Abwurfs zu beantworten.

Weiterer Forschungsbedarf besteht hinsichtlich der *Verwendung der semipermeablen Handschuhe als singuläre Schutzhandschuhe* (s. Kap. II.7.4.1).

„The development of new, semi-occlusive materials directed at specific exposure types could be another way to avoid detrimental effects on skin barrier function. However, the protective effect of semi-occlusive gloves against chemicals and biological hazards should be evaluated before these materials are used in the occupational setting.“ (Tiedemann et al., 2016, S. 8)

Unter der Schaffung der jeweils notwendigen Voraussetzungen (z. B. Zulassung/Normung Lebensmittelkonformität) und anschließenden Überprüfung der praktischen Anwendbarkeit wäre ein Einsatz in ausgewählten Anwendungsbereichen (z. B. Produkt- und/oder Kontakt- bzw. Kontaminationsschutz) theoretisch denkbar (z. B. Lebensmittel-Frischetheken).

In Ergänzung zu den bereits bekannten Einsatzgebieten (s. Kap. II.7.4-II.7.5) könnte die Evaluation *weiterer therapeutischer Verwendungsmöglichkeiten der semipermeablen Membran* Gegenstand künftiger Forschungsarbeiten sein. Hierfür müsste seitens der herstellenden Firma eine Überprüfung der Entwicklungsmöglichkeiten weiterer Produktformate, in singulärer oder auch mit anderen Materialien kombinierter Form, erfolgen. Denkbar wäre ein Einsatz zur Behandlung von (berufsbedingten) Dermatosen an den Unterarmen, Ellenbogen oder Füßen, wie sie nicht selten in Kombination mit HE auftreten. Weiterführend könnte auch eine Verwendung im Bereich der Wundbehandlung (z. B. Abdeckung von Tätowierungen) erwogen werden.

Textile Handschuhe

Ein zentraler Forschungsaspekt betrifft verschiedene Facetten der *Wiederaufbereitung textiler Unterziehhandschuhe* (s. Kap. II.5.5.5 und Kap. IV.2.2.4). Entsprechende Möglichkeiten im Gesundheitswesen wurde bereits im Rahmen einer Machbarkeitsstudie evaluiert; Untersuchungen in anderen Berufsbereichen liegen nicht vor. Hübner et al. weisen darauf hin, dass zukünftige Untersuchungen „für den breiten Einsatz kritische Faktoren wie die maximale Anzahl der Aufbereitungszyklen pro Handschuh, die Bereitstellung am Point-of-Care“ (Hübner et al., 2016, S. 67) ermitteln sollten. Unabhängig vom Berufsbereich lässt sich ein (Forschungs-)Defizit hinsichtlich der Vorgaben, Empfehlungen und derzeit gängigen Praxis der Wiederaufbereitung von Unterziehhandschuhen verzeichnen. Entsprechende Erkenntnisse könnten im Rahmen des Austauschs mit Experten und Expertinnen aus den Bereichen Hygiene/-management, Infektionsprävention und Arbeitsschutz, aber auch Chemie, Textilforschung und Textilservice (Hygieneverbände, z. B. VAH, VHD, DGKH; Hygienefachkräfte; Sifa etc.) zu Fragen der erforderlichen Maßnahmen bzw. Strukturen für einen ordnungsgemäßen Einsatz (einschließlich Ablage/Aufbewahrung, Wiederverwendung, Abwurf und Wiederaufbereitung) von textilen (Unterzieh-)Handschuhen unter Berücksichtigung der rechtlichen bzw. institutionellen Vorgaben eruiert werden. In diesem Kontext könnte weiterführend auch den Möglichkeiten und Risiken der Wiederaufbereitung (beruflich verwendeter) textiler (Unterzieh-)Handschuhe im Privathaushalt nachgegangen werden.

Textile und semipermeable Handschuhe (Sympatex®)

Eine zentrale Forschungsfrage betrifft die vergleichende Untersuchung der *Anwenderakzeptanz, Wirksamkeit, Hautverträglichkeit und Einsatzmöglichkeiten Unterziehhandschuhe verschiedener Materialien in Berufsbereichen außerhalb des Gesundheitswesens*. Bezugnehmend auf die primäre Indikation des Einsatzes (Okklusionsschutz) bieten sich entsprechende Untersuchungen v. a. in sog. Hautrisikobereichen (s. Kap. I.1) an, deren Tätigkeitsprofil u. a. durch besonders lange Tragezeiten impermeabler Schutzhandschuhe gekennzeichnet ist.

„Future research on the benefits of using gloves and cotton glove liners would benefit from measuring the use of gloves during appropriate indications for their use and from studying HCWs [Health Care Worker] both with and without symptoms.“ (PHO, 2019, S. 82)

Je nach ausgewählter Studienpopulation könnte der konkrete Untersuchungsfokus auf der Vorbeugung bzw. Vermeidung (Primärprävention, Personen ohne Erkrankung/en) oder Abmilderung (Sekundär- und Tertiärprävention, Personen mit Erkrankung/en) (s. Kap. II.2) beruflich bedingter Hauterkrankungen sowie im Rahmen der (reinen) AD an den Händen auftretenden Hauterscheinungen liegen.

„As atopy affects a fairly large proportion of the population, more studies including individuals with some degree of endogenous impairment of the skin barrier should be conducted. (...) Future studies should include examination of occlusion of atopic skin.“ (Tiedemann et al., 2016, S. 8–9)

Wissenschaftlich bisher wenig untersucht ist die Effektivität des Einsatzes von Unterziehhandschuhen textiler und semipermeabler Materialien zum *Schutz vor Gefahrstoffen* (s. Kap. II.5.2.4 und II.7.4.1) oder (potentiell) *allergenen Stoffen in Handschuhen* (s. Kap. II.5.2.3 und II.7.4). Insbesondere mit Blick auf die steigende Sensibilisierungsrate ggü. klassischen Handschuhallergenen (s. Kap. II.3.2.2) würde diese Schutzfunktion möglicherweise eine (anwenderfreundlichere) Alternative zu den bislang eingesetzten Maßnahmen (z. B. Unterziehhandschuhe aus PE) darstellen.

Eine weitere Forschungsfrage bildet die *Anwenderakzeptanz, Wirksamkeit und Hautverträglichkeit von Komfort- und/oder Unterziehhandschuhe unterschiedlicher Gestaltung*. Die Untersuchungsschwerpunkte könnten dabei auf der Evaluation textiler Handschuhe unterschiedlicher

- Materialien (z. B. Baumwolle, Nylon) (s. Kap. II.4.2 und Kap. II.5.3.1),
- Formen (z. B. Nähte, Stulpenlänge, Finger(kuppen)losigkeit) (s. Kap. II.5.3.2-II.5.3.9) und
- Ausstattungen (z. B. antimikrobiell, feuchtigkeitspendend; s. Kap. II.4.4.3-II.4.4.4³²⁸)

liegen, welche weiterhin einen Vergleich mit semipermeablen Handschuhen (Sympatex®) beinhalten könnten. Die Evaluation entsprechender Modelle³²⁹ könnte im Rahmen von, ggf. hierarchisch aufeinander abgestimmten

- Untersuchungen der Produktphysiologie (z. B. Wasseraufnahmekapazität),
- Anwendertestungen in Labor und/oder Praxis (z. B. Schwitzempfinden, Taktilität), ggf. mit Studienteilnehmenden unterschiedlicher Hautzustände (z. B. gesund, irritiert, erkrankt) und

³²⁸ Stellenweise wird die Testung von Spezialkleidung als herausfordernd eingeschätzt, da sich die Möglichkeiten der Verblindung der Teilnehmenden und somit die Interpretation der Bewertungen der Testenden als schwierig gestalten (K. Thomas, Charman, Nankervis, Ravenscroft & Williams, 2014).

³²⁹ Hierbei würde sich eine Auswahl von Modellen anbieten, die in der berufsdermatologischen Handschuhberatungspraxis dermatologischer Einrichtungen häufig/er empfohlen werden bzw. zur Anwendung kommen und/oder im Leistungskatalog der jeweiligen UVT gelistet sind und/oder bereits den Gegenstand vorliegender wissenschaftlicher Untersuchungen bildeten.

- Bioengineering-Verfahren (z. B. TEWL, RHF, a^* , pH-Wert)

erfolgen. Die zuletzt genannten klassischen Funktionsmerkmale (s. auch Kap. IV.1.3) ließen sich dabei ggf. um die Erfassung und Quantifizierung zusätzlicher hautphysiologischer Messmethoden (z. B. Temperatur, Sebumgehalt/Sebumetrie, Skin Surface Water Loss), mikrotopographischer Parameter (z. B. Hautkontrast, Hautrauigkeit, Hautschuppigkeit) sowie den Einsatz spektrometischer Verfahren (z. B. Natural Moisturizing Factor [NMF]) erweitern. Im Kontext der o. g. Fragestellungen und Verfahren könnte auch der Frage nachgegangen werden, ob und inwiefern verschiedene Parameter der Produkt- und Hautphysiologie unter folgenden Bedingungen variieren (s. Kompatibilität):

- Verwendung okklusiver Schutzhandschuhe unterschiedlicher Beschaffenheit (z. B. Material, Materialstärke);
- zusätzliche Applikation von Hautschutz-/Hautpflegemittel im Rahmen der Verwendung als Unterziehhandschuhe (s. Kap. II.5.5.1 und Kap. IV.2.2.3);
- zusätzliche Applikation von (wirkstoffhaltigen) Externa im Rahmen der Verwendung als Komforthandschuhe (s. Kap. II.6.2.2 und Kap. II.7.5).

Hinsichtlich der o. g. Vielzahl an Untersuchungsschwerpunkten bestehen unterschiedliche Prioritäten. Bislang liegen keine Ergebnisse aus der Anwendung von Bioengineering-Verfahren für den Einsatz von Komfort- und/oder Unterziehhandschuhen bisher standardisiert verwendeter Materialien *unter realen Anwendungs- bzw. Arbeitsbedingungen* (Feldexperiment) (hier auch: Hübner et al., 2016) vor.

„As the combined exposures at the workplace are difficult to mimic in experimental studies, prospective field studies and intervention studies would help to clarify the effect of occlusion in real life.“ (Tiedemann et al., 2016, S. 9)

Gleichwohl entsprechende Untersuchungen in der betrieblichen³³⁰ und auch klinischen³³¹ Praxis mit verschiedenen Herausforderungen verbunden wären, kann und sollte diese Thematik ggf. vordergründig Betrachtung finden. Auf der Basis entsprechend wissenschaftlich fundierter Ergebnisse könnten die aktuell bestehenden Empfehlungen ggf. konkretisiert und unter Erweiterung des Untersuchungsansatzes gemäß o. g. Schwerpunkte für differenzierte Anwendungsschwerpunkte (z. B. Kombinationsmöglichkeiten mit anderen präventiven Maßnahmen) ergänzt werden.

Eine weitere Forschungsfrage betrifft den *Umgang mit Komforthandschuhen verschiedener Materialien im privaten und stationären Kontext*. Von Relevanz wären hierbei v. a. kritische Aspekte der Hygiene im Rahmen der Ein- und Mehrfachverwendung sowie Wiederaufbereitung, welche im Rahmen der vorliegenden Untersuchung keiner weiteren Betrachtung unterzogen wurden und über die insgesamt wenig bekannt ist. Hiermit eng verbunden sind grds. Fragen der Wechselwirkungen zw. verschiedenen Handschuhmaterialien und topisch applizierten (wirkstoffhaltigen) Externaprodukten (s. vorheriger Abschn.) sowie Möglichkeiten und Grenzen einer rückstandlosen Entfernung derselben (s. Kap. IV.2.2.4 und Kap. IV.3.2.4).

³³⁰ Eine Herausforderung stellt v. a. die Konstanthaltung standardisierter Rahmenbedingungen, z. B. Akklimatisation, als notwendige Voraussetzung für den Einsatz funktioneller biophysikalischer Messmethoden (Berardesca & Norma, 2020; Kütting et al., 2010; van Jansen Rensburg, Franken & Du Plessis, 2019), dar.

³³¹ Eine Herausforderung stellt bspw. die Durchführung von Messungen nach der unmittelbaren nächtlichen Verwendung hinsichtlich der Organisation (z. B. Zeitabstände zw. dem Aufstehen und der Messung) dar.

Mit Blick auf die fortschreitende Entwicklung neuer Technologien im Bereich der Handschuhforschung (s. Kap. II.5.2.8), sollten perspektivisch Fragen der Effektivität von Unterziehhandschuhen verschiedener Materialien im Vergleich zu (Einmal-)Handschuhen mit besonderen Wirkstoffen und/oder Verfahren (z. B. zur Förderung der Atmungsaktivität) Berücksichtigung finden.

„Selecting the best method depends on the user—is there time to change gloves or apply a sticky cream before donning gloves, or is it best to use gloves that will provide a more balanced, safer hand health environment from the start? The choice affects user health and safety as well as business costs and productivity, so be sure to consider the occlusive environment and its effects before selecting the best gloves for your purposes.“ (OHS, 2017a)

Denkbar wäre, dass sich in bestimmten Funktionsbereichen (z. B. Okklusionsschutz) vergleichbare Wirkungen zeigen, wobei für die Verwendung eines singulären Handschuhmodells ggü. einer Handschuhkombination grds. ein geringerer zeitlicher bzw. technischer Aufwand (s. Kap. II.5.4.1 und Kap. IV.2.2.2) und ggf. auch eine Kostenersparnis (Draskovics, 2016) erwartbar wären.

Die vorletzte Forschungsfrage betrifft Aspekte der *Gesundheitsökonomie und Nachhaltigkeit* und somit auch der Kosten-Nutzen-Relation des Einsatzes von Unterzieh- und Komforthandschuhen verschiedener Materialien und ggf. auch Ausstattungen (s. Kap. IV.2.3). Insbesondere für Unterziehhandschuhe sollten zukünftig Fragen der Kosten für die Anschaffung, Wiederaufbereitung sowie Entsorgung intensivere Betrachtung finden und, zum Auffinden der nachhaltigeren Produktvariante, eine Lebenszyklusanalyse (*Life-cycle assessment*) o. ä. durchgeführt werden.

Basierend auf der Gesamtheit der Untersuchungs- und Rechercheergebnissen stellen sich abschließend Fragen nach den Möglichkeiten der Erstellung *standardisierter Empfehlungen zum Einsatz von Komforthandschuhen* (s. Kap. II.6.1 und Kap. IV.3.1) *und Unterziehhandschuhen* (s. Kap. II.5.1.3 und Kap. IV.2.1), welche bisher weitestgehend vollständig fehlen. Nachfolgend wären hiermit auch Fragen nach adäquaten und zielgruppengerechten, multimedialen, modernen Kommunikationstechnologien sowie Wegen der Promotion und Etablierung dieser im präventiven und kurativen Sektor verbunden.

TEIL V GESAMTFAZIT UND AUSBLICK

Das Ziel der Dissertation war, einen Beitrag zur Schließung bestehender Forschungslücken im Kontext der Evaluation des Einsatzes textiler und semipermeabler Unterzieh- und Komforthandschuhe in der Prävention von Berufsdermatosen zu leisten. Hierfür wurden hautphysiologische Untersuchungen sowie Anwendertestungen und -befragungen in unterschiedlichen Settings zur Bewertung der Anwenderakzeptanz, Hautverträglichkeit und Effektivität singulärer und kombinierter textiler, semipermeabler und okklusiver Handschuhmaterialien durchgeführt. Weiterführend erfolgte eine sensitive Literaturrecherche zum aktuellen Forschungsstand relevanter Aspekte der Textilerstellung und -verwendung aus verschiedenen Perspektiven.

Zentrale Ergebnisse zum Einsatz von Unterziehhandschuhen

Bei der Verwendung von Unterziehhandschuhen handelt es sich um eine in verschiedenen medizinischen Leitlinien empfohlene persönliche Hautschutzmaßnahme und in der Praxis etabliertes Instrument. Die Empfehlung betrifft gemäß ihrer Erwähnung in der TRGS 401 alle Ebenen der Prävention. Je nach Arbeitsgebiet/-tätigkeit ist der Einsatz von Schutzhandschuhen aus impermeablen Materialien erforderlich. Die nicht adäquate Bereitstellung, Auswahl und Anwendung von (okklusiven) Hautschutzmaßnahmen können die allgemeine Trageakzeptanz und erforderliche Schutzwirkung beeinträchtigen. Bezugnehmend auf die primäre Indikation des Einsatzes von Unterziehhandschuhen, den Schutz vor Okklusionseffekten, konnte sowohl in den durchgeführten hautphysiologischen Untersuchungen als auch der Anwendertestung/-befragung eine Minderung dieses Effektes unter der Verwendung einer textilen und semipermeablen Materialkombination ermittelt werden. Studien mit ähnlicher Methodik und Zielsetzung kamen zu vergleichbaren Ergebnissen.

Sowohl die textilen als auch semipermeablen Unterziehhandschuhe führten zu einer deutlichen Verbesserung des allgemeinen und bekleidungsphysiologischen Tragekomforts, zeigten aber jeweils hinsichtlich der individuellen Gestaltung und Gebrauchstauglichkeit in Abhängigkeit des Anwendungsbereiches Schwächen und Stärken: Handschuhe aus Sympatex® zeichnen sich im Wesentlichen durch ihre Struktur, Materialstärke und Funktionalität aus, welche ggü. den im Rahmen der vorliegenden Studie evaluierten Handschuhen aus Baumwolle mehr Mobilität/Beweglichkeit und ein verbessertes Tast- und Schwitzempfinden bedingten. Als nachteilig wurden v. a. die (derzeitige) Passform und das mit einem erhöhten Zeitaufwand und Schwierigkeiten einhergehende An- und Ausziehverhalten eingestuft. Die Baumwollhandschuhe zeigten eine geeignete Passform, gutes Tragegefühl und unproblematisches An- und Ausziehverhalten. Als nachteilig im Vergleich zu den Sympatex®-Handschuhen stellten sich v. a. ein verstärktes Feuchtigkeits- und Wärmeempfinden sowie Einschränkungen hinsichtlich der Mobilität und Taktilität heraus.

Über die Eignung bzw. Effektivität des Einsatzes von Unterziehhandschuhen zu anderen als der o. g. Zielstellung können auf Basis der vorliegenden Ergebnisse keine Aussagen getroffen werden. Die Ergebnisse älterer Untersuchungen geben Hinweise auf eine mögliche (Schutz-)Wirkung semipermeabler

und textiler Handschuhe ggü. möglichen Allergenen in Schutzhandschuhen sowie textiler Handschuhe ggü. Gefahrstoffen. Für die Handschuhe aus Sympatex® entfallen aufgrund der Materialbeschaffenheit die Bereiche Schnitthemmung sowie thermische und physikalische Belastungen; ausschließlich ggü. leichten mechanischen Belastungen (z. B. Friktion durch Schutzhandschuhe) ist eine Schutzwirkung anzunehmen.

In verschiedenen Untersuchungen zeigte sich, dass sich die Umsetzung der o. g. Präventionsmaßnahme im Vergleich zu anderen (Hautschutz-)Maßnahmen schwerer realisieren lässt bzw. deren Durchführung mit mehr Aufwendungen und Hemmnissen verbunden ist. Vereinzelt finden sich Hinweise auf Bedenken hinsichtlich der (Anschaffungs-)Kosten, Hygiene, des zusätzlichen zeitlichen und praktischen Aufwands und grds. Notwendigkeit der Verwendung von Textilhandschuhen. Unter der Berücksichtigung der Umstände und Kosten für eine adäquate Wiederaufbereitung wurde eine mögliche Beschränkung des Einsatzes textiler Unterziehhandschuhe auf Personen mit bereits bestehenden irritativen Hautveränderungen vorgeschlagen. – Wie die berufsdermatologische Beratungspraxis zeigt, lässt sich einer Vielzahl von Herausforderungen auf individueller Ebene mit Schulungen, die auf die Veränderung von Selbstmanagementprozessen abzielen (z. B. Antizipation von Schwierigkeiten, Entwicklung möglichst konkreter Handlungs- und Bewältigungsstrategien), erfolgreich begegnen.

In der vorliegenden Untersuchung konnte für beide Unterziehhandschuhe eine hohe Bereitschaft der zukünftigen Anwendung im beruflichen und privaten Sektor ermittelt werden. Diese lässt grds. auf eine hohe bzw. gesteigerte Unterstützung der Endanwendenden hinsichtlich einer berufsgruppenübergreifenden und flächendeckende(re)n Etablierung der hier vorgestellten Präventionsmaßnahme in der Praxis schließen.

Zentrale Ergebnisse zum Einsatz von Komforthandschuhen

Bei der (nächtlichen) Verwendung von Komforthandschuhen handelt es sich um eine kosmetische Anwendung und vereinzelt vorzufindende therapeutische Empfehlung. Eine etablierte Präventionsmaßnahme im engeren Sinne, wie bspw. die der Verwendung von Unterziehhandschuhen, liegt nicht vor. In der durchgeführten Anwendertestung/-befragung erwies sich sowohl die singuläre Verwendung von textilen als auch kombinierte Anwendung von semipermeablen und textilen Handschuhen als geeignete Möglichkeit des Kontaktschutzes und Unterstützung der (nächtlichen) Externatherapie. Beide Materialien zeigten eine sehr gute Hautverträglichkeit und beeinflussten den Hautzustand und das Hautgefühl/-empfinden aus subjektiver Sicht in angenehmer Weise. Die Gesamtheit der Einschätzungen und Bewertungen spiegelte sich auch in den parallel durchgeführten ärztlichen Erhebungen wider, in welchen für beide Materialien eine äquivalente Wirkung auf den Hautzustand ermittelt werden konnte. Die hautphysiologischen Untersuchungen bestätigten ergänzend die positive Wirkung für die singuläre semipermeable Abdeckung; ggü. einer Nichtabdeckung zeichnete sich keine Unter- bzw. Überlegenheit ab. Die Gesamtergebnisse weisen darauf hin, dass sich textile und semipermeable Abdeckungen jedweder Art nicht negativ auf den Zustand der irritierten bzw. erkrankten Haut auswirken. Gegenteilig ist durch entsprechende Abdeckungen mit geeigneten Materialien, insbes. bei längeren

Tragezeiten, eine Beschleunigung der Regeneration der epidermalen Hautbarriere und antiinflammatorischer Prozesse ggü. einer Nichtabdeckung zu erwarten. Studien mit ähnlicher Methodik und Zielsetzung kamen zu vergleichbaren Ergebnissen und geben weiterführend Hinweise darauf, dass mit antimikrobiell wirkenden Faserarten/-technologien ausgestattete textile Handschuhe v. a. bei von Hautveränderungen/-erkrankungen betroffenen Personen einen Zusatznutzen aufweisen könnten.

Beide Handschuhe/-kombinationen zeigten einen guten allgemeinen und bekleidungsphysiologischen Tragekomfort. Die Verwendung der Handschuhe aus Sympatex® ging mit Vorteilen hinsichtlich des Tast- und Schwitzempfinden ggü. den Handschuhen aus Baumwolle einher; als nachteilig wurden v. a. die (derzeitige) Passform und das mit Aufwand verbundene An- und Ausziehverhalten bewertet. Die Baumwollhandschuhe erhielten gute Beurteilungen hinsichtlich der Parameter Passform, Mobilität/Beweglichkeit, An- und Ausziehverhalten. Auch wurde der Tragekomfort, trotz verstärkten Feuchtigkeits- und Wärmeempfindens, besser bewertet. Insgesamt fiel die Bereitschaft der zukünftigen Anwendung für die semipermeable Kombination höher aus.

Zusammenfassende Beantwortung der leitenden Forschungsfrage

Basierend auf der Gesamtheit der vorliegenden Ergebnisse ergeben sich zahlreiche Rückschlüsse für eine zusammenfassende Beantwortung der eingangs gestellten Forschungsfrage: *Welche Empfehlungen lassen sich für den Einsatz von textilen und semipermeablen Unterzieh- und Komforthandschuhen in der Prävention von Berufsdermatosen an den Händen formulieren?*

Resümierend lässt sich festhalten, dass ein breiter(er) Einsatz von Komfort- und Unterziehhandschuhen empfohlen werden kann. Die Materialien Sympatex® und Baumwolle haben sich hierfür aufgrund ihrer Effektivität hinsichtlich der angestrebten Funktionen, guten Hautverträglichkeit und Anwenderakzeptanz als geeignet erwiesen. Im Bereich der Primärprävention ist durch die Verwendung von Unterziehhandschuhen eine Steigerung der Einsatzfrequenz und Trageakzeptanz von Schutzhandschuhen erwartbar. Im primärpräventiven Sinne wird durch den Einsatz von Unterziehhandschuhen eine Aufrechterhaltung der Hautgesundheit bzw. Verhinderung von Erkrankungen in Ziel-/Risikogruppen angestrebt. Aus dermatologischer Perspektive wäre es grds. empfehlenswert, dass Unterziehhandschuhe in Berufsbereichen, die mit einem hohen Maß an okklusiven Hautgefährdungen einhergehen, frühestmöglich und in häufiger(er) Frequenz zur Anwendung kommen. In den Bereichen der Sekundär- und Tertiärprävention sind, über das verbesserte Anwenderverhalten von Schutzhandschuhen hinaus, die epidermale Barriereregeneration fördernde Effekte durch die Verwendung von Unterziehhandschuhen denkbar. Aus sekundär- und tertiärpräventiver Perspektive wird durch den Einsatz von Unterziehhandschuhen eine Verbesserung der Hautgesundheit anvisiert. Jüngere Studienergebnisse kleiner Untersuchungen weisen weiterhin auf eine Erhöhung der Lebensqualität durch den Einsatz von Unterziehhandschuhen hin (Sayadi Shahraki et al., 2022). Die Verwendung von Komforthandschuhen bietet sich v. a. in den Bereichen der Sekundär- und Tertiärprävention an, in denen eine Verbesserung der Hautgesundheit angestrebt wird. Konkrete kurative Zielsetzungen bestehen im Kontaktschutz, Kratzschutz und einer verstärkenden Wirkung der Externatherapie.

Die vorliegenden Ergebnisse überblickend kann weiterhin festgehalten werden, dass die semipermeablen Handschuhe aus Sympatex® eine gute und weitestgehend gleichwertige Alternative ggü. textilen Handschuhen in den untersuchten Bereichen darstellen. Die Evaluationen im Rahmen der Anwender-testungen/-befragungen zeigten, dass die neuartigen Handschuhe hinsichtlich ihrer funktionellen und funktionalen Eigenschaften trotz wahrgenommener Mängel mehrheitlich den Bedürfnissen der Endanwendenden entsprechen. Die Leistungsfähigkeit und gute Hautverträglichkeit konnten überdies im Rahmen der zusätzlich durchgeführten hautphysiologischen Untersuchungen eruiert und erneut bestätigt werden. Die Vielfalt im Bereich der Textilhandschuhe eröffnet die Möglichkeit, ein oder mehrere Modelle entsprechend der individuell erforderlichen Bedürfnisse für die Anwendung als Komfort- oder Unterziehhandschuhe auszuwählen. An den semipermeablen Handschuhen wahrgenommene Mängel könnten zukünftig durch technische Modifikationen sowie, in der Anwendung als (nächtliche) Komforthandschuhe, ggf. durch eine singuläre Anwendung reduziert bzw. behoben werden. Auf die individuelle Praxis abgestimmte praktikable(re) Anwendungsempfehlungen, insbes. hinsichtlich eines indikationsgerechten Einsatzes und der Kompatibilität mit (wirkstoffhaltiger) Externa, Hautmitteln oder Schutzhandschuhmaterialien, könnten das Gebrauchsverhalten beider Materialien in der Anwendung als Komfort- oder Unterziehhandschuhe optimieren.

Basierend auf den derzeitigen Erkenntnissen zeichnen sich mit der Verwendung von Sympatex® einhergehende (human-)ökologische, ökonomische und infektionsprophylaktische Vorteile ab. Die Frage der Kosten-Nutzen-Relation kann jedoch erst nach umfassender Untersuchung der für eine Produktion, Distribution, ggf. Wiederaufbereitung und die Entsorgung bzw. ein nachhaltiges Recycling erforderlichen finanziellen Aufwendungen abschließend geklärt werden.

Die Auswahl geeigneter Unterzieh- und Komforthandschuhe kann und sollte immer unter Berücksichtigung der einzelfallbezogenen Bedürfnisse (v. a. Hautzustand/-typ, Hauterkrankung/Symptomatik, Sensibilisierungen, Schwitzempfinden) sowie anwendungs- und umgebungsspezifischen bzw. tätigkeitsbezogenen Anforderungen (v. a. Indikation/Funktion, Art und Tragedauer der Schutzhandschuhe, Tätigkeit, Feinmotorik) erfolgen. Entsprechende Auswahlprozesse münden aufgrund der Diversität der individuellen Erfordernisse grds. in subjektiven Qualitätsbeurteilungen, welche die Zurverfügungstellung eines intraindividuellen Angebots notwendig machen und ggf. entsprechende Regelungen des Umgangs legitimieren (personalisierte Prävention).

„Occupational contact dermatitis (OCD) encompasses a vast array of clinical presentations and underlying causes. Each worker is unique, having specific job tasks to accomplish as well as personal factors, such as atopic tendencies, that need to be considered. Thus, management of workers suffering from OCD must account for individual circumstances.“ (Houle et al., 2021, S. 182)

Entsprechende Angebote und Regelungen bedürfen umfassender Kenntnisse der Voraussetzungen, Möglichkeiten und potentiellen Schwierigkeiten des Einsatzes von Unterzieh- und Komforthandschuhen verschiedener Materialien. Diese wurden unter Berücksichtigung normativer, technischer, ökonomischer und ökologischer Aspekte detailliert betrachtet (s. Kap. TEIL II) und diskutiert (s. Kap. TEIL IV) sowie in berufsgruppenübergreifende Handlungsempfehlungen und Implikationsvorschläge (s. Kap.

IV.2.4 und Kap. IV.3.3) für einen adäquaten und nachhaltigen Einsatz von Unterzieh- und Komforthandschuhen in der Praxis überführt.

Forschungsbedarf und Perspektiven

Interessante und relevante offene Fragestellungen zum Einsatz von Unterzieh- und Komforthandschuhen wurden bereits an anderer Stelle detailliert wiedergegeben (s. Kap. I.1); zusammenfassend ergeben sich zahlreiche Ansatzpunkte für die weiterführende Forschung. Insgesamt wäre eine Verbesserung der Evidenzlage wünschenswert, wobei mit dem Mangel an entsprechenden Belegen keine fehlende Wirksamkeit der vorgestellten (Präventions-)Maßnahmen einhergeht. Die vorliegenden Evaluationsergebnisse bilden eine gute Grundlage für einen weiterführenden bzw. regelhaften Einsatz textiler und semipermeabler Unterzieh- und Komforthandschuhe in den untersuchten Settings, aber auch die Erprobung in anderen Bereichen der Wirtschaft, medizinischen Rehabilitation oder Ebenen der Prävention.

„Semipermeable membranes should be further developed, and the effects of cotton-lined gloves should be further examined.“ (Tiedemann et al., 2016, S. 9)

Mit Blick auf die Zukunft wäre es wünschenswert, dass den Erkenntnissen und Innovationen aus dem Bereich der Textilwissenschaft und -forschung auch in der Herstellung und Gestaltung klassischer Unterzieh- und Komforthandschuhe vermehrt Beachtung zukommt. Dabei sollten neben dem Einsatz aus bekleidungsphysiologischer Sicht besonders geeigneter Materialien bzw. Materialmischungen auch die Anwenderakzeptanz und Gebrauchstauglichkeit fördernde (kosteneffiziente) Möglichkeiten der strukturellen Verarbeitung (z. B. Strickart, Naht, Finger(kuppen)losigkeit) sowie antimikrobiellen/-viralen oder hautpflegenden Ausrüstung verstärkt Berücksichtigung finden. Mit Funktionsfasern, semipermeablen Membranen oder Laminaten ausgestattete Textilien für die Bereiche Schutzkleidung/-handschuhe und Sport könnten hierbei zur Orientierung dienen.

„Further work on alternative low-cost moisture absorption technologies should be considered.“ (Mylon, Lewis, Carré & Martin, 2014, S. 124)

„Advancements in design and construction of protective garment and wound dressings may reduce the level of skin hydration and dermatitis. (...) Today, with the rapid development of the new technologies in the bioscience, we expect greater efficacy and optimal dressing materials that can absorb excess water and reduce the unfavorable effects of occlusion.“ (Zhai & Maibach, 2007b, S. 35)

Angesichts der globalen Klima- und Umweltkrise wäre es weiterhin angebracht, dem Thema Nachhaltigkeit im gesamten Produktlebenszyklus mehr Aufmerksamkeit zukommen zu lassen.

Die Dissertation zeigt nicht nur das Potenzial semipermeabler Handschuhe in der Prävention von Berufsdermatosen an den Händen auf, sondern leistet auch einen entscheidenden Beitrag zur ergebnis- und empiriebasierten Formulierung und Konkretisierung von Handlungsempfehlungen zum Einsatz von Unterzieh- und Komforthandschuhen in der Praxis. Entsprechende Empfehlungen sollten zukünftig durch die Ergebnisse weiterer, formal und inhaltlich angemessener Studien ergänzt und angepasst werden und die Aufnahme in offizielle/administrative Referenzschriften finden. Einheitliche inter-/nationale (Mindest-)Standards oder auch Good Practice-Ansätze zur Handschuhverwendung

könnten die Quantität und Qualität der Anwendung optimieren, indem Vorschläge bzw. Empfehlungen für einen praxisorientierten Einsatz einschließlich geeigneter Lösungsstrategien und Vorgehensweisen für mögliche Problemfelder und Risiken präsentiert werden.

Übergeordnete Zielstellung aller Untersuchungen und Maßnahmen sollte sein und bleiben, die Prävalenz und Inzidenz berufsbedingter Hauterkrankungen durch eine fortlaufende Verbesserung der interdisziplinären Versorgung zu senken. Die frühzeitige, systematische und konsequente Umsetzung *präventiver Schutz- und Pflegemaßnahmen* nimmt dabei eine wesentliche Rolle ein und kann einen Beitrag zum langfristigen Erhalt der Arbeitsfähigkeit und somit auch der Lebensqualität von Berufsdermatosen betroffenen Personen leisten.

TEIL VI LITERATURVERZEICHNIS³³²

A

- Aalto-Korte, K. (2021). Contact Allergy to Protective Gloves. In J. D. Johansen, V. Mahler, J.-P. Lepoittevin & P. J. Frosch (Hrsg.), *Contact Dermatitis* (S. 1057–1065). Cham: Springer International Publishing.
- Aalto-Korte, K., Ackermann, L., Henriks-Eckerman, M.-L., Valiukevičienė, S., Reinikka-Railo, H., Leppänen, E. et al. (2007). 1,2-benzisothiazolin-3-one in disposable polyvinyl chloride gloves for medical use. *Contact Dermatitis*, 57(6), 365–370. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.2007.01278.x>
- Aalto-Korte, K., Alanko, K., Henriks-Eckerman, M.-L., Estlander, T. & Jolanki, R. (2003). Allergic contact dermatitis from bisphenol A in PVC gloves. *Contact Dermatitis*, 49(4), 202–205. <https://doi.org/10.1111/j.0105-1873.2003.0228.x>
- AAOHN Journal (1995). Product News: Hand Protection. *AAOHN Journal*, 43(11), 598–599. <https://doi.org/10.1177/216507999504301114>
- Abeck, D. (2002). Adjuvante Basistherapie. In D. Abeck & J. Ring (Hrsg.), *Atopisches Ekzem im Kindesalter (Neurodermitis). Zeitgemäßes Management* (S. 61–70). Heidelberg: Steinkopff.
- Abeck, D. (2011). Bedeutung von Textilfasern. *hautnah dermatologie*, 27(6), 388–392. <https://doi.org/10.1007/BF03358502>
- Abeck, D. (2020). Handekzem. In D. Abeck (Hrsg.), *Häufige Hautkrankheiten in der Allgemeinmedizin. Klinik, Diagnose, Therapie* (3., vollst. überarb. und erw. Aufl., S. 47–51). Berlin: Springer-Verlag.
- Abfallmanager Medizin. (2023). *Abfallklassifikationen*. Verfügbar unter: <https://www.abfallmanager-medizin.de/abfall-abc/abfallklassifikationen/>. Zugriff: 16.05.2023.
- Abfallmanager Medizin. (2023). *Abfallklassifikationen: Ehemalige LAGA-Gruppen und neue AVV-Abfallschlüssel*. Verfügbar unter: <https://www.abfallmanager-medizin.de/abfall-abc/abfallklassifikationen/>. Zugriff: 16.05.2023.
- Abney, S. E., Ijaz, M. K., McKinney, J. & Gerba, C. P. (2021). Laundry Hygiene and Odor Control: State of the Science. *Applied and Environmental Microbiology*, 87(14), e03002-20. <https://doi.org/10.1128/AEM.03002-20>
- Abraham, E. K. & Ramesh, P. (2002). NATURAL RUBBER LATEX PRODUCTS: CONCERNS IN HEALTH CARE. *Journal of Macromolecular Science, Part C: Polymer Reviews*, 42(2), 185–234. <https://doi.org/10.1081/MC-120004763>
- Achenbach, R. K. (2004). Schweiß. In R. K. Achenbach (Hrsg.), *Hyperhidrosis. Physiologisches und krankhaftes Schwitzen in Diagnose und Therapie* (S. 17–37). Heidelberg: Steinkopff.
- Adamu, B. F. & Wagaye, B. T. (2020). Cotton Contamination. In H. Wang & H. Memon (Hrsg.), *Cotton Science and Processing Technology* (S. 121–141). Singapore: Springer Singapore.
- Adisesh, A., Robinson, E., Nicholson, P. J., Sen, D. & Wilkinson, M. (2013). U.K. standards of care for occupational contact dermatitis and occupational contact urticaria. *The British Journal of Dermatology*, 168(6), 1167–1175. <https://doi.org/10.1111/bjd.12256>
- Aerts, O. & Goossens, A. (2021). Contact Allergy to Preservatives. In J. D. Johansen, V. Mahler, J.-P. Lepoittevin & P. J. Frosch (Hrsg.), *Contact Dermatitis* (S. 835–876). Cham: Springer International Publishing.
- Aerts, O., Goossens, A., Lambert, J. & Lepoittevin, J.-P. (2017). Contact allergy caused by isothiazolinone derivatives: an overview of non-cosmetic and unusual cosmetic sources. *European Journal of Dermatology*, 27(2), 115–122. <https://doi.org/10.1684/ejd.2016.2951>
- Afzal, A., Zubair, U., Saeed, M., Afzal, M. & Azeem, A. (2020). Fibres for Medical Textiles. In S. Ahmad, A. Rasheed & Y. Nawab (Hrsg.), *Fibers for Technical Textiles* (Topics in Mining, Metallurgy and Materials Engineering, S. 169–200). Cham: Springer International Publishing.
- Agache, P. (2017). Measurements of the Human Skin: Why and How? In P. Humbert, F. Fanian, H. I. Maibach & P. Agache (Hrsg.), *Agache's Measuring the Skin* (S. 5–14). Cham: Springer International Publishing.
- Agner, T. & Elsner, P. (2020). Hand eczema: epidemiology, prognosis and prevention. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 34(1), 4–12. <https://doi.org/10.1111/jdv.16061>
- Agner, T. & Held, E. (2002). Skin protection programmes. *Contact Dermatitis*, 47(5), 253–256.
- Agner, T., Aalto-Korte, K., Andersen, K. E., Foti, C., Giménez-Arnau, A. M., Gonçalo, M. et al. (2015). Classification of hand eczema. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 29(12), 2417–2422. <https://doi.org/10.1111/jdv.13308>
- Ahmad, S., Ullah, T. & Ziauddin (2020). Fibers for Technical Textiles. In S. Ahmad, A. Rasheed & Y. Nawab (Hrsg.), *Fibers for Technical Textiles* (S. 21–47). Cham: Springer International Publishing.

³³² *Hinweise zur Darstellung:* Mit Ausnahme von Sammelwerken und Monographien sind alle Dokumententypen mit einer DOI-Nummer (Digital Object Identifier) oder, wenn nicht vorhanden, mit einer URL (Uniform Resource Locator) oder URN (Uniform Resource Name) versehen. DGUV Informationen, DGUV Regeln, TRGS und TRBA sind unter ihrem Titel und nicht der herausgebenden Institution gelistet.

- Ahmad, Z., Naeem, M. S., Jabbar, A. & Irfan, M. (2020). Fibers for Other Technical Textiles Applications. In S. Ahmad, A. Rasheed & Y. Nawab (Hrsg.), *Fibers for Technical Textiles* (S. 201–220). Cham: Springer International Publishing.
- Ahmed, A., Shah, R., Papadopoulos, L. & Bewley, A. (2015). An ethnographic study into the psychological impact and adaptive mechanisms of living with hand eczema. *Clinical and Experimental Dermatology*, 40(5), 495–501. <https://doi.org/10.1111/cHrsg.12619>
- Ahmed, Z. H., Agarwal, K. & Sarkar, R. (2021). Hand Dermatitis: A Comprehensive Review with Special Emphasis on COVID-19 Pandemic. *Indian Journal of Dermatology, Venereology and Leprology*, 66(5), 508–519. https://doi.org/10.4103/ijd.ijd_281_21
- AirBoss Defense. (2016). *AirBoss Moulded Glove AMG. Commercial Specification*. Verfügbar unter: <https://evolve-ep.com/products/airboss-defense-coolmax-liner/>. Zugriff: 04.11.2022.
- AL.PRE.TEC. S.r.l. (2021). *Barrier Gloves*. Verfügbar unter: https://alpretec.com/product/25115120/barrier-gloves#title_tab_2_collapse. Zugriff: 16.06.2023.
- AL.PRE.TEC. S.r.l. (2022a). *FAQ Microair® Barrier*. Verfügbar unter: <https://www.alpretec.com/en/microair-barrier/faq/>. Zugriff: 22.02.2022.
- AL.PRE.TEC. S.r.l. (2022b). *Why does it work?* Verfügbar unter: <https://www.alpretec.com/en/microair-barrier/why-does-it-work/>. Zugriff: 22.02.2022.
- Alakeel, A., Al Sheikh, A., Alraddadi, A. A., Alattas, K. M., Aldayel, M., Alajlan, M. A. et al. (2022). Management of Atopic Dermatitis in Adults in Saudi Arabia: Consensus Recommendations from the Dermatological Expert Group. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology*, 15, 1435–1445. <https://doi.org/10.2147/CCID.S357178>
- Alban, S. (2010). Kohlenhydrate II: Polysaccharide und Polysacchariddrogen. In R. Hänsel & O. Sticher (Hrsg.), *Pharmakognosie — Phytopharmazie* (S. 461–590). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Albers, S. (Hrsg.). (2007). *Handbuch Produktmanagement. Strategieentwicklung - Produktplanung - Organisation - Kontrolle* (3., überarb. und erw. Aufl.). Wiesbaden: Springer Gabler Verlag.
- Aldape, T. (2004). The science and technology inside a quality glove. *Emergency Medical Services*, 33(10), 140.
- Alfonso, J. H. (2018a). Preventive Measures for Occupationally Induced Immediate Contact Reactions. In A. M. Giménez-Arnau & H. I. Maibach (Hrsg.), *Contact Urticaria Syndrome* (S. 149–160). Cham: Springer International Publishing.
- Alfonso, J. H. (2018b). Scope and Efficacy of Preventive Measures in Contact Dermatitis. *Current Treatment Options in Allergy*, 5(4), 319–332. <https://doi.org/10.1007/s40521-018-0181-5>
- Alfonso, J. H., Bauer, A., Bensefa-Colas, L., Boman, A., Bubaš, M., Constandt, L. et al. (2017). Minimum standards on prevention, diagnosis and treatment of occupational and work-related skin diseases in Europe - position paper of the COST Action StanDerm (TD 1206). *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 31(Suppl. 4), 31–43. <https://doi.org/10.1111/jdv.14319>
- Alhmid, H., Gonzalez-Orta, M., Cadnum, J. L., Mana, T. S. C., Jencson, A. L., Wilson, B. M. et al. (2019). Contamination of health care personnel during removal of contaminated gloves. *American Journal of Infection Control*, 47(7), 850–852. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2018.12.003>
- Alikhan, A., Lachapelle, J.-M. & Maibach, H. I. (Hrsg.). (2014). *Textbook of Hand Eczema*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- ALLERGIE konkret. (2021). Waschmittel und Weichspüler im Allergikerhaushalt. *ALLERGIE konkret*, (1), 24–26.
- AllergyCare AG. (2022). *DermaSilk lindert Ekzeme und Juckreiz in einer Woche*. Verfügbar unter: <https://www.allergycare.ch/de/hautprobleme/informationen/dermasilk>. Zugriff: 28.02.2022.
- Allgemeine Unfallversicherungsanstalt (AUVA) (Hrsg.). (2016). *M 705 Schutzhandschuhe*. Verfügbar unter: <https://www.auva.at/cdscontent/?contentid=10007.671984&portal=auvaporka>. Zugriff: 06.05.2021.
- Altmeyer, P. (2005). *Therapielexikon Dermatologie und Allergologie. Therapie kompakt von A bis Z* (2., vollst. überarb. Aufl.). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Aly, R., Shirley, C., Cunico, B. & Maibach, H. I. (1978). Effect of prolonged occlusion on the microbial flora, pH, carbon dioxide and transepidermal water loss on human skin. *Journal of Investigative Dermatology*, 71(6), 378–381. <https://doi.org/10.1111/1523-1747.ep12556778>
- Amazon.com, Inc. (2023). *Rafinan® Beauty*. Verfügbar unter: https://www.amazon.sg/s?rh=n%3A6314572051%2Cp_4%3A%E3%83%A9%E3%83%95%E3%82%A3%E3%83%8A%E3%83%B3+%28Raffinan%29&ref=bl_dp_s_web_6314572051. Zugriff: 28.02.2023.
- American Academy of Dermatology Association (AAD). (2022). *Eczema types: Contact dermatitis tips for managing*. Verfügbar unter: <https://www.aad.org/contact-dermatitis-tips>. Zugriff: 21.10.2022.
- Ammon, H. P. T. (2021). Chapter H. In H. P. T. Ammon & C. Hunnius (Hrsg.), *Hunnus Pharmazeutisches Wörterbuch* (10., neu bearb. und erw. Aufl., S. 759–834). Berlin: De Gruyter.
- Anavekar, N. S. & Nixon, R. L. (2006). Occupational allergic contact dermatitis to cobalt octoate included as an accelerator in a polyester resin. *The Australasian Journal of Dermatology*, 47(2), 143–144. <https://doi.org/10.1111/j.1440-0960.2006.00251.x>

- Andler, W. & Scheuermann, K. (1999). Ergonomische Gestaltung von Persönlichen Schutzausrüstungen im Spannungsfeld von erforderlichen Schutzfunktionen und Benutzerbedürfnissen. In Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG) (Hrsg.), *Erhöhte Akzeptanz von Persönlichen Schutzausrüstungen (PSA) durch ergonomische Gestaltung - BIA-Symposium (BIA-Report 2/99)* (S. 15–26). Sankt Augustin: Druck Center Meckenheim.
- Andra, S., Balu, S. K., Jeevanandam, J. & Muthalagu, M. (2021). Emerging nanomaterials for antibacterial textile fabrication. *Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology*, 394(7), 1355–1382. <https://doi.org/10.1007/s00210-021-02064-8>
- Andrees, V., John, S. M., Nienhaus, A., Skudlik, C., Brans, R., Augustin, M. et al. (2020). Economic evaluation of a tertiary prevention program for occupational skin diseases in Germany. *Contact Dermatitis*, 82(6), 361–369. <https://doi.org/10.1111/cod.13506>
- Ansell Ltd. (2021). *Schutzlösungen Katalog 2021*. Verfügbar unter: https://www.ansell.com/de/de/industrial/safety-briefing/emea/emea_discover-our-new-catalogue. Zugriff: 06.10.2021.
- Antonov, D., Schliemann, S., Elsner, P. & John, S. M. (2020). Wet Work and Occlusion. In S. M. John, J. D. Johansen, T. Rustemeyer, P. Elsner & H. I. Maibach (Hrsg.), *Kanerva's Occupational Dermatology* (S. 1117–1129). Cham: Springer International Publishing.
- Aoki, V., Lorenzini, D., Orfali, R. L., Zaniboni, M. C., Oliveira, Z. N. P. de, Rivitti-Machado, M. C. et al. (2019). Consensus on the therapeutic management of atopic dermatitis - Brazilian Society of Dermatology. *Anais Brasileiros De Dermatologia*, 94(2 Suppl. 1), 67–75. <https://doi.org/10.1590/abd1806-4841.2019940210>
- Apfelbacher, C. J., Ofenloch, R. F., Weisshaar, E., Molin, S., Bauer, A., Mahler, V. et al. (2019). Chronic hand eczema in Germany: 5-year follow-up data from the CARPE registry. *Contact Dermatitis*, 80(1), 45–53. <https://doi.org/10.1111/cod.13113>
- Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V. (AWMF). (2014). *S1-Leitlinie Toxische Gefährdung durch Hautresorption. AWMF-Register-Nr. 002/037*.
- Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V. (AWMF). (2015). *S2k-Leitlinie Neurodermitis. AWMF-Register-Nr. 013-027, Version 3.0*. Stand: 31.03.2015 (in Überarbeitung), gültig bis 30.03.2020. Verfügbar unter: <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/013-027.html>. Zugriff: 16.06.2021.
- Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V. (AWMF). (2016). *S2-Leitlinie Händedesinfektion und Händehygiene. AWMF-Register-Nr. 029/027*. Stand: 27.08.2016, gültig bis 30.09.2021. Verfügbar unter: <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/029-027.html>. Zugriff: 07.09.2021.
- Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V. (AWMF). (2017a). *S1-Leitlinie OP-Kleidung und Patientenabdeckung. AWMF-Register-Nr. 029-012*. Stand: 01.08.2017, gültig bis 31.07.2022. Verfügbar unter: <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/029-012.html>. Zugriff: 02.09.2021.
- Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V. (AWMF). (2017b). *S1-Leitlinie Anforderungen an Handschuhe zur Infektionsprophylaxe im Gesundheitswesen. AWMF-Register-Nr. 029-021, Version 4.0*. Stand: 01.11.2017, gültig bis 31.10.2022. Verfügbar unter: <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/029-021.html>. Zugriff: 06.05.2021. Zugriff: 06.05.2021.
- Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V. (AWMF). (2017c). *S2k-Leitlinie Gebrauch von Präparationen zur lokalen Anwendung auf der Haut (Topika). AWMF-Register-Nr. 013-092, Version 1.0*. Stand: 01.11.2017, gültig bis 31.10.2022. Verfügbar unter: <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/013-092.html>. Zugriff: 25.06.2023.
- Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V. (AWMF). (2020). *S1-Leitlinie Stationäre dermatologische Rehabilitation. AWMF-Register-Nr. 013-083, Version: 3.0*. Stand 31.01.2020, gültig bis 31.12.2023. Verfügbar unter: <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/013-083.html>. Zugriff: 06.05.2021.
- Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V. (AWMF). (2021). *S1-Leitlinie Kontaktexzem. AWMF-Register-Nr. 013-055, 2021, Version: 5.0*. Stand: 10.09.2021, gültig bis 31.08.2026. Verfügbar unter: <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/013-055.html>. Zugriff: 12.01.2022.
- Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V. (AWMF). (2022). *S2k-Leitlinie Diagnostik und Therapie des chronischen Pruritus. AWMF-Register-Nr. 013-048, Version 6.1*. Stand: 05.07.2022, gültig bis 05.07.2026 (in Überarbeitung). Verfügbar unter: <https://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/013-048.html>. https://doi.org/10.1111/ddg.13304_g. Zugriff: 25.06.2023.
- Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V. (AWMF). (2023a). *S2k-Leitlinie Prävention, Diagnostik und Therapie des Handekzems. AWMF-Register-Nr. 013-053, Version 2.0*. Stand: 23.02.2023, gültig bis 22.02.2028. Verfügbar unter: <https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/013-053>. Zugriff: 16.05.2023.
- Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V. (AWMF). (2023b). *Von der Planung bis zur Publikation. AWMF-Regelwerk Leitlinien*. Verfügbar unter: <https://www.awmf.org/regelwerk/>. Zugriff: 08.05.2023.

- Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V. (AWMF), Deutsche Krebsgesellschaft e. V. (DKG) & Deutsche Krebshilfe (DKH). (2020). *S3-Leitlinie Supportive Therapie bei onkologischen PatientInnen. Leitlinienprogramm Onkologie. AWMF-Register-Nr. 032/054OL, Langversion 1.3*. Stand: 02/2020 (Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V. (AWMF), Deutschen Krebsgesellschaft e. V. (DKG) & Deutsche Krebshilfe (DKH), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://www.leitlinienprogramm-onkologie.de/leitlinien/supportive-therapie/>. Zugriff: 06.05.2021.
- Arora, G., Khandpur, S., Bansal, A., Shetty, B., Aggarwal, S., Saha, S. et al. (2023). Current understanding of frictional dermatoses: A review. *Indian Journal of Dermatology, Venereology and Leprology*, 89(2), 170–188. https://doi.org/10.25259/IJDVL_519_2021
- Assadian, O., Leaper, D. J., Kramer, A. & Ousey, K. J. (2016). Can the design of glove dispensing boxes influence glove contamination? *The Journal of Hospital Infection*, 94(3), 259–262. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2016.09.005>
- Association of periOperative Registered Nurses (AORN). (2017). Guideline Summary: Hand Hygiene. *AORN Journal*, 105(2), 213–217. <https://doi.org/10.1016/j.aorn.2016.12.003>
- Asuncion, C. A., Dy-Rabo, K. D., Quinio, M. F. & Lavadia, M. A. (2018). Occupational skin diseases among institutional housekeeping personnel in a government hospital. *Journal of the Philippine Dermatological Society*, 27(1), 34–40.
- Atanasova, D., Staneva, D. & Grabchev, I. (2021). Textile Materials Modified with Stimuli-Responsive Drug Carrier for Skin Topical and Transdermal Delivery. *Materials (Basel, Switzerland)*, 14(4), 930. <https://doi.org/10.3390/ma14040930>
- ATG® - Intelligent Glove Solutions. (2021). *Wodurch zeichnen sich ATG®-Handschuhe aus?* Verfügbar unter: <https://www.atg-glovesolutions.com/de/wodurch-zeichnen-sich-atg-handschuhe-aus>. Zugriff: 05.08.2021.
- Augustin, M., Misery, L., Kobyletzki, L. von, Armario-Hita, J. C., Mealing, S. & Redding, M. (2022). Unveiling the true costs and societal impacts of moderate-to-severe atopic dermatitis in Europe. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 36(Suppl. 7), 3–16. <https://doi.org/10.1111/jdv.18168>
- Augustin, M., Wilsman-Theis, D., Körber, A., Kerscher, M., Itschert, G., Dippel, M. et al. (2018). Positionspapier: Diagnostik und Therapie der Xerosis cutis. *Journal Der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*, 16(Suppl. 4), 3–35. <https://doi.org/10.1111/ddg.13580>
- Australian Safety and Compensation Council (ASCC) (Hrsg.). (2005). *Guidance on the prevention of dermatitis caused by wet work*. Canberra.
- Awais, M. (2021). *Thermophysiological simulation of human body-clothing-environment system*. Dissertation, Technische Universität Dresden. Dresden: TUDpress.
- Awosika-Olumo, A. I., Trangle, K. L. & Fallon, L. F. (2003). Microorganism-induced skin disease in workers exposed to metalworking fluids. *Occupational Medicine*, 53(1), 35–40. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqg006>
- Azenha, Â. (2020). Textile Workers. In S. M. John, J. D. Johansen, T. Rustemeyer, P. Elsner & H. I. Maibach (Hrsg.), *Kanerva's Occupational Dermatology* (S. 2325–2341). Cham: Springer International Publishing.

B

- Baack, B. R., Holguin, T. A., Holmes, H. S., Prawer, S. E. & Scheman, A. J. (1996). Use of a semipermeable glove during treatment of hand dermatitis. *Cutis*, 58(6), 423–424.
- Babikir, R. & Schuster, A. (2018). Krankenhauswäsche: Hygienische Maßnahmen. In M. Dettenkofer, U. Frank, H.-M. Just, S. Lemmen & M. Scherrer (Hrsg.), *Praktische Krankenhaushygiene und Umweltschutz* (4. Aufl., S. 527–536). Berlin: Springer-Verlag.
- Baby, R., Mathur, K. & DenHartog, E. (2021). Nondestructive Quantitative Evaluation of Yarns and Fabrics and Determination of Contact Area of Fabrics Using the X-ray Microcomputed Tomography System for Skin-Textile Friction Analysis. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 13(3), 4652–4664. <https://doi.org/10.1021/acsmi.0c18300>
- Badr, A. A., Hassanin, A. & Moursey, M. (2016). Influence of Tencel/cotton blends on knitted fabric performance. *Alexandria Engineering Journal*, 55(3), 2439–2447. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2016.02.031>
- Baer, R. L. & Ludwig, J. S. (1952). Allergic dermatitis of the hands. *Postgraduate Medicine*, 12(1), 41–51. <https://doi.org/10.1080/00325481.1952.11708047>
- Bährle-Rapp, M. (Hrsg.). (2020). *Springer Lexikon Kosmetik und Körperpflege* (5., überarb. und erw. Aufl.). Berlin: Springer-Verlag.
- Bai, H., Tam, I. & Yu, J. (2020). Contact Allergens in Top-Selling Textile-care Products. *Dermatitis: Contact, Atopic, Occupational, Drug*, 31(1), 53–58. <https://doi.org/10.1097/DER.0000000000000566>
- Balato, A., Ayala, F., Bruze, M., Crepy, M.-N., Gonçalves, M., Johansen, J. D. et al. (2020). European Task Force on Contact Dermatitis statement on coronavirus disease-19 (COVID-19) outbreak and the risk of adverse cutaneous reactions. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 34(8), e353–e354. <https://doi.org/10.1111/jdv.16557>
- Bammel, K. (2006). Prima Klima mit Membranen. *Physik Journal*, 5(1), 42–43.

- Banaee, S. & Que Hee, S. S. (2020). Glove permeation of chemicals: The state of the art of current practice-Part 2. Research emphases on high boiling point compounds and simulating the donned glove environment. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 17(4), 135–164. <https://doi.org/10.1080/15459624.2020.1721509>
- Baran, R. & Schoon, D. (2004). Nail fragility syndrome and its treatment. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 3(3), 131–137. <https://doi.org/10.1111/j.1473-2130.2004.00076.x>
- Barber, K. A. (1989). High-risk workers: the eczematous hand. *Canadian Family Physician*, 35, 2305–2308.
- Bariya, M., Li, L., Ghattamaneni, R., Ahn, C. H., Nyein, H. Y. Y., Tai, L.-C. et al. (2020). Glove-based sensors for multi-modal monitoring of natural sweat. *Science Advances*, 6(35), eabb8308. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abb8308>
- Baron, H. (1965). Die Bedeutung der örtlichen Temperatur im Wund- und Hautbereich im Lichte der experimentellen Chirurgie unter besonderer Berücksichtigung von Kühlfarben. *Archiv für klinische Chirurgie*, (313), 685–690.
- Baron, H. (1967). Die Bedeutung des Temperaturfaktors für Wunde and Haut bei Bedeutung mit „non woven“- und Folienschichten unter besonderer Berücksichtigung von Kühlfarben. *Arzneimittel-Forschung*, 17(11), 1402–1407.
- Baron, H. (1975). Chirurgische Textilmedizin: Material, Methode, Wirkung. *Langenbecks Archiv für Chirurgie*, 339, 589–597. <https://doi.org/10.1007/BF01257563>
- Baron, S. E., Cohen, S. N. & Archer, C. B. (2012). Guidance on the diagnosis and clinical management of atopic eczema. *Clinical and Experimental Dermatology*, 37(Suppl. 1), 7–12. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2230.2012.04336.x>
- Bartels, V. T. (2006). Physiological comfort of biofunctional textiles. In U.-C. Hipler & P. Elsner (Hrsg.), *Biofunctional Textiles and the Skin* (Bd. 33, S. 51–66). Basel: S. Karger AG.
- Basit, A., Latif, W., Ashraf, M., Rehman, A., Iqbal, K., Maqsood, H. S. et al. (2019). Comparison of Mechanical and Thermal Comfort Properties of Tencel Blended with Regenerated Fibers and Cotton Woven Fabrics. *Autex Research Journal*, 19(1), 80–85. <https://doi.org/10.1515/aut-2018-0035>
- Basketter, D. A., English, J. S., Wakelin, S. H. & White, I. R. (2008). Enzymes, detergents and skin: facts and fantasies. *The British Journal of Dermatology*, 158(6), 1177–1181. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.2008.08561.x>
- Basketter, D. A., Lemoine, S. & McFadden, J. P. (2015). Skin sensitisation to fragrance ingredients: is there a role for household cleaning/maintenance products? *European Journal of Dermatology*, 25(1), 7–13. <https://doi.org/10.1684/ejd.2014.2472>
- Basketter, D. A., Pons-Guiraud, A., van Asten, A., Laverdet, C., Marty, J.-P., Martin, L. et al. (2010). Fragrance allergy: assessing the safety of washed fabrics. *Contact Dermatitis*, 62(6), 349–354. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.2010.01728.x>
- Bathe, A., Diepgen, T. L. & Matteredne, U. (2012). Subjective illness perceptions in individuals with occupational skin disease: a qualitative investigation. *Work*, 43(2), 159–169. <https://doi.org/10.3233/WOR-2012-1365>
- Batra, S., Bronkema, L. A., Wang, M. J. & Bishu, R. R. (1994). Glove attributes: Can they predict performance? *International Journal of Industrial Ergonomics*, 14(3), 201–209. [https://doi.org/10.1016/0169-8141\(94\)90096-5](https://doi.org/10.1016/0169-8141(94)90096-5)
- Batson, M. (2016). Comfort is the Key to FR Clothing Compliance. *Occupational Health & Safety*. Verfügbar unter: <https://ohsonline.com/Articles/2016/01/01/Comfort-is-the-Key-to-FR-Clothing-Compliance.aspx?Page=1>. Zugriff: 28.07.2022.
- Bauer, A. (2012). Prevention in Food Workers. In T. Rustemeyer, P. Elsner, S. M. John & H. I. Maibach (Hrsg.), *Kanerva's Occupational Dermatology* (S. 1197–1203). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Bauer, A., Fuchs, T. & John, S. M. (2020). Berufsdermatosen: ein Überblick. *Allergo Journal*, 29(3), 50–57. <https://doi.org/10.1007/s15007-020-2517-2>
- Bauer, A., Geier, J., Lessmann, H. & Elsner, P. (2004). Kontaktallergien gegen Textilfarbstoffe. Ergebnisse des Informationsverbundes Dermatologischer Kliniken (IVDK). *Aktuelle Dermatologie*, 30(1/02), 23–27. <https://doi.org/10.1055/s-2004-814276>
- Bauer, A., Geier, J., Mahler, V. & Uter, W. (2015). Kontaktallergien bei Erwerbstätigen in Deutschland: Ergebnisse des IVDK-Netzwerkes 2003-2013. *Der Hautarzt*, 66(9), 652–664. <https://doi.org/10.1007/s00105-015-3660-7>
- Bauer, A., Pesonen, M., Brans, R., Caroppo, F., Dickel, H., Dugonik, A. et al. (2023). Occupational contact allergy: The European perspective-Analysis of patch test data from ESSCA between 2011 and 2020. *Contact Dermatitis*, 88(4), 263–274. <https://doi.org/10.1111/cod.14280>
- Bauer, A., Rönch, H., Elsner, P., Dittmar, D., Bennett, C., Schuttelaar, M. L. A. et al. (2018). Interventions for preventing occupational irritant hand dermatitis. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 4(4 Suppl. 1), CD004414. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004414.pub3>
- Baum, A., Breuer, P., Eitner, K. & Tappe, S. (2016). *Textil-Fibel 5* (5. Aufl., kompl. überarb.). Hamburg: Greenpeace Media GmbH.
- Baur, V. & Schultz, E. S. (2021). Handekzeme: Ätiologie, Diagnostik und therapeutisches Management. *Aktuelle Dermatologie*, 47(8/09), 385–400. <https://doi.org/10.1055/a-1106-9108>
- Baur, X. (2013). *Arbeitsmedizin* (Springer-Lehrbuch). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

- Bayer Vital GmbH. (2023). *Schrunden – Ursachen, Symptome, Behandlung & Hausmittel*. Verfügbar unter: <https://www.bepanthen.de/haut/schrunden>. Zugriff: 27.02.2023.
- Bearman, G., Rosato, A. E., Duane, T. M., Elam, K., Sanogo, K., Haner, C. et al. (2010). Trial of universal gloving with emollient-impregnated gloves to promote skin health and prevent the transmission of multidrug-resistant organisms in a surgical intensive care unit. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, 31(5), 491–497. <https://doi.org/10.1086/651671>
- Becker, D. (2018). Gummiinhaltsstoffe. Serie „Das kleine 1 × 1 der Kontaktallergene“ - Teil 10. *Allergo Journal*, 27(6), 18–21. <https://doi.org/10.1007/s15007-018-1687-7>
- Becker, D., Knop, J. & Grabbe, S. (2012). Allergisches Kontaktekzem. In J. Saloga, L. Klimek, R. Buhl, W. Mann, J. Knop & S. Grabbe (Hrsg.), *Allergologie-Handbuch. Grundlagen und klinische Praxis* (2. Aufl., S. 413–425). Stuttgart: Schattauer.
- Becker, S. W. (1931). ECZEMA. *The journal of the American Medical Association*, 97(14), 983. <https://doi.org/10.1001/jama.1931.02730140019005>
- Beckman, I. P., Lozano, C., Freeman, E. & Riveros, G. (2021). Fiber Selection for Reinforced Additive Manufacturing. *Polymers*, 13(14), 2231. <https://doi.org/10.3390/polym13142231>
- Behera, B. K. & Arora, H. (2009). Surgical Gown: A Critical Review. *Journal of Industrial Textiles*, 38(3), 205–231. <https://doi.org/10.1177/1528083708091251>
- Behr, A. & Seidensticker, T. (2018). Kunststoffe aus der Natur. In A. Behr & T. Seidensticker (Hrsg.), *Einführung in die Chemie nachwachsender Rohstoffe* (S. 317–335). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Behroozy, A. & Keegel, T. G. (2014). Wet-work Exposure: A Main Risk Factor for Occupational Hand Dermatitis. *Safety and Health at Work*, 5(4), 175–180. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2014.08.001>
- Beie, M., Kralj, N., Sieker, S. & Hofmann, F. (2001). Infektionsschutz im Arbeitsleben – Studien zum Tastsinn bei einfacher bzw. doppelter Behandschuhung. In G. Schäcke (Hrsg.), *Arbeitsmedizin im Wandel - bewährte Strategien und Herausforderungen. Dokumentationsband über die 40. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und Umweltmedizin e.V.; 15. - 18. Mai 2000 in Berlin* (S. 310–312). Fulda: Rindt-Dr.
- Bekleidungsphysiologisches Institut Hohenstein e. V. (2008). *Erforschung von innovativen Konstruktionen zur Verbesserung der physiologischen Funktion von Schutzhandschuhen. Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben, AiF-Vorhaben Nr. 14828 N*.
- BellaCare. (2021). *Feuchtigkeitsspendender Gel-Handschuh*. Verfügbar unter: <https://bellacare.net/beauty-care/hautpflege/feuchtigkeitspflege/1412/feuchtigkeitspendender-gel-handschuh>. Zugriff: 04.08.2021.
- Bellante, S., Engel, A., Hatice, T., Neumann, A., Okyay, G., Peters, M. et al. (2011). Hygienische Aufbereitung von Textilien in Privathaushalten - eine Studie aus der Praxis. *Hygiene Medizin*, 36(7/8), 300–305.
- Bello, S. A. (2020). Carbon-Fiber Composites: Development, Structure, Properties, and Applications. In O. V. Kharissova, L. M. T. Martínez & B. I. Kharisov (Hrsg.), *Handbook of Nanomaterials and Nanocomposites for Energy and Environmental Applications* (S. 1–22). Cham: Springer International Publishing.
- Belsito, D. V., Fowler, J. F., Marks, J. G., Pariser, D. M., Hanifin, J. M., Duarte, I. A. G. et al. (2004). Pimecrolimus cream 1%: a potential new treatment for chronic hand dermatitis. *Cutis*, 73(1), 31–38.
- Belsito, D. V., Fransway, A. F., Fowler, J. F., Sherertz, E. F., Maibach, H. I., Mark, J. G. et al. (2002). Allergic contact dermatitis to detergents: a multicenter study to assess prevalence. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 46(2), 200–206. <https://doi.org/10.1067/mjd.2002.119665>
- Benevit van Clewe GmbH & Co. KG. (2019). *Handschuhe „Basel“ mit smartcel™ sensitive Faser*. Verfügbar unter: <https://bene-vit.de/produkt/handschuhe/>. Zugriff: 16.06.2021.
- Benevit van Clewe GmbH & Co. KG. (2019). *Pflege sensitiver Textilien*. Verfügbar unter: <https://bene-vit.de/pflegebehandlung/>. Zugriff: 07.11.2022.
- Bennike, N. H., Johansen, J. D. & Menné, T. (2016). Friction from paper and cardboard causing occupational dermatitis in non-atopic individuals. *Contact Dermatitis*, 74(5), 307–308. <https://doi.org/10.1111/cod.12530>
- Bensel, C. K. (1993). The effects of various thicknesses of chemical protective gloves on manual dexterity. *Ergonomics*, 36(6), 687–696. <https://doi.org/10.1080/00140139308967930>
- Berardesca, E. & Norma, C. (2020). Skin Bioengineering. In S. M. John, J. D. Johansen, T. Rustemeyer, P. Elsner & H. I. Maibach (Hrsg.), *Kanerva's Occupational Dermatology* (S. 1387–1395). Cham: Springer International Publishing.
- Berardesca, E. (1997). EEMCO guidance for the assessment of stratum corneum hydration: electrical methods. *Skin Research and Technology*, 3(2), 126–132. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0846.1997.tb00174.x>
- Berekoven, L., Eckert, W. & Ellenrieder, P. (2009). Testverfahren. In L. Berekoven, W. Eckert & P. Ellenrieder (Hrsg.), *Marktforschung. Methodische Grundlagen und praktische Anwendung* (12., überarb. und erw. Aufl., S. 146–184). Wiesbaden: Springer Gabler Verlag.
- Bergen, P. (2000). Gesundheitsbeeinträchtigungen durch Dienstkleidung - Teil 1: Textilekzeme sind gar nicht so selten. *Pflegezeitschrift*, (8), 525–528.
- Berger, W., Fischer, P. & Mally, A. (1993). Struktur der textilen Faserstoffe. In W. Berger, H. Faulstich, P. Fischer, A. Heger, H.-J. Jacobasch, A. Mally et al. (Hrsg.), *Textile Faserstoffe* (S. 9–88). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

- Bergmann Tiest, W. M. (2015). Tactual perception of liquid material properties. *Vision Research*, 109, 178–184. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2014.08.002>
- Berndt, U., Wigger-Alberti, W. & Elsner, P. (2000). Hautphysiologische Untersuchungen — Methoden in Diagnostik und Prävention von Berufsdermatosen. In A. Plettenberg, W. N. Meigel & I. Moll (Hrsg.), *Dermatologie an der Schwelle zum neuen Jahrtausend. Aktueller Stand von Klinik und Forschung* (Springer eBook Collection Medicine, S. 209–212). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Berthold, E. & Weisshaar, E. (2019). Therapie des Handekzems. *Der Hautarzt* 70(10), 790–796. <https://doi.org/10.1007/s00105-019-04475-4>
- Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BG BAU) (Hrsg.). (2016). *Gebäudereiniger - Sicher und gesund im Beruf, Broschüre/Flyer 705.11*. Verfügbar unter: <https://www.bgbau.de/service/angebote/medien-center-suche/medium/gebaeudereiniger-sicher-und-gesund-im-beruf/>. Zugriff: 07.05.2021.
- Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BG BAU) (Hrsg.). (2019a). *Baustein - Persönliche Schutzausrüstungen (E 604)*. Verfügbar unter: <https://www.bgbau.de/service/angebote/medien-center-suche/medium/schutzhandschuhe/>. Zugriff: 07.05.2021.
- Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BG BAU) (Hrsg.). (2019b). *Baustein - Persönliche Schutzausrüstungen (E 605)*. Verfügbar unter: <https://www.bgbau.de/service/angebote/medien-center-suche/medium/hautschutz/>. Zugriff: 07.05.2021.
- Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft (BG BAU) (Hrsg.). (2019c). *Hautschutz bei der Arbeit, Broschüre/Flyer 717*. Verfügbar unter: <https://www.bgbau.de/service/angebote/medien-center-suche/medium/hautschutz-bei-der-arbeit/>. Zugriff: 07.05.2021.
- Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM) (Hrsg.). (2021, 7. Mai). *Arbeiten im Offsetdruck - Umgang mit Arbeitsstoffen, Broschüre MB018*. Verfügbar unter: <https://medien.bgetem.de/medienportal/artikel/TUIwMTg->. Zugriff: 07.05.2021.
- Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM) (Hrsg.). (2010). *Hauterkrankungen der Zahntechniker*.
- Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM) (Hrsg.). (2020). *Gesunde Haut am Arbeitsplatz, Broschüre MB003*. Verfügbar unter: <https://medien.bgetem.de/medienportal/artikel/TUIwMDM->. Zugriff: 09.06.21.
- Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM) (Hrsg.). (2021a). *Chlorinierung*. Verfügbar unter: <https://hautschutz.bgetem.de/wissenswertes-zum-hand-und-hautschutz/glossar/chlorinierung>. Zugriff: 31.08.2021.
- Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM) (Hrsg.). (2021b). *Häufig gefragt: Belastet das Schwitzen im Handschuh die Haut?* Verfügbar unter: <https://hautschutz.bgetem.de/hand-und-hautschutz/haeufig-gefragt>. Zugriff: 07.05.2021.
- Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM) (Hrsg.). (2021). *Tipps Hautschutz. Gesunde Haut am Arbeitsplatz, Broschüre T006*. Verfügbar unter: <https://medien.bgetem.de/medienportal/artikel/VDaWNg->. Zugriff: 06.09.2021.
- Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse (BG ETEM) (Hrsg.). (o.J.). *Gesunde Haut in der Druckindustrie und in der Papier verarbeitenden Industrie (240 DP)*.
- Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) (Hrsg.). (2006). *Sicheres Arbeiten mit chemischen Stoffen in der Pathologie – Handlungshilfe zur Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen*. Verfügbar unter: <https://www.bgw-online.de/bgw-online-de/service/medien-arbeitshilfen/medien-center/sicheres-arbeiten-mit-chemischen-stoffen-in-der-pathologie--20350>. Zugriff: 09.02.2022.
- Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) (Hrsg.). (2018a). *Hautschutz- und Händehygieneplan für Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im OP-Bereich*. Verfügbar unter: <https://www.bgw-online.de/bgw-online-de/service/medien-arbeitshilfen/medien-center/haushchutz-und-haendehygieneplan-fuer-mitarbeiterinnen-und-19672>. Zugriff: 06.10.2021.
- Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) (Hrsg.). (2018b). *Hautschutz- und Händehygieneplan für Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter im Tattoo- und Piercing-Studio (BGW 06-13-080)*. Verfügbar unter: <https://www.bgw-online.de/bgw-online-de/service/medien-arbeitshilfen/medien-center/haushchutz-und-haendehygieneplan-fuer-mitarbeiterinnen-und-20168>. Zugriff: 25.06.2023.
- Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) (Hrsg.). (2018c). *Hautschutz- und Händehygieneplan für Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in der zahnärztlichen Praxis*. Verfügbar unter: <https://www.bgw-online.de/bgw-online-de/service/medien-arbeitshilfen/medien-center/haushchutz-und-haendehygieneplan-fuer-mitarbeiterinnen-und-20126>. Zugriff: 06.10.2021.
- Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) (Hrsg.). (2019a). *Gesunde Haut mit Schutz und Pflege. Tipps und Informationen für Pflegeberufe, Broschüre BGW 06-12-110 / TP-HAP-11*. Verfügbar unter: https://www.bgw-online.de/DE/Medien-Service/Medien-Center/Medientypen/BGW-Broschueren/BGW06-12-110_Gesunde-Haut-durch-Schutz-und-Pflege.html. Zugriff: 07.05.2021.

- Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) (Hrsg.). (2019b). *Hauptsache Hautschutz. Hände schützen, pflegen – gesund bleiben, Broschüre BGW 06-12-002 / M650*. Verfügbar unter: https://www.bgw-online.de/DE/Medien-Service/Medien-Center/Medientypen/BGW-Broschueren/BGW06-12-002_Hauptsache-Hautschutz.html. Zugriff: 07.05.2021.
- Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) (Hrsg.). (2019c). *Schöne Hände – gesunde Haut. Pflegetipps und Informationen für das Friseurhandwerk, Broschüre BGW 06-12-091 / TP-HAP-9*. Verfügbar unter: https://www.bgw-online.de/DE/Medien-Service/Medien-Center/Medientypen/BGW-Broschueren/BGW06-12-091_Schoene-Haende-Gesunde-Haut-Friseure-Arbeitnehmer.html. Zugriff: 07.05.2021.
- Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) (Hrsg.). (2020a). *Müssen Beschäftigte zum Infektionsschutz bei Friseur Tätigkeiten Handschuhe tragen?* Verfügbar unter: <https://www.bgw-online.de/bgw-online-de/faq/muessen-beschaeftigte-zum-infektionsschutz-bei-44088>. Zugriff: 06.10.2021.
- Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) (Hrsg.). (2020b). *Welche Vorgaben gibt es für Arbeitskleidung?* Verfügbar unter: <https://www.bgw-online.de/bgw-online-de/faq/welche-vorgaben-gibt-es-fuer-arbeitskleidung--43878#43878>. Zugriff: 01.04.2022.
- Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) (Hrsg.). (2021). *Warum müssen Gesichtsbehandlungen mit Einmalhandschuhen durchgeführt werden, obwohl das Gesicht gründlich gereinigt wurde?* Verfügbar unter: <https://www.bgw-online.de/bgw-online-de/faq/warum-muessen-gesichtsbehandlungen-mit-einmalhandschuhen-44178#44178>. Zugriff: 06.10.2021.
- Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) (Hrsg.). (2022a). *Infektionsschutz - Pflege*. Verfügbar unter: <https://www.bgw-online.de/bgw-online-de/service/medien-arbeitshilfen/sichere-seiten/sichere-seiten-pflege-21004>. Zugriff: 15.03.2023.
- Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) (Hrsg.). (2022b). *Schutzmaßnahmen: So schützen Sie Ihre Haut*. Verfügbar unter: <https://www.bgw-online.de/bgw-online-de/themen/gesund-im-betrieb/gesunde-haut/so-schuetzen-sie-ihre-haut-23820>. Zugriff: 07.05.2021.
- Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) (Hrsg.). (2022c). *Technische Regeln für Gefahrstoffe: Gefährdung durch Hautkontakt – Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen. FAQ zur Erläuterung der Neufassung der TRGS 401*. Verfügbar unter: <https://www.bgw-online.de/bgw-online-de/service/medien-arbeitshilfen/medien-center/gefaehrdung-durch-hautkontakt-ermittlung-beurteilung-13784>. Zugriff: 09.05.2023.
- Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) (Hrsg.). (2022d). *Thema: „Gesunde Haut“ - Häufig gestellte Fragen (FAQ). Wenn ich Handschuhe trage, schwitzen meine Hände stark. Was kann ich dagegen tun?* Verfügbar unter: <https://www.bgw-online.de/bgw-online-de/faq/gesunde-haut-1596#14528>. Zugriff: 19.01.2023.
- Berufsgenossenschaft Handel und Warenlogistik (BGHW) (Hrsg.). (2020a). *Hautschutz: Allgemeine Maßnahmen (W 18-2)*. Verfügbar unter: https://kompendium.bghw.de/bghw/xhtml/document.jsf?docId=bghw_wis/bghw_wis-Documents/b12w18-2/b12w18-2_0_.html&alias=bghw_wis_b12w18_2_1_&anchor=&event=navigation. Zugriff: 25.06.2023.
- Berufsgenossenschaft Handel und Warenlogistik (BGHW) (Hrsg.). (2020b). *Hautschutz: Floristik-Fachbetriebe (W 18-3)*. Verfügbar unter: https://kompendium.bghw.de/bghw/xhtml/document.jsf?docId=bghw_wis/bghw_wis-Documents/b12w18-3/b12w18-3_0_.html&alias=bghw_wis_b12w18_3_g1_&anchor=&event=navigation. Zugriff: 10.06.2021.
- Berufsgenossenschaft Holz und Metall (BGHM) (Hrsg.). (2019). *Tipps für eine gesunde Haut: Hautschutz für Beschäftigte in Metallbetrieben und in der Holzbranche*. Verfügbar unter: <https://www.bghm.de/arbeitschuetzer/fach-themen/hautschutz>. Zugriff: 10.06.2021.
- Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gastgewerbe (BGN) (Hrsg.). (2020). *Schutzhandschuhe. Wann und wie Schutzhandschuhe tragen? Tipps zur Verringerung von Feuchtigkeitsbildung unter Schutzhandschuhen*. Verfügbar unter: <https://www.bgn.de/praevention-arbeitshilfen/sicher-und-gesund/themenseite-hautschutz/schutzhandschuhe/#c15174-8494>. Zugriff: 06.05.2021.
- Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gastgewerbe (BGN) (Hrsg.). (2021). *Arbeitssicherheitsinformation (ASI) 8.60: Hautschutz im Betrieb*. Verfügbar unter: http://www.bgn-branchenwissen.de/daten/asi/a8_60/titel.htm. Zugriff: 09.06.2021.
- Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BGRCI) (Hrsg.). (2013). *Die wichtigsten 2 m2. Hand- und Hautschutz, Leitfaden*.
- Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BGRCI) (Hrsg.). (2020). *Merkblatt A 023: Hand- und Hautschutz*. Verfügbar unter: <https://downloadcenter.bgrci.de/shop/bgi/areihe?page=3>. Zugriff: 07.05.2021.
- Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BGRCI) (Hrsg.). (2021). *kurz & bündig - KB 002: Hand- und Hautschutz*. Verfügbar unter: <https://downloadcenter.bgrci.de/shop/kb>. Zugriff: 07.05.2021.
- Berufskrankheiten-Verordnung (BKV) vom 31. Oktober 1997 (BGBl. I S. 2623), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 29. Juni 2021 (BGBl. I S. 2245) geändert worden ist. Verfügbar unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/bkv/>. Zugriff: 15.02.2022.

- BestSilver GmbH & Co. KG. (2021). *Silber Berufshandschuhe fingerlos*. Verfügbar unter: <https://bestsilver.de/arbeits-beruf/silber-berufshandschuhe/22/silber-berufshandschuhe-fingerlos-2-paar>. Zugriff: 07.05.2021.
- BestSilver GmbH & Co. KG. (o.J.). *BestSilver in der Arbeitsmedizin, Flyer*. Verfügbar unter: <https://bestsilver.de/prospekt-downloads>. Zugriff: 07.05.2021.
- BestSilver GmbH & Co. KG. (o.J.). *Hautschutz Handschuhe mit Silberfaser, Flyer*. Verfügbar unter: <https://bestsilver.de/prospekt-downloads>. Zugriff: 07.05.2021.
- Bettley, F. R. (1964). Hand Eczema. *British Medical Journal*, *2*(5402), 151–155. <https://doi.org/10.1136/bmj.2.5402.151>
- BG Verkehr. (2018). *Unterweisungskarte A6: Hautschutz*. Verfügbar unter: <https://www.bg-verkehr.de/medien/medienkatalog/unterweisungsmedien/unterweisungskarte-a6-hautschutz>. Zugriff: 10.06.2021.
- BGI/GUV-I 8596. *Information Gefahrstoffe im Krankenhaus. Pflege- und Funktionsbereiche*. Ausgabe: Oktober 2010 (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV), Hrsg.).
- Bhattacharya, S. S. & Ajmeri, J. R. (2014). Air Permeability of Knitted fabrics made from Regenerated Cellulosic fibres. *International Journal of Engineering Research and Development*, *10*(7), 16–22.
- Bhuiyan, M. A. R., Wang, L., Shaid, A., Shanks, R. A. & Ding, J. (2019). Advances and applications of chemical protective clothing system. *Journal of Industrial Textiles*, *49*(1), 97–138. <https://doi.org/10.1177/1528083718779426>
- Bianco, C., Visser, M. J., Pluut, O. A., Svetličić, V., Pletikapić, G., Jakasa, I. et al. (2016). Characterization of silver particles in the stratum corneum of healthy subjects and atopic dermatitis patients dermally exposed to a silver-containing garment. *Nanotoxicology*, *10*(10), 1480–1491. <https://doi.org/10.1080/17435390.2016.1235739>
- Bieber, T. (2000). Aktuelle Studie belegt: Keine Hautreizungen durch Wäscheweichspüler. *Allergo Journal*, *9*(1), 53. <https://doi.org/10.1007/BF03373112>
- Binamed® Moll GmbH. (2021a). *Fingerhandschuhe Damen*. Verfügbar unter: <https://www.binamHrsg.de/bekleidung/damen/fingerhandschuhe/36/binamed-fingerhandschuhe-damen?c=59>. Zugriff: 07.05.2021.
- Binamed® Moll GmbH. (2021b). *Pflege- und Gebrauchsanweisung*. Verfügbar unter: <https://www.binamHrsg.de/infoteh/pflegehinweise/>. Zugriff: 07.05.2021.
- Binamed® Moll GmbH. (2021c). *Produktinformationen*. Verfügbar unter: <https://www.binamHrsg.de/infoteh/produktinformationen/>. Zugriff: 07.05.2021.
- Binamed® Moll GmbH. (2021d). *Wirkungsweise*. Verfügbar unter: <https://www.binamHrsg.de/infoteh/wirkungsweise/>. Zugriff: 07.05.2021.
- Binamed® Moll GmbH. (2022). *Fingerhandschuhe ohne Kuppen Damen*. Verfügbar unter: <https://www.binamHrsg.de/bekleidung/damen/fingerhandschuhe-ohne-kuppen/37/binamed-fingerhandschuhe-ohne-kuppen-damen?c=59>. Zugriff: 07.11.2022.
- Bircher, A. J. (2003). Cutaneous Immediate-Type Reactions to Textiles. In P. Elsner, K. L. Hatch & W. Wigger-Alberti (Hrsg.), *Textiles and the skin* (Bd. 31, S. 166–170). Basel: S. Karger AG.
- Birmingham, D. J. (1967). Skin Hygiene and Dermatitis in Industry. *American Association of Industrial Nurses Journal*, *15*(8), 20–23. <https://doi.org/10.1177/216507996701500806>
- Bischoff, M. (2012). Woher er kommt und wie man ihn lindern kann. Juckreiz - genauso schlimm wie Schmerz. *MMW Fortschritte der Medizin*, *154*(19), 14–17. <https://doi.org/10.1007/s15006-012-1323-5>
- Bishu, R. R. & Chin, A. (1998). Inner Gloves: How Good Are They? In S. Kumar (Hrsg.), *Advances in occupational ergonomics and safety: Proceedings of the XIIIth Annual International Occupational Ergonomics and Safety Conference* (S. 397–400). Burke, VA [u.a.]: IOS Press [u.a.].
- Bishu, R. R. & Goodwin, B. (1997). Evaluation of Gloves: Short Time Test vs. Long Time Tests. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society*, *41*(1), 692–696. <https://doi.org/10.1177/1071181397041001152>
- Bishu, R. R. & Muralidhar, A. (2003). Gloves. In W. Karwowski & W. S. Marras (Hrsg.), *Occupational ergonomics. Engineering and administrative controls* (Principles and applications in engineering series, 6-1 - 6-12). Boca Raton, Fla.: CRC Press.
- Bishu, R. R., Batra, S., Cochran, D. J. & Riley, M. W. (1987). Glove Effect on Strength: An Investigation of Glove Attributes. *Proceedings of the Human Factors Society*, *31*(8), 901–905. <https://doi.org/10.1177/154193128703100812>
- Bishu, R. R., Gneseswaran, V. & Liu, D. (2007). Biomechanics of gloves. In S. Kumar (Hrsg.), *Biomechanics in Ergonomics* (S. 333–344). Boca Raton: CRC Press.
- Bishu, R. R., Gneseswaran, V. & Muralidhar, A. (2006). Gloves. In W. S. Marras & W. Karwowski (Hrsg.), *The occupational ergonomics handbook. Interventions, controls, and applications in occupational ergonomics*. (18-1 - 18-16). Boca Raton, Fla.: CRC Press; Taylor & Francis.
- Bissonnette, R., Diepgen, T. L., Elsner, P., English, J. S., Graham-Brown, R., Homey, B. et al. (2010). Redefining treatment options in chronic hand eczema (CHE). *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, *24*(3), 1–20. <https://doi.org/10.1111/j.1468-3083.2010.03615.x>
- Bleyer, T. (2015). *Entwicklung eines Bewertungsansatzes für die Gebrauchstauglichkeit von Feuerwehrschutzkleidung* (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Berichte/F2202.html>. Zugriff: 24.02.2023.

- Bobeth, W. & Mally, A. (1993). Elektrische Eigenschaften. In W. Berger, H. Faulstich, P. Fischer, A. Heger, H.-J. Jacobasch, A. Mally et al. (Hrsg.), *Textile Faserstoffe* (S. 297–319). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Bobeth, W. (1993a). Fasergeometrie. In W. Berger, H. Faulstich, P. Fischer, A. Heger, H.-J. Jacobasch, A. Mally et al. (Hrsg.), *Textile Faserstoffe* (S. 89–116). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Bobeth, W. (1993b). Gebrauchsminderung durch Alterung und biologische Einwirkungen. In W. Berger, H. Faulstich, P. Fischer, A. Heger, H.-J. Jacobasch, A. Mally et al. (Hrsg.), *Textile Faserstoffe* (S. 320–345). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Bobeth, W. (1993c). Thermisches Verhalten. In W. Berger, H. Faulstich, P. Fischer, A. Heger, H.-J. Jacobasch, A. Mally et al. (Hrsg.), *Textile Faserstoffe* (S. 253–284). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Bobeth, W., Berger, W., Faulstich, H., Fischer, P., Heger, A., Jacobasch, H.-J. et al. (1993). Verhalten bei Feuchte- bzw. Wassereinwirkung. In W. Berger, H. Faulstich, P. Fischer, A. Heger, H.-J. Jacobasch, A. Mally et al. (Hrsg.), *Textile Faserstoffe* (S. 231–252). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Bochmann, M. (2013). *Untersuchung zur Auswirkung von Waschmittelrückständen auf das atopische Ekzem*. Charité - Universitätsmedizin Berlin. <https://doi.org/10.17169/refubium-13349>
- Bock, F. de, Geene, R., Hoffmann, W. & Stand, A. (2017). *Vorrang für Verhältnisprävention - Handreichung aus der Steuerungsgruppe des Zukunftsforums Public Health, Berlin 12.12.2017*. Verfügbar unter: <https://zukunftsforum-public-health.de/publikationen/2018-2/vorrang-fuer-verhaeltnispraevention/>. Zugriff: 07.05.2021.
- Bock, M., Damer, K., Wulfhorst, B. & John, S. M. (2009). Semipermeable glove membranes-effects on skin barrier repair following SLS irritation. *Contact Dermatitis*, 61(5), 276–280. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.2009.01622.x>
- Bockmühl, D. P. (2017). Laundry hygiene-how to get more than clean. *Journal of Applied Microbiology*, 122(5), 1124–1133. <https://doi.org/10.1111/jam.13402>
- Bockmühl, D. P., Schages, J. & Rehberg, L. (2019). Laundry and textile hygiene in healthcare and beyond. *Microbial Cell (Graz, Austria)*, 6(7), 299–306. <https://doi.org/10.15698/mic2019.07.682>
- Bode, T., Horn, T. & Schüning, A. (2022). *Wundmanagement - Wundversorgung in der täglichen Praxis*. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag.
- Bonamonte, D., Foti, C., Bosco, A. & Angelini, G. (2021). Noneczematous Contact Dermatitis. In G. Angelini, D. Bonamonte & C. Foti (Hrsg.), *Clinical Contact Dermatitis. A Practical Approach* (Springer eBook Collection, S. 187–211). Cham: Springer International Publishing.
- Bonamonte, D., Foti, C., Gullo, G. & Angelini, G. (2020). Prognosis and Therapy. In G. Angelini, D. Bonamonte & C. Foti (Hrsg.), *Clinical Contact Dermatitis. A Practical Approach* (Springer eBook Collection, S. 551–568). Cham: Springer International Publishing.
- Bonnekoh, B., Stötzel, B., Böckelmann, R., Winter, C. G., Hagemann, H. & Gollnick, H. (2004). Allergologische Aspekte am anästhesiologischen Arbeitsplatz. *Anästhesiologie & Intensivmedizin*, 45(09), 514–528. Verfügbar unter: <https://www.ai-online.info/archiv/2004/09-2004/allergologische-aspekte-am-anaesthesiologischen-arbeitsplatz.html>. Zugriff: 24.10.2022.
- Borgatta, L., Fisher, M. & Robbins, N. (1989). Hand protection and protection from hands: hand-washing, germicides and gloves. *Women & Health*, 15(4), 77–92. https://doi.org/10.1300/J013v15n04_04
- Borghesan, F. & Bellotti, M. (2007). Use of new "barrier socks" in contact allergic dermatitis. *European Annals of Allergy and Clinical Immunology*, 39(6), 202–203.
- Bourke, J. F., Coulson, I. & English, J. S. (2009). Guidelines for the management of contact dermatitis: an update. *The British Journal of Dermatology*, 160(5), 946–954. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.2009.09106.x>
- Bradley, J. V. (1969). Effect of Gloves on Control Operation Time. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 11(1), 13–20. <https://doi.org/10.1177/001872086901100104>
- Braham, S. J., Pugashetti, R., Koo, J. & Maibach, H. I. (2010). Occlusive therapy in atopic dermatitis: overview. *The Journal of Dermatological Treatment*, 21(2), 62–72. <https://doi.org/10.1080/09546630902911854>
- Brain, R. T. (1950). Causes and Treatment of Eczema. *British Medical Journal*, 1(4655), 717–720. <https://doi.org/10.1136/bmj.1.4655.717>
- Brandenburg, S. & Woltjen, M. (2018). Präventionsbegriffe in der Berufsdermatologie und der gesetzlichen Unfallversicherung. *Dermatologie in Beruf und Umwelt*, 66(07), 126–134. <https://doi.org/10.5414/DBX00330>
- Brans, R. & Skudlik, C. (2019). Prävention des Handekzems. *Der Hautarzt*, 70(10), 797–803. <https://doi.org/10.1007/s00105-019-4463-z>
- Brans, R. (2020). Mechanical Causes of Occupational Skin Disease. In S. M. John, J. D. Johansen, T. Rustemeyer, P. Elsner & H. I. Maibach (Hrsg.), *Kanerva's Occupational Dermatology* (S. 1189–1197). Cham: Springer International Publishing.
- Brans, R., John, S. M. & Frosch, P. J. (2020). Clinical Aspects of Irritant Contact Dermatitis. In J. D. Johansen, V. Mahler, J.-P. Lepoittevin & P. J. Frosch (Hrsg.), *Contact Dermatitis* (S. 1–36). Cham: Springer International Publishing.
- Brans, R., John, S. M. & Frosch, P. J. (2021). Clinical Aspects of Irritant Contact Dermatitis. In J. D. Johansen, V. Mahler, J.-P. Lepoittevin & P. J. Frosch (Hrsg.), *Contact Dermatitis* (S. 295–329). Cham: Springer International Publishing.

- Brans, R., Schröder-Kraft, C., Skudlik, C., John, S. M. & Geier, J. (2019). Tertiary prevention of occupational skin diseases: Prevalence of allergic contact dermatitis and pattern of patch test results. *Contact Dermatitis*, 80(1), 35–44. <https://doi.org/10.1111/cod.13098>
- Brans, R., Skudlik, C., Weisshaar, E., Scheidt, R., Ofenloch, R. F., Elsner, P. et al. (2016). Multicentre cohort study 'Rehabilitation of Occupational Skin Diseases - Optimization and Quality Assurance of Inpatient Management (ROQ)': results from a 3-year follow-up. *Contact Dermatitis*, 75(4), 205–212. <https://doi.org/10.1111/cod.12614>
- Branson, D. H., Abusamra, L., Hoener, C. & Rice, S. (1988). Effect of Glove Liners on Sweat Rate, Comfort, and Psychomotor Task Performance. *Textile Research Journal*, 58(3), 166–173. <https://doi.org/10.1177/004051758805800307>
- Brasch, J., Becker, D., Aberer, W., Bircher, A. J., Kränke, B., Jung, K. et al. (2014). Leitlinie Kontaktekzem. Entwicklungsstufe S1. AWMF-Leitlinien-Register-Nummer 013/055. Gültigkeit: 31. Dezember 2016. *Allergo Journal*, 23(4), 30–43. <https://doi.org/10.1007/s15007-014-0579-8>
- Brazzelli, V., Berardesca, E., Rona, C. & Borroni, G. (2008). The influence of a non-occlusive bi-layer composite membrane on skin barrier properties. A non-invasive evaluation with a right-left intra-individual pre/post comparison study. *Skin Pharmacology and Physiology*, 21(1), 50–55. <https://doi.org/10.1159/000112519>
- Bregnhøj, A., Menné, T., Johansen, J. D. & Sjøsted, H. (2012). Prevention of hand eczema among Danish hairdressing apprentices: an intervention study. *Occupational and Environmental Medicine*, 69(5), 310–316. <https://doi.org/10.1136/oemed-2011-100294>
- Brenaut, E., Barnette, T., Le Gall-Ianotto, C., Roudot, A.-C., Misery, L. & Ficheux, A.-S. (2020). Triggering factors in sensitive skin from the worldwide patients' point of view: a systematic literature review and meta-analysis. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 34(2), 230–238. <https://doi.org/10.1111/jdv.15985>
- Bresler, A.-M., Bischoff, M. S. & Böckler, D. (2020). SARS-CoV-2 – Wie kann und muss sich medizinisches Personal schützen? *Gefäßchirurgie*, 25(6), 423–432. <https://doi.org/10.1007/s00772-020-00698-1>
- Brinton, D. G. & Napheys, G. H. (1870). *Personal beauty: how to cultivate and preserve it in accordance with the laws of health*. Massachusetts, Springfield, Mass: W. J. Holland.
- British Association of Dermatologists (BAD) (Hrsg.). (2018). *Palmoplantar pustulosis, Patient Information Leaflets (PILs)*. Verfügbar unter: <https://www.bad.org.uk/patient-information-leaflets/palmoplantar-pustulosis>. Zugriff: 18.11.2021.
- British Association of Dermatologists (BAD) (Hrsg.). (2019). *How to care for your hands, Patient Information Leaflets (PILs)*. Verfügbar unter: <https://www.bad.org.uk/patient-information-leaflets/how-to-care-for-your-hands>. Zugriff: 18.11.2021.
- British Association of Dermatologists (BAD). (2020). *Statement on frequent hand washing to reduce coronavirus risk for people with skin diseases affecting the hands. Press Releases*. Verfügbar unter: <https://www.bad.org.uk/News.aspx?siteid=154&itemid=9937>. Zugriff: 18.11.2021.
- British Association of Dermatologists (BAD) (Hrsg.). (2022). *Hand Dermatitis / Hand Eczema. Patient Information Leaflet*. Verfügbar unter: <https://www.bad.org.uk/for-the-public/patient-information-leaflets>. Zugriff: 12.01.2022.
- British Dermatological Nursing Group (BDNG) & Skin care Nursing Group (ISNG). (2012). *Best Practice In Emollient Therapy. A Statement For Healthcare Professionals*. Verfügbar unter: <https://bdng.org.uk/dermatological-nursing-supplements/>. Zugriff: 19.06.2023.
- Broadhead, R., Craeye, L. & Callewaert, C. (2021). The Future of Functional Clothing for an Improved Skin and Textile Microbiome Relationship. *Microorganisms*, 9(6), 1192. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9061192>
- Brockhaus Enzyklopädie Online. (2023). *Stichwort "Akzeptanz" in: Brockhaus Enzyklopädie Online*. Verfügbar unter: <https://brockhaus.de/ecs/enzy/article/akzeptanz>. Zugriff: 31.03.2023.
- Brockhaus Enzyklopädie Online. (2023). *Stichwort "Benutzer (Datenverarbeitung)" in: Brockhaus Enzyklopädie Online*. Verfügbar unter: <https://brockhaus.de/ecs/enzy/article/benutzer-datenverarbeitung>. Zugriff: 31.03.2023.
- Brockhaus Enzyklopädie Online. (2023, 31. März). *Stichwort "Anwender (Informatik)" in: Brockhaus Enzyklopädie Online*. Verfügbar unter: <https://brockhaus.de/ecs/enzy/article/anwender-informatik>. Zugriff: 31.03.2023.
- BTE Handelsverband Textil. (2021). *Fachthemen von A - D: Bambus-Textilien*. Verfügbar unter: <https://www.bte.de/fachthemen/a-d/#cc-m-13169265890>. Zugriff: 07.05.2021.
- Buckley, D. (2021a). The Ageing Skin. In D. Buckley & P. Pasquali (Hrsg.), *Textbook of Primary Care Dermatology* (S. 183–189). Cham: Springer International Publishing.
- Buckley, D. (2021b). Atopic Eczema in Children. In D. Buckley & P. Pasquali (Hrsg.), *Textbook of Primary Care Dermatology* (S. 83–96). Cham: Springer International Publishing.
- Buckley, D. (2021c). COVID-19 and the Skin. In D. Buckley & P. Pasquali (Hrsg.), *Textbook of Primary Care Dermatology* (S. 259–264). Cham: Springer International Publishing.
- Buckley, D. (2021d). Patient Information Leaflets (PIL). In D. Buckley & P. Pasquali (Hrsg.), *Textbook of Primary Care Dermatology* (S. 585–629). Cham: Springer International Publishing.
- Buckley, D. (2021e). Pruritus (Itch). In D. Buckley & P. Pasquali (Hrsg.), *Textbook of Primary Care Dermatology* (S. 467–473). Cham: Springer International Publishing.

- Buckley, D. A. & Chowdhury, M. M. (2022). Cutaneous allergy. In M. M. Chowdhury, T. W. Griffiths & A. Y. Finlay (Hrsg.), *DERMATOLOGY TRAINING. The essentials* (S. 313–331). Hoboken: Wiley-Blackwell.
- Buddenkotte, J. & Steinhoff, M. (2010). Pathophysiology and therapy of pruritus in allergic and atopic diseases. *Allergy*, 65(7), 805–821. <https://doi.org/10.1111/j.1398-9995.2010.01995.x>
- Bullock, T., Sood, A. & Taylor, J. (2022). Other reaction from gloves. In R. N. Phalen & H. I. Maibach (Hrsg.), *PROTECTIVE GLOVES FOR OCCUPATIONAL USE* (3. Aufl., S. 261-184). Milton: Taylor & Francis Group.
- Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e. V. (BUND) (2019). *Mit Wäschebeuteln Mikroplastik abfangen*. Verfügbar unter: <https://www.bund.net/bund-tipps/detail-tipps/tip/mit-waeschebeuteln-mikroplastik-abfangen/>. Zugriff: 01.04.2022.
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK). (2017). *Hinweise zur persönlichen CBRN-Schutzrüstung*. Verfügbar unter: <https://www.kritis.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Downloads/CBRN-Schutz/PSA-Bund.html#-label,-icon>. Zugriff: 29.10.2021.
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK). (2022). *Schutzausstattung - Unterziehhandschuhe*. Verfügbar unter: https://www.bbk.bund.de/DE/Themen/CBRN-Schutz/CBRN-Faehigkeiten/Schutzausstattung/_documents/unterziehhandschuhe.html. Zugriff: 14.02.2023.
- Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL). (2022). *Persönliche Schutzrüstung (PSA) im Pflanzenschutz*. Verfügbar unter: https://www.bvl.bund.de/DE/Arbeitsbereiche/04_Pflanzenschutzmittel/04_Anwender/03_Schutzausruetzung/psm_Schutzausruetzung_node.html. Zugriff: 01.04.2022.
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). (2008). *Maßnahmenstufe 2 - Schutzleitfaden für Hautkontakt*. Verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung-im-Betrieb/Gefahrstoffe/EMKG/EMKG-Schutzleitfaeden.html>. Zugriff: 07.05.2021.
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). (2011). *Begründung zu Glycerylmonothioglykol in TRGS 907*. Verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/pdf/907/907-glycerylmonothioglykolat.html>. Zugriff: 06.05.2021.
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). (2011). *Technischer Arbeitsschutz (inkl. Technische Regeln) - Begründungen zur Bewertung von Stoffen als sensibilisierend. Begründung zu Naturgummilatex in TRGS 907*. Verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/Begrundungen-907.html>. Zugriff: 06.05.2021.
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). (2017). *Forschung für Arbeit und Gesundheit. Jahresbericht 2016*. Verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Intern/Jahresbericht-2016.html>. Zugriff: 06.05.2021.
- Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). (2022). *TRGS 401 Gefährdung durch Hautkontakt - Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen. Ausgabe: Oktober 2022, GMBI 2022, S. 895-926 [Nr. 40] (v. 18.11.2022)* (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-401.html>. Zugriff: 06.12.2022.
- Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM). (2005). *Risiken durch medizinische Handschuhe aus Naturkautschuklatex*. Referenz-Nr.: 923/0499. Verfügbar unter: <https://www.bfarm.de/DE/Medizinprodukte/Aufgaben/Risikobewertung-und-Forschung/Wissenschaftliche-Aufarbeitung/naturkautschuklatex-Handschuhe.html>. Zugriff: 26.06.2023.
- Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM). (2018). *BfArM - ICD-10-WHO Version 2019. Kapitel XII. Krankheiten der Haut und der Unterhaut (L00-L99)*. Verfügbar unter: <https://www.dimdi.de/static/de/klassifikationen/icd/icd-10-who/kode-suche/htmlamtl2019/block-l20-l30.htm>. Zugriff: 04.05.2022.
- Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM). (2021). *BfArM - ICD-10-GM Version 2022. Kapitel XII: Krankheiten der Haut und der Unterhaut (L00-L99)*. Verfügbar unter: <https://www.dimdi.de/static/de/klassifikationen/icd/icd-10-gm/kode-suche/htmlgm2022/block-l20-l30.htm>. Zugriff: 15.02.2022.
- Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM). (2022). *Nichtinterventionelle Prüfungen - Nichtinterventionelle Prüfungen (Anwendungsbeobachtungen, Unbedenklichkeitsprüfungen)*. Verfügbar unter: https://www.bfarm.de/DE/Arzneimittel/Klinische-Pruefung/Nicht-interventionelle-Pruefungen/_artikel.html. Zugriff: 09.08.2022.
- Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR). (2005). *Überleben Bakterien das Waschen in der Waschmaschine? Information Nr. 008/2006 des BfR vom 13. September 2005*. Verfügbar unter: https://www.bfr.bund.de/de/a-z_index/waschmittel-4597.html. Zugriff: 27.05.2023.
- Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR). (2012). *Einführung in die Problematik der Bekleidungstextilien. Aktual. Stellungnahme Nr. 041/2012 des BfR vom 6. Juli 2012**. Verfügbar unter: https://www.bfr.bund.de/de/a-z_index/textilien-4531.html. Zugriff: 07.05.2021.
- Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR). (2015). *4. Sitzung des Ausschusses „Textilien und Leder“ der BfR-Kommission für Bedarfsgegenstände. Protokoll vom 18. November 2015*. Verfügbar unter: https://www.bfr.bund.de/de/bfr_kommission_fuer_bedarfsgegenstaende-1329.html. Zugriff: 07.05.2021.

- Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR). (2019). 24/7 hautnah: Textilien - Gesundheitsrisiko Bekleidung? *BfR 2 GO: das Wissenschaftsmagazin des Bundesinstituts für Risikobewertung*, (2). Verfügbar unter: https://www.bfr.bund.de/epaper/bfr2go_02_2019_deutsch/#32. Zugriff: 07.05.2021.
- Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR). (2019). 6. Sitzung des Ausschusses „Textilien und Leder“ der BfR-Kommission Bedarfsgegenstände. Protokoll vom 11. November 2019. Verfügbar unter: https://www.bfr.bund.de/de/bfr_kommission_fuer_bedarfsgegenstaende-1329.html. Zugriff: 07.05.2021.
- Bundesministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Konsumentenschutz (BMSGPK) (2018). *Bewertung von Hautschutz und Handschutz, Merkblatt*. Verfügbar unter: https://www.arbeitsinspektion.gv.at/uebergreifendes/Persoenele_Schutz_ausruuestung/Evaluierung-_Bewertung_und_Auswahl_von_PSA.html. Zugriff: 26.10.2022.
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). (2019). *Textilien: Regelungen zum gesundheitlichen Schutz*. Verfügbar unter: <https://www.bmel.de/DE/themen/verbraucherschutz/produktsicherheit/chemische-stoffe/textilien.html>. Zugriff: 07.05.2021.
- Bundesministerium für Gesundheit (BMG). (2019). *Begriffe A-Z. Prävention*. Verfügbar unter: <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/service/begriffe-von-a-z/p/praevention.html>. Zugriff: 07.05.2021.
- Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK). (2022). *Schickes Outfit! Neu? Ja, aber ökologisch! Nachschlagewerk über die gesamte textile Kette mit Tipps für umweltfreundliche Textilien*. Verfügbar unter: <https://www.umweltberatung.at/schickes-outfit-neu-ja-aber-oekologisch>. Zugriff: 24.04.2023.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK). (2022). Nachhaltige Textilien. *Schlaglichter der Wirtschaftspolitik*, (09), 19–21. Verfügbar unter: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Schlaglichter-der-Wirtschaftspolitik/2022/09/08-nachhaltige-textilien.html>. Zugriff: 21.04.2023.
- Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ). (2022). *Agenda 2030 - Ziele für nachhaltige Entwicklung*. Verfügbar unter: <https://www.bmz.de/de/agenda-2030>. Zugriff: 10.05.2022.
- Bundesverband der Deutschen Entsorgungs-, Wasser- und Rohstoffwirtschaft e. V. (BDE). (2020). *Persönliche Schutzausrüstung gehört in den Restmüll*. Verfügbar unter: <https://www.bde.de/presse/bde-persoenele-schutz-ausruuestung-gehoeert-in-den-restmueell/>. Zugriff: 02.06.2022.
- Bundesverband Handschutz e. V. (BVH) (2009). *Info-Reihe 4 - Chemikalienschutzhandschuhe*. Verfügbar unter: <http://www.bvh.de/start.php?index=15&l=d>. Zugriff: 15.09.2021.
- Bundesverband Handschutz e. V. (BVH) (2009). *Info-Reihe 7 - Schnitenschutz*. Verfügbar unter: <http://www.bvh.de/start.php?index=15&l=d>. Zugriff: 15.09.2021.
- Bundesverband Medizintechnologie (BVMed). (2004). *Geschichte und Trends der Medizintechnologie, BVMed-Broschüre*. Verfügbar unter: <https://www.bvmHrsg.de/de/technologien/geschichte>. Zugriff: 01.03.2022.
- Buraczewska, I., Broström, U. & Lodén, M. (2007). Artificial reduction in transepidermal water loss improves skin barrier function. *The British Journal of Dermatology*, 157(1), 82–86. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.2007.07965.x>
- Burg, G., Hartmann, A. & Elsner, P. (1990). *Der Ekzempatient in der Praxis* (Reprint 2019). Berlin, Boston: De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110870510>
- Burgia Sauerland GmbH. (2021). *Baumwollhandschuhe*. Verfügbar unter: <https://www.burgia.de/arbeitshandschuhe/baumwollhandschuhe/>. Zugriff: 30.09.2021.
- Buschmann, H.-J. & Schollmeyer, E. (2006). Oberflächenmodifizierung hautnah getragener Textilien. *Aktuelle Dermatologie*, 32(1/02), 7–10. <https://doi.org/10.1055/s-2005-870542>
- Buxton, P. K. (1987). ABC of dermatology. Treatment of eczema and inflammatory dermatoses. *British Medical Journal*, 295(6606), 1112–1114. <https://doi.org/10.1136/bmj.295.6606.1112>
- Buys, L. M. (2007). Treatment options for atopic dermatitis. *American Family Physician*, 75(4), 523–528. <https://doi.org/Review>

C

- Callewaert, C., Maeseneire, E. de, Kerckhof, F.-M., Verliefe, A., van de Wiele, T. & Boon, N. (2014). Microbial odor profile of polyester and cotton clothes after a fitness session. *Applied and Environmental Microbiology*, 80(21), 6611–6619. <https://doi.org/10.1128/AEM.01422-14>
- Callewaert, C., van Nevel, S., Kerckhof, F.-M., Granitsiotis, M. S. & Boon, N. (2015). Bacterial Exchange in Household Washing Machines. *Frontiers in Microbiology*, 6, 1381. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01381>
- Camangi Corporation. (2022). *UMORFIL® Bionic Fiber*. Verfügbar unter: <https://www.umorfil.com/products.html>. Zugriff: 08.07.2022.
- Camangi Corporation. (2022). *UMORFIL® Technology*. Verfügbar unter: <https://umorfil.com/index.html>. Zugriff: 08.07.2022.

- Cameron, B. A., Brown, D. M., Dallas, M. J. & Brandt, B. (1997). Effect of Natural and Synthetic Fibers and Film and Moisture Content on Stratum Corneum Hydration in an Occlusive System. *Textile Research Journal*, 67(8), 585–592. <https://doi.org/10.1177/004051759706700806>
- Caple, D. C. (2000). Reduction in Laceration Injuries in Meat Workers Through Introduction of Cut Resistant Cotton Gloves. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society*, 44(29), 320–323. <https://doi.org/10.1177/154193120004402984>
- Cardinal Health. (2022). *Protexis™ Latex Blue mit Neu-Thera™ OP-Handschuhe*. Verfügbar unter: https://www.cardinalhealth.de/de_de/medical-products/surgical-gloves/latex-surgical-gloves/protexis-latex-blue-with-neu-thera-surgical-gloves.html. Zugriff: 07.12.2022.
- Carrié, C. & Kramer, S. (1962). Zur Wirkung von Textilien aus Chemiefasern auf die Haut. *Fette, Seifen, Anstrichmittel*, 64(9), 842–844. <https://doi.org/10.1002/lipi.19620640910>
- Carrié, C. (1970). Zur Wirkung von Chemiefasertextilien auf die gesunde und auf die krankhaft veränderte Haut des Menschen. *Lenzinger Berichte*, (30), 104–111. Verfügbar unter: <https://www.lenzing.com/de/downloadcenter/filter1/forschung-entwicklung/filter3/1970>. Zugriff: 27.06.2023.
- Cavdan, M., Ennis, R., Drewing, K. & Doerschner, K. (2021). Constraining haptic exploration with sensors and gloves hardly changes the multidimensional structure of softness perception. In Hastrudi-Zaad, K., Levesque, V. (Hrsg.), *2021 IEEE World Haptics Conference (WHC)* (S. 31–36). Piscataway, NJ: Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- Ceballos, D. M., Musolin, K. & Beaucham, C. C. (2014). *Health hazard evaluation report: evaluation of employee exposures during sea lamprey pesticide application. Health Hazard Evaluation Report 2011-0099-3211* (U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://www2a.cdc.gov/nioshtic-2/BuildQyr.asp?s1=sea+lamprey+pesticide&f1=%2A&Startyear=&Adv=0&terms=1&EndYear=&Limit=10000&sort=&D1=10&PageNo=1&RecNo=2&View=f&>. Zugriff: 13.01.2022.
- Ceballos, D. M., Reeb-Whitaker, C., Glazer, P., Murphy-Robinson, H. & Yost, M. (2014). Understanding factors that influence protective glove use among automotive spray painters. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 11(5), 306–313. <https://doi.org/10.1080/15459624.2013.862592>
- Çeven, E. K. & Günaydin, G. K. (2021). Evaluation of Some Comfort and Mechanical Properties of Knitted Fabrics Made of Different Regenerated Cellulosic Fibres. *Fibers and Polymers*, 22(2), 567–577. <https://doi.org/10.1007/s12221-021-0246-0>
- Chan, C. (Hrsg.). (2021). *Textilepedia. The complete fabric guide: Ref. TP-1094*. Hong Kong: Fashionary International Ltd.
- Chen, J., Gomez, P., Kudla, I., DeKoven, J., Holness, D. L. & Skotnicki, S. (2016). Return to Work for Nurses With Hand Dermatitis. *Dermatitis: Contact, Atopic, Occupational, Drug*, 27(5), 308–312. <https://doi.org/10.1097/DER.0000000000000215>
- Chen, S. C., Tarawneh, I., Goodwin, B. & Bishu, R. R. (1998). Evaluation of Glove Liners with Objective, Subjective and Performance Measures. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society*, 42(12), 846–850. <https://doi.org/10.1177/154193129804201202>
- Chen, Y., Cochran, D. J., Bishu, R. R. & Riley, M. W. (1989). Glove Size and Material Effects on Task Performance. *Proceedings of the Human Factors Society*, 33(11), 708–712. <https://doi.org/10.1177/154193128903301118>
- Chen, Y.-X., Gao, B.-A., Cheng, H.-Y. & Li, L. (2017). Survey of Occupational Allergic Contact Dermatitis and Patch Test among Clothing Employees in Beijing. *BioMed Research International*, 2017, 3102358. <https://doi.org/10.1155/2017/3102358>
- Chen-Yu, J. H., Guo, J. & Kemp-Gatterson, B. (2009). Effects of Household Fabric Softeners on Thermal Comfort of Cotton and Polyester Fabrics After Repeated Launderings. *Family and Consumer Sciences Research Journal*, 37(4), 535–549. <https://doi.org/10.1177/1077727X09333277>
- Chernyshov, P. V., Tomas-Aragones, L., Augustin, M., Svensson, Å., Bewley, A., Poot, F. et al. (2020). Position statement of the European Academy of Dermatology and Venereology Task Force on Quality of Life and Patient Oriented Outcomes on quality of life issues in dermatologic patients during the COVID-19 pandemic. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 34(8), 1666–1671. <https://doi.org/10.1111/jdv.16720>
- Chinta, S. K. & Gujar, P. D. (2013). Significance of Moisture Management for High Performance Textile Fabrics. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 2(3), 814–819.
- Choudhury, A. K. R. (2017). *Principles of textile finishing* (The Textile Institute Book Ser). Duxford, England: Woodhead Publishing.
- Chow, S., Seow, C. S., Dizon, M. V., Godse, K., Foong, H., Chan, V. et al. (2018). A clinician's reference guide for the management of atopic dermatitis in Asians. *Asia Pacific Allergy*, 8(4), e41. <https://doi.org/10.5415/apallergy.2018.8.e41>

- Christoffers, W. A., Coenraads, P. J., Svensson, Å., Diepgen, T. L., Dickinson-Blok, J. L., Xia, J. et al. (2019). Interventions for hand eczema. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 4(4), CD004055. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004055.pub2>
- Çil, M. G., Nergis, U. B. & Candan, C. (2009). An Experimental Study of Some Comfort-related Properties of Cotton—Acrylic Knitted Fabrics. *Textile Research Journal*, 79(10), 917–923. <https://doi.org/10.1177/0040517508099919>
- Classen, E. (2018). Comfort testing of textiles. In P. I. Dolez, O. Vermeersch & V. Izquierdo (Hrsg.), *Advanced Characterization and Testing of Textiles* (S. 59–69). Duxford, England: Woodhead Publishing.
- Clemmensen, K. K. B., Randbøll, I., Ryborg, M. F., Ebbelhøj, N. E. & Agner, T. (2015). Evidence-based training as primary prevention of hand eczema in a population of hospital cleaning workers. *Contact Dermatitis*, 72(1), 47–54. <https://doi.org/10.1111/cod.12304>
- Cochran, D. J., Albin, T. J., Bishu, R. R. & Riley, M. W. (1986). An Analysis of Grasp Force Degradation with Commercially Available Gloves. *Proceedings of the Human Factors Society*, 30(8), 852–855. <https://doi.org/10.1177/154193128603000827>
- Coman, D., Oancea, S. & Vranceanu, N. (2010). Biofunctionalization of textile materials by antimicrobial treatments: a critical overview. *Romanian Biotechnological Letters*, 15(1), 4913–4921.
- Coman, G., Blattner, C. M., Blickenstaff, N. R., Andersen, R. & Maibach, H. I. (2014). Textile allergic contact dermatitis: current status. *Reviews on Environmental Health*, 29(3), 163–168. <https://doi.org/10.1515/reveh-2014-0061>
- Copeland, J. (2003). Gloves That Last. *Occupational Health & Safety*. Verfügbar unter: <https://ohsonline.com/Articles/2003/06/Gloves-That-Last.aspx>. Zugriff: 26.10.2022.
- Corazza, M., Baldo, F., Ricci, M., Sarno, O. & Virgili, A. (2011). Efficacy of new barrier socks in the treatment of foot allergic contact dermatitis. *Acta Dermato-Venereologica*, 91(1), 68–69. <https://doi.org/10.2340/00015555-0932>
- Corea, N. V., Basketter, D. A., Clapp, C., van Asten, A., Marty, J.-P., Pons-Guiraud, A. et al. (2006). Fragrance allergy: assessing the risk from washed fabrics. *Contact Dermatitis*, 55(1), 48–53. <https://doi.org/10.1111/j.0105-1873.2006.00872.x>
- Cornelison, R. L. (1986). How to management the six most common dermatoses. *Modern Medicine*, 11(1), 9–19. Verfügbar unter: https://journals.co.za/doi/abs/10.10520/AJA02599333_1703.
- Corriveau, S. (2014). Applying Ergonomics to Industrial Glove Design. *Occupational Health & Safety*. Verfügbar unter: <https://ohsonline.com/Articles/2014/01/01/Applying-Ergonomics-to-Industrial-Glove-Design.aspx>. Zugriff: 10.11.2022.
- Costanzo, A., Amerio, P., Asero, R., Chiricozzi, A., Corazza, M., Cristaudo, A. et al. (2022). Long-term management of moderate-to-severe adult atopic dermatitis: a consensus by the Italian Society of Dermatology and Venereology (SDeMaST), the Association of Italian Territorial and Hospital Allergists and Immunologists (AAIITO), the Italian Association of Hospital Dermatologists (ADOI), the Italian Society of Allergological, Environmental and Occupational Dermatology (SIDAPA), and the Italian Society of Allergy, Asthma and Clinical Immunology (SIAAIC). *Italian Journal of Dermatology and Venereology*, 157(1), 1–12. <https://doi.org/10.23736/S2784-8671.21.07129-2>
- Creely, K. & Cherrie, J. W. (2001). A novel method of assessing the effectiveness of protective gloves—results from a pilot study. *The Annals of Occupational Hygiene*, 45(2), 137–143. [https://doi.org/10.1016/S0003-4878\(00\)00029-6](https://doi.org/10.1016/S0003-4878(00)00029-6)
- Crepy, M.-N. & Belsito, D. V. (2020). Rubber. In S. M. John, J. D. Johansen, T. Rustemeyer, P. Elsner & H. I. Maibach (Hrsg.), *Kanerva's Occupational Dermatology* (S. 989–1014). Cham: Springer International Publishing.
- Crepy, M.-N. & Hoerner, P. (2022). Types, Materials, and Manufacturing. In R. N. Phalen & H. I. Maibach (Hrsg.), *PROTECTIVE GLOVES FOR OCCUPATIONAL USE* (3. Aufl., S. 17–44). Milton: Taylor & Francis Group.
- Crepy, M.-N., Boman, A. & Zimmermann, F. (2020). Protective Gloves. In S. M. John, J. D. Johansen, T. Rustemeyer, P. Elsner & H. I. Maibach (Hrsg.), *Kanerva's Occupational Dermatology* (S. 1663–1684). Cham: Springer International Publishing.
- Crepy, M.-N., Lecuen, J., Ratour-Bigot, C., Stocks, J. & Bensefa-Colas, L. (2018). Accelerator-free gloves as alternatives in cases of glove allergy in healthcare workers. *Contact Dermatitis*, 78(1), 28–32. <https://doi.org/10.1111/cod.12860>
- Cubic, I. S., Skenderi, Z. & Havenith, G. (2013). Impact of raw material, yarn and fabric parameters, and finishing on water vapor resistance. *Textile Research Journal*, 83(12), 1215–1228. <https://doi.org/10.1177/0040517512471745>
- Culic, D. D., Battaglia, M. C., Wichman, C. & Schmid, F. R. (1979). Efficacy of compression gloves in rheumatoid arthritis. *American Journal of Physical Medicine*, 58(6), 278–284.
- Curran, A. M., Prada, P. A. & Furton, K. G. (2010). The differentiation of the volatile organic signatures of individuals through SPME-GC/MS of characteristic human scent compounds. *Journal of Forensic Sciences*, 55(1), 50–57. <https://doi.org/10.1111/j.1556-4029.2009.01236.x>

D

- Daeschlein, G., Assadian, O., Arnold, A., Haase, H., Kramer, A. & Jünger, M. (2010). Bacterial burden of worn therapeutic silver textiles for neurodermitis patients and evaluation of efficacy of washing. *Skin Pharmacology and Physiology*, 23(2), 86–90. <https://doi.org/10.1159/000265679>
- Damer, K. (2006). *Epidermale Permeabilitätsbarriere. Irritabilität und Regeneration in Abhängigkeit von psychischen Faktoren. Regeneration unter impermeablen und semipermeablen Handschuhmaterialien. Psychologische und hautphysiologische Untersuchungen*. Dissertation, Universität Osnabrück. Verfügbar unter: <https://repositorium.uni-osnabrueck.de/handle/urn:nbn:de:gbv:700-2006080228>.
- Damiani, G., Calzavara-Pinton, P., Stingeni, L., Hansel, K., Cusano, F. & Pigatto, P. D. M. (2019). Italian guidelines for therapy of atopic dermatitis-Adapted from consensus-based European guidelines for treatment of atopic eczema (atopic dermatitis). *Dermatologic Therapy*, 32(6), e13121. <https://doi.org/10.1111/dth.13121>
- Das, A. & Alagirusamy, R. (2010). *Science in clothing comfort*. New Delhi: Woodhead Publishing India PVT. LTD.
- Das, B., Das, A., Kothari, V. K., Fanguiero, R. & Araújo, M. (2007). Moisture transmission through textiles. Part II: Evaluation methods and mathematical modelling. *Autex Research Journal*, 7(3), 194–216.
- Das, B., Das, A., Kothari, V. K., Fanguiero, R. & Araújo, M. de. (2007). MOISTURE TRANSMISSION THROUGH TEXTILES. Part I: Processes involved in moisture transmission and the factors at play. *Autex Research Journal*, 7(2), 100–110. Verfügbar unter: <https://pdf4pro.com/view/moisture-transmission-through-textiles-part-i-59ef4f.html>.
- Davis, D. D. & Harper, R. A. (2005). Using Gloves Coated With a Dermal Therapy Formula to Improve Skin Condition. *AORN Journal*, 81(1), 157–166. [https://doi.org/10.1016/S0001-2092\(06\)60068-9](https://doi.org/10.1016/S0001-2092(06)60068-9)
- Davis, D. D. (2003). Gloving and Skin Wellness. *Managing Infection Control*, 28–36.
- Decaens, J. & Vermeersch, O. (2018). Specific testing for smart textiles. In P. I. Dolez, O. Vermeersch & V. Izquierdo (Hrsg.), *Advanced Characterization and Testing of Textiles* (S. 351–374). Duxford, England: Woodhead Publishing.
- DeNardis, J. (2014). FR Garment Comfort: Explaining the Mystery. *Occupational Health & Safety*. Verfügbar unter: <https://ohsonline.com/Articles/2014/08/01/FR-Garment-Comfort.aspx?Page=1>. Zugriff: 28.07.2022.
- Dermrelief Pty Ltd. (2022). *Dermrelief cotton & moisturising gloves*. Verfügbar unter: <https://www.dermrelief.com.au/>. Zugriff: 07.12.2022.
- Dettenkofer, M., Frank, U., Just, H.-M., Lemmen, S. & Scherrer, M. (Hrsg.). (2018). *Praktische Krankenhaushygiene und Umweltschutz* (4. Aufl.). Berlin: Springer-Verlag.
- Deutsche Gesellschaft für Krankenhaushygiene e. V. (DGKH) (2016). Kleidung und Schutzausrüstung für Pflegeberufe aus hygienischer Sicht. Aktual. Fassung Juli 2016. *Hygiene Medizin*, 41(7-8), 186–192. Verfügbar unter: <https://www.krankenhaushygiene.de/informationen/fachinformationen/empfehlungen-der-dgkh/>.
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (2014). *DGUV Verfahrensbeschreibung Hautarztverfahren. Verfahrensbeschreibung der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung für das in den §§ 41 ff. des Vertrages Ärzte/Unfallversicherungsträgervereinbarte Verfahren zur Früherfassung berufsbedingter Hauterkrankungen (Hautarztverfahren)*. Verfügbar unter: https://www.dguv.de/landesverbaende/de/med_reha/hautarztverfahren/index.jsp. Zugriff: 07.05.2021.
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV) (2018a). *FBORG-001 „Untersuchung von Methoden und Instrumenten zur nachhaltigen Verbesserung der betrieblichen Verhaltensprävention durch Unterweisung“*. Verfügbar unter: <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/publikationen-nach-fachbereich/organisation-von-sicherheit-und-gesundheit/grundlegende-themen-der-organisation/3521/fborg-001-untersuchung-von-methoden-und-instrumenten-zur-nachhaltigen-verbesserung-der-betriebliche?c=47>. Zugriff: 20.07.2022.
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV) (2018b). *Fragen und Antworten zu allgemeinen PSA-Themen. Was versteht man unter "Anhörung der Versicherten"?* Verfügbar unter: <https://www.dguv.de/fb-psa/fragen-und-antworten/index.jsp>. Zugriff: 02.06.2022.
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV) (2018c). *Positionspapier für die Forschung der Träger der gesetzlichen Unfallversicherung. Prävention – Berufskrankheiten – Rehabilitation: Ziele – Strategien – Schwerpunkte*. Verfügbar unter: <https://www.dguv.de/de/forschung/positionspapier/index.jsp>. Zugriff: 07.05.2021.
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV) (2019). *Präventionsleistungen der Unfallversicherungsträger der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung*. Verfügbar unter: <https://publikationen.dguv.de/praevention/allgemeine-informationen/3170/praeventionsleistungen-der-unfallversicherungstraeger-der-deutschen-gesetzlichen-unfallversicherung>. Zugriff: 10.05.2021.
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV) (2021, 4. Juni). *Geschäfts- und Rechnungsergebnisse 2019 der gewerblichen Berufsgenossenschaften und Unfallversicherung* (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://publikationen.dguv.de/zahlen-fakten/ueberblick/3941/geschaefts-und-rechnungsergebnisse-2019-der-gewerblichen-berufsgenossenschaften-und-unfallversicheru?c=27>. Zugriff: 04.06.2021.
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV) (2021a). *DGUV Regeln*. Verfügbar unter: https://www.dguv.de/de/praevention/vorschriften_regeln/regeln_infos/index.jsp. Zugriff: 07.05.2021.

- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV) (2021b). *Häufig gestellte Fragen und Antworten zum Sachgebiet Hautschutz: "Wie kann das Schwitzen in flüssigkeitsdichten Schutzhandschuhen vermieden werden?"*. Verfügbar unter: <https://www.dguv.de/fb-psa/fragen-und-antworten/faq-hautschutz/index.jsp>. Zugriff: 07.05.2021.
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV) (2021c). *Häufig gestellte Fragen und Antworten zum Sachgebiet Schutzkleidung / Schutzhandschuhe: "Darf Schutzkleidung aus dem Gesundheitsdienst im Privathaushalt gereinigt werden, wenn sichergestellt ist, dass ein desinfizierendes Waschverfahren angewendet wird?"*. Verfügbar unter: <https://www.dguv.de/fb-psa/fragen-und-antworten/faq-schutzkleidung/index.jsp>. Zugriff: 07.05.2021.
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV) (2022a). *Anzeigen auf Verdacht einer Berufskrankheit. UV der gewerblichen Wirtschaft und der öffentlichen Hand sowie Schüler-UV*. Verfügbar unter: <https://www.dguv.de/de/zahlen-fakten/bk-geschehen/bk-verdachtsanzeigen/index.jsp>. Zugriff: 09.08.2022.
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV) (2022b). *DGUV Vorschriften*. Verfügbar unter: https://www.dguv.de/de/praevention/vorschriften_regeln/vorschriften/index.jsp. Zugriff: 27.07.2022.
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV) (Hrsg.). (2017a). *Bamberger Empfehlung. Empfehlung zur Begutachtung von arbeitsbedingten Hauterkrankungen und Hautkrebserkrankungen*, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. Verfügbar unter: <https://publikationen.dguv.de/versicherungleistungen/berufskrankheiten/2058/bamberger-empfehlung>. Zugriff: 07.05.2021.
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV) (Hrsg.). (2021). *DGUV Handlungsempfehlung: Ermittlung und Bewertung der Einwirkung im Berufskrankheitenverfahren*. Verfügbar unter: <https://publikationen.dguv.de/versicherungleistungen/berufskrankheiten/3652/dguv-handlungsempfehlung-ermittlung-und-bewertung-der-einwirkung-im-berufskrankheitenverfahren>. Zugriff: 09.05.2023.
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV) (Hrsg.). (2017b). *IAG Report 1/2017: Erfolgsfaktoren für Arbeitsschutzunterweisungen - Identifikation und Messung*. Verfügbar unter: <https://publikationen.dguv.de/forschung/iag/iag-report/3230/iag-report-1/2017-erfolgsfaktoren-fuer-arbeitsschutzunterweisungen-identifikation-und-messung>. Zugriff: 01.03.2023.
- Deutscher Arbeitskreis für Hygiene in der Zahnmedizin (DAHZ) (Hrsg.). (2021). *Hygieneleitfaden – DAHZ (14. Aufl.)*. Verfügbar unter: <http://dahz.org/hygieneleitfaden>. Zugriff: 01.04.2022.
- Devrim, M. (2005). Marktanalyse von Elastan. In T. Gries (Hrsg.), *Elastische Textilien. Garne, Verarbeitung, Anwendung* (S. 15–36). Frankfurt am Main: Deutscher Fachverlag.
- Dewey, W. S., Richard, R. L., Hedman, T. L., Chapman, T. T., Quick, C. D., Holcomb, J. B. et al. (2007). A review of compression glove modifications to enhance functional grip: a case series. *Journal of Burn Care & Research*, 28(6), 888–891. <https://doi.org/10.1097/BCR.0b013e318159e076>
- DGUV Information 201-062. *Epoxidharze in der Bauwirtschaft*. Ausgabe: Oktober 2022 (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://publikationen.dguv.de/detail/index/sArticle/4522>. Zugriff: 28.02.2023.
- DGUV Information 203-084. *Umgang mit Wäsche aus Bereichen mit erhöhter Infektionsgefährdung*. Ausgabe: Januar 2016 (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/dguv-informationen/3029/umgang-mit-waesche-aus-bereichen-mit-erhoehter-infektionsgefahrdung>. Zugriff: 24.02.2022.
- DGUV Information 205-035. *Hygiene und Kontaminationsvermeidung bei der Feuerwehr*. Ausgabe: Mai 2020 (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/dguv-informationen/3730/hygiene-und-kontaminationsvermeidung-bei-der-feuerwehr>. Zugriff: 01.04.2022.
- DGUV Information 206-041. *Kommunikation - Risiken erkennen – im Betrieb sicher kommunizieren*. Ausgabe: Juli 2022 (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/dguv-informationen/4310/kommunikation-risiken-erkennen-im-betrieb-sicher-kommunizieren?c=15>. Zugriff: 26.10.2022.
- DGUV Information 207-024. *Risiko Nadelstich*. Ausgabe: August 2022 (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/dguv-informationen/3050/risiko-nadelstich?c=15>. Zugriff: 04.11.2022.
- DGUV Information 207-206. *Prävention chemischer Risiken beim Umgang mit Desinfektionsmitteln im Gesundheitswesen*. Ausgabe: Dezember 2016 (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/dguv-informationen/3151/praevention-chemischer-risiken-beim-umgang-mit-desinfektionsmitteln-im-gesundheitswesen>. Zugriff: 09.06.2021.
- DGUV Information 209-022. *Hautschutz an Holz- und Metallarbeitsplätzen*. Bisherige Nummer: BGI 658. Ausgabe: Januar 2021 (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/dguv-informationen/416/hautschutz-an-holz-und-metallarbeitsplaetzen>. Zugriff: 04.06.2021.

- DGUV Information 209-042. *Gefahrstoffe in Schreinereien/Tischlereien und in der Möbelfertigung - Handhabung und sicheres Arbeiten*. Bisherige Nummer: BGI 733. Ausgabe: November 2021 (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/dguv-informationen/2776/gefährstoffe-in-schreinereien/tischlereien-und-in-der-moebelfertigung-handhabung-und-sicheres-arbei>. Zugriff: 15.03.2023.
- DGUV Information 211-042. *Sicherheitsbeauftragte*. Ausgabe: März 2017 (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/dguv-informationen/3158/sicherheitsbeauftragte>. Zugriff: 22.02.2023.
- DGUV Information 211-043. *Gute Praxis der Evaluation von Präventionsmaßnahmen in der gesetzlichen Unfallversicherung*. Ausgabe: Februar 2020 (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/publikationen-nach-fachbereich/organisation-von-sicherheit-und-gesundheit/evaluation/3653/gute-praxis-der-evaluation-von-praeventionsmassnahmen-in-der-gesetzlichen-unfallversicherung>. Zugriff: 02.06.2022.
- DGUV Information 212-007. *Chemikalienschutzhandschuhe*. Bisherige Nummer: BGI/GUV-I 868. Ausgabe: Juni 2009 (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/publikationen-nach-fachbereich/persoeliche-schutzausru-stungen/schutzkleidung/882/chemikalienschutzhandschuhe>. Zugriff: 07.05.2021.
- DGUV Information 212-013. *Hitzeschutzkleidung*. Bisherige Nummer: BGI/GUV-I 5167. Ausgabe: Februar 2013 (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/publikationen-nach-fachbereich/persoeliche-schutzausru-stungen/schutzkleidung/2596/hitzeschutzkleidung>. Zugriff: 26.10.2022.
- DGUV Information 212-017. *Auswahl, Bereitstellung und Benutzung von beruflichen Hautmitteln*. Ausgabe: Juni 2019 (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/dguv-informationen/853/auswahl-bereitstellung-und-benutzung-von-beruflichen-hautmitteln?c=126>. Zugriff: 10.05.2021.
- DGUV Information 212-515. *Persönliche Schutzausrüstungen*. Bisherige Nummer: BGI 515. Ausgabe: September 2006 (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/dguv-informationen/276/persoeliche-schutzausruestungen>. Zugriff: 10.05.2021.
- DGUV Information 213-032. *Gefahrstoffe im Gesundheitsdienst*. Bisherige Nummer: BGI/GUV-I 8596. Ausgabe: Januar 2021 (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/dguv-informationen/844/gefährstoffe-im-gesundheitsdienst>. Zugriff: 09.06.2021.
- DGUV Information 213-086. *Biologische Laboratorien - Ausstattung und organisatorische Maßnahmen*. Ausgabe: Dezember 2019 (Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BGRCI) und Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/dguv-informationen/383/biologische-laboratorien-ausstattung-und-organisatorische-massnahmen>. Zugriff: 04.07.2022.
- DGUV Regel 100-001. *Grundsätze der Prävention*. Ausgabe: Mai 2014 (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/dguv-regeln/2942/grundsätze-der-praevention>. Zugriff: 10.05.2021.
- DGUV Regel 101-019 / BGR 209. *Umgang mit Reinigungs- und Pflegemitteln*. Bisherige Nummer: GUV-R 209. Ausgabe: Mai 2023 (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/dguv-regeln/1358/umgang-mit-reinigungs-und-pflegemitteln>. Zugriff: 27.06.2023.
- DGUV Regel 112-189 (BGR 189). *Benutzung von Schutzkleidung*. Bisherige Nummer: GUV-R 189. Ausgabe: Oktober 1995, aktualisierte Fassung von Oktober 2007, derzeit in Überarbeitung (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/dguv-regeln/1352/benutzung-von-schutzkleidung>. Zugriff: 07.05.2021.
- DGUV Regel 112-202. *Benutzung von Stechschutzbekleidung, Stechschutzhandschuhen und Armschützern*. (2019). Ausgabe: November 2019 (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/dguv-regeln/3534/benutzung-von-stechschutzbekleidung-stechschutzhandschuhen-und-armschuetzern>. Zugriff: 10.05.2021.
- DGUV Regel 112-995. *Benutzung von Schutzhandschuhen*. Bisherige Nummer: GUV-R 195. Ausgabe: Oktober 1995, aktualisierte Fassung von Oktober 2007, derzeit in Überarbeitung (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/dguv-regeln/1356/benutzung-von-schutzhandschuhen>. Zugriff: 11.05.2021.
- DGUV Vorschrift 1. *Unfallverhütungsvorschrift. Grundsätze der Prävention*. Ausgabe: November 2013 (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://publikationen.dguv.de/regelwerk/dguv-vorschriften/2909/dguv-vorschrift-1>. Zugriff: 10.05.2021
- Dianat, I., Haslegrave, C. M. & Stedmon, A. W. (2010). Short and longer duration effects of protective gloves on hand performance capabilities and subjective assessments in a screw-driving task. *Ergonomics*, 53(12), 1468–1483. <https://doi.org/10.1080/00140139.2010.528453>

- Dianat, I., Haslegrave, C. M. & Stedmon, A. W. (2012). Methodology for evaluating gloves in relation to the effects on hand performance capabilities: a literature review. *Ergonomics*, 55(11), 1429–1451. <https://doi.org/10.1080/00140139.2012.708058>
- Dianat, I., Haslegrave, C. M. & Stedmon, A. W. (2014). Design options for improving protective gloves for industrial assembly work. *Applied Ergonomics*, 45(4), 1208–1217. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2014.02.009>
- Dickel, H. & Mahler, V. (2020). Leitliniengerechte Diagnostik der Kontaktallergie in der Praxis. *Der Hautarzt*, 71(3), 182–189. <https://doi.org/10.1007/s00105-019-04528-8>
- Dickel, H., Bauer, A., Brehler, R., Mahler, V., Merk, H. F., Neustädter, I. et al. (2022). German S1 guideline: Contact dermatitis. *Journal Der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*, 20(5), 712–734. <https://doi.org/10.1111/ddg.14734>
- Diday-Nolle, A. P. & Reiter Eigenheer, A. (2019). Statische Schienen. In B. Waldner-Nilsson, A. Reiter Eigenheer, T. O. Kromer, A. P. Diday-Nolle, V. Beckmann-Fries, D. Estermann et al. (Hrsg.), *Handrehabilitation. Für Ergotherapeuten und Physiotherapeuten: Band 3: manuelle Therapie, Physikalische Maßnahmen, Schienen* (S. 307–354). Berlin: Springer-Verlag.
- Die Mountaineers (Hrsg.). (2018). *Bergsteigen. Das große Handbuch*. München: riva.
- Diepgen, T. L. & Schuster, K. (2006). Dermatological examinations on the skin compatibility of textiles made from Tencel fibers. *Lenzinger Berichte*, (85), 61–67. Verfügbar unter: <https://www.lenzing.com/de/downloadcenter/filter1/forschung-entwicklung/filter3/1985>. Zugriff: 27.06.2023.
- Diepgen, T. L. (2018). Dermatologie. In *Rehabilitation* (S. 109–115). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Diepgen, T. L., Andersen, K. E., Chosidow, O., Coenraads, P. J., Elsner, P., English, J. S. et al. (2015a). Guidelines for diagnosis, prevention and treatment of hand eczema - short version. *Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*, 13(1), 77–85. <https://doi.org/10.1111/ddg.12510>
- Diepgen, T. L., Andersen, K. E., Chosidow, O., Coenraads, P. J., Elsner, P., English, J. S. et al. (2015b). Leitlinie für die Diagnose, Prävention und Behandlung des Handekzems - Kurzversion. *Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*, 13(1), 77–85. https://doi.org/10.1111/ddg.12510_suppl
- Diepgen, T. L., Andersen, K., Brandao, F., Bruze, M., Bruynzeel, D. P., Frosch, P. J. et al. (2009). Hand eczema classification: a cross-sectional, multicentre study of the aetiology and morphology of hand eczema. *The British Journal of Dermatology*, 160(2), 353–358. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.2008.08907.x>
- Diepgen, T. L., Elsner, P., Schliemann, S., Fartasch, M., Köllner, A., Skudlik, C. et al. (2009). Management von Handekzemen Leitlinie ICD-10-Ziffer: L20. L23. L24. L25. L30. *Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*, 7, S1-S16. https://doi.org/10.1111/j.1610-0379.2009.07061_supp.x
- Diepgen, T. L., Purwins, S., Posthumus, J., Kuessner, D., John, S. M. & Augustin, M. (2013). Cost-of-illness analysis of patients with chronic hand eczema in routine care in Germany: focus on the impact of occupational disease. *Acta Dermato-Venereologica*, 93(5), 538–543. <https://doi.org/10.2340/00015555-1565>
- Diepgen, T. L., Radulescu, M., Bock, M. & Weisshaar, E. (2005). Rehabilitation von berufsbedingten Hauterkrankungen. *Der Hautarzt*, 56(7), 637–643. <https://doi.org/10.1007/s00105-005-0973-y>
- Diepgen, T. L., Sauerbrei, W. & Fartasch, M. (1996). Development and validation of diagnostic scores for atopic dermatitis incorporating criteria of data quality and practical usefulness. *Journal of Clinical Epidemiology*, 49(9), 1031–1038. [https://doi.org/10.1016/0895-4356\(96\)00119-9](https://doi.org/10.1016/0895-4356(96)00119-9)
- Diepgen, T. L., Scheidt, R., Weisshaar, E., John, S. M. & Hieke, K. (2013). Cost of illness from occupational hand eczema in Germany. *Contact Dermatitis*, 69(2), 99–106. <https://doi.org/10.1111/cod.12038>
- Diepgen, T. L., Stäbler, A. & Hornstein, O. P. (1990). Textilunverträglichkeit beim atopischen Ekzem - Eine kontrollierte klinische Studie. *Zeitschrift für Hautkrankheiten*, 65(10), 907–910.
- Dieterich, E. (2003). Beratungsgrundlagen für den Handel bei Sportbekleidung. In P. Knecht (Hrsg.), *Funktionstextilien. High-Tech-Produkte bei Bekleidung und Heimtextilien; Grundlagen, Vermarktungskonzepte, Verkaufsargumente* (S. 139–154). Frankfurt am Main: Deutscher Fachverlag.
- Digitales Wörterbuch der deutschen Sprache (DWDS) (2021a). *Stichwort "textil" in: DWDS - Digitales Wörterbuch der deutschen Sprache*. Verfügbar unter: <https://www.dwds.de/wb/textil>. Zugriff: 23.08.2021.
- Digitales Wörterbuch der deutschen Sprache (DWDS) (2021b). *Stichwort „Ekzem“ in: DWDS - Digitales Wörterbuch der deutschen Sprache*. Verfügbar unter: <https://www.dwds.de/wb/Ekzem>. Zugriff: 07.05.2021.
- Digitales Wörterbuch der deutschen Sprache (DWDS) (2021c). *Stichwort „Gauge“ in: DWDS – Digitales Wörterbuch der deutschen Sprache*. Verfügbar unter: <https://www.dwds.de/wb/Gauge>. Zugriff: 07.05.2021.
- Digitales Wörterbuch der deutschen Sprache (DWDS) (2021d). *Stichwort „präventiv“ in: DWDS – Digitales Wörterbuch der deutschen Sprache*. Verfügbar unter: <https://www.dwds.de/wb/pr%C3%A4ventiv>. Zugriff: 07.05.2021.
- Digitales Wörterbuch der deutschen Sprache (DWDS) (2022). *Stichwort "amorph" in: DWDS - Digitales Wörterbuch der deutschen Sprache*. Verfügbar unter: <https://www.dwds.de/wb/amorph>. Zugriff: 04.11.2022.

- DIN 13063:2020-04. *Entwurf - Krankenhausreinigung – Anforderungen an die Reinigung und desinfizierende Reinigung in Krankenhausgebäuden und anderen medizinischen Einrichtungen*. Ausgabedatum 2020-04; zurückgezogen bzw. ersetzt durch DIN 13063:2021-09 (Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN), Hrsg.). <https://dx.doi.org/10.31030/3147477>
- DIN EN 455-3:2015-07. *Medizinische Handschuhe zum einmaligen Gebrauch - Teil 3: Anforderungen und Prüfung für die biologische Bewertung; Deutsche Fassung EN 455-3:2015*. Ausgabedatum 2015-07 (Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN), Hrsg.). <https://dx.doi.org/10.31030/2244221>
- DIN EN ISO 13688:2013-12. *Schutzkleidung – Allgemeine Anforderungen*. Ausgabedatum 2013-12, Norm zurückgezogen (Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN), Hrsg.). <https://dx.doi.org/10.31030/1935081>
- DIN EN ISO 21420:2020-06. *Schutzhandschuhe - Allgemeine Anforderungen und Prüfverfahren (ISO 21420:2020); Deutsche Fassung EN ISO 21420:2020*. Ausgabedatum 2020-06 (Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN), Hrsg.). <https://dx.doi.org/10.31030/3023311>
- DIN EN ISO 374-1:2018-10. *Schutzhandschuhe gegen gefährliche Chemikalien und Mikroorganismen - Teil 1: Terminologie und Leistungsanforderungen für chemische Risiken (ISO 374-1:2016 + Amd. 1:2018); Deutsche Fassung EN ISO 374-1:2016 + A1:2018*. Ausgabedatum 2018-10 (Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN), Hrsg.). <https://dx.doi.org/10.31030/2880843>
- Dingels, C., Schömer, M. & Frey, H. (2011). Die vielen Gesichter des Poly(ethylenglykol)s. *Chemie in unserer Zeit*, 45(5), 338–349. <https://doi.org/10.1002/ciuz.201100551>
- Dirk Rossmann GmbH. (2022). *FOR YOUR Beauty. Pflegehandschuhe Stretch*. Verfügbar unter: <https://www.rossmann.de/de/make-up-for-your-beauty-pflegehandschuhe-stretch/p/4305615898353>. Zugriff: 07.12.2022.
- Dirschka, T. (2021). *Klinikleitfaden Dermatologie* (4. Aufl.). München, Deutschland: Elsevier.
- Dissemond, J. (2006). Moderne Wundauflagen für die Therapie chronischer Wunden. *Der Hautarzt*, 57(10), 881–887. <https://doi.org/10.1007/s00105-005-1054-y>
- Dittmann, K., Morch-Röder, A., Kramer, A., Kagel, V. & Hübner, N.-O. (2017). Einsatz von Schutzhandschuhen bei der routinemäßigen Desinfektion patientennaher Kontaktflächen: Befragung von Betriebsärzten, Hygienefachkräften und Hygienebeauftragten. *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz*, 60(10), 1083–1091. <https://doi.org/10.1007/s00103-017-2615-9>
- Divya, D., Indran, S. & Bharath, K. N. (2021). Bamboo: A Potential Natural Material for Bio-composites. In M. Jawaid, S. Mavinkere Rangappa & S. Siengchin (Hrsg.), *Bamboo Fiber Composites. Processing, Properties and Applications* (S. 15–37). Singapore: Springer Nature Singapore Pte Ltd.
- Dobashi, K., Usami, A., Yokozeki, H., Tsurikisawa, N., Nakamura, Y., Sato, K. et al. (2020). Japanese guidelines for occupational allergic diseases 2020. *Allergology International*, 69(3), 387–404. <https://doi.org/10.1016/j.alit.2020.03.010>
- Dobson, R. L. & Provost, T. T. (1969). How we treat hand eczema. *Postgraduate Medicine*, 45(2), 245–248. <https://doi.org/10.1080/00325481.1969.11697034>
- Dolez, P. I. & Benaddi, H. (2018). Toxicity testing of textiles. In P. I. Dolez, O. Vermeersch & V. Izquierdo (Hrsg.), *Advanced Characterization and Testing of Textiles* (S. 151–188). Duxford, England: Woodhead Publishing.
- Dolez, P. I. & Izquierdo, V. (2018). Specific testing of protective clothing. In P. I. Dolez, O. Vermeersch & V. Izquierdo (Hrsg.), *Advanced Characterization and Testing of Textiles* (S. 301–349). Duxford, England: Woodhead Publishing.
- Dolez, P. I. & Vermeersch, O. (2018). Introduction to advanced characterization and testing of textiles. In P. I. Dolez, O. Vermeersch & V. Izquierdo (Hrsg.), *Advanced Characterization and Testing of Textiles* (S. 3–21). E Duxford, England: Woodhead Publishing.
- Dolez, P. I., Marsha, S. & McQueen, R. H. (2022). Fibers and Textiles for Personal Protective Equipment: Review of Recent Progress and Perspectives on Future Developments. *Textiles*, 2(2), 349–381. <https://doi.org/10.3390/textiles2020020>
- Donovan, J. & Skotnicki-Grant, S. (2007). Allergic contact dermatitis from formaldehyde textile resins in surgical uniforms and nonwoven textile masks. *Dermatitis: Contact, Atopic, Occupational, Drug*, 18(1), 40–44. <https://doi.org/10.2310/6620.2007.05003>
- Döring, N. & Bortz, J. (2016a). Datenerhebung. In N. Döring, J. Bortz, S. Pöschl, C. S. Werner, K. Schermelleh-Engel, C. Gerhard et al. (Hrsg.), *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften* (5. Aufl. 2016, S. 321–577). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Döring, N. & Bortz, J. (2016b). Evaluationsforschung. In N. Döring, J. Bortz, S. Pöschl, C. S. Werner, K. Schermelleh-Engel, C. Gerhard et al. (Hrsg.), *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften* (5. Aufl. 2016, S. 975–1036). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Döring, N. & Bortz, J. (2016c). Qualitätskriterien in der empirischen Sozialforschung. In N. Döring, J. Bortz, S. Pöschl, C. S. Werner, K. Schermelleh-Engel, C. Gerhard et al. (Hrsg.), *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften* (5. Aufl. 2016, S. 81–119). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

- Döring, N. & Bortz, J. (2016d). Untersuchungsdesign. In N. Döring, J. Bortz, S. Pöschl, C. S. Werner, K. Schermelleh-Engel, C. Gerhard et al. (Hrsg.), *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften* (5. Aufl. 2016, S. 181–220). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Dormont, L., Bessièrè, J.-M. & Cohuet, A. (2013). Human skin volatiles: a review. *Journal of Chemical Ecology*, 39(5), 569–578. <https://doi.org/10.1007/s10886-013-0286-z>
- Dr. Theiss Naturwaren GmbH. (2023). *Gepflegte Hände – Das packen wir an*. Verfügbar unter: <https://www.medi-pharma.de/MediLife/Beauty-LifeStyle/gepflegte-haende-das-packen-wir-an>. Zugriff: 27.02.2023.
- Drabek, T., Boucek, C. D. & Buffington, C. W. (2010). Wearing the wrong size latex surgical gloves impairs manual dexterity. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 7(3), 152–155. <https://doi.org/10.1080/15459620903481660>
- Drabek, T., Boucek, C. D. & Buffington, C. W. (2013). Wearing ambidextrous vinyl gloves does not impair manual dexterity. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 10(6), 307–311. <https://doi.org/10.1080/15459624.2013.777293>
- Draskovics, T. (2016). More Than Barrier Protection, Single-Use Gloves Manage Skin Health. *Occupational Health & Safety*, 85(8), 10, 12-3. Verfügbar unter: <https://ohsonline.com/Articles/2016/08/01/Single-Use-Gloves-Manage-Skin-Health.aspx>. Zugriff: 27.06.2023.
- DreamSkin® Health Ltd. (2012). *Care instructions*. Verfügbar unter: <https://www.dreamskinhealth.co.uk/care-instructions.html>. Zugriff: 09.02.2022.
- DreamSkin® Health Ltd. (2022). *Adult Gloves (Pair)*. Verfügbar unter: <https://www.dreamskinhealth.co.uk/product-page/dreamskin-adult-gloves-pair>. Zugriff: 07.11.2022.
- DreamSkin® Health Ltd. (2022). *Technology*. Verfügbar unter: <https://www.dreamskinhealth.co.uk/technology>. Zugriff: 27.07.2022.
- Drinkmann, M. (1992). Structure and Processing of SYMPATEX Laminates. *Journal of Coated Fabrics*, 21(3), 199–211. <https://doi.org/10.1177/152808379202100306>
- Dronik Arbeitsschutz GmbH. (2016). *Leitfaden Schutzhandschuhe* (Broschüre/Katalog).
- D'Souza, B., Kasar, A. K., Jones, J., Skeete, A., Rader, L., Kumar, P. et al. (2022). A Brief Review on Factors Affecting the Tribological Interaction between Human Skin and Different Textile Materials. *Materials (Basel, Switzerland)*, 15(6), 2184. <https://doi.org/10.3390/ma15062184>
- Dudenredaktion (Cornelsen Verlag GmbH, Hrsg.). (o.J.). *Stichwort "Saum"*. Verfügbar unter: https://www.duden.de/rechtschreibung/Saum_Rand_Kante_Borduere. Zugriff: 04.11.2022.
- Dulon, M., Kähler, Björn, Skudlik, Christoph & Nienhaus, A. (2010). Implementationsstudie zum Hautschutz bei Beschäftigten in der Altenpflege. In A. Nienhaus (Hrsg.), *Gefährdungsprofile. Unfälle und arbeitsbedingte Erkrankungen in Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege* (2., erw. und aktual. Aufl., S. 85–95). Landsberg/Lech: eco-med Medizin.
- Dulon, M., Pohrt, U., Skudlik, C. & Nienhaus, A. (2009). Prevention of occupational skin disease. A workplace intervention study in geriatric nurses. *The British Journal of Dermatology*, 161(2), 337–344.

E

- Ebnesajjad, S. (2017). *Expanded PTFE applications handbook. Technology, manufacturing and applications* (Plastics Design Library. PDL handbook series). Oxford: William Andrew.
- Eckert, R. & Oertel, H.-W. (2015). Textilinnovationen in der Medizin. Forscher optimieren Textilien für den Einsatz im Krankenhaus, Praxis und Pflege. *HAUT*, (6), 349–352.
- Eczema Association of Australasia Inc. (EAA) (2021). *Adults Who Have Eczema*. Verfügbar unter: <https://www.eczema.org.au/adults-who-have-eczema/>. Zugriff: 18.11.2021.
- Eczema Association of Australasia Inc. (EAA) (2021). *Managing Eczema*. Verfügbar unter: <https://www.eczema.org.au/managing-eczema/>. Zugriff: 18.11.2021.
- Edmonds-Wilson, S. L., Nurinova, N. I., Zapka, C. A., Fierer, N. & Wilson, M. (2015). Review of human hand microbiome research. *Journal of Dermatological Science*, 80(1), 3–12. <https://doi.org/10.1016/j.jdermsci.2015.07.006>
- Elias, H.-G. (2003). Makromoleküle. Band 4: Anwendungen von Polymeren (6. Aufl.). Weinheim: Wiley-VCH Verlag.
- Ellsäßer, S. (2020a). Pflgeanleitung und Hautschutz für den ganzen Körper. In S. Ellsäßer (Hrsg.), *Körperpflegekunde und Kosmetik. Ein Lehrbuch für die PTA-Ausbildung und die Beratung in der Apothekenpraxis* (3., vollst. aktual. und erw. Aufl., S. 189–212). Berlin: Springer-Verlag.
- Ellsäßer, S. (2020b). Schweißbildung und Geruchshemmung. In S. Ellsäßer (Hrsg.), *Körperpflegekunde und Kosmetik. Ein Lehrbuch für die PTA-Ausbildung und die Beratung in der Apothekenpraxis* (3., vollst. aktual. und erw. Aufl., S. 281–289). Berlin: Springer-Verlag.
- Elsner, P. & Agner, T. (2020). Hand eczema: treatment. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 34(Suppl 1), 13–21. <https://doi.org/10.1111/jdv.16062>
- Elsner, P. & Piehler, E. (2020). Einfluss multipler Waschzyklen auf die antimikrobielle Aktivität eines silberbeschichteten Textils. *Dermatologie in Beruf und Umwelt*, 68(10), 179–182. <https://doi.org/10.5414/DBX00377>

- Elsner, P. & Schliemann, S. (2015). Prävention der BK 5101. *Trauma und Berufskrankheit*, 17(4), 227–232. <https://doi.org/10.1007/s10039-015-0103-8>
- Elsner, P. & Schliemann, S. (2023). Behandlung nach Stufenschema. *Deutsche Dermatologie*, 71(1), 44–55. <https://doi.org/10.1007/s15011-022-5700-9>
- Elsner, P. (1993). Objektivierung und Quantifizierung von Externa-Wirkungen mittels nicht-invasiver biophysikalischer Meßverfahren. In O. P. Hornstein, M. Hundeiker & J. Schönfeld (Hrsg.), *Neue Entwicklungen in der Dermatologie* (Bd. 7, S. 137–147). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Elsner, P. (2008). Ambulante Prävention von Berufsdermatosen im Hautschutzzentrum. *Trauma und Berufskrankheit*, 10(4), 249–254. <https://doi.org/10.1007/s10039-008-1455-0>
- Elsner, P., Fluhr, J. W. & Hipler, U.-C. (2007). Textilien zur Therapie von Hauterkrankungen. In G. Plewig & P. Thomas (Hrsg.), *Fortschritte der praktischen Dermatologie und Venerologie 2006* (Bd. 20, S. 71–75). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Elzenheimer, D. (1999). Auswertung der Fragebogenaktion des Verbandes Deutscher Sicherheitsingenieure - VDSI - e.V. in Zusammenarbeit mit dem BIA. In Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG) (Hrsg.), *Erhöhte Akzeptanz von Persönlichen Schutzausrüstungen (PSA) durch ergonomische Gestaltung - BIA-Symposium (BIA-Report 2/99)* (S. 83–104). Druck Center Meckenheim: Sankt Augustin.
- English, J. S., Aldridge, R., Gawkrödger, D. J., Kownacki, S., Statham, B., White, J. M. L. et al. (2009). Consensus statement on the management of chronic hand eczema. *Clinical and Experimental Dermatology*, 34(7), 761–769. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2230.2009.03649.x>
- Environmental Protection Agency (EPA). (2015). *How to Comply with the 2015 Revised Worker Protection Standard For Agricultural Pesticides What Owners and Employers Need To Know*. Verfügbar unter: <http://pesticidesresources.org/wps/htc/index.html>. Zugriff: 10.05.2021.
- Epling, C. A. (2016). LATEX. In G. M. Stave & P. Wald (Hrsg.), *Physical and biological hazards of the workplace* (3. Aufl., S. 537–541). Hoboken (N.J.): John Wiley & Sons, Inc.
- Epstein, E. (1984). Hand dermatitis: Practical management and current concepts. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 10(3), 395–424. [https://doi.org/10.1016/S0190-9622\(84\)80086-9](https://doi.org/10.1016/S0190-9622(84)80086-9)
- Epstein, E. (2006). Patient Information Sheets. In A.-L. Chew & H. I. Maibach (Hrsg.), *Irritant Dermatitis* (S. 517–519). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Erhart, W., Zangerle, E. & Mäser, B. (1988). Bekleidungsphysiologische Vorteile beim Einsatz von Chemiefasern in Maschinenwaren. *Lenzinger Berichte*, (65), 42–46. Verfügbar unter: <https://www.lenzing.com/de/downloadcenter/filter1/forschung-entwicklung/filter3/1988>. Zugriff: 27.06.2023.
- Erichson, B. (2007). Prüfung von Produktideen und -konzepten. In S. Albers (Hrsg.), *Handbuch Produktmanagement. Strategieentwicklung - Produktplanung - Organisation - Kontrolle* (3., überarb. und erw. Aufl., S. 395–420). Wiesbaden: Springer Gabler Verlag.
- Ertelt, G. (2017). Wundmanagement. In S. Schulz-Stübner (Hrsg.), *Repetitorium Krankenhaushygiene, hygienebeauftragter Arzt und ABS-beauftragter Arzt* (S. 389–396). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-662-54000-8_19
- Estlander, T. & Jolanki, R. (2004). Allergic Contact Dermatitis from Rubber and Plastic Gloves. In J. E. Wahlberg, A. Boman, T. Estlander & H. I. Maibach (Hrsg.), *Protective Gloves for Occupational Use* (2. Aufl., S. 127–144). CRC Press.
- Estlander, T., Jolanki, J. & Kanerva, L. (2000). Disadvantages of Gloves. In L. Kanerva, J. E. Wahlberg, P. Elsner & H. I. Maibach (Hrsg.), *Handbook of Occupational Dermatology* (S. 426–436). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Europäisches Parlament (EU-Parlament). (2022). *Umweltauswirkungen von Textilproduktion und -abfällen (Infografik)*. Verfügbar unter: <https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/priorities/kreislaufwirtschaft/20201208STO93327/umweltauswirkungen-von-textilproduktion-und-abfaellen-infografik>. Zugriff: 21.04.2023.
- Europäisches Parlament (EU-Parlament). (2023a). *Kreislaufwirtschaft: Definition und Vorteile*. Verfügbar unter: <https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/economy/20151201STO05603/kreislaufwirtschaft-definition-und-vorteile>. Zugriff: 24.04.2023.
- Europäisches Parlament (EU-Parlament). (2023b). *Wie will die EU bis 2050 eine Kreislaufwirtschaft erreichen?* Verfügbar unter: <https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/society/20210128STO96607/wie-will-die-eu-bis-2050-eine-kreislaufwirtschaft-erreichen>. Zugriff: 21.04.2023.
- European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA). (2020). *OSHWiki: Protective gloves*. Verfügbar unter: <https://oshwiki.osha.europa.eu/en/themes/protective-gloves>. Zugriff: 25.04.2023.
- European Agency for Safety and Health at Work. (2008). *EUROPEAN RISK OBSERVATORY REPORT: Occupational skin diseases and dermal exposure in the European Union (EU-25): policy and practice overview*. Verfügbar unter: <https://op.europa.eu/de/publication-detail/-/publication/6223a874-f907-402f-bf5a-f6f54f537f80/language-en>. Zugriff: 04.08.2021.

- European Environment Agency (EEA). (2019). *Textiles in Europe's circular economy*. Verfügbar unter: <https://www.eea.europa.eu/publications/textiles-in-europes-circular-economy>. Zugriff: 08.08.2022.
- European Textile Services Association (ETSA). (2012). *Consumer behaviour while washing workwear at home*. Verfügbar unter: <https://www.textile-services.eu>. Zugriff: 01.04.2022.
- Eyerer, P. (2020a). Eigenschaften von Kunststoffen in Bauteilen. In P. Eyerer & H. Schüle (Hrsg.), *Polymer Engineering 1* (S. 89–519). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Eyerer, P. (2020b). Synthese (Herstellung, Erzeugung) von (petrobasierten) Kunststoffen. In P. Eyerer & H. Schüle (Hrsg.), *Polymer Engineering 1* (S. 45–88). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

F

- Falbe, J. & Amelingmeier, E. (1999). *Römpf-Lexikon Chemie* (Bd. 6, 10., völlig überarb. Aufl.). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Farage, M. A. (2008). Perceptions of sensitive skin: changes in perceived severity and associations with environmental causes. *Contact Dermatitis*, 59(4), 226–232. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.2008.01398.x>
- Farage, M. A. (2010). Does sensitive skin differ between men and women? *Cutaneous and Ocular Toxicology*, 29(3), 153–163. <https://doi.org/10.3109/15569521003774990>
- Farage, M. A. (2019). The Prevalence of Sensitive Skin. *Frontiers in Medicine*, 6, 98. <https://doi.org/10.3389/fmHrsg.2019.00098>
- Farage, M. A., Maibach, H. I., Andersen, K. E., Lachapelle, J.-M., Kern, P., Ryan, C. et al. (2011). Historical perspective on the use of visual grading scales in evaluating skin irritation and sensitization. *Contact Dermatitis*, 65(2), 65–75. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.2011.01912.x>
- Fargly, H. (2019). Hand Skin Problems: Prevalence and Risk Factors Among Nurses Working at Surgical Departments in Ministry of Health Hospitals. *Assiut Scientific Nursing Journal*, 7(16), 24–34. <https://doi.org/10.21608/asnj.2019.61136>
- Fartasch, M., Diepgen, T. L., Drexler, H., Elsner, P., John, S. M. & Schliemann, S. (2015). S1-AWMF-Leitlinie (Langversion). Berufliche Hautmittel: Hautschutz, Hautpflege und Hautreinigung. ICD 10: L23, L24. *Dermatologie in Beruf und Umwelt*, 63(04), 47–74. <https://doi.org/10.5414/DBX00244>
- Fartasch, M., Gina, M. & Brüning, T. (2022). Aktualisierung der Definition der Feuchtarbeit in der neuen Technischen Regel für Gefahrstoffe TRGS 401. *IPA-Journal*, (3), 12–16. Verfügbar unter: <https://publikationen.dguv.de/forschung/ipa/ipa-journal/4643/ipa-journal-03/2022>. Zugriff: 27.06.2023.
- Fartasch, M., Hüner, A., Tepe, A., Funke, U. & Diepgen, T. L. (1993). Hautphysiologische Untersuchungsmethoden in der Berufsdermatologie. *Allergologie*, 16(1), 25–34. <https://doi.org/10.5414/ALP16025>
- Fartasch, M., Taeger, D., Broding, H. C., Schöneweis, S., Gellert, B., Pohrt, U. et al. (2012). Evidence of increased skin irritation after wet work: impact of water exposure and occlusion. *Contact Dermatitis*, 67(4), 217–228. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.2012.02063.x>
- Faulstich, H. & Mally, A. (1993). Mechanische Eigenschaften. In W. Berger, H. Faulstich, P. Fischer, A. Heger, H.-J. Jacobasch, A. Mally et al. (Hrsg.), *Textile Faserstoffe* (S. 157–230). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Fendt, C. & Mahler, V. (2015). Aktuelle Daten zur Diagnostik von Kontaktallergien gegen Schutzhandschuhe. *Allergologie*, 38(07), 346–355. <https://doi.org/10.5414/ALX01765>
- Fenton, C. & Al-Salama, Z. T. (2021). Fabrics can greatly improve or exacerbate atopic dermatitis. *Drugs & Therapy Perspectives*, 37(4), 157–161. <https://doi.org/10.1007/s40267-021-00822-5>
- Ferdinand Menzl Medizintechnik GmbH. (2012). *Gebrauchs- und Pflegeanleitung für DermaSilk* (Broschüre). Verfügbar unter: <https://www.dermasilk.at/index.php?download>. Zugriff: 10.05.2021.
- Ferdinand Menzl Medizintechnik GmbH. (2021a). *Antimikrobielle Wirkung auf der Haut ohne Chemie*. Verfügbar unter: https://www.dermasilk.at/index.php?dermasilk_antimikrobielle-wirkung-auf-der-haut-ohne-chemie. Zugriff: 10.05.2021.
- Ferdinand Menzl Medizintechnik GmbH. (2021b). *Einsatzgebiete und Anwendungsmöglichkeiten für DermaSilk*. Verfügbar unter: <https://www.dermasilk.at/index.php?hautbeschwerden>. Zugriff: 10.05.2021.
- Ferdinand Menzl Medizintechnik GmbH. (2021c). *Microair Barrier*. Verfügbar unter: <https://www.menzl.com/index.php/de/haut-info/microair-barrier/5882-microair-barrier?highlight=WyJtaWNYb2FpciJd>. Zugriff: 03.08.2021.
- Ferdinand Menzl Medizintechnik GmbH. (2022a). *Ferdinand Menzl Medizintechnik GmbH - Online Shop - Microair Barrier Fabric*. Verfügbar unter: <https://shop.menzl.com/index.php/de/haut/microair-barrier-fabric>. Zugriff: 22.02.2022.
- Ferdinand Menzl Medizintechnik GmbH. (2022b). *Universelle Produkte*. Verfügbar unter: <https://shop.menzl.com/index.php/de/haut/dermasilk/universell>. Zugriff: 07.11.2022.
- Ferdinand Menzl Medizintechnik GmbH. (o.J.a). *Medizinische Seide für sensible Haut* (Broschüre). Verfügbar unter: <https://www.dermasilk.at/index.php?download>. Zugriff: 10.05.2021.

- Ferdinand Menzl Medizintechnik GmbH. (o.J.b). *Prospekte und Datenblätter: Mikroair-Barrier-Flyer*. Verfügbar unter: <https://www.menzl.com/index.php/de/downloads/831-prospekte-und-datenblaetter>. Zugriff: 10.05.2021.
- Ferenschild, S. & Mürlebach, M. (2021). *Nachhaltigkeit ist nicht umsonst. Preisgestaltung nachhaltiger Textilien in der Beschaffung durch Großverbraucher* (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, Hrsg.). Verfügbar unter: <https://femnet.de/fuer-frauenrechte/informationen-aufklaerung/nachhaltiger-textileinkauf-fuer-unternehmen/nachrichten/1970-nachhaltigkeit-ist-nicht-umsonst-preisgestaltung-nachhaltiger-textilien-in-der-beschaffung-durch-grossverbraucher.html>. Zugriff: 27.06.2023.
- Ferri, A., Plutino, M. R. & Rosace, G. (2019). Recent trends in smart textiles: Wearable sensors and drug release systems. In *15th International Conference on Concentrator Photovoltaic Systems (CPV-15)* (AIP Conference Proceedings, S. 200141–200147). AIP Publishing.
- Filingeri, D., Hodder, S. & Havenith, G. (2017). The Neurophysiology and Assessment of Human Skin Wetness Perception. In P. Humbert, F. Fanián, H. I. Maibach & P. Agache (Hrsg.), *Agache's Measuring the Skin* (S. 629–655). Cham: Springer International Publishing.
- Fille, M. & Ziesing, S. (2020). Antibakterielle Wirkung. In S. Suerbaum, G.-D. Burchard, S. H. E. Kaufmann, T. F. Schulz, H. Hahn, D. Falke et al. (Hrsg.), *Medizinische Mikrobiologie und Infektiologie* (9., vollst. überarb. und erw. Aufl., S. 935–937). Berlin: Springer-Verlag.
- Finne, E. (2021). Standardisierte Befragungen in Prävention und Gesundheitsförderung. In M. Niederberger & E. Finne (Hrsg.), *Forschungsmethoden in der Gesundheitsförderung und Prävention* (S. 269–304). Wiesbaden: Springer VS.
- Firgo, H., Schuster, C., Suchomel, F., Männer, J., Burrow, T. & Abu-Rous, M. (2006). THE FUNCTIONAL PROPERTIES OF TENCEL® - A CURRENT UPDATE. *Lenzinger Berichte*, (85), 22–30. Verfügbar unter: <https://www.lenzing.com/de/downloadcenter/filter1/forschung-entwicklung/filter3/2006>. Zugriff: 27.06.2023.
- Fischer, C., Moch, K., Prakash, S. & Teufel, J. (2019). *Nachhaltige Produkte – attraktiv für Verbraucherinnen und Verbraucher? Eine Untersuchung am Beispiel von elektronischen Kleingeräten, Funktionsbekleidung, Möbeln und Waschmitteln. Studie im Rahmen des Forschungsprojektes „Ökologisches Design als Kaufkriterium bei Verbraucherinnen und Verbrauchern stärken“*. *Forschungskennzahl 3716 37 307 0*. UBA-FB 002707/ANH (Umweltbundesamt (UBA), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/nachhaltige-produkte-attraktiv-fuer>. Zugriff: 24.08.2021.
- Fischer, G. (2015). Persönliche Schutzausrüstungen: ein Kostenfaktor? In *EKAS Mitteilungsblatt: Persönliche Schutzausrüstung (PSA)* (S. 10–12). Verfügbar unter: <https://www.ekas.admin.ch/index-de.php?frameset=111>. Zugriff: 10.11.2022.
- Fischer, H., Krätke, R. & Platzek, T. (2006). Arbeitsgruppe "Textilien" beim BfR: Bericht über die 12. Sitzung des Arbeitskreises "Gesundheitliche Bewertung von Textilhilfsmitteln und -farbmitteln" der Arbeitsgruppe "Textilien" des Bundesinstituts für Risikobewertung am 8. März 2006 in Berlin. *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz*, 49(10), 1063–1067. <https://doi.org/10.1007/s00103-006-0050-4>
- Fischer, S., Ring, J. & Abeck, D. (2003). Atopisches Ekzem. Provokationsfaktoren und Möglichkeiten ihrer wirkungsvollen Reduktion bzw. Elimination. *Der Hautarzt*, 54(10), 914–924. <https://doi.org/10.1007/s00105-003-0557-7>
- Fishel, F. M. (2021). *Glove Selection for Working with Pesticides*. Verfügbar unter: <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/PI157>. Zugriff: 06.10.2021.
- Fisher, L. B. & Maibach, H. I. (1972). The effect of occlusive and semipermeable dressings on the mitotic activity of normal and wounded human epidermis. *The British Journal of Dermatology*, 86(6), 593–600. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.1972.tb05074.x>
- Fisker, M. H., Ebbelhøj, N. E., Jungersted, J. M. & Agner, T. (2013). What do patients with occupational hand eczema know about skin care? *Contact Dermatitis*, 69(2), 93–98. <https://doi.org/10.1111/cod.12060>
- Fitzmaurice, R. (2020). *Dermatitis: Prevention, Alleviation and Control*. Rob Fitzmaurice Tech IOSH.
- Fitzner GmbH & Co. KG. (2022, 18. Oktoberb). *Arbeitsschutz A-Z. Stichwort: Plattiert*. Verfügbar unter: <https://www.fitzner.de/Arbeitsschutz-A-Z/>. Zugriff: 18.10.2022.
- Fitzner GmbH & Co. KG. (2022a). *Arbeitsschutz A-Z. Stichwort: Gauge*. Verfügbar unter: <https://www.fitzner.de/Arbeitsschutz-A-Z/>. Zugriff: 18.10.2022.
- FJDZ International, Inc. (2022). *Moisturizing Touchscreen Cotton Gloves*. Verfügbar unter: <https://evridwear.com/products/6-pairs-unisex-moisturizing-cotton-gloves-with-touchscreen-fingertips>. Zugriff: 07.12.2022.
- Flores, S. K., Estlander, T., Jolanki, R. & Maibach, H. I. (2012). Disadvantages of Gloves. In T. Rustemeyer, P. Elsner, S. M. John & H. I. Maibach (Hrsg.), *Kanerva's Occupational Dermatology* (S. 1923–1933). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Fluhr, J. W. & Uhl, C. (2005). Hautphysiologische Messungen in der täglichen Praxis: Corneometrie und Sebumetrie bei physiologischen und krankhaften Hautveränderungen. In B. Kardorff (Hrsg.), *Selbstzahlerleistungen in der Dermatologie und der ästhetischen Medizin* (S. 321–326). Heidelberg: Springer-Verlag.

- Fluhr, J. W., Breternitz, M., Kowatzki, D., Bauer, A., Bossert, J., Elsner, P. et al. (2010). Silver-loaded seaweed-based cellulose fiber improves epidermal skin physiology in atopic dermatitis: safety assessment, mode of action and controlled, randomized single-blinded exploratory in vivo study. *Experimental Dermatology*, 19(8), e9-15. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0625.2009.00943.x>
- Flyvholm, M.-A., Mygind, K., Sell, L., Jensen, A. & Jepsen, K. F. (2005). A randomised controlled intervention study on prevention of work related skin problems among gut cleaners in swine slaughterhouses. *Occupational and Environmental Medicine*, 62(9), 642–649. <https://doi.org/10.1136/oem.2004.016576>
- Fonacier, L., Bernstein, D. I., Pacheco, K., Holness, D. L., Blessing-Moore, J., Khan, D. et al. (2015). Contact Dermatitis: A Practice Parameter-Update 2015. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 3(3), S1-S39. <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2015.02.009>
- Fonds der Chemischen Industrie im Verband der Chemischen Industrie e. V. (FCI), TEGEWA e. V. (2007). *Informationsserie TEXTILCHEMIE*. Verfügbar unter: <https://www.vci.de/fonds/presse-und-infos/publikationen/detailpage-86.jsp>. Zugriff: 02.03.2023.
- Food and Drug Administration (FDA). (2008). *Medical Glove Guidance Manual. Guidance for Industry and FDA Staff. FDA-2020-D-0957*. Verfügbar unter: <https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/medical-glove-guidance-manual>. Zugriff: 10.05.2021.
- Ford, J. L. & Phillips, P. (2007). Are aloe-coated gloves effective in healthcare? *Nursing Times*, 103(10), 40–41.
- Forschungsinstitut für Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung Institut der Ruhr-Universität Bochum (BFGA). (2009). *Azofarbstoffe und deren Hautgängigkeit beim Menschen Literaturstudie. BGFA-Report 2, Februar 2009*. Verfügbar unter: <https://www.dguv.de/ipa/publik/ipa-reporte/index.jsp>. Zugriff: 25.06.2023.
- Forschungsinstitut für Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung Institut der Ruhr-Universität Bochum (BFGA). (2009). *Azofarbstoffe und deren Hautgängigkeit beim Menschen Literaturstudie. BGFA-Report 2, Februar 2009*. Verfügbar unter: <https://www.dguv.de/ipa/publik/ipa-reporte/index.jsp>. Zugriff: 25.06.2023.
- Forschungskuratorium Textil e. V. (FKT) (2020). *Perspektiven 2035 - Die Zukunft ist Textil*. Verfügbar unter: <https://textil-mode.de/de/forschung/zukunftsstrategie-perspektiven-2035/>. Zugriff: 24.08.2021.
- Forschungskuratorium Textil e. V. (FKT) (2022). *Kreislaufwirtschaft. Textile Kreisläufe schaffen, Zukunft gestalten*. Verfügbar unter: <https://textil-mode.de/de/forschung/zukunftsstrategie-perspektiven-2035/>. Zugriff: 03.11.2022.
- FORUM WASCHEN. (2009). *Weichspüler – Fakten, Pro und Contra*. Verfügbar unter: <https://www.forum-waschen.de/fakten-waschmittel-weichspueler-palmoel-kokosoel.html>. Zugriff: 01.04.2022.
- FORUM WASCHEN. (2017). *Kontaktallergien und Reizungen - Spielen Wasch- und Reinigungsmittel eine Rolle? Faltblatt*. (FORUM WASCHEN, Hrsg.). Verfügbar unter: <https://www.ikw.org/haushaltspflege/themen/detail/kontaktallergien-und-reizungen-spielen-wasch-und-reinigungsmittel-eine-rolle-78/>. Zugriff: 27.08.2021.
- FORUM WASCHEN. (2019). *Wäschepflege im Allergikerhaushalt. Was Betroffene wissen sollten*. (Broschüre). Verfügbar unter: <https://www.ikw.org/haushaltspflege/themen/detail/waeschepflege-im-allergikerhaushalt-624/>. Zugriff: 27.08.2021.
- FORUM WASCHEN. (2021). *Verbraucherinformation: Hausmittel und alternative Methoden für die Haushaltspflege. Was hilft, was nicht?* Verfügbar unter: <https://www.forum-waschen.de/verbraucherinfos-nachhaltig-waschen-abwaschen-reinigen.html>. Zugriff: 01.04.2022.
- Foti, C., Bonamonte, D., Ambrogio, F. & Angelini, G. (2021). Regional Contact Dermatitis. In G. Angelini, D. Bonamonte & C. Foti (Hrsg.), *Clinical Contact Dermatitis. A Practical Approach* (S. 141–165). Cham: Springer International Publishing.
- Foti, C., Bonamonte, D., Bosco, A. & Angelini, G. (2021). Prevention and Rehabilitation. In G. Angelini, D. Bonamonte & C. Foti (Hrsg.), *Clinical Contact Dermatitis. A Practical Approach* (S. 569–582). Cham: Springer International Publishing.
- Foti, C., Bonamonte, D., Romita, P., Guarneri, F. & Patruno, C. (2021). Common Allergens. In G. Angelini, D. Bonamonte & C. Foti (Hrsg.), *Clinical Contact Dermatitis. A Practical Approach* (S. 437–497). Cham: Springer International Publishing.
- Foulds, I. (2002). Refractory hand dermatitis. *Clinical and Experimental Dermatology*, 27(4), 328–337. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2230.2002.104321.x>
- Fowler, J. F. (2003). Formaldehyde as a textile allergen. In P. Elsner, K. L. Hatch & W. Wigger-Alberti (Hrsg.), *Textiles and the skin* (Bd. 31, S. 156–165). Basel: S. Karger AG.
- Fowler, J. F., Fowler, L. M. & Lorenz, D. (2019). Effects of Merino Wool on Atopic Dermatitis Using Clinical, Quality of Life, and Physiological Outcome Measures. *Dermatitis: Contact, Atopic, Occupational, Drug*, 30(3), 198–206. <https://doi.org/10.1097/DER.0000000000000449>
- Frangoulidis, D. (2015). Biologische Bedrohung. In C. Neitzel & K. Ladehof (Hrsg.), *Taktische Medizin. Notfallmedizin und Einsatzmedizin* (2., überarb. Aufl., S. 559–567). Berlin: Springer-Verlag.
- Frank, U. & Krüger, W. (2018). Nosokomiale Pneumonie. In M. Dettenkofer, U. Frank, H.-M. Just, S. Lemmen & M. Scherrer (Hrsg.), *Praktische Krankenhaushygiene und Umweltschutz* (4. Aufl., S. 45–65). Berlin: Springer-Verlag.

- Franzkowiak, P. (2018). "Prävention und Krankheitsprävention". In Bundeszentrale Für Gesundheitliche Aufklärung (BZgA) (Hrsg.), *Leitbegriffe der Gesundheitsförderung und Prävention, Glossar zu Konzepten, Strategien und Methoden, E-Book 2018* (S. 776–796). BZGA - Federal Centre for Health Education.
- Frenzel, W. & Bobeth, W. (1960). Makroskopische Struktur der Textilien. In G. Becker, W. Bobeth, H. Böhringer, E. Elöd, W. Frenzel, K. Genthe et al. (Hrsg.), *Die Prüfung der Textilien* (S. 299–325). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Friedel, R. & Spindler, E. A. (Hrsg.). (2016). *Zertifizierung als Erfolgsfaktor*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.
- Fritsch, P. & Schwarz, T. (2018a). Altersspezifische Krankheiten der Haut. In P. Fritsch & T. Schwarz (Hrsg.), *Dermatologie Venerologie* (S. 961–983). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Fritsch, P. & Schwarz, T. (2018b). Aufbau und Funktionen der Haut. In P. Fritsch & T. Schwarz (Hrsg.), *Dermatologie Venerologie* (S. 5–68). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Fritsch, P. & Schwarz, T. (2018c). Erythematosquamöse/hyperkeratotische Hautkrankheiten. In P. Fritsch & T. Schwarz (Hrsg.), *Dermatologie Venerologie* (S. 361–390). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Fritsch, P. & Schwarz, T. (2018d). Intoleranzreaktionen. In P. Fritsch & T. Schwarz (Hrsg.), *Dermatologie Venerologie* (S. 121–223). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Fritsch, P. & Schwarz, T. (2018e). Lichenoide Dermatosen. In P. Fritsch & T. Schwarz (Hrsg.), *Dermatologie Venerologie* (S. 391–409). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Fritsch, P. & Schwarz, T. (2018f). Physikalische und chemische Schäden der Haut. In P. Fritsch & T. Schwarz (Hrsg.), *Dermatologie Venerologie* (S. 91–119). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Fritsch, P. & Schwarz, T. (2018g). Therapie der Hautkrankheiten. In P. Fritsch & T. Schwarz (Hrsg.), *Dermatologie Venerologie* (S. 993–1023). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Fritsch, P., Linder, D. & Schwarz, T. (2018). Haut und Psyche. In P. Fritsch & T. Schwarz (Hrsg.), *Dermatologie Venerologie* (S. 985–992). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Fritzsche, F. R., Dietel, M., Weichert, W. & Buckendahl, A.-C. (2008). Cut-resistant protective gloves in pathology - effective and cost-effective. *Virchows Archiv*, 452(3), 313–318. <https://doi.org/10.1007/s00428-008-0576-y>
- Fromme, N. P., Camenzind, M., Riener, R. & Rossi, R. M. (2020). Design of a lightweight passive orthosis for tremor suppression. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 17(1), 47. <https://doi.org/10.1186/s12984-020-00673-7>
- Frosch, P. J., Mahler, V., Weisshaar, E. & Uter, W. (2021). Occupational Contact Dermatitis: General Aspects. In J. D. Johansen, V. Mahler, J.-P. Lepoittevin & P. J. Frosch (Hrsg.), *Contact Dermatitis* (S. 435–451). Cham: Springer International Publishing.
- Frydrych, I., Dziworska G. & Bilska, J. (2002). Comparative Analysis of the Thermal Insulation Properties of Fabrics Made of Natural and Man-Made Cellulose Fibres. *Fibres & textiles in Eastern Europe*, 8(10), 40–44. <https://doi.org/10.3390/polym8100348>
- Frydrych, I., Wioletta, S. & Małgorzata, W. (2009). Analysis of Selected Physical Properties of Membrane Fabrics Influencing the Utility Comfort of Clothing. *Fibres & textiles in Eastern Europe*, 77(6), 50–55. Verfügbar unter: <http://www.fibtex.lodz.pl/article290.html>.
- Fuhrer, M. E. (2002). Wasserdichte Membranen. *Maschinenmarkt*, 108(22), 98–102.
- Fujimura, T., Takagi, Y., Sugano, I., Sano, Y., Yamaguchi, N., Kitahara, T. et al. (2011). Real-life use of underwear treated with fabric softeners improves skin dryness by decreasing the friction of fabrics against the skin. *International Journal of Cosmetic Science*, 33(6), 566–571. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2494.2011.00672.x>

G

- Gairns, C. E. & Martin, D. L. (1990). The Use of Semi-permeable Membrane Bags as Hand Burn Dressings. *Physiotherapy*, 76(6), 351–352. [https://doi.org/10.1016/S0031-9406\(10\)62281-X](https://doi.org/10.1016/S0031-9406(10)62281-X)
- Galilee GmbH. (2022). *Galilee Schutzhandschuhe*. Verfügbar unter: <https://www.galilee-web.de/produktserien/>. Zugriff: 18.10.2022.
- Galli, E., Fortina, A. B., Ricci, G., Maiello, N., Neri, I., Baldo, E. et al. (2022). Narrative review on the management of moderate-severe atopic dermatitis in pediatric age of the Italian Society of Pediatric Allergology and Immunology (SIAIP), of the Italian Society of Pediatric Dermatology (SIDerP) and of the Italian Society of Pediatrics (SIP). *Italian Journal of Pediatrics*, 48(1), 95. <https://doi.org/10.1186/s13052-022-01278-7>
- Gandhi, K. L. (Hrsg.). (2020). *Woven textiles. Principles, technologies and applications* (2. Aufl.). Oxford: Woodhead Publishing.
- Gao, Y. & Cranston, R. (2008). Recent Advances in Antimicrobial Treatments of Textiles. *Textile Research Journal*, 78(1), 60–72. <https://doi.org/10.1177/0040517507082332>
- Garbe, C. & Staubach-Renz, P. (2018). Topische Therapie. In G. Plewig, T. Ruzicka, R. Kaufmann & M. Hertl (Hrsg.), *Braun-Falco's Dermatologie, Venerologie und Allergologie* (S. 2037–2054). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

- Gauger, A., Brandt, O., Möhrenschrager, M., Fesq, H., Darsow, U. & Schwandt, C. (2002). Rezidivvermeidung. In D. Abeck & J. Ring (Hrsg.), *Atopisches Ekzem im Kindesalter (Neurodermitis). Zeitgemäßes Management* (Springer eBook Collection Medicine, S. 113–138). Heidelberg: Steinkopff.
- Gauger, A., Fischer, S., Mempel, M., Schäfer, T., Foelster-Holst, R., Abeck, D. et al. (2006). Efficacy and functionality of silver-coated textiles in patients with atopic eczema. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 20(5), 534–541. <https://doi.org/10.1111/j.1468-3083.2006.01526.x>
- Gauger, A., Mempel, M., Schekatz, A., Schäfer, T., Ring, J. & Abeck, D. (2003). Silver-coated textiles reduce *Staphylococcus aureus* colonization in patients with atopic eczema. *Dermatology (Basel, Switzerland)*, 207(1), 15–21. <https://doi.org/10.1159/000070935>
- Gebben, B. (1996). A water vapor-permeable membrane from block copolymers of poly(butylene terephthalate) and polyethylene oxide. *Journal of Membrane Science*, 113(2), 323–329. [https://doi.org/10.1016/0376-7388\(95\)00133-6](https://doi.org/10.1016/0376-7388(95)00133-6)
- Geier, J. (2020). *Kontaktallergien im Zusammenhang mit Wasch- und Reinigungsmitteln. Präsentation im Rahmen der Multiplikatoren-tagung für Akteure des Aktionstages Nachhaltig (Ab-)Waschen 2020*. Verfügbar unter: <https://www.forum-waschen.de/multiplikatoren-tagung-forum-waschen.html>. Zugriff: 02.02.2022.
- Geier, J., Lessmann, H., Mahler, V., Pohrt, U., Uter, W. & Schnuch, A. (2012). Occupational contact allergy caused by rubber gloves - nothing has changed. *Contact Dermatitis*, 67(3), 149–156. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.2012.02139.x>
- Geier, J., Lessmann, H., Skudlik, C., John, S. M., Becker, D., Dickel, H. et al. (2008). Auswirkungen berufsbedingter Mehrfachsensibilisierungen gegen Nickel, Chromat und/oder Kobalt bei der BK 5101. *Dermatologie in Beruf und Umwelt*, 56(3), 122–123. <https://doi.org/10.5414/DBP56122>
- Geier, J., Uter, W., Lessmann, H. & Schnuch, A. (2002). *Forschungsvorhaben "Frühzeitige Erkennung allergener Stoffe bei beruflicher und nicht-beruflicher Exposition" (FaSt). Abschlussbericht des Informationsverbund Dermatologischer Kliniken (IVDK)*. 10.5414/DBP56122
- George, S. M., Karanovic, S., Harrison, D. A., Rani, A., Birnie, A. J., Bath-Hextall, F. J. et al. (2019). Interventions to reduce *Staphylococcus aureus* in the management of eczema. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2019(10), CD003871. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003871.pub3>
- Gerhardt, L.-C., Strässle, V., Lenz, A., Spencer, N. D. & Derler, S. (2008). Influence of epidermal hydration on the friction of human skin against textiles. *Journal of the Royal Society, Interface*, 5(28), 1317–1328. <https://doi.org/10.1098/rsif.2008.0034>
- Gerhardts, A., Ebinger, J. & Höfer, D. (2016). Praxisnahe Laboruntersuchungen zu Anwendung, Effektivität und Nutzen antibakterieller Textilien als hygienische Zusatzmaßnahme in der Pflege. *Hygiene Medizin*, 41, 18.
- Gesamtverband der deutschen Textil- und Modeindustrie e. V. (2022). *Entfernung kationischer (Kosmetik)Anschmutzungen durch anionische Polyelektrolyte*. Verfügbar unter: <https://textil-mode.de/de/forschung/projekte/entfernung-kationischer-kosmetikanschmutzungen-durch-anionische-poly/>. Zugriff: 24.02.2022.
- Gesetz über die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt (Produktsicherheitsgesetz - ProdSG) vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3146, 3147), das durch Artikel 2 des Gesetzes vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3146) geändert worden ist. ProdSG. Verfügbar unter: https://www.gesetze-im-internet.de/prodsg_2021/. Zugriff: 04.11.2022.
- Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz - ArbSchG) vom 7. August 1996 (BGBl. I S. 1246), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 22. Dezember 2020 (BGBl. I S. 3334) geändert worden ist. Verfügbar unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/arbschg/index.html>. Zugriff: 06.05.2021.
- Gibson, P. W. (1999). *Effect of Temperature on Water Vapor Transport Through Polymer Membrane Laminates*. TECHNICAL REPORT NATICK/TR-99/015. Verfügbar unter: <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA360426>. Zugriff: 26.06.2023.
- Gibson, P. W. (2000). Effect of temperature on water vapor transport through polymer membrane laminates. *Polymer Testing*, 19(6), 673–691. [https://doi.org/10.1016/S0142-9418\(99\)00040-9](https://doi.org/10.1016/S0142-9418(99)00040-9)
- Giessmann, A. (2019a). Eigenschaften und Anwendungen von Plasticsen und Additiven. In A. Giessmann (Hrsg.), *Substrat- und Textilbeschichtung* (S. 187–250). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Giessmann, A. (2019b). Substratbeschichtung. In A. Giessmann (Hrsg.), *Substrat- und Textilbeschichtung* (S. 137–186). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Gimpel, S. & Umbach, K. H. (1995). Kälteschutzkleidung und was darunter? *Mittex: die Fachzeitschrift für textile Garn- und Flächenherstellung*, 102(6), 4–7. <https://doi.org/10.5169/seals-678595>
- Gina, M. & Fartasch, M. (2022). Berufliche Hautmittel – kurz und prägnant. *Arbeitsmedizin, Sozialmedizin, Umweltmedizin: ASU*, 57, 436–438. <https://doi.org/10.17147/asu-1-204760>
- Gina, M., Wichert, K., Kutz, G., Brüning, T. & Fartasch, M. (2023). Applying skin protective cream and the wearing of gloves? - a randomised controlled experimental study. *Contact Dermatitis*, 88(5), 372–382. <https://doi.org/10.1111/cod.14287>

- Gliniecki, C. M. (1998). Management of latex reactions in the occupational setting. *AAOHN Journal*, 46(2), 82-93. <https://doi.org/10.1177/216507999804600206>
- Global Sources. (2022). *Lightweight inner gloves with Umorfil yarn for skin care and odor control*. Verfügbar unter: <https://www.globalsources.com/Moisturizing-hand/lightweight-inner-gloves-1191683906p.htm#Contact>. Zugriff: 08.07.2022.
- Gloor, M. (2000). Behandlung mit Spezialitäten und Magistralrezepturen. In M. Gloor, J. W. Fluhr & K. Thoma (Hrsg.), *Dermatologische Externatherapie. Unter besonderer Berücksichtigung der Magistralrezeptur* (Springer eBook Collection Medicine, S. 1–26). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Glück, M. (o.J.). *Gefährdungen und Schutzmaßnahmen beim industriellen Einsatz von Desinfektionsmitteln*.
- Gnass, I., Hoehl, M., Jochum, S., Nies, C., Sitzmann, F. & Abt-Zegelin, A. (2021). ATL Sich sicher fühlen und verhalten. In S. Schewior-Popp, F. Sitzmann & L. Ullrich (Hrsg.), *Thiemes Pflege. Das Lehrbuch für Pflegende in Ausbildung* (15. Aufl., S. 540-567). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Goddard, A. L. & Lio, P. A. (2015). Alternative, Complementary, and Forgotten Remedies for Atopic Dermatitis. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 676897. <https://doi.org/10.1155/2015/676897>
- Goh, C. & Kok, W. L. (2021). *Irritant Contact Dermatitis in Military Healthcare Personnel During COVID-19: Case Report*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-460720/v1>
- Goh, C. L. (1985). Occupational dermatitis from soldering flux among workers in the electronics industry. *Contact Dermatitis*, 13(2), 85–90. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.1985.tb02510.x>
- Gómez García, A. & Fernández, F. R. (2014). Textile Allergy. In N. R. Rose, B. Diamond, A. Davidson & I. R. Mackay (Hrsg.), *Encyclopedia of Medical Immunology. Autoimmune Diseases* (S. 635–640). New York, NY: Springer-Verlag.
- Gonser, P. & Matern, U. (2014). Probestellungen im Klinikalltag. Begriffsdefinition und Untersuchung der gängigen Praxis. *Der Chirurg*, 85(1), 51–56. <https://doi.org/10.1007/s00104-013-2580-2>
- González de Olano, D., Subiza, J. L. & Civantos, E. (2009). CUTANEOUS ALLERGY TO COTTON. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 102(3), 263–264. [https://doi.org/10.1016/S1081-1206\(10\)60096-8](https://doi.org/10.1016/S1081-1206(10)60096-8)
- Goodier, M. C., Ronkainen, S. D. & Hylwa, S. A. (2018). Rubber Accelerators in Medical Examination and Surgical Gloves. *Dermatitis: Contact, Atopic, Occupational, Drug*, 29(2), 66–76. <https://doi.org/10.1097/DER.0000000000000342>
- Gorris, A. & Kinaciyan, T. (2020). Das Handekzem. *hautnah*, 19(4), 162–170. <https://doi.org/10.1007/s12326-020-00407-5>
- Gottrup, F., Müller, K., Bergmark, S. & Norregaard, S. (2001). Powder-free, non-sterile gloves assessed in a Wound Healing Centre. *The European Journal of Surgery*, 167(8), 625–627.
- Granados, A., Pleixats, R. & Vallribera, A. (2021). Recent Advances on Antimicrobial and Anti-Inflammatory Cotton Fabrics Containing Nanostructures. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 26(10), 3008. <https://doi.org/10.3390/molecules26103008>
- Graversgaard, C., Agner, T., Jemec, G. B. E., Thomsen, S. F. & Ibler, K. S. (2018). A long-term follow-up study of the Hand Eczema Trial (HET): a randomized clinical trial of a secondary preventive programme introduced to Danish healthcare workers. *Contact Dermatitis*, 78(5), 329–334. <https://doi.org/10.1111/cod.12964>
- Graves, C. J., Edwards, C. & Marks, R. (1995). The effects of protective occlusive gloves on stratum corneum barrier properties. *Contact Dermatitis*, 33(3), 183–187. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.1995.tb00542.x>
- Gries, T., Veit, D. & Wulfhorst, B. (2019). *Textile Fertigungsverfahren. Eine Einführung* (3., überarb. und erw. Aufl.). München: Hanser.
- Groot, A. C. de & Maibach, H. I. (2010). Does allergic contact dermatitis from formaldehyde in clothes treated with durable-press chemical finishes exist in the USA? *Contact Dermatitis*, 62(3), 127–136. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.2009.01581.x>
- Grubauer, G., Elias, P. M. & Feingold, K. R. (1989). Transepidermal water loss: the signal for recovery of barrier structure and function. *Journal of Lipid Research*, 30(3), 323–333. [https://doi.org/10.1016/S0022-2275\(20\)38361-9G](https://doi.org/10.1016/S0022-2275(20)38361-9G)
- Gruber, R. & Schmuth, M. (2014). Barrierefunktion der gesunden Haut. Morphologische und funktionelle Aspekte der Hautbarriere. *Der Hautarzt*, 65(3), 234–240. <https://doi.org/10.1007/s00105-013-2691-1>
- Grundmeier, A.-M. (2011). *Bekleidung und Gesundheit. Ein Kompendium mit ausgewählten Aspekten*. Baltmannsweiler: Schneider Verl. Hohengehren.
- Gupta, B. S. & Edwards, J. V. (2019). Textile materials and structures for topical management of wounds. In S. Rajendran (Hrsg.), *Advanced textiles for wound care* (S. 55–104). Duxford: Woodhead Publishing.
- Gupta, B. S. (2007). Manufactured Textile Fibers. In J. A. Kent (Hrsg.), *Kent and Riegel's Handbook of Industrial Chemistry and Biotechnology* (S. 431–498). Boston, MA: Springer New York, NY.
- Gupta, T., Arrandale, V. H., Kudla, I. & Holness, D. L. (2018). Gaps in Workplace Education For Prevention of Occupational Skin Disease. *Annals of Work Exposures and Health*, 62(2), 243–247. <https://doi.org/10.1093/annweh/wxx093>

- Guruprasad, R., Vivekanandan, M. V., Arputharaj, A., Saxena, S. & Chattopadhyay, S. K. (2015). Development of cotton-rich/poly(lactic acid) fiber blend knitted fabrics for sports textiles. *Journal of Industrial Textiles*, 45(3), 405–415. <https://doi.org/10.1177/1528083714555779>
- Gutarowska, B. & Michalski, A. (2012). Microbial Degradation of Woven Fabrics and Protection Against Biodegradation. In H.-Y. Jeon (Hrsg.), *Woven Fabrics*. IntechOpen.
- Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V. & Hohenstein Laboratories GmbH & Co. KG. (2019a). *PSA Wegweiser Textilservice*. Verfügbar unter: <https://www.waeschereien.de/ratgeber/uebersicht/psa-wegweiser-textilservice>. Zugriff: 14.10.2021.
- Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V. & Hohenstein Laboratories GmbH & Co. KG. (2019b). *Textilversorgung im Gesundheitswesen. Kriterienkatalog für den Einkauf von Dienstleistungen und Produkten*. (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., Hrsg.).
- Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V. (2019). *Leitfaden Textilien in Pflegeeinrichtungen*. Verfügbar unter: <https://www.waeschereien.de/ratgeber/uebersicht/leitfaden-textilien-in-pflegeeinrichtungen>. Zugriff: 10.05.2021.
- GUV-I 8559 / DGUV Information 212-015. *Hautkrankheiten und Hautschutz. Für Unternehmer, Beschäftigte, Betriebsärzte, Sicherheitsfachkräfte, Betriebs- und Personalräte*. Ausgabe: März 2007 (Bundesverband der Unfallkassen (BUK), Hrsg.)
- Gwosdow, A. R., Stevens, J. C., Berglund, L. G. & Stolwijk, J. (1986). Skin Friction and Fabric Sensations in Neutral and Warm Environments. *Textile Research Journal*, 56(9), 574–580. <https://doi.org/10.1177/004051758605600909>

H

- Habif, T. P. (2015). *Clinical Dermatology E-Book (eBook)* (6. Aufl.). Elsevier Health Sciences.
- Haffke, D. (2018). Warum sollten vor der Einführung neuer PSA Trageversuche gemacht und die Mitarbeiter bei der Auswahl beteiligt werden? *Haufe Arbeitsschutz Office Professional*. Zugriff: 26.10.2022. Verfügbar unter: https://www.haufe.de/arbeitschutz/arbeitschutz-office-professional/warum-sollten-vor-der-einfuehrung-neuer-psa-trageversuche-gemacht-und-die-mitarbeiter-bei-der-auswahl-beteiligt-werden_i-desk_PI13633_HI2219989.html. Zugriff: 26.06.2023.
- Haghi, A. K. (2004). Moisture permeation of clothing. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 76(3), 1035–1055. <https://doi.org/10.1023/B:JTAN.0000032288.16502.d2>
- Hall, J. C. (2012). Dermatologic Allergy. In B. J. Hall, J. C. Hall & G. C. Sauer (Hrsg.), *Sauer's manual of skin diseases* (10. Aufl., S. 66–82). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Hall, S., Franklin, L., Bull, J., Beard, A., Phillips, G. & Morrissey, J. (2019). The flammability of textiles when contaminated with paraffin base products. *Fire Safety Journal*, 104, 109–116. <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2019.01.003>
- Halscheidt, A. (2011). *Textilien von A bis Z. 2500 Begriffe über Bekleidung, Webwaren, Maschenwaren, Vliesstoffe, Garne und Zwirne, Naturfasern, Chemiefasern*. Norderstedt: Books on Demand.
- Hamann, C. P., Sullivan, K. M. & Wright, P. (2014). Protective Gloves. In A. Alikhan, J.-M. Lachapelle & H. I. Maibach (Hrsg.), *Textbook of Hand Eczema* (S. 295–306). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Hamilton, R. G. & Adkinson, N. F. (1997). Validation of the Latex Glove Provocation Procedure in Latex-Allergic Subjects. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 79(3), 266–272. [https://doi.org/10.1016/S1081-1206\(10\)63013-X](https://doi.org/10.1016/S1081-1206(10)63013-X)
- Hamilton, R. G., Peterson, E. L. & Ownby, D. R. (2002). Clinical and laboratory-based methods in the diagnosis of natural rubber latex allergy. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 110(Suppl. 2), S47–56. <https://doi.org/10.1067/mai.2002.125334>
- Hamm, K. & Drechsel-Schlund, C. (2019). Das Hautschutzprogramm in den Schulungs- und Beratungszentren der Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege. *Aktuelle Dermatologie*, 45(11), 525–532. <https://doi.org/10.1055/a-0891-2463>
- Hammond, A. & Prior, Y. (2022). Arthritis glove provision in rheumatoid arthritis and hand osteoarthritis: A survey of United Kingdom rheumatology occupational therapists. *Hand Therapy*, 27(1), 3–13. <https://doi.org/10.1177/17589983211060620>
- Hammond, A., Prior, Y., Adams, J., Firth, J., O'Neill, T. W. & Hough, Y. (2022). Perceptions of arthritis glove wear of patients with rheumatoid arthritis and persistent hand pain: A nested questionnaire study within the A-Gloves trial. *Musculoskeletal Care*, 1–12. <https://doi.org/10.1002/msc.1709>
- Hammond, A., Prior, Y., Cotterill, S., Sutton, C., Camacho, E., Heal, C. et al. (2021). Clinical and cost effectiveness of arthritis gloves in rheumatoid arthritis (A-GLOVES): randomised controlled trial with economic analysis. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 22(1), 47. <https://doi.org/10.1186/s12891-020-03917-8>
- Hammond, C. J. (2013). Chemical composition of household malodours - an overview. *Flavour and Fragrance Journal*, 28(4), 251–261. <https://doi.org/10.1002/ffj.3163>

- Hamnerius, N., Pontén, A., Björk, J., Persson, C. & Bergendorff, O. (2019). Skin exposure to the rubber accelerator diphenylguanidine in medical gloves-An experimental study. *Contact Dermatitis*, 81(1), 9–16. <https://doi.org/10.1111/cod.13238>
- Hamnerius, N., Svedman, C., Bergendorff, O., Björk, J., Bruze, M. & Pontén, A. (2018). Wet work exposure and hand eczema among healthcare workers: a cross-sectional study. *The British Journal of Dermatology*, 178(2), 452–461. <https://doi.org/10.1111/bjd.15813>
- Hanau, A., Stücker, M., Gambichler, T., Orlikov, A., Hoffmann, K., Altmeyer, P. et al. (2003). Nichtinvasive Diagnostik von Hautfunktionen. *Der Hautarzt*, 54(12), 1211–1223. <https://doi.org/10.1007/s00105-003-0649-4>
- Hanifin, J. M. & Rajak, G. (1980). Diagnostic Features of Atopic Dermatitis. *Acta Dermato-Venereologica*, 60(92), 44–47. <https://doi.org/10.2340/00015555924447>
- Hansen, A., Brans, R. & Sonsmann, F. K. (2021). Allergic contact dermatitis to rubber accelerators in protective gloves: Problems, challenges, and solutions for occupational skin protection. *Allergologie Select*, 5, 335–344. <https://doi.org/10.5414/ALX02265E>
- Hansen, A., Buse, A.-S., Wilke, A., Skudlik, C., John, S. M. & Brans, R. (2021). Sensitization to 1,3-diphenylguanidine: An underestimated problem in physicians and nurses using surgical gloves? *Contact Dermatitis*, 84(3), 207–208. <https://doi.org/10.1111/cod.13713>
- Hansen, D., Ross, B., Hilgenhöner, M., Loss, R., Grandek, M., Blättler, T. et al. (2011). Umgang mit Wäsche und Abfall in Alten- und Pflegeheimen. Eine Erfassung in 22 Heimen. *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz*, 54(11), 1153–1160. <https://doi.org/10.1007/s00103-011-1360-8>
- HappySkin. (2023). *HappySkin: How Our Clothing Works to Repair Sensitive Skin*. Verfügbar unter: <https://www.happy-skin.com/how-it-works/>. Zugriff: 21.02.2023.
- Hase Safety Gloves. (2022). *Hase Safety - Metz Seastar – Hase Safety Gloves GmbH*. Verfügbar unter: <https://hasesafetygloves.com/de/produkte/metz-seastar>. Zugriff: 07.11.2022.
- Haslund, P., Bangsgaard, N., Jarløv, J. O., Skov, L., Skov, R. & Agner, T. (2009). Staphylococcus aureus and hand eczema severity. *The British Journal of Dermatology*, 161(4), 772–777. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.2009.09353.x>
- Hassani, J. & Alikhan, A. (2014). Educational Interventions to Improve Hand Eczema. In A. Alikhan, J.-M. Lachapelle & H. I. Maibach (Hrsg.), *Textbook of Hand Eczema* (S. 419–437). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Hatch, K. L. & Maibach, H. I. (1985a). Textile dye dermatitis. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 12(6), 1079–1092. [https://doi.org/10.1016/S0190-9622\(85\)70137-5](https://doi.org/10.1016/S0190-9622(85)70137-5)
- Hatch, K. L. & Maibach, H. I. (1985b). Textile fiber dermatitis. *Contact Dermatitis*, 12(1), 1–11. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.1985.tb01030.x>
- Hatch, K. L., Markee, N. L., Prato, H. H., Zeronian, S. H., Maibach, H. I., Kuehl, R. O. et al. (1992). In Vivo Cutaneous Response to Fabric Part V: Effect of Fiber Type and Fabric Moisture Content on Stratum Corneum Hydration. *Textile Research Journal*, 62(11), 638–647. <https://doi.org/10.1177/004051759206201103>
- Hatch, K. L., Prato, H. H., Zeronian, S. H. & Maibach, H. I. (1997). In Vivo Cutaneous and Perceived Comfort Response to Fabric: Part VI: The Effect of Moist Fabrics on Stratum Corneum Hydration. *Textile Research Journal*, 67(12), 926–931. <https://doi.org/10.1177/004051759706701209>
- Hatch, K. L., Wilson, D. R. & Maibach, H. I. (1987). Fabric-Caused Changes in Human Skin: In Vivo Stratum Corneum Water Content and Water Evaporation. *Textile Research Journal*, 57(10), 583–591. <https://doi.org/10.1177/004051758705701006>
- Hatz, R. A., Niedner, R., Vanscheidt, W. & Westerhof, W. (1993). Wundabdeckung (Dressings). In R. A. Hatz, R. Niedner, W. Vanscheidt & W. Westerhof (Hrsg.), *Wundheilung und Wundmanagement. Ein Leitfaden für die Praxis* (S. 149–153). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Haug, S., Roll, A., Schmid-Grendelmeier, P., Johansen, P., Wüthrich, B., Kündig, T. M. et al. (2006). Coated textiles in the treatment of atopic dermatitis. *Current Problems in Dermatology*, 33, 144–151. <https://doi.org/10.1159/000093941>
- Havenith, G. (2003). Clothing and Thermoregulation. In P. Elsner, K. L. Hatch & W. Wigger-Alberti (Hrsg.), *Textiles and the skin* (Bd. 31, S. 35–49). Basel: S. Karger AG.
- Havmose, M., Uter, W., Gefeller, O., Friis, U. F., Thyssen, J. P., Zachariae, C. et al. (2022). A nationwide skin protection program introduced in hairdressing vocational schools was followed by a decreased risk of occupational hand eczema. *Contact Dermatitis*, 87(6). <https://doi.org/10.1111/cod.14207>
- Hayashi, C. & Tokura, H. (1999). The Effects Of Different Materials Of Protective Gloves On Thermoregulatory Responses. *International Journal Of Occupational Medicine and Environmental Health*, 12(3), 253–261.
- Health and Safety Executive (HSE). (2015). *Managing risks from skin exposure at work. HSG262*. Verfügbar unter: <https://www.hse.gov.uk/pubns/books/hsg262.htm>. Zugriff: 20.09.2021.
- Health Care Without Harm. (2022a). *Guidance for sustainable glove purchasing*. Verfügbar unter: <https://noharm-global.org/documents/protection-without-pollution-guidance-sustainable-glove-purchasing>. Zugriff: 27.04.2023.
- Health Care Without Harm. (2022b). *New sustainability criteria for examination and surgical gloves*. Verfügbar unter: <https://noharm-global.org/documents/new-sustainability-criteria-examination-and-surgical-gloves>. Zugriff: 27.04.2023.

- Hebbauer, C. (2017). Obere Extremität. In C. Hebbauer (Hrsg.), *Gips- und Castverbände* (S. 63–136). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Heeg, P. & Vossebein, L. (2019). *FAQ Anwenderhinweise. Wäsche: Frage: Wir sind eine Arztpraxis und haben ein Schlaf-labor. Müssen die Bettwäsche und die Berufskleidung mit Desinfektionswaschmittel gewaschen werden oder reicht es aus, die Wäsche mit 60 °C bzw. 90 °C zu waschen? Handelt es sich um eine Empfehlung oder eine Vorschrift?* Verfügbar unter: <https://vah-online.de/de/wissenschaft-praxis>. Zugriff: 10.05.2021.
- Heeg, P., Vossebein, L. & Wendt, C. (2019). *FAQ Anwenderhinweise. Wäsche: Gibt es Vorschriften zu Nachweisverfahren bezüglich der Keimbelastung von Waschmaschine/ Waschgut?* Verfügbar unter: <https://vah-online.de/de/wissenschaft-praxis>. Zugriff: 10.05.2021.
- Heese, A., Hintzenstern, J. v., Peters, K.-P., Koch, H. U. & Hornstein, O. P. (1991). Allergic and irritant reactions to rubber gloves in medical health services. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 25(5), 831–839. [https://doi.org/10.1016/S0190-9622\(08\)80977-2](https://doi.org/10.1016/S0190-9622(08)80977-2)
- Heichel, T., Mecklenburg, V. & Skudlik, C. (2021). Primärprävention arbeitsbedingter Kontakt-ekzeme: Einsatz und Anwenderakzeptanz von Unterzieh- und Schutzhand-schuhen im Friseurhandwerk. Poster/Abstract im Rahmen der 16. Tagung der Arbeitsgemeinschaft für Berufs- und Umweltdermatologie (ABD). *Dermatologie in Beruf und Umwelt*, 69(3), 147–148. <https://doi.org/10.5414/DBX00420>
- Heichel, T., Mertens, C., Wernitz, J. & John, S. M. (2019). Ergebnisse eines universitären Kleinprojekts: Anwenderakzeptanz von finger(kuppen)losen Unterziehhandschuhen im Friseurgewerbe. Poster/Abstract im Rahmen der 15. Tagung der Arbeitsgemeinschaft für Berufs- und Umweltdermatologie (ABD). *Dermatologie in Beruf und Umwelt*, 67(3), 116–117. <https://doi.org/10.5414/DBX00357>
- Heichel, T., Sonsmann, F. K., Strunk, M., Wilke, A., Skudlik, C., Brans, R. et al. (2019). Studienankündigung: ProTecton II – Multicenterstudie: Tertiäre Individual-Prävention berufsbedingter Hauterkrankungen durch die Anwendung von semipermeablen Handschuhen aus Sympatex®. *Dermatologie in Beruf und Umwelt*, 67(3), 117. <https://doi.org/10.5414/DBX00357>
- Heide, M., Möhring, U., Hänsel, R., Stoll, M., Heinig, B. & Wollina, U. (2006). Antimikrobiell ausgestattete textile 3D-Strukturen. *Aktuelle Dermatologie*, 32(1/02), 11–22. <https://doi.org/10.1055/s-2005-870546>
- HeiQ Materials AG. (2020). *HeiQ Viroblock als biobasiertes und erneuerbares Produkt in Kosmetikqualität zertifiziert*. Zugriff: 10.05.2021. Verfügbar unter: <https://www.presseportal.de/pm/128039/4640735>.
- HeiQ Materials AG. (2021). *HeiQ Viroblock*. Verfügbar unter: <https://heiq.com/products/functional-textile-technologies/heiq-viroblock/>. Zugriff: 10.05.2021.
- Held, E. & Jorgensen, L. L. (1999). The combined use of moisturizers and occlusive gloves: an experimental study. *American Journal of Contact Dermatitis*, 10(3), 146–152. [https://doi.org/10.1016/s1046-199x\(99\)90057-x](https://doi.org/10.1016/s1046-199x(99)90057-x)
- Held, E., Mygind, K., Wolff, C., Gyntelberg, F. & Agner, T. (2002). Prevention of work related skin problems: an intervention study in wet work employees. *Occupational and Environmental Medicine*, 59(8), 556–561. <https://doi.org/10.1136/oem.59.8.556>
- Held, E., Wolff, C., Gyntelberg, F. & Agner, T. (2001). Prevention of work-related skin problems in student auxiliary nurses: an intervention study. *Contact Dermatitis*, 44(5), 297–303. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0536.2001.440509.x>
- Hemmatian, T., Lee, H. & Kim, J. (2021). Bacteria Adhesion of Textiles Influenced by Wettability and Pore Characteristics of Fibrous Substrates. *Polymers*, 13(2), 223. <https://doi.org/10.3390/polym13020223>
- Henke-Gendo, C., Bergen, P. & Dreesman, J. (2021). Sind Haushaltswaschmaschinen den Gewerbewaschmaschinen bei der Aufbereitung von Wäsche aus Alten- und Pflegeheimen unterlegen? *Infection Control & Healthcare*, 46, 48.
- Henkel, R. (2015). Hohenstein Institute untersuchen Wahrnehmung von Textilien auf der Haut. *FashionUnited*. Verfügbar unter: <https://fashionunitHrsg.ch/nachrichten/mode/hohenstein-institute-untersuchen-wahrnehmung-von-textilien-auf-der-haut/201511178599>. Zugriff: 01.04.2022.
- Hensiek, J. (2021). *Schutzhandschuhe richtig verwenden: Alles Wissenswerte*. Verfügbar unter: https://www.haufe.de/arbeitschutz/sicherheit/richtige-verwendung-von-schutzhandschuhen_96_320706.html. Zugriff: 04.07.2022.
- Hensiek, J. (2022). *PSA-Kombinationen: Risiken von Wechselwirkungen unbedingt beachten*. Verfügbar unter: https://www.haufe.de/arbeitschutz/sicherheit/psa-kombinationen-risiken-von-wechselwirkungen_96_572808.html. Zugriff: 21.10.2022.
- Heratizadeh, A., Geier, J., Molin, S. & Werfel, T. (2017). Contact sensitization in patients with suspected textile allergy. Data of the Information Network of Departments of Dermatology (IVDK) 2007-2014. *Contact Dermatitis*, 77(3), 143–150. <https://doi.org/10.1111/cod.12760>
- Herbrich, T. (2020). *Weichspüler - nützlich oder überflüssig. Präsentation im Rahmen der Multiplikatorentagung für Akteure des Aktionstages Nachhaltig (Ab-)Waschen 2020*. Verfügbar unter: <https://www.forum-waschen.de/multiplikatorentagung-forum-waschen.html>. Zugriff: 02.02.2022.
- Herman, D. S. & Wells, L. P. (1992). Glove System for Cold/Wet Environments. In J. P. McBriarty & N. W. Henry (Hrsg.), *Performance of protective clothing. Fourth volume* (S. 350–362). Philadelphia, Pa.: American Society for Testing and Materials; ASTM International.

- Hermanns, J. F., Goffin, V., Arrese, J. E., Rodríguez, C. & Piérard, G. E. (2001). Beneficial effects of softened fabrics on atopic skin. *Dermatology (Basel, Switzerland)*, 202(2), 167–170. <https://doi.org/10.1159/000051627>.
- Hernigou, P. (2022). The strange history of surgical gloves in orthopaedic surgery (part I): from no gloves and no hand washing to the introduction of cotton gloves in orthopaedic surgery. *International Orthopaedics*, 46(11). <https://doi.org/10.1007/s00264-022-05537-4>
- Hernigou, P., Boceno, A. & Potage, D. (2022). Rubber gloves in orthopaedic surgery (part II): Cooke and Goodyear; Halsted and Caroline's gloves of love; from cotton to rubber after Perthes' experiments; double glove technique with Urist. *International Orthopaedics*, 47(4), 1115–1123. <https://doi.org/10.1007/s00264-022-05666-w>
- Herrmann, A. & Huber, F. (2013). Produkte testen. In A. Herrmann & F. Huber (Hrsg.), *Produktmanagement. Grundlagen, Methoden, Beispiele* (3., vollst. überarb. und erw. Aufl., S. 205–239). Wiesbaden: Springer Gabler Verlag.
- Herscovici, D., DiPasquale, T. & Sanders, R. (1998). Comparison of cloth gloves used in orthopaedic surgery: a clinical and experimental evaluation. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 12(2), 106–110. <https://doi.org/10.1097/00005131-199802000-00007>
- Herzog, W. (1964). Bekleidungsphysiologie und Chemiefaser. *Lenzinger Berichte*, (6), 60–68. Verfügbar unter: <https://www.lenzinger.com/de/downloadcenter/filter1/forschung-entwicklung/filter3/1964>. Zugriff: 27.06.2023.
- Hess, A. (2018). Schafwolle - naturtextil.de. Verfügbar unter: <https://naturtextil.de/glossar/baumwolle-copy/>. Zugriff: 06.05.2021.
- Hilgenberg, B. & Vossebein, L. (2018). Test Method Dependent Efficacy of Antibacterial Textiles. *Tenside Surfactants Detergents*, 55(5), 398–403. <https://doi.org/10.3139/113.110581>
- Hiller, J., Vogel, K. & Mahler, V. (2015). Leitlinienkonforme Diagnostik und Therapie von beruflich bedingten Handekzemen. Ergebnisse aus einem Behandlungskollektiv der höchsten Versorgungsstufe. *Arbeitsmedizin, Sozialmedizin, Umweltmedizin*, 49, 836–845. Verfügbar unter: <https://www.asu-arbeitsmedizin.com/originalia/leitlinienkonforme-diagnostik-und-therapie-von-beruflich-bedingten-handekzemen>. Zugriff: 10.05.2021.
- Hindsén, M., Isaksson, M., Persson, L., Zimerson, E. & Bruze, M. (2004). Photoallergic contact dermatitis from ketoprofen induced by drug-contaminated personal objects. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 50(2), 215–219. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2003.07.007>
- Hipler, U.-C. & Elsner, P. (Hrsg.). (2006). *Biofunctional Textiles and the Skin* (Current Problems in Dermatology, Bd. 33). Basel: S. Karger AG.
- Hipler, U.-C. (2008). Textilien mit antimykotischen und antibakteriellen Eigenschaften. *Mycoses*, 51(Suppl. 3), 39–43. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0507.2008.01586.x>
- Hochreiter, R. (1966). Schmutzabweisende Ausrüstung von Textilien I. *Fette, Seifen, Anstrichmittel*, 68(1), 31–41. <https://doi.org/10.1002/lipi.19660680110>
- Höfer, D. & Hammer, T. R. (2011). Antimicrobial active clothes display no adverse effects on the ecological balance of the healthy human skin microflora. *ISRN Dermatology*, 369603. <https://doi.org/10.5402/2011/369603>
- Höfer, D. (2006). Antimicrobial textiles - evaluation of their effectiveness and safety. In U.-C. Hipler & P. Elsner (Hrsg.), *Biofunctional Textiles and the Skin* (Bd. 33, S. 42–50). Basel: S. Karger AG.
- Höfer, D. (2007). *Empfehlungen für den Textilkau für Patienten mit Neurodermitis und empfindlicher Haut. Allgemeine Warenkunde und gesundheitliche Aspekte* (Internationales Textilforschungszentrum Hohensteiner Institute, Institut für Hygiene und Biotechnologie, Hrsg.). Verfügbar unter: http://www.seidentraum.eu/pdf/Hohenstein_Textilempf.pdf. Zugriff: 10.05.2021.
- Höfer, D. (2018). A Real-Life Based Evaluation of the Effectiveness of Antibacterial Fabrics in Treating Atopic Dermatitis. *Dermatology Research and Practice*, 7043438. <https://doi.org/10.1155/2018/7043438>
- Hofer, R. (Hrsg.). (2009). *Sustainable Solutions for Modern Economies* (Green Chemistry Series). Cambridge: Royal Society of Chemistry.
- Hoffmeyer, H. (1999). Gefährdungen beim Arbeiten unter Spannung im NS-Bereich. *Elektropraktiker*, 53(5), 440-442. Verfügbar unter: <https://www.elektropraktiker.de/nc/fachartikel/gefaehrdungen-beim-arbeiten-unter-spannung-im-ns-bereich/>. Zugriff: 01.03.2023.
- Hofmann, M. A., Giménez-Arnau, A. M., Aberer, W., Bindslev-Jensen, C. & Zuberbier, T. (2018). MI (2-methyl-4-isothiazolin-3-one) contained in detergents is not detectable in machine washed textiles. *Clinical and Translational Allergy*, 8, 1. <https://doi.org/10.1186/s13601-017-0187-2>
- Hogstedt, C. & Ståhl, R. (1980). Skin absorption and protective gloves in dynamite work. *American Industrial Hygiene Association Journal*, 41(5), 367–372. <https://doi.org/10.1080/15298668091424898>
- Hohenstein Institute (Hrsg.). (2009). *Forschung & Innovation. Bekleidungsphysiologische Forschung im Dienste des Tragekomforts* (Broschüre).
- Hohenstein Institute. (2014). Presseinformation: "Atmungsaktivität" in der Qualitätssicherung. *Pressebox (unn | UNITED NEWS NETWORK GmbH)*. Verfügbar unter: <https://www.pressebox.de/pressemitteilung/hohenstein-institute/Atmungsaktivitaet-in-der-Qualitaetsicherung/boxid/703090>. Zugriff: 23.08.2021.
- Hohenstein Institute. (2020). *Factsheet Tragekomfort*. Verfügbar unter: <https://www.hohenstein.de/de/kompetenz/berufsbekleidung/persoene-schutz-ausruestung/>. Zugriff: 10.05.2021.

- Hohenstein Laboratories GmbH & Co. KG. (2013). *Der Hygiene in Praxen auf den Zahn gefühlt Was Zahnärzte bei der Aufbereitung von Dienstkleidung beachten sollten*. Verfügbar unter: <https://www.pressebox.de/pressemitteilung/hohenstein-institute/Der-Hygiene-in-Praxen-auf-den-Zahn-gefuehlt/boxid/574374>. Zugriff: 01.04.2022.
- Hohenstein Laboratories GmbH & Co. KG. (2014a). *Prüfbericht Nr. / Test report no.14.8.5.0009/2: Nachweis der Übertragung von Zinkwirkstoffen aus Bekleidung mit smartcel™ sensitive auf die Haut*. Verfügbar unter: <https://www.smartfiber.de/smartcel-faser/>. Zugriff: 16.06.21.
- Hohenstein Laboratories GmbH & Co. KG. (2014b). *Prüfbericht Nr. / Test report no.14.8.5.0021: Nachweis der Übertragung von Zinkwirkstoffen aus Bekleidung mit smartcel™ sensitive auf die Haut*. Verfügbar unter: <https://www.smartfiber.de/smartcel-faser/>. Zugriff: 16.06.2021.
- Holmér, I. (2006). Protective clothing in hot environments. *Industrial Health*, 44(3), 404–413. <https://doi.org/10.2486/indhealth.44.404>
- Holness, D. L., Beaton, D., Harniman, E., DeKoven, J., Skotnicki, S., Nixon, R. L. et al. (2013). Hand and upper extremity function in workers with hand dermatitis. *Dermatitis: Contact, Atopic, Occupational, Drug*, 24(3), 131–136. <https://doi.org/10.1097/DER.0b013e3182910416>
- Holness, D. L., Tarlo, S. M., Sussman, G. & Nethercott, J. R. (1995). Exposure characteristics and cutaneous problems in operating room staff. *Contact Dermatitis*, 32(6), 352–358. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.1995.tb00624.x>
- Hölscher, U. M., Laurig, W., Lindenthal, M. & Hoffmeier, N. (2016). *Sicherer Umgang mit Medizinprodukten in Kliniken*. Bobingen: Kessler Druck + Medien GmbH & Co. KG.
- Homey, B., Ruzicka, T. & Wollenberg, A. (2018). Atopisches Ekzem. In G. Plewig, T. Ruzicka, R. Kaufmann & M. Hertl (Hrsg.), *Braun-Falco's Dermatologie, Venerologie und Allergologie* (S. 549–568). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Hordinsky, M., Fleischer, A., Rivers, J. K., Poulin, Y., Belsito, D. V. & Hultsch, T. (2010). Efficacy and safety of pimecrolimus cream 1% in mild-to-moderate chronic hand dermatitis: a randomized, double-blind trial. *Dermatology (Basel, Switzerland)*, 221(1), 71–77. <https://doi.org/10.1159/000297524>
- Horn, T. (2012). Lokale Wundauflagen. Übersicht und Klassifikation. *Der Unfallchirurg*, 115(9), 774–782. <https://doi.org/10.1007/s00113-012-2209-9>
- Hornstein, O. P. (1989). Textilverträglichkeit bei Hautkrankheiten. *Lenzinger Berichte*, (67), 68–75. Verfügbar unter: <https://www.lenzing.com/de/downloadcenter/filter1/forschung-entwicklung/filter3/1989>. Zugriff: 27.06.2023.
- Hortmeyer, E. (2018). CSR im Bereich Rohstoffherzeugung und -beschaffung am Beispiel Baumwolle. In P. Heinrich (Hrsg.), *CSR und Fashion* (S. 181–198). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Hosseini Ravandi, S. A. & Valizadeh, M. (2011). Properties of fibers and fabrics that contribute to human comfort. In G. Song (Hrsg.), *Improving comfort in clothing* (Woodhead publishing series in textiles, Bd. 106, S. 61–78). Cambridge: Woodhead Publishing.
- Hou, E.-J., Huang, C.-S., Lee, Y.-C. & Chu, H.-T. (2022). Upcycled aquaculture waste as textile ingredient for promoting circular economy. *Sustainable Materials and Technologies*, 31, e00336. <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2021.e00336>
- Houle, M.-C., Holness, D. L. & DeKoven, J. (2021). Occupational Contact Dermatitis: An Individualized Approach to the Worker with Dermatitis. *Current Dermatology Reports*, 10(4), 182–191. <https://doi.org/10.1007/s13671-021-00339-0>
- How, S. W., Low, D. Y. S., Leo, B. F., Manickam, S., Goh, B. H. & Tang, S. Y. (2023). A Critical Review on the Current State of Antimicrobial Glove Technologies: Advances, Challenges, and Future Prospects. *The Journal of Hospital Infection*, 0195-6701(23)00111-1. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2023.03.022>
- Hsieh, Y. & Merry, J. (1986). The adherence of Staphylococcus aureus, Staphylococcus epidermidis and Escherichia coli on cotton, polyester and their blends. *The Journal of Applied Bacteriology*, 60(6), 535–544. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1986.tb01093.x>
- Hsieh, Y., Timm, D. & Merry, J. (1987). Bacterial Adherence on Fabrics by a Radioisotope Labeling Method. *Textile Research Journal*, 57(1), 20–28. <https://doi.org/10.1177/004051758705700104>
- Hu, J., Li, Y., Yeung, K.-W., Wong, A. S. & Xu, W. (2005). Moisture Management Tester: A Method to Characterize Fabric Liquid Moisture Management Properties. *Textile Research Journal*, 75(1), 57–62. <https://doi.org/10.1177/004051750507500111>
- Hu, L., Wang, F., Zhang, X., Gan, Y. & Liu, Y. (2021). Analysis of the Status of Skin-Friendly Textiles. *Journal of Physics: Conference Series*, 1790(1), 12082. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1790/1/012082>
- Hu, X., Davies, R., Morrissey, K., Smith, R., Fleming, L. E., Sharmina, M. et al. (2021). Single-use plastic and COVID-19 in the NHS: Barriers and opportunities. *Journal of Public Health Research*, 11(1), 2483. <https://doi.org/10.4081/jphr.2021.2483>
- Huber, A. (2005). *Ernährung, Kleidung und Körperpflege im Zusammenhang mit dem Auftreten eines atopischen Ekzems*. Dissertation, Technische Universität München. Verfügbar unter: https://mediatum.ub.tum.de/604993?query=Ern%C3%A4hrung%2C+Kleidung+und+K%C3%B6rperpflege+im+Zusammenhang+mit+dem+Auftreten+eines+atopischen+Ekzems&show_id=602637&srcnodeid=604993.

- Hübner, N.-O., Goerdts, A.-M., Mannerow, A., Pohrt, U., Heidecke, C.-D., Kramer, A. et al. (2013). The durability of examination gloves used on intensive care units. *BMC Infectious Diseases*, *13*, 226. <https://doi.org/10.1186/1471-2334-13-226>
- Hübner, N.-O., Rubbert, K., Pohrt, U., Heidecke, C.-D., Partecke, L. I. & Kramer, A. (2016). Einsatz wiederaufbereiteter textiler Unterziehhandschuhe für medizinische Tätigkeiten: eine Machbarkeitsstudie. *Zentralblatt für Chirurgie*, *141*(1), 62–67. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1368205>
- HumanWellness S.A. (2022). *Feuchtigkeitsspendende und elastische Handschuhe in Dermofibra® Hyaluronic*. Verfügbar unter: <https://begood.store/de/accessoires/135-feuchtigkeitsspendende-elastische-handschuhe-hyaluronic-7640164251394.html>. Zugriff: 07.12.2022.
- Hunt, S. & Wells, R. (2012). Comparison of five approaches to keeping power line maintainers' hands warm during work in the cold. *Work*, *41*(Suppl. 1), 5836–5838. <https://doi.org/10.3233/WOR-2012-0968-5836>
- Huss, N. M. & Weinheimer, M. (2021). Der Zusammenhang zwischen Gesundheitsversorgungssystemen und der Aufrechterhaltung einer nachhaltigen Umwelt. In W. Wellbrock & D. Ludin (Hrsg.), *Nachhaltiger Konsum. Best Practices aus Wissenschaft, Unternehmenspraxis, Gesellschaft, Verwaltung und Politik* (S. 313–331). Wiesbaden: Springer Gabler Verlag.
- Hussain, U., Younis, F. B., Usman, F., Hussain, T. & Ahmed, F. (2015). Comfort and Mechanical Properties of Polyester/Bamboo and Polyester/Cotton Blended Knitted Fabric. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, *10*(2), 155892501501000. <https://doi.org/10.1177/155892501501000207>
- Hyrenbach, H. J. (2005). Die Entwicklung elastischer Gewebe ein Balanceakt. In T. Gries (Hrsg.), *Elastische Textilien. Garne, Verarbeitung, Anwendung* (S. 67–89). Frankfurt am Main: Deutscher Fachverlag.

I

- Ibler, K. S., Jemec, G. B. E. & Agner, T. (2012). Exposures related to hand eczema: a study of healthcare workers. *Contact Dermatitis*, *66*(5), 247–253. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.2011.02027.x>
- Ibler, K. S., Jemec, G. B. E., Diepgen, T. L., Gluud, C., Lindschou Hansen, J., Winkel, P. et al. (2012). Skin care education and individual counselling versus treatment as usual in healthcare workers with hand eczema: randomised clinical trial. *British Medical Journal*, *345*, e7822. <https://doi.org/10.1136/bmj.e7822>
- Idota, N., Nakamura, M., Akasaka, Y., Tsuboi, H., Bando, R. & Ikegaya, H. (2019). Perforation rates in double latex gloves and protective effects of outer work gloves in a postmortem examination room: A STROBE-compliant study. *Medicine*, *98*(27), e16348. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000016348>
- Imran, M. A., Khan, M. Q., Salam, A. & Ahmad, A. (2020). Cotton in Nonwoven Products. In H. Wang & H. Memon (Hrsg.), *Cotton Science and Processing Technology* (S. 305–332). Singapore: Springer Singapore.
- Industrieverband Körperpflege- und Waschmittel e. V. (IKW) (2021). *IKW Nachhaltigkeitsbericht aktuell*. Verfügbar unter: <https://www.ikw.org/haushaltspflege/themen/detail/ikw-nachhaltigkeitsbericht-aktuell/>. Zugriff: 27.08.2021.
- Industrievereinigung Chemiefaser e. V. (IVC) (2021a). *Feinheitsbezeichnungen*. Verfügbar unter: <https://www.ivc-ev.de/de/feinheitsbezeichnungen>. Zugriff: 10.08.2021.
- Industrievereinigung Chemiefaser e. V. (IVC) (2021b). *Feinheitsbezeichnungen*. Verfügbar unter: <https://www.ivc-ev.de/de/feinheitsbezeichnungen>.
- Industrievereinigung Chemiefaser e. V. (IVC) (2021c). *Lyocellfasern*. Verfügbar unter: <https://www.ivc-ev.de/de/lyocellfasern>. Zugriff: 06.05.2021.
- Industrievereinigung Chemiefaser e. V. (IVC) (2021d). *Modalfasern*. Verfügbar unter: <https://www.ivc-ev.de/de/modalfasern>. Zugriff: 06.05.2021.
- Industrievereinigung Chemiefaser e. V. (IVC) (2021e). *Polyamidfasern*. Verfügbar unter: <https://www.ivc-ev.de/de/polyamidfasern>. Zugriff: 06.05.2021.
- Industrievereinigung Chemiefaser e. V. (IVC) (2021f). *Polyesterfasern*. Verfügbar unter: <https://www.ivc-ev.de/de/polyesterfasern>. Zugriff: 06.05.2021.
- Industrievereinigung Chemiefaser e. V. (IVC) (2021g). *Polyurethanfasern*. Verfügbar unter: <https://www.ivc-ev.de/de/polyurethanfasern>. Zugriff: 06.05.2021.
- Industrievereinigung Chemiefaser e. V. (IVC) (2021h). *Viskosefasern*. Verfügbar unter: <https://www.ivc-ev.de/de/viskosefasern>. Zugriff: 06.05.2021.
- Industrievereinigung Chemiefaser e. V. (IVC) (2022). *Faserverarbeitung nach Einsatzgebiet in Deutschland (2021)*. Verfügbar unter: <https://ivc-ev.de/de/faserverarbeitung-nach-einsatzgebiet-deutschland-2021>. Zugriff: 07.12.2022.
- Inoue, A., Ishido, I., Shoji, A. & Yamada, H. (1997). Textile dermatitis from silk. *Contact Dermatitis*, *37*(4), 185. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.1997.tb00199.x>

- Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST). (2012). *Studies and Research Projects. TECHNICAL GUIDE RG-738: Information Document for Selecting Gloves for Protection Against Mechanical Hazards*. Verfügbar unter: <https://www.irsst.qc.ca/en/publications-tools/publication/i/100528/n/information-document-selecting-gloves-for-protection-against-mechanical-hazards-rg-738>. Zugriff: 17.09.2021.
- Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA). (2014). *Richtige Anwendung von Schutzhandschuhen*.
- Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA). (2020). *Chemikalienschutzhandschuhe: Glossar*. Verfügbar unter: <https://www.dguv.de/ifa/praxishilfen/praxishilfen-persoенliche-schutzausruestungen/schutzhandschuhe-gegen-chemische-und-biologische-einwirkungen/index.jsp>. Zugriff: 26.10.2021.
- Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA). (2021). *Gefährdungen durch Kombination von Persönlicher Schutzausrüstung vermeiden*. Verfügbar unter: [https://www.dguv.de/ifa/fachinfos/persoенliche-schutzausruestungen-\(psa\)/kombinationen-von-persoенlicher-schutzausruestung/index.jsp](https://www.dguv.de/ifa/fachinfos/persoенliche-schutzausruestungen-(psa)/kombinationen-von-persoенlicher-schutzausruestung/index.jsp). Zugriff: 15.09.2021.
- Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA). (2022). *IFA - Fachinformationen: Erläuterungen zur Kombination von Handschutz*. Verfügbar unter: [https://www.dguv.de/ifa/fachinfos/persoенliche-schutzausruestungen-\(psa\)/kombinationen-von-persoенlicher-schutzausruestung/erlaeuterungen-zur-kombination-von-schutzhandschuhen/index.jsp](https://www.dguv.de/ifa/fachinfos/persoенliche-schutzausruestungen-(psa)/kombinationen-von-persoенlicher-schutzausruestung/erlaeuterungen-zur-kombination-von-schutzhandschuhen/index.jsp). Zugriff: 26.07.2022.
- Internationale Vereinigung für Soziale Sicherheit (IVSS) (Hrsg.). (2014). *Prävention chemischer Risiken beim Umgang mit Desinfektionsmitteln im Gesundheitswesen. Factsheets*. Verfügbar unter: <https://ww1.issa.int/de/node/20278>. Zugriff: 18.10.2022.
- Internationaler Verband der Naturtextilwirtschaft e. V. (IVN). (2021). *Bio-Baumwolle: die ökologische Alternative überzeugt*. Verfügbar unter: <https://naturtextil.de/themen/bio-baumwolle/>. Zugriff: 11.05.2021.
- Intertek Testing Services Taiwan Ltd. (2017). *Test Report: Waschtest Zinkgehalt*. Verfügbar unter: <https://www.smart-fiber.de/smartcel-faser/>. Zugriff: 17.06.2021.
- Ippach, C. (2017). Hände im Gelände. Test, Höherpreisige Handschuhe. *ÖKO-TEST*, 6.
- Isaksson, M. & Malinauskienė, L. (2020). Contact Allergy to Textiles. In J. D. Johansen, V. Mahler, J.-P. Lepoittevin & P. J. Frosch (Hrsg.), *Contact Dermatitis* (S. 1–23). Cham: Springer International Publishing.
- Isaksson, M., Rustemeyer, T. & Antelmi, A. (2021). Contact Allergy to Dental Materials and Implants. In J. D. Johansen, V. Mahler, J.-P. Lepoittevin & P. J. Frosch (Hrsg.), *Contact Dermatitis* (S. 1121–1159). Cham: Springer International Publishing.
- Isoda, K., Takagi, Y., Kitahara, T., Sano, Y., Sugano, I., Umeda-Togami, K. et al. (2011). Treatment of cloth with a fabric softener ameliorates skin dryness. *The Journal of Dermatology*, 38(7), 685–692. <https://doi.org/10.1111/j.1346-8138.2010.01084.x>

J

- Jacobasch, H.-J. (1993). Topographie und Oberflächeneigenschaften. In W. Berger, H. Faulstich, P. Fischer, A. Heger, H.-J. Jacobasch, A. Mally et al. (Hrsg.), *Textile Faserstoffe* (S. 117–156). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Jacobsen, G., Rasmussen, K., Bregnhøj, A., Isaksson, M., Diepgen, T. L. & Carstensen, O. (2022). Causes of irritant contact dermatitis after occupational skin exposure: a systematic review. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 95(1), 35–65. <https://doi.org/10.1007/s00420-021-01781-0>
- Jahn, B., Schwarz-Schulz, B., Nöh, I. & Smolka, S. (2017). *Einkaufswegweiser Biozidprodukte. Ratgeber/Broschüre* (Umweltbundesamt (UBA), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/einkaufswegweiser-biozidprodukte>. Zugriff: 17.06.2021.
- Jakasa, I., Thyssen, J. P. & Kezic, S. (2018). The role of skin barrier in occupational contact dermatitis. *Experimental Dermatology*, 27(8), 909–914. <https://doi.org/10.1111/exd.13704>
- Jaros, J., Wilson, C. & Shi, V. Y. (2020). Fabric Selection in Atopic Dermatitis: An Evidence-Based Review. *American Journal of Clinical Dermatology*, 21(4), 467–482. <https://doi.org/10.1007/s40257-020-00516-0>
- Jepsen, J. R., Sparre Jørgensen, A. & Kyst, A. (1985). Hand protection for car-painters. *Contact Dermatitis*, 13(5), 317–320. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.1985.tb02586.x>
- Jevšnik, S., Eryürük, S. H., Kalaoğlu, F., Kayaoğlu, B. K., Komarkova, P., Golombikova, V. et al. (2017). Seam properties of ultrasonic welded multilayered textile materials. *Journal of Industrial Textiles*, 46(5), 1193–1211. <https://doi.org/10.1177/1528083715613632>
- Jhatial, A. K., Yesuf, H. M. & Wagaye, B. T. (2020). Pretreatment of Cotton. In H. Wang & H. Memon (Hrsg.), *Cotton Science and Processing Technology* (S. 333–353). Singapore: Springer Singapore.
- Jiang, S. J., Koo, S. W. & Lee, S. H. (1998). The morphologic changes in lamellar bodies and intercorneocyte lipids after tape stripping and occlusion with a water vapor-impermeable membrane. *Archives of Dermatological Research*, 290(3), 145–151. <https://doi.org/10.1007/s004030050280>

- John, A., Tomas, M. E., Hari, A., Wilson, B. M. & Donskey, C. J. (2017). Do medical students receive training in correct use of personal protective equipment? *Medical Education Online*, 22(1), 1264125. <https://doi.org/10.1080/10872981.2017.1264125>
- John, S. M. & Thielitz, A. (2016). Berufsallergosen/Berufsdermatologie. In T. Biedermann, W. Heppt, H. Renz & M. Röcken (Hrsg.), *Allergologie* (2. Aufl., S. 313–323). Berlin: Springer-Verlag.
- John, S. M. (2008). Occupational skin diseases: options for multidisciplinary networking in preventive medicine. *German Medical Science: GMS E-Journal*, 6, Doc07. Verfügbar unter: <https://www.egms.de/static/en/journals/gms/2008-6/000052.shtml>. Zugriff: 27.06.2023.
- John, S. M. (2018). Hauterkrankungen am Arbeitsplatz: Frühzeitig alle Register ziehen. *Deutsches Ärzteblatt Online*, 115(20-21), 18–24. <https://doi.org/10.3238/PersDerma.2018.05.21.03>
- Johnston, G. A., Exton, L. S., Mohd Mustapa, M. F., Slack, J. A., Coulson, I. H., English, J. S. et al. (2017). British Association of Dermatologists' guidelines for the management of contact dermatitis 2017. *The British Journal of Dermatology*, 176(2), 317–329. <https://doi.org/10.1111/bjd.15239>
- Jönsson, C., Roos, S. & Hildenbrand, J. (2021). Chemical management system in textiles. In S. S. Muthu (Hrsg.), *Chemical Management in Textiles and Fashion* (S. 1–18). Duxford: WP, Woodhead Publishing, Elsevier.
- Joseph, H. L. (1967). Contact Dermatitis From Spandex Brassieres. *The journal of the American Medical Association*, 201(11), 880. <https://doi.org/10.1001/jama.1967.03130110106036>
- Jostkleigrew, F., Brandt, K. A., Flechsig, G., Bruck, J. C., Donnersmarck, G. von & Mühlbauer, W. (1995). Treatment of partial thickness burns of the hand with the preshaped, semipermeable Procel Burn Cover: results of a multi-centre study in the burn centres of Berlin, Duisburg and Munich. *Burns*, 21(4), 297–300. [https://doi.org/10.1016/0305-4179\(94\)00007-K](https://doi.org/10.1016/0305-4179(94)00007-K)
- Jühling, J. (2007). Handschutz bei elektrotechnischen Arbeiten. *Elektropraktiker*, 61(7), 588–589. Verfügbar unter: <https://www.elektropraktiker.de/nc/fachartikel/handschutz-bei-elektrotechnischen-arbeiten/>. Zugriff: 01.03.2023
- Jung, S., Schleusener, J., Knorr, F., Kraft, M., Thiede, G., Richter, H. et al. (2019). Influence of polyester spacer fabric, cotton, chloroprene rubber, and silicone on microclimatic and morphologic physiologic skin parameters in vivo. *Skin Research and Technology*, 25(3), 389–398. <https://doi.org/10.1111/srt.12666>
- Jungbauer, F. H. W., van der Harst, J. J., Groothoff, J. W. & Coenraads, P. J. (2004). Skin protection in nursing work: promoting the use of gloves and hand alcohol. *Contact Dermatitis*, 51(3), 135–140. <https://doi.org/10.1111/j.0105-1873.2004.00422.x>
- Jungbauer, F. H. W., van der Vleuten, P., Groothoff, J. W. & Coenraads, P. J. (2004). Irritant hand dermatitis: severity of disease, occupational exposure to skin irritants and preventive measures 5 years after initial diagnosis. *Contact Dermatitis*, 50(4), 245–251. <https://doi.org/10.1111/j.0105-1873.2004.00347.x>. Zugriff: 26.06.2023.
- Jünger, M., Ladwig, A., Staecker, S., Arnold, A., Kramer, A., Daeschlein, G. et al. (2006). Efficacy and safety of silver textile in the treatment of atopic dermatitis (AD). *Current Medical Research and Opinion*, 22(4), 739–750. <https://doi.org/10.1185/030079906X99990>
- Just, H.-M., Roggenkamp, E. & Reinhardt, A. (2016). Hygiene und Medizintechnik. In R. Kramme (Hrsg.), *Medizintechnik. Verfahren - Systeme - Informationsverarbeitung* (5. Aufl., S. 11–33). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Justia Trademarks. (2023). *DERMAPOR Trademark. Registration Number 1975426. Serial Number 74582769*. Verfügbar unter: <https://trademarks.justia.com/745/82/dermapor-74582769.html>. Zugriff: 27.01.2023.

K

- Kabisch, M., Ruckes, C., Seibert-Grafe, M. & Blettner, M. (2011). Randomized controlled trials: part 17 of a series on evaluation of scientific publications. *Deutsches Ärzteblatt International*, 108(39), 663–668. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2011.0663>
- Kakande, B. (2015). Clothing contact dermatitis: allergies in the workplace. *Current Allergy & Clinical Immunology*, 28(1), 46–52. <https://doi.org/10.10520/EJC168871>
- Kalkan, M., Aydemir, E., Karakoç, Y. & Körpinar, M. (1998). The Measurement of Sweat Intensity Using a New Technique. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 28(5), 515–518.
- Kalweit, A., Paul, C., Peters, S. & Wallbaum, R. (2012a). KUNSTSTOFFE. In A. Kalweit, C. Paul, S. Peters & R. Wallbaum (Hrsg.), *Handbuch für Technisches Produktdesign* (S. 74–133). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Kalweit, A., Paul, C., Peters, S. & Wallbaum, R. (2012b). TEXTILIEN. In A. Kalweit, C. Paul, S. Peters & R. Wallbaum (Hrsg.), *Handbuch für Technisches Produktdesign* (S. 274–323). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Kam, P. C. A. & Thompson, J. F. (1997). Latex allergy: An emerging health hazard for operating theatre staff. *British Journal of Surgery*, 84(3), 289–290. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2168.1997.02720.x>
- Kamalha, E., Zeng, Y., Mwasiagi, J. I. & Kyatuheire, S. (2013). The Comfort Dimension; a Review of Perception in Clothing. *Journal of Sensory Studies*, 28(6), 423–444. <https://doi.org/10.1111/joss.12070>

- KANAT Media Verlag e.K. (2021). *Berufskleidung 2021 - das ist gefragt. Interview mit Thomas Krause vom textilen Mietdienstleister DBL*. Verfügbar unter: <https://www.bauhof-online.de/d/interview-berufskleidung-2021-das-ist-gefragt/>. Zugriff: 04.07.2022.
- Kanehara, S., Ohtani, T., Uede, K. & Furukawa, F. (2007). Clinical effects of undershirts coated with borage oil on children with atopic dermatitis: a double-blind, placebo-controlled clinical trial. *The Journal of Dermatology*, 34(12), 811–815. <https://doi.org/10.1111/j.1346-8138.2007.00391.x>
- Kanjana, S. & Nalankilli, G. (2018). Integration of cosmetics with textiles: an emerging area of functional textiles – a review. *Journal of Textile Engineering & Fashion Technology*, 4(4), 316–318. <https://doi.org/10.15406/jteft.2018.04.00158>
- Karim, N., Afroj, S., Lloyd, K., Oaten, L. C., Andreeva, D. V., Carr, C. et al. (2020). Sustainable Personal Protective Clothing for Healthcare Applications: A Review. *ACS Nano*, 14(10), 12313–12340. <https://doi.org/10.1021/acsnano.0c05537>
- Karis, D. (1987). Fine Motor Control with CBR Protective Gloves. *Proceedings of the Human Factors Society*, 31(11), 1206–1210. <https://doi.org/10.1177/154193128703101106>
- Karlberg, A. T. & Lidén, C. (1992). Colophony (rosin) in newspapers may contribute to hand eczema. *The British Journal of Dermatology*, 126(2), 161–165. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.1992.tb07814.x>
- Kasal, B., Leschinsky, M., Oehr, C., Unkelbach, G. & Wolperdinger, M. (2019). Das Wertstoff-Prinzip. In R. Neugebauer (Hrsg.), *Biologische Transformation* (S. 265–315). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Katoh, N., Ohya, Y., Ikeda, M., Ebihara, T., Katayama, I., Saeki, H. et al. (2019). Clinical practice guidelines for the management of atopic dermatitis 2018. *The Journal of Dermatology*, 46(12), 1053–1101. <https://doi.org/10.1111/1346-8138.15090>
- Katoh, N., Ohya, Y., Ikeda, M., Ebihara, T., Katayama, I., Saeki, H. et al. (2020). Japanese guidelines for atopic dermatitis 2020. *Allergology International*, 69(3), 356–369. <https://doi.org/10.1016/j.alit.2020.02.006>
- Keeble, V. B., Correll, L. & Ehrich, M. (1993). Evaluation of knit glove fabrics as barriers to dermal absorption of organophosphorus insecticides using an in vitro test system. *Toxicology*, 81(3), 195–203. [https://doi.org/10.1016/0300-483X\(93\)90012-H](https://doi.org/10.1016/0300-483X(93)90012-H)
- Keeble, V. B., Correll, L. & Ehrich, M. (1996). Effect of Laundering on Ability of Glove Fabrics to Decrease the Penetration of Organophosphate Insecticides Through in vitro Epidermal Systems. *Journal of Applied Toxicology*, 16(5), 401–406. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1263\(199609\)16:5<401::AID-JAT364>3.0.CO;2-F](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1263(199609)16:5<401::AID-JAT364>3.0.CO;2-F)
- Keller, R. A. & Santee, W. R. (2017). Protection of the Skin. In O. o. t. Surgeon & M. K. Lenhart (Hrsg.), *Military Quantitative Physiology: Problems and Concepts in Military Operational Medicine* (S. 239–266). Pittsburgh: United States Government Printing Office.
- Kersh, A. E., Helms, S. & La Feld, S. de. (2018). Glove-Related Allergic Contact Dermatitis. *Dermatitis: Contact, Atopic, Occupational, Drug*, 29(1), 13–21. <https://doi.org/10.1097/DER.0000000000000335>
- Khankhadjaeva, N. R. (2020). Role of Cotton Fiber in Knitting Industry. In H. Wang & H. Memon (Hrsg.), *Cotton Science and Processing Technology* (S. 247–303). Singapore: Springer Singapore.
- Khanlari, P., Ghasemi, F. & Heidarimoghdam, R. (2023). Protective gloves, hand grip strength, and dexterity tests: A comprehensive study. *Heliyon*, 9(2), e13592. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13592>
- Khazada, H., Khan, M. Q. & Kayani, S. (2020). Cotton Based Clothing. In H. Wang & H. Memon (Hrsg.), *Cotton Science and Processing Technology* (S. 377–391). Singapore: Springer Singapore.
- Kießling, A. (1993). *Textil-Fachwörterbuch* (4. Aufl.). Berlin: Schiele & Schön.
- Kim, H. J., Bang, C. H., Kim, H. O., Lee, D. H., Ko, J. Y., Park, E. J. et al. (2021). 2020 Korean Consensus Guidelines for Diagnosis and Treatment of Chronic Hand Eczema. *Annals of Dermatology*, 33(4), 351–360. <https://doi.org/10.5021/ad.2021.33.4.351>
- Kinaciyani, T. & Gorris, A. (2021). Das chronische Handekzem. *hautnah dermatologie*, 37(2), 42–50. <https://doi.org/10.1007/s15012-021-6603-2>
- Kinaciyani, T., Weiss, S., Zbyszewski, A., Stuetz, L. & Gleiss, A. (2009). *Efficacy of a new barrier glove in the treatment of chronic hand eczema*. Poster Presentation EAACI Congress, Warsaw, 6-10 June 2009. Verfügbar unter: https://alpretec.com/microair-barrier?lang=en_US. Zugriff: 03.05.2023.
- Kinaciyani, T., Weiss, S., Zbyszewski, A., Stuetz, L. & Gleiss, A. (2010). *A new barrier glove shows comparable efficacy to a potent steroid ointment in the treatment of mild to moderate severe chronic hand eczema*. Poster presentation EAACI Congress, London, 5-9 June 2010. Verfügbar unter: https://alpretec.com/microair-barrier?lang=en_US. Zugriff: 03.05.2023.
- Kinoshita, H. (1999). Effect of gloves on prehensile forces during lifting and holding tasks. *Ergonomics*, 42(10), 1372–1385. <https://doi.org/10.1080/001401399185018>
- Kirchner, C. (2014). Hygienepaxis: Hygiene trifft Allergene. Interview mit Daniel Schulz. *GVManger*, 65(10), 58-59.
- Kirci, F., Karamanlargil, E., Duru, S. C., Nergis, B. & Candan, C. (2021). Comfort Properties of Medical Compression Stockings from Biodesigned and Cotton Fibers. *Fibers and Polymers*, 22(10), 2929–2936. <https://doi.org/10.1007/s12221-021-0615-8>

- Kleesz, P. (2015). Einzelfragen zum Hautschutz: Hautschutz unter okklusiven Bedingungen. *sicher ist sicher - Arbeitsschutz aktuell*, 12(15), 627–628. Verfügbar unter: <https://www.dguv.de/fb-psa/sachgebiete/sachgebiet-hautschutz/veroeffentlichungen-zum-download/archiv/index.jsp>. Zugriff: 26.06.2023.
- Kleinhanst, E. & Reumann, R.-D. (2000). Faserprüfungen. In R.-D. Reumann (Hrsg.), *Prüfverfahren in der Textil- und Bekleidungsstechnik* (S. 127–244). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Kleinhüchelkotten, S., Neitzke, H.-P. & Schmidt, N. (2018). *Bewertung der Nachhaltigkeit von Innovationen entlang der textilen Kette. InNaBe-Projektbericht 7.1 erstellt im Rahmen des Projekts "Slow Fashion: Gestalterische, technische und ökonomische Innovationen für massenmarktaugliche nachhaltige Angebote im Bedarfsfeld 'Bekleidung'". Teilprojekt 7: Nachhaltigkeit von Innovationen im Bereich Bekleidung*. Hannover: ECOLOG-Institut für sozial-ökologische Forschung und Bildung.
- Klepp, I. G., Buck, M., Laitala, K. & Kjeldsberg, M. (2016). What's the Problem? Odor-control and the Smell of Sweat in Sportswear. *Fashion Practice*, 8(2), 296–317. <https://doi.org/10.1080/17569370.2016.1215117>
- Kligman, A. M. (2000). Chapter 8 Hydration Injury to Human Skin: A View from the Horny Layer. In L. Kanerva, J. E. Wahlberg, P. Elsner & H. I. Maibach (Hrsg.), *Handbook of Occupational Dermatology* (S. 76–80). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Klimek, L., Vogelberg, C. & Werfel, T. (2019a). Allergische Krankheitsbilder. In L. Klimek, C. Vogelberg & T. Werfel (Hrsg.), *Weißbuch Allergie in Deutschland* (S. 98–243). Berlin, Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Klimek, L., Vogelberg, C. & Werfel, T. (2019b). Umwelteinflüsse und Allergene. In L. Klimek, C. Vogelberg & T. Werfel (Hrsg.), *Weißbuch Allergie in Deutschland* (S. 61–97). Berlin, Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Klingner, T. D. & Boeniger, M. F. (2002). A critique of assumptions about selecting chemical-resistant gloves: a case for workplace evaluation of glove efficacy. *Applied Occupational and Environmental Hygiene*, 17(5), 360–367. <https://doi.org/10.1080/10473220252864969>
- Knecht, P. (Hrsg.). (2003). *Funktionstextilien. High-Tech-Produkte bei Bekleidung und Heimtextilien; Grundlagen, Vermarktungskonzepte, Verkaufsargumente*. Frankfurt am Main: Deutscher Fachverlag.
- Knieli, M. (2010). *"ecofashion - Mode mit Zukunft!" - Ökologische Auswirkungen der konventionellen Textilproduktion und grüne Alternativen* (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/fdz/projekte/ecofashion-mode-mit-zukunft-tagung-zum-thema-oekologische-und-soziale-auswirkungen-der-textilproduktion.php>. Zugriff: 06.10.2022.
- Knight, B. A., Hersh, S. P. & Brown, P. (1970). Moisture Characteristics of Some Knit Fabrics Made From Blend Yarns 1. *Textile Research Journal*, 40(9), 843–851. <https://doi.org/10.1177/004051757004000914>
- Knudsen, B. B., Larsen, E., Egsgaard, H. & Menné, T. (1993). Release of thiurams and carbamates from rubber gloves. *Contact Dermatitis*, 28(2), 63–69. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.1993.tb03343.x>
- Kobaly, K., Somani, A.-K., McCormick, T. S. & Nedorost, S. T. (2010). Effects of occlusion on the skin of atopic dermatitis patients. *Dermatitis: Contact, Atopic, Occupational, Drug*, 21(5), 255–261. <http://doi.org/10.2310/6620.2010.10013>
- Kocak, E. D., Tasdemir, M. & Gul, C. (2020). Sustainable Green-Based Composites from Renewable Resources in Textile: Industrial Cotton Wastes. In S. S. Muthu & M. A. Gardetti (Hrsg.), *Sustainability in the Textile and Apparel Industries* (S. 45–61). Cham: Springer International Publishing.
- Koch, S. & Pecher, S. (2020). Neue Herausforderungen für die Anästhesie durch den Klimawandel. *Der Anaesthesist*, 69(7), 453–462. <https://doi.org/10.1007/s00101-020-00770-1>
- Koller, D. Y., Halmerbauer, G., Böck, A. & Engstler, G. (2007). Action of a silk fabric treated with AEGIS in children with atopic dermatitis: a 3-month trial. *Pediatric Allergy and Immunology*, 18(4), 335–338. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3038.2006.00511.x>
- Komarkova, P., Glombikova, V. & Vesela, D. (2022). Comfort properties of special clothes worn by sufferers from atopic dermatitis. *Textile Research Journal*, 93(9-10), 2063–2077. <https://doi.org/10.1177/00405175221138979>
- Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut (RKI). (2016). Händehygiene in Einrichtungen des Gesundheitswesens: Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut (RKI). *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz*, 59(9), 1189–1220. <https://doi.org/10.1007/s00103-016-2416-6>
- Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut (RKI). (2018). Prävention postoperativer Wundinfektionen: Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut. *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz*, 61(4), 448–473. <https://doi.org/10.1007/s00103-018-2706-2>
- Kompetenzzentrum Hygiene und Medizinprodukte der Kassenärztlichen Vereinigungen und der Kassenärztlichen Bundesvereinigung. (2019). *Hygieneleitfaden- Arztpraxis* (2. Aufl.). Verfügbar unter: <https://www.hygiene-medizinprodukte.de/download/hygieneleitfaden-arztpraxis>. Zugriff: 01.04.2022.

- Kompetenzzentrum Hygiene und Medizinprodukte der Kassenärztlichen Vereinigungen und der Kassenärztlichen Bundesvereinigung. (2022). *Hygieneleitfaden-Psychotherapeutische Praxis* (2. Aufl.). Verfügbar unter: <https://www.hygiene-medizinprodukte.de/download/hygieneleitfaden-psychotherapeutische-praxis>. Zugriff: 01.04.2022.
- Koslowski, H. J. (1997). *Chemiefaser-Lexikon. Begriffe, Zahlen, Handelsnamen*. Frankfurt am Main: Deutscher Fachverlag.
- Kovacs, K., Splittstösser, R., Maronitis, A. & Marras, W. S. (2002). Grip force and muscle activity differences due to glove type. *AIHA Journal*, 63(3), 269–274. <https://doi.org/10.1080/15428110208984713>
- Kramer, A. & Heidecke, C.-D. Hygienevorschriften für die Operationsabteilung. *Trauma und Berufskrankheit*, 16(3), 263–273. <https://doi.org/10.1007/s10039-014-2074-6>
- Kramer, A., Guggenbichler, P., Heldt, P., Jünger, M., Ladwig, A., Thierbach, H. et al. (2006). Hygienic relevance and risk assessment of antimicrobial-impregnated textiles. In U.-C. Hipler & P. Elsner (Hrsg.), *Biofunctional Textiles and the Skin* (Bd. 33, S. 78–109). Basel: S. Karger AG.
- Krause, M. (2012). Persönliche Schutzausrüstung beim Umgang mit Gefahrstoffen. *Sicherheitsingenieur*. Verfügbar unter: <https://www.sifa-sibe.de/fachbeitraege/archiv-si/einstieg-in-die-auswahl/>. Zugriff: 10.11.2022.
- Krause, M., Schlüter, U., Ludwig-Fischer, K., Rietzsch, H. & Roitzsch, M. (2014). *Entwicklung von spezifischen Schutzleitfäden für Tätigkeiten mit Biozidprodukten (Holzschutzmittel, Rodentizide, Insektizide)*. *Forschung Projekt F 2308*. Dortmund, Berlin, Dresden: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). Verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Berichte/F2308.html>. Zugriff: 10.05.2021.
- Kreis, H., Wildner, R. & Kuß, A. (2021). Experimentelle Untersuchungen und Markttests. In H. Kreis, R. Wildner & A. Kuß (Hrsg.), *Marktforschung. Datenerhebung und Datenanalyse* (7., überarb. Aufl., S. 193–232). Wiesbaden: Springer Gabler Verlag.
- Kreutzer, R. T. (Hrsg.). (2017). *Praxisorientiertes Marketing. Grundlagen - Instrumente - Fallbeispiele* (5., überarb. und erw. Aufl.). Wiesbaden: Springer Gabler Verlag.
- Kring, F. (2021a). *Nachhaltige PSA: Darauf kommt es beim Kauf wirklich an*. Verfügbar unter: <https://www.handwerk-magazin.de/nachhaltige-psa-worauf-es-beim-kauf-wirklich-ankommt-234182/>. Zugriff: 25.04.2023.
- Kring, F. (2021b). *Spezialfälle der PSA-Nutzung. Wenn der Träger nicht zur Norm passt*. Verfügbar unter: <https://www.sifa-sibe.de/arbeitsicherheit/schutzausruestung/wenn-der-traeger-nicht-zur-norm-passt/>. Zugriff: 06.07.2022.
- Krishnan, S. (1991). Technology of Breathable Coatings. *Journal of Coated Fabrics*, 21(1), 71–74. <https://doi.org/10.1177/152808379102100108>
- Kroth, J., Wollenberg, A. & Ruzicka, T. (2010). Neurodermitis. *Zeitschrift für Allgemeinmedizin*, (10), 358–363. <https://doi.org/10.3238/zfa.2010.0358>
- Kruschwitz, A., Karle, A., Schmitz, A. & Stamminger, R. (2014). Consumer laundry practices in Germany. *International Journal of Consumer Studies*, 38(3), 265–277. <https://doi.org/10.1111/ijcs.12091>
- Kujala, V. M. & Reijula, K. E. (1995). Glove-induced dermal and respiratory symptoms among health care workers in one Finnish hospital. *American Journal of Industrial Medicine*, 28(1), 89–98. <https://doi.org/10.1002/ajim.4700280108>
- Kumar Singh, M. (2014). Cosmetotextiles: A New Aspect of Technical Textiles. In A. O. Barel, M. Paye & H. I. Maibach (Hrsg.), *Handbook of cosmetic science and technology* (4. Aufl., S. 525–538). Boca Raton, Fla.: CRC Press.
- Kumar Singh, M., Varun, V. & Behera, B. K. (2011). Cosmetotextiles: State of Art. *Fibres & textiles in Eastern Europe*, 19(4), 27–33.
- Kumar, A., Behura, A. K., Rajak, D. K., Behera, A., Kumar, P. & Kumar, R. (2021). Fundamental Concepts of Bamboo: Classifications, Properties and Applications. In M. Jawaid, S. Mavinkere Rangappa & S. Siengchin (Hrsg.), *Bamboo Fiber Composites. Processing, Properties and Applications* (S. 39–62). Singapore: Springer Nature Singapore Pte Ltd.
- Kumar, B., Kumar, R. & Kaur, I. (1997). Coal tar therapy in palmoplantar psoriasis: old wine in an old bottle? *International Journal of Dermatology*, 36(4), 309–312. <https://doi.org/10.1046/j.1365-4362.1997.00176.x>
- Kummer, T. (2020). *Kunststoffhandbuch Für Dummies* (Für Dummies Ser). Newark: John Wiley & Sons, Inc.
- Kunsch, E. (1975). Bekleidungsphysiologie: Neue Erkenntnisse auf dem Gebiet der Bekleidungsphysiologie. *Mittex: die Fachzeitschrift für textile Garn- und Flächenherstellung*, 82(2), 34–39. <http://doi.org/10.5169/seals-677085>
- Kuntzemann, G., Wetzstein, A. & Schmidt, N. (2022). Wirksamkeit von Sicherheitsbeauftragten. *DGUV Forum*, (11), 3–8.
- Kurosaki, S., Otsuka, H., Kunitomo, M., Koyama, M., Pawankar, R. & Matumoto, K. (1999). Fibroin allergy. IgE mediated hypersensitivity to silk suture materials. *Journal of Nippon Medical School*, 66(1), 41–44. <https://doi.org/10.1272/jnms.66.41>
- Kurz, J. (2003). Laundering in the prevention of skin infections. In P. Elsner, K. L. Hatch & W. Wigger-Alberti (Hrsg.), *Textiles and the skin* (Bd. 31, S. 64–81). Basel: S. Karger AG.

- Kurzweil, P. (2020). Polymerchemie. In P. Kurzweil (Hrsg.), *Chemie* (S. 282–302). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.
- Kütting, B. & Drexler, H. (2008). Der dreistufige Hautschutzplan. Ein wirksames Instrument der Primärprävention oder eher geeignet für die Sekundärprävention? *Deutsche Medizinische Wochenschrift*, *133*(5), 201–205. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1017498>
- Kütting, B., Baumeister, T., Weistenhöfer, W., Pfahlberg, A., Uter, W. & Drexler, H. (2010). Effectiveness of skin protection measures in prevention of occupational hand eczema: results of a prospective randomized controlled trial over a follow-up period of 1 year. *The British Journal of Dermatology*, *162*(2), 362–370. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.2009.09485.x>
- Kuwatsuka, S., Kuwatsuka, Y., Tomimura, S., Takenaka, M., Terasaka, Y., Izumikawa, K. et al. (2021). Impact of daily wearing of fabric gloves on the management of hand eczema: A pilot study in health-care workers. *The Journal of Dermatology*, *8*(5), 645–650. <https://doi.org/10.1111/1346-8138.15848>
- Kwok, T., Arrandale, V. & Skotnicki-Grant, S. (2009). Repeated mechanical trauma to the hands: the use of anti-impaction gloves for treatment and return to work. *Dermatitis: Contact, Atopic, Occupational, Drug*, *20*(5), 278–283.
- Kwon, S., Campbell, L. S. & Zirwas, M. J. (2006). Role of protective gloves in the causation and treatment of occupational irritant contact dermatitis. *Journal of the American Academy of Dermatology*, *55*(5), 891–896. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2006.05.037>

L

- Lachapelle, J.-M., Wigger-Alberti, W., Boman, A., Mellström, G. A., Fartasch, M., Bock, M. et al. (2006). Prevention and Therapy from Contact Dermatitis (with Special Reference to Occupational Dermatology). In P. J. Frosch, T. Menné & J.-P. Lepoittevin (Hrsg.), *Contact Dermatitis* (S. 831–867). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Lagier, F., Vervloet, D., Lhermet, I., Poyen, D. & Charpin, D. (1992). Prevalence of latex allergy in operating room nurses. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, *90*(3), 319–322. [https://doi.org/10.1016/S0091-6749\(05\)80009-0](https://doi.org/10.1016/S0091-6749(05)80009-0)
- Laing, R. M. & Wilson, S. (2017). Wool and cotton blends for the high-end apparel sector. *Procedia Engineering*, *200*, 96–103. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.07.015>
- Laing, R. M. (2019). Natural fibres in next-to-skin textiles: current perspectives on human body odour. *SN Applied Sciences*, *(1)*, 1329. <https://doi.org/10.1007/s42452-019-1388-1>
- Lampel, H. P. & Powell, H. B. (2019). Occupational and Hand Dermatitis: a Practical Approach. *Clinical Reviews in Allergy & Immunology*, *56*(1), 60–71. <https://doi.org/10.1007/s12016-018-8706-z>
- Landeck, L., Baden, L. A. & John, S. M. (2020). Detergents. In S. M. John, J. D. Johansen, T. Rustemeyer, P. Elsner & H. I. Maibach (Hrsg.), *Kanerva's Occupational Dermatology* (S. 1131–1143). Cham: Springer International Publishing.
- Landow, K. (1998). Hand dermatitis. The perennial scourge. *Postgraduate Medicine*, *103*(1), 141–152. <https://doi.org/10.3810/pgm.1998.01.276>
- Lang, M. (2021). Krankenhauswäsche: Nachhaltige Textilien. *kma: Klinik Management aktuell*, *26*(05), 62–63. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1730076>
- Langan, S. M., Silcocks, P. & Williams, H. C. (2009). What causes flares of eczema in children? *The British Journal of Dermatology*, *161*(3), 640–646. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.2009.09320.x>
- Launois, R., Ezzedine, K., Cabout, E., Reguai, Z., Merrhand, S., Heas, S. et al. (2019). Importance of out-of-pocket costs for adult patients with atopic dermatitis in France. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, *33*(10), 1921–1927. <https://doi.org/10.1111/jdv.15581>
- Lauth, G. J. & Kowalczyk, J. (2016). Grenzflächenaktive Substanzen. In G. J. Lauth & J. Kowalczyk (Hrsg.), *Einführung in die Physik und Chemie der Grenzflächen und Kolloide* (S. 381–398). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Lazarov, A. (2004). Textile dermatitis in patients with contact sensitization in Israel: a 4-year prospective study. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, *18*(5), 531–537. <https://doi.org/10.1111/j.1468-3083.2004.00967.x>
- Le Coz, C. J. (2006). Clothing. In P. J. Frosch, T. Menné & J.-P. Lepoittevin (Hrsg.), *Contact Dermatitis* (S. 679–702). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Lee, A., Nixon, R. L. & Frowen, K. (2001). Reduction of use of latex gloves in food handlers: an intervention study. *Contact Dermatitis*, *44*(2), 75–79. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0536.2001.440203.x>
- Lee, Y.-A., Salahuddin, M., Gibson-Young, L. & Oliver, G. D. (2021). Assessing personal protective equipment needs for healthcare workers. *Health Science Reports*, *4*(3), e370. <https://doi.org/10.1002/hsr2.370>
- Legion Safety Products LLC. (2021). *String Knit*. Verfügbar unter: <https://legionsafety.com/c/15-cotton-string-knit-gloves-general-purpose>. Zugriff: 06.10.2021.
- Leist, H. (2016). Wie problematisch sind Chemikalien in Bekleidungstextilien? *Pädiatrische Allergologie*, *(3)*, 42–45.
- Leitgeb, N. (2015). Medizinprodukt. In N. Leitgeb (Hrsg.), *Sicherheit von Medizingeräten* (S. 1–52). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- León, F. J. de, Berbegal, L. & Silvestre, J. F. (2015). Management of Chronic Hand Eczema. *Actas Dermo-Sifiliográficas (English Edition)*, *106*(7), 533–544. <https://doi.org/10.1016/j.ad.2015.04.005>

- Leong, J., Hatch, K. L. & Maibach, H. I. (2017). Assessing the Effects of Fiber-Based Materials on the Skin. In P. Humbert, F. Fanian, H. I. Maibach & P. Agache (Hrsg.), *Agache's Measuring the Skin* (S. 1209–1226). Cham: Springer International Publishing.
- Lerbaek, A., Kyvik, K. O., Ravn, H., Menné, T. & Agner, T. (2007). Incidence of hand eczema in a population-based twin cohort: genetic and environmental risk factors. *The British Journal of Dermatology*, 157(3), 552–557. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.2007.08088.x>
- Levy, D. A., Charpin, D., Pecquet, C., Leynadier, F. & Vervloet, D. (1992). Allergy to latex. *Allergy*, 47(6), 579–587. <https://doi.org/10.1111/j.1398-9995.1992.tb02378.x>
- Li, B. S., Cary, J. H. & Maibach, H. I. (2018). Relapsing polyisoprene glove allergic contact dermatitis: Another call for more complete glove package label declaration. *Contact Dermatitis*, 79(4), 242–243. <https://doi.org/10.1111/cod.13033>
- Li, B. S., Estlander, T., Jolanki, R. & Maibach, H. I. (2020). Advantages and Disadvantages of Gloves. In S. M. John, J. D. Johansen, T. Rustemeyer, P. Elsner & H. I. Maibach (Hrsg.), *Kanerva's Occupational Dermatology* (S. 2547–2561). Cham: Springer International Publishing.
- Li, Y. & Li, L. (2021). Contact Dermatitis: Classifications and Management. *Clinical Reviews in Allergy & Immunology*, 61(3), 245–281. <https://doi.org/10.1007/s12016-021-08875-0>
- Licina, D., Morrison, G. C., Bekö, G., Weschler, C. J. & Nazaroff, W. W. (2019). Clothing-Mediated Exposures to Chemicals and Particles. *Environmental Science & Technology*, 53(10), 5559–5575. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b00272>
- Liem, S. I. E., Hoekstra, E. M., Bonte-Mineur, F., Magro Checa, C., Schouffoer, A., Allaart, C. F. et al. (2023). The effect of silver fibre gloves on Raynaud's phenomenon in patients with systemic sclerosis: a double-blind randomized crossover trial. *Rheumatology*, 62(SI), SI74–SI81. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/keac243>
- Liou, Y. L., Schlarbaum, J. P., Kimyon, R. S. & Hylwa, S. A. (2019). Formaldehyde in Hypoallergenic Household Gloves. *Dermatitis: Contact, Atopic, Occupational, Drug*, 30(1), 75–77. <https://doi.org/10.1097/DER.0000000000000426>
- Lisi, P., Stingeni, L., Cristaudo, A., Foti, C., Pigatto, P. D. M., Gola, M. et al. (2014). Clinical and epidemiological features of textile contact dermatitis: an Italian multicentre study. *Contact Dermatitis*, 70(6), 344–350. <https://doi.org/10.1111/cod.12179>
- Liskowsky, J., Geier, J. & Bauer, A. (2011). Contact allergy in the cleaning industry: analysis of contact allergy surveillance data of the Information Network of Departments of Dermatology. *Contact Dermatitis*, 65(3), 159–166. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.2011.01937.x>
- Löbbeck, K. (2008). *Die Chemiefaserindustrie am Standort Deutschland. Struktur, Standortbedingungen und Entwicklungsperspektiven bis 2020* (Edition der Hans-Böckler-Stiftung, Unternehmensmitbestimmung und Unternehmenssteuerung Wirtschaft und Finanzen, Bd. 227). Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung.
- Loczenski, B. (2011). Handschuhe für alle Fälle. *Heilberufe*, 63(5), 17–19. <https://doi.org/10.1007/s00058-011-0535-x>
- Löffler, H. & Effendy, I. (2006). Primary Prevention of Irritant Contact Dermatitis. In A.-L. Chew & H. I. Maibach (Hrsg.), *Irritant Dermatitis* (S. 401–408). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Löffler, H., Effendy, I. & Happle, R. (1999). Epikutane Testung mit Natriumlaurylsulfat. Nutzen und Grenzen in Forschung und Praxis. *Der Hautarzt*, 50(11), 769–778. <https://doi.org/10.1007/s001050050983>
- Loman, L., Uter, W., Armario-Hita, J. C., Ayala, F., Balato, A., Ballmer-Weber, B. K. et al. (2021). European Surveillance System on Contact Allergies (ESSCA): Characteristics of patients patch tested and diagnosed with irritant contact dermatitis. *Contact Dermatitis*, 85(2), 186–197. <https://doi.org/10.1111/cod.13833>
- Lomax, G. R. (2007). Breathable polyurethane membranes for textile and related industries. *Journal of Materials Chemistry*, 17(27), 2775–2784. <https://doi.org/10.1039/b703447b>
- Lopes, C., Silva, D., Delgado, L., Correia, O. & Moreira, A. (2013). Functional textiles for atopic dermatitis: a systematic review and meta-analysis. *Pediatric Allergy and Immunology*, 24(6), 603–613. <https://doi.org/10.1111/pai.12111>
- Lopes, M. H. & Lopes, R. A. (2000). Latex allergy in health care personnel. *AORN Journal*, 72(1), 42–46. [https://doi.org/10.1016/s0001-2092\(06\)62036-x](https://doi.org/10.1016/s0001-2092(06)62036-x)
- Lopushinsky, K. M., Gill, N., Shea, W. K., Elliott, J. F., Straube, S. & Dytoc, M. T. (2020). Making Glove Decision Less of a White Knuckling Experience: A Systematic Review and Inventory of Glove Accelerator Contents. *Journal of Cutaneous Medicine and Surgery*, 24(4), 386–398. <https://doi.org/10.1177/1203475420919398>
- Love, W. E. & Nedorost, S. T. (2009). Fabric preferences of atopic dermatitis patients. *Dermatitis: Contact, Atopic, Occupational, Drug*, 20(1), 29–33. <http://doi.org/10.2310/6620.2008.08027>
- Loy, W. (2001). *Chemiefasern für technische Textilprodukte* (Edition Textiltechnik). Frankfurt am Main: Deutscher Fachverlag.
- Loy, W. (2006). *Textile Produkte für Medizin, Hygiene und Wellness* (Reihe Edition Textil). Frankfurt am Main: Deutscher Fachverlag.

- Ludewig, M., Hansen, A., Bartling, S., Meyer, E., Wilke, A., Sonsmann, F. K. et al. (2021). Length matters: Use of polyethylene glove liners to prevent allergic contact dermatitis to rubber accelerators. *Contact Dermatitis*, 86(4), 321–322. <https://doi.org/10.1111/cod.14030>
- Ludewig, M., Hansen, A., Wilke, A. & Sonsmann, F. K. (2023). Einsatz von Einmalhandschuhen in Pflegeberufen. In U. Stöbel, G. Reschauer & M. Michaelis (Hrsg.), *36. Freiburger Symposium "Arbeitsmedizin im Gesundheitsdienst". 14.-16. September 2022* (Bd. 36, S. 91–103). Freiburg im Breisgau: edition FFAS.
- Ludriksone, L., Antonov, D., Schliemann, S. & Elsner, P. (2021). Therapy of Allergic and Irritant Contact Dermatitis. In J. D. Johansen, V. Mahler, J.-P. Lepoittevin & P. J. Frosch (Hrsg.), *Contact Dermatitis* (S. 1273–1297). Cham: Springer International Publishing.
- Lugoloobi, I. & Memon, H. (2020). Chemical Structure and Modification of Cotton. In H. Wang & H. Memon (Hrsg.), *Cotton Science and Processing Technology* (S. 417–432). Singapore: Springer Singapore.
- Lund, T. T., Petersen, S. B., Flachs, E. M., Ebbehøj, N. E., Bonde, J. P. & Agner, T. (2020). Risk of work-related hand eczema in relation to wet work exposure. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 46(4), 437–445. <https://doi.org/10.5271/sjweh.3876>
- Lyell, A. (1972). Skin Diseases Affecting the Hands. *Hand*, 4(2), 107–110. [https://doi.org/10.1016/0072-968X\(72\)90027-7](https://doi.org/10.1016/0072-968X(72)90027-7)
- Lynde, C., Guenther, L., Diepgen, T. L., Sasseville, D., Poulin, Y., Gulliver, W. et al. (2010). Canadian hand dermatitis management guidelines. *Journal of Cutaneous Medicine and Surgery*, 14(6), 267–284. <https://doi.org/10.2310/7750.2010.09094>

M

- MacKee, P. C., Person, S., Warner, S. C., Snipes, W. & Stevens, S. E. (1987). Silver-coated nylon fiber as an antibacterial agent. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 31(1), 93–99. <https://doi.org/10.1128/AAC.31.1.93>
- Mackinger, B. (2023). *PSA-Schwerpunkt: Nachhaltigkeit im Arbeitsschutz. M.A.S., Schwerpunkt-Thema*, Verband Arbeitssicherheit. Verfügbar unter: <https://vas.at/category/m-a-s/schwerpunkt-thema/>. Zugriff: 25.04.2023.
- Mader, F. H. & Riedl, B. (2018). Beschwerden und Erkrankungen der Haut. In F. H. Mader & B. Riedl (Hrsg.), *Allgemeinmedizin und Praxis* (S. 213–242). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Magiera, C. (2017). Was darf und muss PSA kosten? Ist PSA nur ein lästiger betrieblicher Kostenfaktor? Worauf muss ich achten? *Betriebliche Prävention*, 14–22.
- Magnano, M., Silvani, S., Vincenzi, C., Nino, M. & Tosti, A. (2009). Contact allergens and irritants in household washing and cleaning products. *Contact Dermatitis*, 61(6), 337–341. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.2009.01647.x>
- Mahler, V. & Dickel, H. (2019). Wichtigste Kontaktallergene beim Handekzem. *Der Hautarzt*, 70(10), 778–789. <https://doi.org/10.1007/s00105-019-04472-7>
- Mahler, V. & Drexler, H. (2004). Berufsdermatologisch relevante Typ-I-Allergien. *Der Hautarzt*, 55(1), 34–41. <https://doi.org/10.1007/s00105-003-0651-x>
- Mahler, V. (2016). Hand dermatitis - differential diagnoses, diagnostics, and treatment options. *Journal Der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*, 14(1), 7-26. <https://doi.org/10.1111/ddg.12922>
- Mahler, V. (2017). Umweltassoziierte dermatologische Erkrankungen. *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz*, 60(6), 605–617. <https://doi.org/10.1007/s00103-017-2543-8>
- Mahler, V. (2021). Neue Allergene für die Berufsdermatologie? *Der Hautarzt*, 72(6), 474–483. <https://doi.org/10.1007/s00105-021-04825-1>
- Mahler, V., Aalto-Korte, K., Alfonso, J. H., Bakker, J. G., Bauer, A., Bensefa-Colas, L. et al. (2017). Occupational skin diseases: actual state analysis of patient management pathways in 28 European countries. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 31(Suppl. 4), 12–30. <https://doi.org/10.1111/jdv.14316>
- Mahmoud, M. M. (2016). Frictional Behavior of Different Glove Materials Sliding Against Glass Sheet. *Journal of Applied Sciences*, 16(10), 491–495. <https://doi.org/10.3923/jas.2016.491.495>
- Mahmud, S., Hasan, K. M. F., Jahid, M. A., Mohiuddin, K., Zhang, R. & Zhu, J. (2021). Comprehensive review on plant fiber-reinforced polymeric biocomposites. *Journal of Materials Science*, 56(12), 7231–7264. <https://doi.org/10.1007/s10853-021-05774-9>
- Maity, S., Singha, K. & Pandit, P. (2021). Chemical risk assessment in textile and fashion. In S. S. Muthu (Hrsg.), *Chemical Management in Textiles and Fashion* (S. 53–78). Duxford: WP, Woodhead Publishing, Elsevier.
- Majchrzycka, K., Gutarowska, B. & Brochocka, A. (2010). Aspects of tests and assessment of filtering materials used for respiratory protection against bioaerosols. Part II: sweat in the environment, microorganisms in the form of a bioaerosol. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 16(2), 275–280. <https://doi.org/10.1080/10803548.2010.11076844>
- Makatsori, M., Scadding, G. W., Skypala, I. & Durham, S. R. (2014). Silk contact anaphylaxis. *Contact Dermatitis*, 71(5), 314–315. <https://doi.org/10.1111/cod.12289>

- Mäkelä, E. A. & Jolanki, R. (2004). Chemical Permeation through Disposable Gloves. In J. E. Wahlberg, A. Boman, T. Estlander & H. I. Maibach (Hrsg.), *Protective Gloves for Occupational Use* (2. Aufl., S. 299–314). Boca Raton. Fla. [u.a.]: CRC Press.
- Malcolm's Miracle. (2022). *Green Moisturizing Gloves*. Verfügbar unter: <https://malcolmsmiracle.com/products/green-moisturizing-gloves-medium>. Zugriff: 07.12.2022.
- Malinauskienė, L., Bruze, M., Ryberg, K., Zimersson, E. & Isaksson, M. (2013). Contact allergy from disperse dyes in textiles: a review. *Contact Dermatitis*, 68(2), 65–75. <https://doi.org/10.1111/cod.12001>
- Maliyar, K., Mufti, A. & Sibbald, R. G. (2020). The Use of Antiseptic and Antibacterial Agents on Wounds and the Skin. In A. Alavi & H. I. Maibach (Hrsg.), *Local Wound Care for Dermatologists* (S. 35–52). Cham: Springer International Publishing.
- Man, G. & Man, M.-Q. (2017). Skin Friction Coefficient. In P. Humbert, F. Fanian, H. I. Maibach & P. Agache (Hrsg.), *Agache's Measuring the Skin* (S. 203–210). Cham: Springer International Publishing.
- Manickam, P. & Vijay, D. (2021). Chemical hazards in textiles. In S. S. Muthu (Hrsg.), *Chemical Management in Textiles and Fashion* (S. 19–52). Duxford: WP, Woodhead Publishing, Elsevier.
- MAPA Professional. (2021). *FAQ - Fragen & Antworten. Was ist Chlorinierung?* Verfügbar unter: <https://www.mapa-pro.de/infocenter/faq-fragen-antworten/allgemein>. Zugriff: 01.09.2021.
- Margulies, A. (2017). Haut- und Nagelveränderungen. In A. Margulies, T. Kroner, A. Gaisser & I. Bachmann-Mettler (Hrsg.), *Onkologische Krankenpflege* (S. 413–459). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Marketmedia24. (2022). *Wirtschaft im Krisenmodus. Neuer „Branchen-REPORT Berufs- und Schutzkleidung 2022“ blickt vorsichtig bis zum Jahr 2030. Presse-Info*. Verfügbar unter: <https://www.marketmedia24.de/Presseinfo.php>. Zugriff: 26.10.2022.
- MarketsandMarkets Research Private Ltd. (2020). *Textile Chemicals Market by Fiber (Natural, Synthetic), Product Type (Coating & Sizing, Colorants & Auxiliaries, Finishing Agents, Desizing Agents, Surfactants), Application (Apparel, Home Textile, Technical Textile) & Region - Global Forecast to 2026*. Verfügbar unter: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/textile-chemical-market-12380328.html>. Zugriff: 07.10.2021.
- MarketsandMarkets Research Private Ltd. (2021). *Antimicrobial Textile Market by Active Agents (Synthetic Organic Compounds, Metal & Metallic Salts, Bio-based), Application (Medical Textiles, Apparels, Home Textiles), Fabric (Cotton, Polyester, and Polyamide), and Region - Global Forecast to 2024*. Verfügbar unter: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/antimicrobial-textile-market-254286152.html>. Zugriff: 07.10.2021.
- Marrero-Alemán, G., Borrego, L., González Antuña, A., Macías Montes, A. & Pérez Luzardo, O. (2020). Persistence of Isothiazolinones in Clothes After Machine Washing. *Dermatitis: Contact, Atopic, Occupational, Drug*, 32(5), 298–300. <https://doi.org/10.1097/DER.0000000000000603>
- Martin, D. L., French, G. W. & Theakstone, J. (1990). The use of semi-permeable membranes for wound management. *British Journal of Plastic Surgery*, 43(1), 55–60. [https://doi.org/10.1016/0007-1226\(90\)90045-2](https://doi.org/10.1016/0007-1226(90)90045-2)
- Martin, S. F. & Bonefeld, C. M. (2021). Mechanisms of Irritant and Allergic Contact Dermatitis. In J. D. Johansen, V. Mahler, J.-P. Lepoittevin & P. J. Frosch (Hrsg.), *Contact Dermatitis* (S. 95–120). Cham: Springer International Publishing.
- Marya, C. M. (2011). *A Textbook of Public Health Dentistry*. Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd.
- Mason, R. (2008). Fabrics for atopic dermatitis. *The Journal of Family Health Care*, 18(2), 63–65.
- Massella, D., Argenziano, M., Ferri, A., Guan, J., Giraud, S., Cavalli, R. et al. (2019). Bio-Functional Textiles: Combining Pharmaceutical Nanocarriers with Fibrous Materials for Innovative Dermatological Therapies. *Pharmaceutics*, 11(8), 403. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics11080403>
- Material-Archiv. (2008). *Elastanfasern*. Verfügbar unter: https://materialarchiv.ch/de/ma:material_599/. Zugriff: 06.05.2021.
- Material-Archiv. (2011). *Polyamidfasern*. Verfügbar unter: https://materialarchiv.ch/de/ma:material_64/. Zugriff: 06.05.2021.
- Material-Archiv. (2013). *Maulbeerseide*. Verfügbar unter: https://materialarchiv.ch/de/ma:material_531/. Zugriff: 06.05.2021.
- Material-Archiv. (2014a). *Lyocellfasern*. Verfügbar unter: https://materialarchiv.ch/de/ma:material_55/. Zugriff: 11.05.2021.
- Material-Archiv. (2014b). *Modalfasern*. Verfügbar unter: https://materialarchiv.ch/de/ma:material_1638/. Zugriff: 11.05.2021.
- Material-Archiv. (2014c). *Polyesterfasern*. Verfügbar unter: https://materialarchiv.ch/de/ma:material_553/#ma:material_553-ma:has_properties_information. Zugriff: 27.09.2021.
- Material-Archiv. (2014d). *Viskosefasern*. Verfügbar unter: https://materialarchiv.ch/de/ma:material_56%2009.03.2021. Zugriff: 06.05.2021.
- Material-Archiv. (2014e). *Wolle*. Verfügbar unter: https://materialarchiv.ch/de/vacuum/s=ma:MaterialGroup;detail=ma:group_599. Zugriff: 06.05.2021.

- Material-Archiv. (2015a). *Bambusfasern*. Verfügbar unter: https://materialarchiv.ch/de/ma:material_1664/. Zugriff: 11.06.2021.
- Material-Archiv. (2015b). *Baumwolle*. Verfügbar unter: https://materialarchiv.ch/de/ma:material_561/. Zugriff: 11.06.2021.
- Material-Archiv. (2021). *Angorawolle*. Verfügbar unter: https://materialarchiv.ch/de/ma:material_85/. Zugriff: 22.02.2022.
- Material-Archiv. (2022). *Polypropylen*. Verfügbar unter: https://materialarchiv.ch/de/ma:material_13/?q=polypropylen. Zugriff: 07.11.2022.
- Matthies, W. (2003). Irritant dermatitis to detergents in textiles. In P. Elsner, K. L. Hatch & W. Wigger-Alberti (Hrsg.), *Textiles and the skin* (Bd. 31, S. 123–138). Basel: S. Karger AG.
- Maute-Daul, G. (1995). *Mode und Chemie. Fasern, Farben, Stoffe* (Springer eBook Collection). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Maximo Strickmoden Bruno Barthel GmbH & Co.KG. (2021). *Baumwoll-Handschuhe*. Verfügbar unter: <https://www.maximo-arbeitsschutz.de/produkte/baumwoll-handschuhe/index.html>. Zugriff: 01.10.2021.
- Maximo Strickmoden Bruno Barthel GmbH & Co.KG. (o.J.). *Arbeitsschutz. Ihr Spezialist für Hand- und Hautschutz* (Brochüre).
- McKnight, P. T. & Kwoh, C. K. (1992). Randomized, controlled trial of compression gloves in rheumatoid arthritis. *Arthritis Care and Research*, 5(4), 223–227. <https://doi.org/10.1002/art.1790050407>
- McMullen, E. & Gawkrödger, D. J. (2006). Physical friction is under-recognized as an irritant that can cause or contribute to contact dermatitis. *The British Journal of Dermatology*, 154(1), 154–156. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.2005.06957.x>
- McMurrain, K. D. (1970). Dermatologic and Pulmonary Responses in the Manufacturing of Detergent Emzyme Products. *Journal of Occupational Medicine*, 12(10), 416–420.
- McQueen, R. H. & Vaezafshar, S. (2020). Odor in textiles: A review of evaluation methods, fabric characteristics, and odor control technologies. *Textile Research Journal*, 90(9-10), 1157–1173. <https://doi.org/10.1177/0040517519883952>
- McQueen, R. H., Laing, R. M., Brooks, H. J. L. & Niven, B. E. (2007). Odor intensity in apparel fabrics and the link with bacterial populations. *Textile Research Journal*, 77(7), 449–456. <https://doi.org/10.1177/0040517507074816>
- McQueen, R. H., Laing, R. M., Delahunty, C. M., Brooks, H. J. L. & Niven, B. E. (2008). Retention of axillary odour on apparel fabrics. *Journal of the Textile Institute*, 99(6), 515–523. <https://doi.org/10.1080/00405000701659774>
- Mecheels, J. (1970). Kleidung aus Chemiefasern für heiße Klimabedingungen. *Lenzinger Berichte*, (20), 123–134. Verfügbar unter: <https://www.lenzing.com/de/downloadcenter/filter1/forschung-entwicklung/filter3/1970>. Zugriff: 27.06.2023.
- Mecheels, J. (1991). *Körper - Klima - Kleidung. Grundzüge der Bekleidungsphysiologie*. Berlin: Schiele & Schön.
- Medicines and Healthcare products Regulatory Agency & National Fire Chiefs Council (NFCC). (2021). *Risk of severe and fatal burns with use of emollients. There is a risk of severe and fatal burns with all emollients, including paraffin-free products*. Verfügbar unter: <https://www.gov.uk/guidance/safe-use-of-emollient-skin-creams-to-treat-dry-skin-conditions>. Zugriff: 14.06.2023.
- Medline International Germany GmbH. (2022a). *Restore® Nitril-Untersuchungshandschuhe mit kolloidalem Hafermehl*. Verfügbar unter: <https://www.medline.eu/de/restorer-nitril-untersuchungshandschuhe-mit-kolloidalem-hafermehl>. Zugriff: 07.12.2022.
- Medline International Germany GmbH. (2022b). *Signature Latex Green OP-Handschuhe mit Aloe*. Verfügbar unter: <https://www.medline.eu/ch-de/signature-latex-green-op-handschuhe-mit-aloe>. Zugriff: 07.12.2022.
- Meffert, H., Burmann, C. & Kirchgeorg, M. (2015). Marketing-Mix. In H. Meffert, C. Burmann & M. Kirchgeorg (Hrsg.), *Marketing. Grundlagen marktorientierter Unternehmensführung: Konzepte - Instrumente - Praxisbeispiele* (12., überarb. und aktual. Aufl., S. 357–768). Wiesbaden: Springer Gabler Verlag.
- Mehrmann, L. M. & Gerlach, A. L. (2020). Mir (Knibbel-)Freiräume schaffen. In L. M. Mehrmann & A. L. Gerlach (Hrsg.), *Ratgeber Skin Picking. Hilfe bei Dermatillomanie* (S. 65–77). Berlin: Springer-Verlag.
- Meinander, H. (2000). Thermal properties of protective gloves measured with a sweating hand. In *Ergonomics of protective clothing. Proceedings of NOKOBETEF 6 and 1st European Conference on Protective Clothing held in Stockholm, Sweden, May 7 - 10, 2000* (Arbete och hälsa, Bd. 2000:8, S. 204–207). Stockholm: Arbetslivsinstitutet.
- Meinke, M. C., Abdollahnia, M., Gähr, F., Platzek, T., Sterry, W. & Lademann, J. (2009). Migration and penetration of a fluorescent textile dye into the skin - in vivo versus in vitro methods. *Experimental Dermatology*, 18(9), 789–792. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0625.2009.00885.x>
- Melin, T. & Rautenbach, R. (2007). Membranprozesse - Triebkräfte und Transportwiderstände. In *Membranverfahren* (S. 1–17). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Mellström, G. A. & Boman, A. (2004). Gloves: Types, Materials, and Manufacturing. In J. E. Wahlberg, A. Boman, T. Estlander & H. I. Maibach (Hrsg.), *Protective Gloves for Occupational Use* (2. Aufl., S. 15–28). Boca Raton. Fla. [u.a.]: CRC Press.

- Mellström, G. A. & Boman, A. (2006). Protective Gloves. In A.-L. Chew & H. I. Maibach (Hrsg.), *Irritant Dermatitis* (S. 409–419). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Melnik, A. V., Callewaert, C., Dorrestein, K., Broadhead, R., Minich, J. J., Ernst, M. et al. (2023). The Molecular Effect of Wearing Silver-Threaded Clothing on the Human Skin. *MSystems*, 8(1), e0092222. <https://doi.org/10.1128/msystems.00922-22>
- Menné, T., Johansen, J. D., Sommerlund, M. & Veien, N. K. (2011). Hand eczema guidelines based on the Danish guidelines for the diagnosis and treatment of hand eczema. *Contact Dermatitis*, 65(1), 3–12. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.2011.01915.x>
- Mernelius, S., Carlsson, E., Henricson, J., Löfgren, S., Lindgren, P.-E., Ehrlich, R. et al. (2016). Staphylococcus aureus colonization related to severity of hand eczema. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*, 35(8), 1355–1361. <https://doi.org/10.1007/s10096-016-2672-2>
- Messe Frankfurt Exhibition GmbH (2015). *Techtextil Blog der Messe Frankfurt. Atmungsaktiver Handschuh für den Bereich „Medical“*: Messe Frankfurt Exhibition GmbH. Verfügbar unter: <https://www.techtextil-blog.com/zur-techtextil-2015-praesentiert-sympatex-technologies-erstmal-einen-atmungsaktiven-handschuh-fuer-den-bereich-medical/>. Zugriff: 21.02.2022.
- Meyer zur Capellen, T. (2012). *Lexikon der Gewebe. Technik - Bindungen - Handelsnamen* (4., grdl. aktual. und erw. Aufl.). Frankfurt am Main: Deutscher Fachverlag.
- Meyer, J., Poppek, U., Roitzsch, M., Rother, D. & Schlüter, U. (2020). *SysDEA: Systematic analysis of dermal exposure to hazardous chemical agents at the workplace - project report II*. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). Verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Publikationen/Berichte/F2349-2.html>.
- Meyer, J., Sauerzapfe, J. & John, S. M. (2019). Psychosoziale Belastungen und Stress bei berufsbedingten Hauterkrankungen im Gesundheitswesen. In P. Angerer, S. Letzel & D. Nowak (Hrsg.), *Arbeiten im Gesundheitswesen. Psychosoziale Arbeitsbedingungen - Gesundheit der Beschäftigten - Qualität der Patientenversorgung* (S. 142–160). Landsberg am Lech: ecomed Medizin.
- Microban International. (2021). *How Does AEGIS® Antibacterial Surface Spray Work on Surfaces?* Verfügbar unter: <https://www.microban.com/aegis/aegis-antimicrobial-surface-protection/how-it-works>. Zugriff: 06.05.2021.
- Mieck, K.-P., Beckmann, E., Ortlepp, G., Albrecht, W., Fuchs, H., Guobiao, J. et al. (2012). Faserstoffe. In H. Fuchs & W. Albrecht (Hrsg.), *Vliesstoffe* (S. 19–60). Weinheim, Germany: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Mikut, I. (1993). Optische Eigenschaften. In W. Berger, H. Faulstich, P. Fischer, A. Heger, H.-J. Jacobasch, A. Mally et al. (Hrsg.), *Textile Faserstoffe* (S. 346–367). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Miller, K. K. (2000). Research Based Prevention Strategies. *AAOHN Journal*, 48(6), 278–290. <https://doi.org/10.1177/216507990004800604>
- Minamoto, K., Watanabe, T. & Diepgen, T. L. (2016). Self-reported hand eczema among dental workers in Japan - a cross-sectional study. *Contact Dermatitis*, 75(4), 230–239. <https://doi.org/10.1111/cod.12656>
- Mirza, R., Maani, N., Liu, C., Kim, J. & Rehms, W. (2006). A randomized, controlled, double-blind study of the effect of wearing coated pH 5.5 latex gloves compared with standard powder-free latex gloves on skin pH, transepidermal water loss and skin irritation. *Contact Dermatitis*, 55(1), 20–25. <https://doi.org/10.1111/j.0105-1873.2006.00833.x>
- Mischke, C., Verbeek, J. H., Saarto, A., Lavoie, M.-C., Pahwa, M. & Ijaz, S. (2014). Gloves, extra gloves or special types of gloves for preventing percutaneous exposure injuries in healthcare personnel. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, (3), CD009573. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD009573.pub2>
- Misery, L., Weisshaar, E., Brenaut, E., Evers, A. W. M., Huet, F., Ständer, S. et al. (2020). Pathophysiology and management of sensitive skin: position paper from the special interest group on sensitive skin of the International Forum for the Study of Itch (IFSI). *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 34(2), 222–229. <https://doi.org/10.1111/jdv.16000>
- Mitchell, H. (2003). Evaluation of aloe vera gel gloves in the treatment of dry skin associated with occupational exposure. *American Journal of Infection Control*, 31(8), 516. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2003.09.001>
- Mlangeni, D. A. (2018). Hygienische Maßnahmen. In M. Dettenkofer, U. Frank, H.-M. Just, S. Lemmen & M. Scherrer (Hrsg.), *Praktische Krankenhaushygiene und Umweltschutz* (4. Aufl., S. 513–525). Berlin: Springer-Verlag.
- MM (2006). Wasserdichte Membran. *Maschinenmarkt*. Verfügbar unter: <https://www.maschinenmarkt.vogel.de/wasserdichte-membran-a-4324/>. Zugriff: 28.03.2022.
- Mobolaji-Lawal, M. & Nedorost, S. T. (2015). The Role of Textiles in Dermatitis: An Update. *Current Allergy and Asthma Reports*, 15(4), 17. <https://doi.org/10.1007/s11882-015-0518-0>
- Möhrenschrager, M. (2020). Rezepte gegen Nagelpilz. *ästhetische dermatologie & kosmetologie*, 12(1), 20–22. <https://doi.org/10.1007/s12634-019-1009-4>
- Möhring, W. & Schlüt, D. (2013). Standardisierte Befragung: Grundprinzipien, Einsatz und Anwendung. In W. Möhring & D. Schlüt (Hrsg.), *Handbuch standardisierte Erhebungsverfahren in der Kommunikationswissenschaft* (Handbuch, S. 183–200). Wiesbaden: Springer VS.

- Mojumdar, E. H., Pham, Q. D., Topgaard, D. & Sparr, E. (2017). Skin hydration: interplay between molecular dynamics, structure and water uptake in the stratum corneum. *Scientific Reports*, 7(1), 15712. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-15921-5>
- Moldovan, H. R., Voidazan, S. T., John, S. M., Weinert, P., Moldovan, G., VlasIU, M. A. et al. (2017). The Eastern European experience on occupational skin diseases. Make underreporting an issue? *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 31(Suppl 4), 5–11. <https://doi.org/10.1111/jdv.14315>
- Molin, S. (2019). Pathogenese des Handekzems. *Der Hautarzt*, 70(10), 755–759. <https://doi.org/10.1007/s00105-019-04474-5>
- Molin, S., Diepgen, T. L., Ruzicka, T. & Prinz, J. C. (2011). Diagnosing chronic hand eczema by an algorithm: a tool for classification in clinical practice. *Clinical and Experimental Dermatology*, 36(6), 595–601. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2230.2010.04001.x>
- Møllebjerg, A., Palmén, L. G., Gori, K. & Meyer, R. L. (2021). The Bacterial Life Cycle in Textiles is Governed by Fiber Hydrophobicity. *Microbiology Spectrum*, 9(2), e0118521. <https://doi.org/10.1128/Spectrum.01185-21>
- Möller, I. S. (2022, 15. Mai). Hand Slugging: Dieser Beauty-Trick macht trockene Hände über Nacht weich. *Glamour Germany*. Verfügbar unter: <https://www.glamour.de/artikel/hand-slugging-beauty-trick-trockene-haende>. Zugriff: 29.08.2022.
- Möller, M. & Popescu, C. (2009). Natural Fibres. In R. Hofer (Hrsg.), *Sustainable Solutions for Modern Economies* (S. 368–393). Cambridge: Royal Society of Chemistry.
- Mollerup, A., Johansen, J. D. & Thing, L. F. (2013). Knowledge, attitudes and behaviour in everyday life with chronic hand eczema: a qualitative study. *The British Journal of Dermatology*, 169(5), 1056–1065. <https://doi.org/10.1111/bjd.12524>
- Mondal, M. I. H. (Hrsg.). (2021). *Antimicrobial textiles from natural resources* (The Textile Institute book series). Duxford: Woodhead Publishing.
- Mondal, M. I. H., Saha, J. & Rahman, M. A. (2021). Functional Applications of Aloe vera on Textiles: A Review. *Journal of Polymers and the Environment*, 29(4), 993–1009. <https://doi.org/10.1007/s10924-020-01931-4>
- Moock, J. (2015). Prävention und Gesundheitsförderung – Individuell und auf Systemebene. In L. Mülheims, K. Hummel, S. Peters-Lange, E. Toepler & I. Schuhmann (Hrsg.), *Handbuch Sozialversicherungswissenschaft* (S. 343–356). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.
- Moog, P., Schulz, M., Betzl, J., Schmauss, D., Lohmeyer, J. A., Machens, H.-G. et al. (2020). Do your surgical glove characteristics and wearing habits affect your tactile sensibility? *Annals of Medicine and Surgery*, 57, 281–286. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2020.08.002>
- Moore, G., Dunnill, C. W. & Wilson, A. P. R. (2013). The effect of glove material upon the transfer of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* to and from a gloved hand. *American Journal of Infection Control*, 41(1), 19–23. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2012.03.017>
- Morais, D. S., Guedes, R. M. & Lopes, M. A. (2016). Antimicrobial Approaches for Textiles: From Research to Market. *Materials (Basel, Switzerland)*, 9(6), 498–518. <https://doi.org/10.3390/ma9060498>
- Mordasini, D. (2015). PSA aus Sicht der Arbeitnehmenden. In *EKAS Mitteilungsblatt: Persönliche Schutzausrüstung (PSA)* (16-17).
- Moreau, L. & Goossens, A. (2005). Allergic contact dermatitis associated with reactive dyes in a dark garment: a case report. *Contact Dermatitis*, 53(3), 150–154. <https://doi.org/10.1111/j.0105-1873.2005.00663.x>
- Morris, S. (2021). *Umfrage zu Produktunverträglichkeiten auf Wasch-, Reinigungs- und Pflegemittel. Präsentation im Rahmen der Multiplikatorentagung für Akteure des Aktionstages Nachhaltig (Ab-)Waschen 2021*. Verfügbar unter: <https://www.forum-waschen.de/multiplikatorentagung-forum-waschen.html>. Zugriff: 02.02.2022.
- Morrissey, M. P. & Rossi, R. M. (2015). The effect of metallisation, porosity and thickness on the thermal resistance of two-layer fabric assemblies. *Journal of Industrial Textiles*, 44(6), 912–923. <https://doi.org/10.1177/1528083713519665>
- Mortz, C. G., Bindslev-Jensen, C. & Andersen, K. E. (2014). Hand eczema in The Odense Adolescence Cohort Study on Atopic Diseases and Dermatitis (TOACS): prevalence, incidence and risk factors from adolescence to adulthood. *The British Journal of Dermatology*, 171(2), 313–323. <https://doi.org/10.1111/bjd.12963>
- Moschner, C. (2018). Textile Reinraumbekleidung. In L. Gail & U. Gommel (Hrsg.), *Reinraumtechnik* (S. 619–665). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- MöthraTh, C. (2016). *Fünf Tipps zur Behandlung von Dyshidrose*. Verfügbar unter: <https://www.apotheke-adhoc.de/nachrichten/detail/pta-live/chronische-ekzeme-fuenf-tipps-zur-beratung-bei-dyshidrose/>. Zugriff: 22.08.2022.
- Mukhopadhyay, A. & Midha, V. K. (2008a). A Review on Designing the Waterproof Breathable Fabrics Part I: Fundamental Principles and Designing Aspects of Breathable Fabrics. *Journal of Industrial Textiles*, 37(3), 225–262. <https://doi.org/10.1177/1528083707082164>

- Mukhopadhyay, A. & Midha, V. K. (2008b). A Review on Designing the Waterproof Breathable Fabrics Part II: Construction and Suitability of Breathable Fabrics for Different Uses. *Journal of Industrial Textiles*, 38(1), 17–41. <https://doi.org/10.1177/1528083707082166>
- Müller, M., Wulfhorst, B., Breuer, K. & John, S. M. (2009). Schutzhandschuhe für Beschäftigte im metallbearbeitenden Wirtschaftszweig unter besonderer Berücksichtigung von Sensibilisierungen gegenüber Thiuramen, Dithiocarbamaten und/oder Mercaptobenzothiazolen. *Dermatologie in Beruf und Umwelt*, 57(10), 148–157. <https://doi.org/10.5414/DBP57148>
- Muralidhar, A. & Bishu, R. R. (1994). Glove Evaluation: A Lesson from Impaired Hand Testing. In F. Aghazadeh (Hrsg.), *Proceedings of the Annual International Industrial Ergonomics and Safety Conference held in San Antonio, Texas, USA, 7 - 10 June 1994. The official conference of the International Foundation for Industrial Ergonomics and Safety Research* (Bd. 6, S. 619–625). London: Taylor & Francis.
- Murota, H., Yamaga, K., Ono, E., Murayama, N., Yokozeki, H. & Katayama, I. (2019). Why does sweat lead to the development of itch in atopic dermatitis? *Experimental Dermatology*, 28(12), 1416–1421. <https://doi.org/10.1111/exd.13981>
- Mygind, K., Borg, V., Flyvholm, M.-A., Sell, L. & Jepsen, K. F. (2006). A study of the implementation process of an intervention to prevent work-related skin problems in wet-work occupations. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 79(1), 66–74. <https://doi.org/10.1007/s00420-005-0016-0>
- Mylon, P., Lewis, R., Carré, M. J. & Martin, N. (2014). A critical review of glove and hand research with regard to medical glove design. *Ergonomics*, 57(1), 116–129. <https://doi.org/10.1080/00140139.2013.853104>
- Mylon, P., Lewis, R., Carré, M. J., Martin, N. & Brown, S. (2014). A study of clinicians' views on medical gloves and their effect on manual performance. *American Journal of Infection Control*, 42(1), 48–54. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2013.07.009>

N

- Nadler, S. (2021). Optimaler Schutz für die Hände. *JuKiP: Ihr Fachmagazin für Gesundheits- und Kinderkrankenpflege*, 10(03), 96–99. <https://doi.org/10.1055/a-1468-0485>
- Nasir, S. H., Troynikov, O. & Massy-Westropp, N. (2014). Therapy gloves for patients with rheumatoid arthritis: a review. *Therapeutic Advances in Musculoskeletal Disease*, 6(6), 226–237. <https://doi.org/10.1177/1759720X14557474>
- National Eczema Association (NEA). (2021). *Wet Wrap Therapy For Eczema*. Verfügbar unter: <https://nationaleczema.org/eczema/treatment/wet-wrap-therapy/>. Zugriff: 18.11.2021.
- National Eczema Association (NEA). (2021a). *Hand Eczema*. Verfügbar unter: <https://nationaleczema.org/eczema/types-of-eczema/hand-eczema/>. Zugriff: 18.11.2021.
- National Eczema Association. (2021b). *Protecting Hands at Home*. Verfügbar unter: <https://nationaleczema.org/protecting-your-hands-at-home/>. Zugriff: 18.11.2021.
- National Fire Protection Association (NFPA). (2006). *NFPA's illustrated dictionary of fire service terms*. Sudbury, Mass.: Jones and Bartlett Publishers.
- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). (1978). *Criteria for a recommended standard: Occupational exposure to nitroglycerin and ethylene glycol dinitrate. DHHS (NIOSH) Publication No. 78-167*. U.S. Department of Health, Education, and Welfare, Public Health Service, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health. <https://doi.org/10.26616/NIOSH PUB78167>
- National Standards Authority of Ireland (NSAI). (2009). *Textiles - Cosmetotextiles. Standard Recommendation S.R. CEN/TR 15917:2009*.
- NatraCure®. (2022). *Moisturizing Gloves for Dry Hands (Black) – NatraCure*. Verfügbar unter: <https://natracure.com/products/black-gel-moisturizing-gloves>. Zugriff: 07.12.2022.
- Nawab, Y. & Ahmad, S. (2020). Introduction. In S. Ahmad, A. Rasheed & Y. Nawab (Hrsg.), *Fibers for Technical Textiles* (Topics in Mining, Metallurgy and Materials Engineering, S. 1–20). Cham: Springer International Publishing.
- Nayak, L. & Mishra, S. P. (2016). Prospect of bamboo as a renewable textile fiber, historical overview, labeling, controversies and regulation. *Fashion and Textiles*, 3(2). <https://doi.org/10.1186/s40691-015-0054-5>
- Nedorost, S. T. & Hammond, M. (2020). Art of prevention: Allergic sensitization through damaged skin: Atopic, occupational, and stasis dermatitis. *International Journal of Women's Dermatology*, 6(5), 381–383. <https://doi.org/10.1016/j.ijwd.2020.08.004>
- Nedorost, S. T. (2023). Challenges in Textile Contact Dermatitis. *Current Dermatology Reports*, 12(1), 1–7. <https://doi.org/10.1007/s13671-023-00383-y>
- Nedorost, S. T., Kessler, M. & McCormick, T. S. (2007). Allergens retained in clothing. *Dermatitis: Contact, Atopic, Occupational, Drug*, 18(4), 212–214. <https://doi.org/10.2310/6620.2007.06052>
- Nelson, D. I. & Phalen, R. N. (2022). Review of the Performance, Selection, and Use of Gloves for Chemical Protection. *ACS Chemical Health & Safety*, 29(1), 39–48. <https://doi.org/10.1021/acs.chas.1c00084>

- Nesswetha, W. (1970). Untersuchungen zur Psychophysiologie der Arbeitskleidung als Beitrag zur Methodik von Tra-geversuchen. *Lenzinger Berichte*, (30), 113–120. Verfügbar unter: <https://www.lenzing.com/de/downloadcenter/filter1/forschung-entwicklung/filter3/1970>. Zugriff: 27.06.2023.
- Nettis, E., Colanardi, M. C. & Ferrannini, A. (2004). Type I latex allergy in health care workers with latex-induced contact urticaria syndrome: a follow-up study. *Allergy*, 59(7), 718–723. <https://doi.org/10.1111/j.1398-9995.2004.00490.x>
- Neuhaus, K., Klar, A. S., Mirtschink, S., Schlüer, A.-B. & Schiestl, C. (2017). Wundheilung und Wundmanagement. In C. Schiestl, G. B. Stark, Y. Lenz & K. Neuhaus (Hrsg.), *Plastische Chirurgie bei Kindern und Jugendlichen* (S. 127–147). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Nicholson, P. J. & Llewellyn, D. (2010). *Occupational contact dermatitis & urticaria. Guideline*. Verfügbar unter: <https://www.bohrf.org.uk/occupational-dermatitis/>. Zugriff: 05.10.2021.
- Nicholson, P. J., Llewellyn, D. & English, J. S. (2010). Evidence-based guidelines for the prevention, identification and management of occupational contact dermatitis and urticaria. *Contact Dermatitis*, 63(4), 177–186. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.2010.01763.x>
- Nicolai, S., Pirow, R. & Luch, A. (2020). Ohne Chemikalien keine Textilien. No textiles without chemicals. *Umwelt und Mensch + Informationsdienst*, (2), 7–15. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/umid-022020+>. Zugriff: 28.02.2023.
- Nicolai, S., Tralau, T., Luch, A. & Pirow, R. (2021). A scientific review of colorful textiles. *Journal of Consumer Protection and Food Safety*, 16(1), 5–17. <https://doi.org/10.1007/s00003-020-01301-1>
- Niedersächsisches Landesgesundheitsamt (NLGA). (2022). *Informationsschriften für Hygienebeauftragte in Alten- und Pflegeeinrichtungen*. Verfügbar unter: <https://www.nlga.niedersachsen.de/hyg-alten-pflegeheime/informationsschriften-202065.html>. Zugriff: 14.02.2023.
- Niedner, R. (2008). Berufliche Belastung der Haut: Beispiel Hände. *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz*, 51(3), 334–339. <https://doi.org/10.1007/s00103-008-0464-2>
- Nikle, A. B., Liou, Y. L., Ericson, M. E. & Warshaw, E. M. (2019). Formaldehyde Release From Clothing and Upholstery Fabrics Using the Chromotropic Acid Method. *Dermatitis: Contact, Atopic, Occupational, Drug*, 30(4), 255–258. <https://doi.org/10.1097/DER.0000000000000460>
- Nixon, R. L. & Moyle Mignon. (2007). Occupational contact dermatitis - suspect it, treat it, and refer if persistent. *Modern Medicine*, 32(11), 18–28. Verfügbar unter: https://journals.co.za/doi/10.10520/AJA02599333_2740.
- Nixon, R. L., Roberts, H., Frowen, K. & Sim, M. (2006). Knowledge of skin hazards and the use of gloves by Australian hairdressing students and practising hairdressers. *Contact Dermatitis*, 54(2), 112–116. <https://doi.org/10.1111/j.0105-1873.2006.00790.x>
- Noble Biomaterials, Inc. (2023a). *Electrostatic Discharge (ESD) Solutions - Noble*. Verfügbar unter: <https://noblebiomaterials.com/x-static/>. Zugriff: 28.02.2023.
- Noble Biomaterials, Inc. (2023b). *Ionic+® - Noble*. Verfügbar unter: <https://noblebiomaterials.com/ionic-plus/>. Zugriff: 28.02.2023.
- Noetel, K. H. (1999a). Defizite der ergonomischen Gestaltung als Ursache des Nichtbenutzens von PSA ... aus Sicht der Benutzer. In Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG) (Hrsg.), *Erhöhte Akzeptanz von Persönlichen Schutzausrüstungen (PSA) durch ergonomische Gestaltung - BIA-Symposium (BIA-Report 2/99)* (S. 41–54). Druck Center Meckenheim: Sankt Augustin.
- Noetel, K. H. (1999b). Schlußfolgerungen aus Vorträgen und Diskussionen für die verbesserte ergonomische Gestaltung von PSA. aus der Sicht des CEN/TC 160 "Absturzschutz" und des CEN/TC "Schutzkleidung. In Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG) (Hrsg.), *Erhöhte Akzeptanz von Persönlichen Schutzausrüstungen (PSA) durch ergonomische Gestaltung - BIA-Symposium (BIA-Report 2/99)* (S. 161–165). Druck Center Meckenheim: Sankt Augustin.
- Nørreslet, L. B., Edslev, S. M., Flachs, E. M., Ebbehøj, N. E., Andersen, P. S. & Agner, T. (2021). Wearing Occlusive Gloves Increases the Density of Staphylococcus aureus in Patients with Hand Eczema. *Acta Dermato-Venereologica*, 101(8), adv00515. <https://doi.org/10.2340/00015555-3866>
- Novick, R. M., Nelson, M. L., McKinley, M. A., Anderson, G. L. & Keenan, J. J. (2013). The effect of clothing care activities on textile formaldehyde content. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part a*, 76(14), 883–893. <https://doi.org/10.1080/15287394.2013.821439>
- Nowicki, R. J., Trzeciak, M., Kaczmarski, M., Wilkowska, A., Czarnecka-Operacz, M., Kowalewski, C. et al. (2020). Atopic dermatitis. Interdisciplinary diagnostic and therapeutic recommendations of the Polish Dermatological Society, Polish Society of Allergy, Polish Pediatric Society and Polish Society of Family Medicine. Part I. Prophylaxis, topical treatment and phototherapy. *Advances in Dermatology and Allergology*, 37(1), 1–10. <https://doi.org/10.5114/ada.2020.93423>
- Nuutila, K. & Eriksson, E. (2021). Moist Wound Healing with Commonly Available Dressings. *Advances in Wound Care*, 10(12), 685–698. <https://doi.org/10.1089/wound.2020.1232>

O

- Obendorf, S. K., Dixit, V. & Woo, D. J. (2009). Microscopy Study of Distribution of Laundry Fabric Softener on Cotton Fabric. *Journal of Surfactants and Detergents*, 12(3), 225–230. <https://doi.org/10.1007/s11743-009-1115-9>
- Occupational Health & Safety. (2016). More Than Barrier Protection, Single-Use Gloves Manage Skin Health. *Occupational Health & Safety*. Verfügbar unter: <https://ohsonline.com/Articles/2016/08/01/Single-Use-Gloves-Manage-Skin-Health.aspx>. Zugriff: 28.07.2022.
- Occupational Health & Safety. (2017a). The Real Cost of Sweaty Gloves - It's Not Just About Comfort. *Occupational Health & Safety*. Verfügbar unter: <https://ohsonline.com/Articles/2017/11/01/The-Real-Cost-of-Sweaty-Gloves.aspx?Page=1>. Zugriff: 28.07.2022.
- Occupational Health & Safety. (2017b). Understanding the Modern Single Use Glove. *Occupational Health & Safety*. Verfügbar unter: <https://ohsonline.com/Articles/2017/04/01/Understanding-the-Modern-Single-Use-Glove.aspx?Page=1>. Zugriff: 28.07.2022.
- Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (2004). *OSHA 3151-12R: Personal Protective Equipment*. Verfügbar unter: <https://www.hSDL.org/?abstract&did=451499>. 09.06.2021
- Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (2008). *SHIB 01-28-2008: Potential for Sensitization and Possible Allergic Reaction To Natural Rubber Latex Gloves and other Natural Rubber Products.*, Occupational Safety and Health Administration. Verfügbar unter: <https://www.osha.gov/shib#P>. Zugriff: 06.05.2021.
- Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (2016). *OSHWiki. Occupational safety and health risk assessment methodologies*. Verfügbar unter: https://oshwiki.eu/wiki/Occupational_safety_and_health_risk_assessment_methodologies. Zugriff: 06.05.2021.
- OEKO-TEX Service GmbH. (2021). *STANDARD 100 by OEKO-TEX®*. Verfügbar unter: <https://www.oeko-tex.com/de/unserere-standards/standard-100-by-oeko-tex>. Zugriff: 06.05.2021.
- Ofenloch, R. F. & Weisshaar, E. (2019). Epidemiologie des Handekzems in Deutschland: Ein Rückblick auf die letzten 10 Jahre Handekzemforschung in Deutschland. *Der Hautarzt*, 70(10), 766–772. <https://doi.org/10.1007/s00105-019-4456-y>
- Office of the Federal Register, National Archives and Records Administration. Federal Register Volume 10, Issue 116 (June 12, 1945). Zugriff: 29.10.2021. Verfügbar unter: <https://www.govinfo.gov/app/details/FR-1945-06-12>.
- Office of the Federal Register, National Archives and Records Administration. Federal Register Volume 62, Issue 174 (September 9, 1997). 62 FR 47544 - Pesticide Worker Protection Standard; Glove Requirements. Proposed Rules. Zugriff: 10.05.2021. Verfügbar unter: <https://www.govinfo.gov/app/details/FR-1997-09-09/97-23833>.
- Office of the Federal Register, National Archives and Records Administration. Federal Register Volume 69, Issue 169 (September 1, 2004). 69 FR 53341 - Pesticide Worker Protection Standard; Glove Liners, and Chemical-Resistant Glove Requirements for Agricultural Pilots. Zugriff: 10.05.2021. Verfügbar unter: <https://www.govinfo.gov/app/details/FR-2004-09-01/04-19923>.
- Okamoto, S., Nagano, H. & Yamada, Y. (2013). Psychophysical dimensions of tactile perception of textures. *IEEE Transactions on Haptics*, 6(1), 81–93. <https://doi.org/10.1109/TOH.2012.32>
- Oldenroth, O. (1967). *Untersuchungen über die Hautfettaufnahme und -auswaschbarkeit sowie Vergilbungserscheinungen durch Resthautfettanteile an Unterwäsche aus Baumwoll-, Polyamid-, Polyester- und Polyacrylnitrilfasern* (Forschungsberichte des Landes Nordrhein-Westfalen, Bd. 1822). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Oltmanns, J., Kaiser, E., Heine, K., Schneider, K., Hesse, S. & Hahn, S. (2016). *Effectiveness of personal protective equipment against dermal exposure - a comparative survey*. <https://doi.org/10.21934/BAUA:BERICHT20161101>
- O'Mahony, M. (2011). *Advanced textiles for health and wellbeing*. London: Thames & Hudson.
- Omollo Oduor, E., Wanjiru Ciera, L. & Kamalha, E. (2021). Applications of Silk in Biomedical and Healthcare Textiles. In B. Kumar (Hrsg.), *Textiles for Functional Applications*. IntechOpen.
- Öner, E., Atasağun, H. G., Okur, A., Beden, A. R. & Durur, G. (2013). Evaluation of moisture management properties on knitted fabrics. *Journal of the Textile Institute*, 104(7), 699–707. <https://doi.org/10.1080/00405000.2012.752895>
- Ontario Agency for Health Protection and Promotion (Public Health Ontario, PHO). (2019). *Recommendations for the Prevention, Detection and Management of Occupational Contact Dermatitis in Health Care Settings*. Verfügbar unter: <https://www.publichealthontario.ca/en/health-topics/infection-prevention-control/dermatitis>. Zugriff: 06.05.2021.
- Oosterhaven, J. A. F., Uter, W., Aberer, W., Armario-Hita, J. C., Ballmer-Weber, B. K., Bauer, A. et al. (2019). European Surveillance System on Contact Allergies (ESSCA): Contact allergies in relation to body sites in patients with allergic contact dermatitis. *Contact Dermatitis*, 80(5), 263–272. <https://doi.org/10.1111/cod.13192>
- Oreskov, K. W., Sjøsted, H. & Johansen, J. D. (2015). Glove use among hairdressers: difficulties in the correct use of gloves among hairdressers and the effect of education. *Contact Dermatitis*, 72(6), 362–366. <https://doi.org/10.1111/cod.12336>

- Overcash, M. (2012). A comparison of reusable and disposable perioperative textiles: sustainability state-of-the-art 2012. *Anesthesia and Analgesia*, 114(5), 1055–1066. <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e31824d9cc3>
- Overy, R. J. (2016). Strategic Sea Power And Airpower. In C. J. Rogers, T. Seidule, S. R. Waddell & H. Kissinger (Hrsg.), *The West Point History of World War II* (Bd. 3, 2, S. 45–96). New York: Simon & Schuster.
- Owen, R. (2020). *The Australian beekeeping manual* (2. Aufl.). Gosford, New South Wales: Exisle Publishing.
- Özek, H. Z. (2018). Development of waterproof breathable coatings and laminates. In *Waterproof and Water Repellent Textiles and Clothing* (S. 25–72). Duxford, United Kingdom: Woodhead Publishing.

P

- Pac, M. J., Bueno, M.-A., Renner, M. & El Kasmi, S. (2001). Warm-Cool Feeling Relative to Tribological Properties of Fabrics. *Textile Research Journal*, 71(9), 806–812. <https://doi.org/10.1177/004051750107100910>
- Packham, C. (2006). Gloves as chemical protection - can they really work? *The Annals of Occupational Hygiene*, 50(6), 545–548. <https://doi.org/10.1093/annhyg/mel033>
- Packham, C. (2020). Gloves and the Skin. *Health & Safety International*. Zugriff: 29.08.2022. Verfügbar unter: <https://www.hsimagazine.com/article/gloves-and-the-skin/>.
- Packham, C. L. & Packham, H. E. (2004). Practical Considerations When Selecting and Using Gloves for Chemical Protection in a Workplace. In J. E. Wahlberg, A. Boman, T. Estlander & H. I. Maibach (Hrsg.), *Protective Gloves for Occupational Use* (2. Aufl., S. 255–286). Boca Raton, Fla. [u.a.]: CRC Press.
- Painter, C. J. (1996). Waterproof, Breathable Fabric Laminates: A Perspective from Film to Market Place. *Journal of Coated Fabrics*, 26(2), 107–130. <https://doi.org/10.1177/152808379602600202>
- Pal, A., Tripathi, Y. C., Kumar, R. & Upadhyay, L. (2016). Antibacterial Efficacy of Natural Dye from *Melia composita* Leaves and Its Application in Sanitized and Protective Textiles. *Journal of Pharmacy Research*, 10(4), 154–159.
- Pariikh, D., Dhar, S., Srinivas, S., Rammooorthy, R., Sarkar, R., Inamadhar, A. C. et al. (2017). Treatment guidelines for atopic dermatitis by Indian Society for Pediatric Dermatology task force 2016 - Part-2: Topical therapies in atopic dermatitis. *Indian Journal of Paediatric Dermatology*, 18(4), 274. https://doi.org/10.4103/ijpd.IJPD_99_17
- Park, C. H., Chung, S. E. & Yun, C. S. (2007). Effect of drying condition on the electrostatic characteristics of the laundry. *Fibers and Polymers*, 8(4), 432–437. <https://doi.org/10.1007/BF02875834>
- Parmar, M. S., Sisodia, N. & Singh, M. (2019). Development of a Smoothness Tester for Fabrics. In A. Majumdar, D. Gupta & S. Gupta (Hrsg.), *Functional Textiles and Clothing* (S. 307–319). Singapore: Springer-Verlag.
- Passlov, H. M., Pontén, A., Björk, J., Rosén, B., Bruze, M., Svedman, C. et al. (2020). Hand strength and dexterity in individuals with hand eczema. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 34(12), 2856–2862. <https://doi.org/10.1111/jdv.16401>
- Pastors, S. & Scholz, U. (2018). Phase 7: Ideen umsetzen und Markteinführung vorbereiten. In U. Scholz, S. Pastors, J. H. Becker, D. Hofmann & R. van Dun (Hrsg.), *Praxishandbuch nachhaltige Produktentwicklung. Ein Leitfaden mit Tipps zur Entwicklung und Vermarktung nachhaltiger Produkte* (S. 207–227). Berlin: Springer Gabler Verlag.
- Peinemann, K.-V. & Pereira Nunes, S. (2006). Polymermembranen. In K. Ohlrogge & K. Ebert (Hrsg.), *Membranen* (S. 1–21). Weinheim, FRG: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Peiss, C. N. & Randall, W. C. (1957). The effect of vapor impermeable gloves on evaporation and sweat suppression in the hand. *Journal of Investigative Dermatology*, 28(6), 443–448. <https://doi.org/10.1038/jid.1957.58>
- Periolatto, M., Ferrero, F., Vineis, C., Varesano, A. & Gozzelino, G. (2017). Novel Antimicrobial Agents and Processes for Textile Applications. In R. N. Kumavath (Hrsg.), *Antibacterial Agents* (ebook). IntechOpen.
- Periyasamy, A. P. & Militky, J. (2020). Sustainability in Regenerated Textile Fibers. In S. S. Muthu & M. A. Gardetti (Hrsg.), *Sustainability in the Textile and Apparel Industries* (S. 63–95). Cham: Springer International Publishing.
- Perma Blend. (2022). *Elephant - Premium Handschuhe mit Lanolind Innenbeschichtung*. Verfügbar unter: <https://www.permablend.de/elephant-premium-handschuhe-mit-lanolind-innenbeschichtung-100-stck.-schwarz>. Zugriff: 07.12.2022.
- Perry, A. D. & Trafeli, J. P. (2009). Hand dermatitis: review of etiology, diagnosis, and treatment. *Journal of the American Board of Family Medicine*, 22(3), 325–330. <https://doi.org/10.3122/jabfm.2009.03.080118>
- Pesonen, M., Jolanki, R., Larese Filon, F., Wilkinson, M., Kręćisz, B., Kieć-Świerczyńska, M. et al. (2015). Patch test results of the European baseline series among patients with occupational contact dermatitis across Europe - analyses of the European Surveillance System on Contact Allergy network, 2002-2010. *Contact Dermatitis*, 72(3), 154–163. <https://doi.org/10.1111/cod.12333>
- Pförsch, W. A. & Müller, I. (2006). *Die Marke in der Marke. Bedeutung und Macht des Ingredient Branding*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Phalen, R. N., Patterson, J., Cuadros Olave, J., Mansfield, S. A., Shless, J. S., Crider, Y. S. et al. (2022). Evaluation of the effects of repeated disinfection on medical exam gloves: Part 2. Changes in mechanical properties. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 19(2), 111–121. <https://doi.org/10.1080/15459624.2021.2015073>
- Phillips, N. & Hornacky, A. (2020). *Berry & kohn's operating room technique* (14. Aufl.). St. Louis: Elsevier.

- Piérard, G. E., Arrese, J. E., Dowlati, A., Daskaleros, P. A. & Rodríguez, C. (1994). Effects of softened and unsoftened fabrics on infant skin. *International Journal of Dermatology*, 33(2), 138–141. <https://doi.org/10.1111/j.1365-4362.1994.tb01547.x>
- Piérard, G. E., Arrese, J. E., Rodríguez, C. & Daskaleros, P. A. (1994). Effects of softened and unsoftened fabrics on sensitive skin. *Contact Dermatitis*, 30(5), 286–291. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.1994.tb00600.x>
- Pinnagoda, J., Tupker, R. A., Agner, T. & Serup, J. (1990). Guidelines for transepidermal water loss (TEWL) measurement. A report from the Standardization Group of the European Society of Contact Dermatitis. *Contact Dermatitis*, 22(3), 164–178. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.1990.tb01553.x>
- Platzek, T., Wannack, T., Stahlmann, R., Riecke, K., Lang, C. & Höcker, H. (2001). Textilfarbstoffe - Regulation und experimentelle Studien. *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz*, 44(7), 695–704. <https://doi.org/10.1007/s001030100203>
- Pleschka, S. (2022). Textilien in der Kritik. *ALLERGIE konkret*, (2), 10–12.
- Pluut, O. A., Bianco, C., Jakasa, I., Visser, M. J., Krystek, P., Larese Filon, F. et al. (2015). Percutaneous penetration of silver from a silver containing garment in healthy volunteers and patients with atopic dermatitis. *Toxicology Letters*, 235(2), 116–122. <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2015.03.014>
- Poh, G. K. X., Chew, I. M. L. & Tan, J. (2019). Life Cycle Optimization for Synthetic Rubber Glove Manufacturing. *Chemical Engineering & Technology*, 42(9), 1771–1779. <https://doi.org/10.1002/ceat.201800476>
- Pohrt, U. (2006). *Hauterkrankungen und Hautschutz im Gesundheitsdienst (Erstveröffentlichung 09/2006, Stand 01/2010)* (Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW), Hrsg.).
- Pohrt, U. (2007). Skin protection training. The route to practical applications. In S. Schliemann & P. Elsner (Hrsg.), *Skin Protection* (Bd. 34, S. 161–170). S. Karger AG.
- Polanz, O. (2013). Aus der Arbeit des Fachbereiches Persönliche Schutzausrüstungen (PSA): PSA: Sicherheit beginnt beim Einkauf. *sicher ist sicher - Arbeitsschutz aktuell*, (9), 434–436. <https://doi.org/10.37307/j.2199-7349.2013.09.12>
- Polanz, O. (2021). *Arbeitsschutz - Welche Rolle spielt er wirklich? Experteninterview mit Dr. Oliver Polanz von Munk Günzburger Steigtechnik*. Verfügbar unter: <https://www.instandhaltung.de/praxisanwendung/arbeitsschutz-welche-rolle-spielt-er-wirklich-117.html>. Zugriff: 10.11.2022.
- Politiek, K., Oosterhaven, J. A. F., Vermeulen, K. & Schuttelaar, M. L. A. (2016). Systematic review of cost-of-illness studies in hand eczema. *Contact Dermatitis*, 75(2), 67–76. <https://doi.org/10.1111/cod.12903>
- Pontén, A. & Dubnika, I. (2009). Delayed reactions to reusable protective gloves. *Contact Dermatitis*, 60(4), 227–229. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.2009.01510.x>
- Pontén, A. (2006). Formaldehyde in reusable protective gloves. *Contact Dermatitis*, 54(5), 268–271. <https://doi.org/10.1111/j.0105-1873.2006.00820.x>
- Popadić, S., Gajić-Veljić, M., Prčić, S., Mijušković, Ž., Jovanović, D., Kandolf-Sekulović, L. et al. (2016). National Guidelines for the Treatment of Atopic Dermatitis. *Serbian Journal of Dermatology and Venereology*, 8(3), 129–153. <https://doi.org/10.1515/sjdv-2016-0012>
- Popp, W. & Zastrow, K.-D. (2011). *Infektionserreger in Wäsche*. Verfügbar unter: <https://www.krankenhausthygiene.de/informationen/hygiene-tipp/hygienetipp2011/334>. Zugriff: 01.04.2022.
- Prakash, C., Ramakrishnan, G. & Koushik, C. V. (2012). A study of the thermal properties of single jersey fabrics of cotton, bamboo and cotton/bamboo blended-yarn vis-a-vis bamboo fibre presence and yarn count. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 110(3), 1173–1177. <https://doi.org/10.1007/s10973-011-2066-8>
- Prakash, C., Ramakrishnan, G. & Koushik, C. V. (2013a). Effect of blend proportion on moisture management characteristics of bamboo/cotton knitted fabrics. *Journal of the Textile Institute*, 104(12), 1320–1326. <https://doi.org/10.1080/00405000.2013.800378>
- Prakash, C., Ramakrishnan, G. & Koushik, C. V. (2013b). A study of the thermal properties of bamboo knitted fabrics. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 111(1), 101–105. <https://doi.org/10.1007/s10973-011-2166-5>
- Preece, D., Hong Ng, T., Tong, H. K., Lewis, R. & Carré, M. J. (2021). The effects of chlorination, thickness, and moisture on glove donning efficiency. *Ergonomics*, 64(9), 1205–1216. <https://doi.org/10.1080/00140139.2021.1907452>
- Preece, D., Lewis, R. & Carré, M. J. (2020). Efficiency of Donning and Doffing Medical Examination Gloves. *International Journal of Ergonomics (IJEG)*, 10(1), 1–7.
- PrescQIPP C.I.C. (2017). *Bulletin 160: Silk and antimicrobial garments*. Verfügbar unter: <https://www.prescqipp.info/our-resources/bulletins/bulletin-160-silk-and-antimicrobial-garments>. Zugriff: 28.02.2023.
- Prior, Y., Bartley, C., Adams, J., Firth, J., Culley, J., O'Neill, T. W. et al. (2022). Does wearing arthritis gloves help with hand pain and function? A qualitative study into patients' views and experiences. *Rheumatology Advances in Practice*, 6(1), rkac007. <https://doi.org/10.1093/rap/rkac007>
- Proksch, E. & Brasch, J. (2021). Role of the Permeability Barrier in Contact Dermatitis. In J. D. Johansen, V. Mahler, J.-P. Lepoittevin & P. J. Frosch (Hrsg.), *Contact Dermatitis* (S. 139–156). Cham: Springer International Publishing.

- Proksch, E. & Weidinger, S. (2011). Neue Erkenntnisse zur Pathogenese der empfindlichen Haut. *Der Hautarzt*, 62(12), 900–905. <https://doi.org/10.1007/s00105-011-2209-7>
- Proksch, E., Dähnhardt, D., S, D.-P. & Foelster-Holst, R. (2016). Epidermale Barrierestörung bei Dermatosen. *Der Hautarzt*, 67(11), 907–921. <https://doi.org/10.1007/s00105-016-3883-2>
- Proksch, E., Feingold, K. R., Man, M.-Q. & Elias, P. M. (1991). Barrier function regulates epidermal DNA synthesis. *The Journal of Clinical Investigation*, 87(5), 1668–1673. <https://doi.org/10.1172/JCI115183>
- Proksch, E., Holleran, W. M., Menon, G. K., Elias, P. M. & Feingold, K. R. (1993). Barrier function regulates epidermal lipid and DNA synthesis. *The British Journal of Dermatology*, 128(5), 473–482. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.1993.tb00222.x>
- Proksch, E., Schnuch, A. & Uter, W. (2009). Presumptive frequency of, and review of reports on, allergies to household gloves. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 23(4), 388–393. <https://doi.org/10.1111/j.1468-3083.2008.03061.x>
- Putnam, A. R., Willis, M. D., Binning, L. K. & Boldt, P. F. (1983). Exposure of pesticide applicators to nitrofen: influence of formulation, handling systems, and protective garments. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 31(3), 645–650. <https://doi.org/10.1021/jf00117a042>
- Pyle, V. (2005). *Vera Pyle's current medical terminology* (10. Aufl.). Modesto, Calif.: Health Professions Institute.

Q

- Qassem, M. & Kyriacou, P. A. (2014). Effectiveness of the DreamSkin® garment on relieving symptoms of eczema/dermatitis using electrical and spectroscopic methods: A case study. *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 2014*, 3723–3726. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2014.6944432>
- Qin, R. & Lampel, H. P. (2015). Review of Occupational Contact Dermatitis—Top Allergens, Best Avoidance Measures. *Current Treatment Options in Allergy*, 2(4), 349–364. <https://doi.org/10.1007/s40521-015-0063-z>
- Qin, Y. (2016). An overview of medical textile products. In Y. Qin (Hrsg.), *Medical textile materials* (Nr. 174, S. 13–22). Amsterdam: Woodhead Publishing.
- Quednau, W. (2022). Gesetzliche Anforderungen an PSA aus dem Blickwinkel der Nachhaltigkeit. *Sicherheitsingenieur*. Verfügbar unter: <https://www.sifa-sibe.de/sicherheitsingenieur/nachhaltige-schutztausruestung/>. Zugriff: 21.04.2023.
- Queen, D., Gaylor, J., Evans, J., Courtney, J. & Reid, W. (1987). The preclinical evaluation of the water vapour transmission rate through burn wound dressings. *Biomaterials*, 8(5), 367–371. [https://doi.org/10.1016/0142-9612\(87\)90007-x](https://doi.org/10.1016/0142-9612(87)90007-x)

R

- Raab, G., Unger, A. & Unger, F. (2009). Anwendungsbeispiele im Marketing. In G. Raab, A. Unger & F. Unger (Hrsg.), *Methoden der Marketing-Forschung. Grundlagen und Praxisbeispiele* (2., überarb. Aufl., S. 289–446). Wiesbaden: Springer Gabler Verlag.
- Raab, W. (2012). *Pflegekosmetik* (5. Aufl.). Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart.
- Rabe, E., Foeldi, E., Gerlach, H., Jünger, M., Lulay, G., Miller, A. et al. (2021). Medical Compression Therapy of the Extremities with medical Compression Stockings (MCS), phlebological Compression Bandages (PCB), and medical adaptive Compression Systems (MAC) S2k Guideline of the German Phlebology Society (DGP) in Cooperation with the following Professional Associations: DDG, DGA, DGG, GDL, DGL, BVP. *Der Hautarzt*, 72(2), 137–152. <https://doi.org/10.1007/s00105-020-04734-9>
- Raccuglia, M., Pistak, K., Heyde, C., Qu, J., Mao, N., Hodder, S. et al. (2018). Human wetness perception of fabrics under dynamic skin contact. *Textile Research Journal*, 88(19), 2155–2168. <https://doi.org/10.1177/0040517517716905>
- Raetsch, I. (2012). *Bekleidung. Das Wissensbuch* (2. Aufl.). Frankfurt a. M.: Mediadidact.
- Ragamin, A., Fieten, K. B., Tupker, R. A., Wit, J. de, van Mierlo, M. M. F., Jansen, M. S. et al. (2021). The effectiveness of antibacterial therapeutic clothing based on silver or chitosan as compared with non-antibacterial therapeutic clothing in patients with moderate to severe atopic dermatitis (ABC trial): study protocol for a pragmatic randomized controlled trial. *Trials*, 22(1), 902. <https://doi.org/10.1186/s13063-021-05836-y>
- Raj, S. & Sreenivasan, S. (2009). Total Wear Comfort Index as an Objective Parameter for Characterization of Overall Wearability of Cotton Fabrics. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 4(4), 155892500900400. <https://doi.org/10.1177/155892500900400406>
- Rajagopalan, M., De, A., Godse, K., Krupa Shankar, D. S., Zawar, V., Sharma, N. et al. (2019). Guidelines on Management of Atopic Dermatitis in India: An Evidence-Based Review and an Expert Consensus. *Indian Journal of Dermatology, Venereology and Leprology*, 64(3), 166–181. https://doi.org/10.4103/ijd.IJD_683_18
- Rajan-Sithamparanadarajah, R., Roff, M., Delgado, P., Eriksson, K., Fransman, W., Gijsbers, J. H. J. et al. (2004). Patterns of dermal exposure to hazardous substances in European union workplaces. *The Annals of Occupational Hygiene*, 48(3), 285–297. <https://doi.org/10.1093/annhyg/meh025>

- Ramalho, A., Szekeres, P. & Fernandes, E. (2013). Friction and tactile perception of textile fabrics. *Tribology International*, 63, 29–33. <https://doi.org/10.1016/j.triboint.2012.08.018>
- Ramkumar, S. S., Purushothaman, A., Hake, K. D. & McAlister, D. D. (2007). Relationship between Cotton Varieties and Moisture Vapor Transport of Knitted Fabrics. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 2(4), 155892500700200. <https://doi.org/10.1177/155892500700200403>
- Ramos Pinheiro, R., Borges, A. S. & Brasileiro, A. (2018). Textile allergic contact dermatitis caused by occupational exposure-An overlooked condition. *Contact Dermatitis*, 79(5), 323–324. <https://doi.org/10.1111/cod.13080>
- Ramsing, D. W. & Agner, T. (1996a). Effect of glove occlusion on human skin (II). Long-term experimental exposure. *Contact Dermatitis*, 34(4), 258–262. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.1996.tb02196.x>
- Ramsing, D. W. & Agner, T. (1996b). Effect of glove occlusion on human skin. (I). short-term experimental exposure. *Contact Dermatitis*, 34(1), 1–5. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.1996.tb02102.x>
- Rasheed, A. (2020). Classification of Technical Textiles. In S. Ahmad, A. Rasheed & Y. Nawab (Hrsg.), *Fibers for Technical Textiles* (S. 49–64). Cham: Springer International Publishing.
- Rath, H. (1963). *Lehrbuch der Textilchemie. Einschl. der textilchemischen Technologie* (2., neubearb. Aufl.). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Rath, H. (1972). *Lehrbuch der Textilchemie*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Rawson, B. V., Cocker, J., Evans, P. G., Wheeler, J. P. & Akkrill, P. M. (2005). Internal contamination of gloves: routes and consequences. *The Annals of Occupational Hygiene*, 49(6), 535–541. <https://doi.org/10.1093/annhyg/mei015>
- Raza, Z. A., Taqi, M. & Tariq, M. R. (2022). Antibacterial agents applied as antivirals in textile-based PPE: a narrative review. *Journal of the Textile Institute*, 113(3), 515–526. <https://doi.org/10.1080/00405000.2021.1889166>
- Rechtsteiner, A. (2016). Prüfung und Zertifizierung von Textilien, Bekleidung und PSA. *Betriebliche Prävention*, (9), 318–322. <https://doi.org/10.37307/j.2365-7634.2016.09.05>
- Rechtsteiner, A. (2019). Richtige Auswahl und Einkauf von PSA. *Sicherheitsingenieur*, (0), 40–41.
- Reckling, C., Engfeldt, M. & Bruze, M. (2016). Occupational nitrile glove allergy caused by Pigment Blue 15. *Contact Dermatitis*, 75(3), 189–190. <https://doi.org/10.1111/cod.12596>
- red (2015). Hautschutz für jedes Alter. *ästhetische dermatologie & kosmetologie*, 7(1), 43. <https://doi.org/10.1007/s12634-015-0866-8>
- Reich, H. C. & Warshaw, E. M. (2010). Allergic contact dermatitis from formaldehyde textile resins. *Dermatitis: Contact, Atopic, Occupational, Drug*, 21(2), 65–76. <http://doi.org/10.2310/6620.2010.09077>
- Rein, K. (2023). Nachhaltige PSA. Grün ist Trend. *Sicherheitsbeauftragter*. Verfügbar unter: <https://www.sifa-sibe.de/sicherheitsbeauftragter/nachhaltigkeit-ist-trend/>. Zugriff: 21.04.2023.
- Research Nester. (2022). *Therapy Gloves Market Global Trends, Share, Industry Size & Industry Forecast to 2027*. Verfügbar unter: <https://www.researchnester.com/reports/therapy-gloves-market/1882>. Zugriff: 06.09.2022.
- Reumann, R.-D. & Kleinhansl, E. (2000). Grundlagen. In R.-D. Reumann (Hrsg.), *Prüfverfahren in der Textil- und Bekleidungstechnik* (S. 1–56). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Reumann, R.-D. (2000). Mechanisches Formänderungsverhalten textiler Materialien. In R.-D. Reumann (Hrsg.), *Prüfverfahren in der Textil- und Bekleidungstechnik* (S. 57–125). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Reumann, R.-D., Haase, J., Thomas, H., Krzywinski, S., Finnimore, E., Arnold, J. et al. (2000). Prüfungen an konfektionierten Teilen und Fertigwaren (Gebrauchseigenschaftsprüfungen). In R.-D. Reumann (Hrsg.), *Prüfverfahren in der Textil- und Bekleidungstechnik* (S. 493–725). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-642-57073-5_7
- Reumann, R.-D., Hempel, P. & Haase, J. (2000). Flächengebildeprüfungen. In R.-D. Reumann (Hrsg.), *Prüfverfahren in der Textil- und Bekleidungstechnik* (S. 379–491). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Reynolds, K. A., Verhougstraete, M. P., Mena, K. D., Sattar, S. A., Scott, E. A. & Gerba, C. P. (2022). Quantifying pathogen infection risks from household laundry practices. *Journal of Applied Microbiology*, 132(2), 1435–1448. <https://doi.org/10.1111/jam.15273>
- Rhebergen, M. D. F., Lenderink, A. F., van Dijk, F. J. H. & Hulshof, C. T. J. (2012). Do Dutch workers seek and find information on occupational safety and health? *American Journal of Industrial Medicine*, 55(3), 250–259. <https://doi.org/10.1002/ajim.21019>
- Ribitsch, V. (2002). *Textile Fasermodifikation: Physikalisch-chemische Charakterisierung funktionaler Viskosefasern zur Entwicklung eines umweltschonenden Verarbeitungsprozesses. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 21/2002* (Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://nachhaltigwirtschaften.at/de/publikationen/textile-fasermodifikation-umweltschonenden-verarbeitungsprozesses-von-viskosefasern.php>. Zugriff: 22.02.2022.
- Ricci, A. R. (2008). Latex allergy. *Medicine and Health, Rhode Island*, 91(6), 184–186.
- Ricci, G., Dondi, A. & Patrizi, A. (2009). Useful tools for the management of atopic dermatitis. *American Journal of Clinical Dermatology*, 10(5), 287–300. <https://doi.org/10.2165/11310760-000000000-00000>
- Ricci, G., Patrizi, A., Bellini, F. & Medri, M. (2006). Use of textiles in atopic dermatitis: care of atopic dermatitis. In U.-C. Hipler & P. Elsner (Hrsg.), *Biofunctional Textiles and the Skin* (Bd. 33, S. 127–143). Basel: S. Karger AG.

- Ricci, G., Patrizi, A., Bendandi, B., Menna, G., Varotti, E. & Masi, M. (2004). Clinical effectiveness of a silk fabric in the treatment of atopic dermatitis. *The British Journal of Dermatology*, 150(1), 127–131. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.2004.05705.x>
- Ricci, G., Patrizi, A., Mandrioli, P., Specchia, F., Medri, M., Menna, G. et al. (2006). Evaluation of the antibacterial activity of a special silk textile in the treatment of atopic dermatitis. *Dermatology (Basel, Switzerland)*, 213(3), 224–227. <https://doi.org/10.1159/000095040>
- Richters, R. J. H., Uzunbajakava, N. E., Hendriks, J. C. M., Bikker, J.-W., van Erp, P. E. J. & van de Kerkhof, P. C. M. (2017). A model for perception-based identification of sensitive skin. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 31(2), 267–273. <https://doi.org/10.1111/jdv.13829>
- Richtlinie des Rates vom 30. November 1989 über Mindestvorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Benutzung persönlicher Schutzausrüstungen durch Arbeitnehmer bei der Arbeit (Dritte Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG) (89/656/EWG) (ABl. L 393 vom 30.12.1989, S. 18)*. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A01989L0656-20191120>. Zugriff: 27.06.2023.
- Richtsmeier, W. M., Kelly, K. E., Lee, K. C. & Tami, T. A. (1993). Surgical glove perforations in otolaryngology: prevention with cut-resistant gloves. *Otolaryngology – Head and Neck Surgery*, 108(1), 91–95. <https://doi.org/10.1177/019459989310800114>
- Ridd, M. J., Hall, S., Lane, M. E., Roberts, A. & Williams, H. C. (2022). Burns with emollients. *British Medical Journal*, 376, e066102. <https://doi.org/10.1136/bmj-2021-066102>
- Riehl, U. (2001). *Interventionsstudie zur Prävention von Hauterkrankungen bei Auszubildenden des Friseurhandwerks* (Studien zur Prävention in Allergologie, Berufs- und Umweltdermatologie (ABU), Bd. 3). Osnabrück: Universitätsverlag Rasch.
- Rietschel, R. L., Fowler, J. F. (2008). *Fisher's Contact Dermatitis*. Hamilton, Ont.: BC Decker.
- Rimpel, L. Y., Boehm, D. E., O'Hern, M. R., Dashiell, T. R. & Tracy, M. F. (2008). Chemical Defense Equipment. In W. R. A. M. C. Borden Institute (Hrsg.), *Medical Aspects of Chemical Warfare* (Textbooks of Military Medicine Ser, S. 559–592). Pittsburgh: United States Government Printing Office.
- Ring, J., Alomar, A., Bieber, T., Deleuran, M., Fink-Wagner, A. H., Gelmetti, C. et al. (2012). Guidelines for treatment of atopic eczema (atopic dermatitis) part I. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 26(8), 1045–1060. <https://doi.org/10.1111/j.1468-3083.2012.04635.x>
- Rinnerthaler, M. & Richter, K. (2015). Der epidermale Kalziumgradient im Zusammenhang mit Hautalterung und Hautkrankheiten. *HAUT*, (1), 33–35.
- Ripoll, L., Bordes, C., Etheve, S., Elaissari, A. & Fessi, H. (2010). Cosmeto-textile from formulation to characterization: an overview. *e-Polymers*, 10(1). <https://doi.org/10.1515/epoly.2010.10.1.409>
- Ritter, V. & Stangier, U. (2019). Neurodermitis. In S. Schneider & J. Margraf (Hrsg.), *Lehrbuch der Verhaltenstherapie, Band 3. Psychologische Therapie bei Indikationen im Kindes- und Jugendalter* (2., überarb. Aufl., S. 831–845). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Rizan, C., Reed, M. & Bhutta, M. F. (2021). Environmental impact of personal protective equipment distributed for use by health and social care services in England in the first six months of the COVID-19 pandemic. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 114(5), 250–263. <https://doi.org/10.1177/01410768211001583>
- Roberts, A. D. & Brackley, C. A. (1996). Comfort and frictional properties of dental gloves. *Journal of Dentistry*, 24(5), 339–343. [https://doi.org/10.1016/0300-5712\(95\)00080-1](https://doi.org/10.1016/0300-5712(95)00080-1)
- Rocholl, M., Ludewig, M., Brakemeier, C., John, S. M. & Wilke, A. (2021). Illness perceptions of adults with eczematous skin diseases: a systematic mixed studies review. *Systematic Reviews*, 10, 141. <https://doi.org/10.1186/s13643-021-01687-5>
- Roff, M. (2015). The Short-term Protective Effects of 'Non-PPE' Gloves Used by Greenhouse Workers. *The Annals of Occupational Hygiene*, 59(8), 1044–1057. <https://doi.org/10.1093/annhyg/mev051>
- Roller-Aßfalg, S. (2003). Berufsbekleidung: Funktion verknüpft mit Corporate Fashion. In P. Knecht (Hrsg.), *Funktionstextilien. High-Tech-Produkte bei Bekleidung und Heimtextilien; Grundlagen, Vermarktungskonzepte, Verkaufsarumente* (S. 185–194). Frankfurt am Main: Deutscher Fachverlag.
- Rosen, A., Isaacson, D., Brady, M. & Corey, J. P. (1993). Hypersensitivity to latex in health care workers: report of five cases. *Otolaryngology – Head and Neck Surgery*, 109(4), 731–734. <https://doi.org/10.1177/019459989310900416>
- Rothmaier, M., Weder, M., Meyer-Heim, A. & Kesselring, J. (2008). Design and performance of personal cooling garments based on three-layer laminates. *Medical & Biological Engineering & Computing*, 46(8), 825–832. <https://doi.org/10.1007/s11517-008-0363-6>
- Rovira, J. & Domingo, J. L. (2019). Human health risks due to exposure to inorganic and organic chemicals from textiles: A review. *Environmental Research*, 168, 62–69. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.09.027>

- Rowley, K., Ajami, D., Gervais, D., Mooney, L., Belote, A., Kudla, I. et al. (2016). Glove Use and Glove Education in Workers with Hand Dermatitis. *Dermatitis: Contact, Atopic, Occupational, Drug*, 27(1), 30–32. <https://doi.org/10.1097/DER.000000000000155>
- Roy Choudhury, A. K., Majumdar, P. K. & Datta, C. (2011). Factors affecting comfort: human physiology and the role of clothing. In G. Song (Hrsg.), *Improving comfort in clothing* (Nr. 106, S. 3–60). Cambridge: Woodhead Publishing.
- Roy, D. R. (2000). Latex glove allergy - dilemma for health care workers. An overview. *AAOHN Journal*, 48(6), 267–277.
- Rubbert, K. (2014). *Evaluierung des Einsatzes textiler Unterziehhandschuhe für medizinische Tätigkeiten zur Prävention berufsbedingter Dermatosen*. Dissertation, Universität Greifswald. Verfügbar unter: <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:gbv:9-002025-3>.
- Rüeff, F. & Schnuch, A. (2018). Toxische und allergische Kontaktdermatitis. In G. Plewig, T. Ruzicka, R. Kaufmann & M. Hertl (Hrsg.), *Braun-Falco's Dermatologie, Venerologie und Allergologie* (S. 503–536). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Ruff, S. M. D., Engebretsen, K. A., Zachariae, C., Johansen, J. D., Silverberg, J. I., Egeberg, A. et al. (2018). The association between atopic dermatitis and hand eczema: a systematic review and meta-analysis. *The British Journal of Dermatology*, 178(4), 879–888. <https://doi.org/10.1111/bjd.16147>
- Rundle, C. W., Presley, C. L., Militello, M., Barber, C., Powell, D. L., Jacob, S. E. et al. (2020). Hand hygiene during COVID-19: Recommendations from the American Contact Dermatitis Society. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 83(6), 1730–1737. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2020.07.057>
- Ryberg, K., Goossens, A., Isaksson, M., Gruvberger, B., Zimerson, E., Nilsson, F. et al. (2009). Is contact allergy to disperse dyes and related substances associated with textile dermatitis? *The British Journal of Dermatology*, 160(1), 107–115. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.2008.08953.x>

S

- Saary, J., Qureshi, R., Palda, V., DeKoven, J., Pratt, M., Skotnicki-Grant, S. et al. (2005). A systematic review of contact dermatitis treatment and prevention. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 53(5), 845. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2005.04.075>
- Saeki, H., Ohya, Y., Furuta, J., Arakawa, H., Ichiyama, S., Katsunuma, T. et al. (2022). English Version of Clinical Practice Guidelines for the Management of Atopic Dermatitis 2021. *The Journal of Dermatology*, 49(10), e315-e375. <https://doi.org/10.1111/1346-8138.16527>
- Saha, J., Ahmed, F., Mahmud, S. T. & Mondal, M. I. H. (2022). Protective medical textiles for patients and health professionals. In M. I. H. Mondal (Hrsg.), *Protective Textiles from Natural Resources* (S. 39–73). Cambridge, Kidlington: Woodhead Publishing.
- Saint-Martory, C., Roguedas-Contios, A. M., Sibaud, V., Degouy, A., Schmitt, A. M. & Misery, L. (2008). Sensitive skin is not limited to the face. *The British Journal of Dermatology*, 158(1), 130–133. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.2007.08280.x>
- Salerno-Kochan, R. & Kowalski, M. (2020). Safety Management of Textile Products in the European Union and Estimation of its Efficiency. Part 2. *Fibres & textiles in Eastern Europe*, 28(3(141)), 12–17. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0013.9012>
- Salkin, J. A., Stuchin, S. A., Kummer, F. J. & Reininger, R. (1995). The effectiveness of cut-proof glove liners: cut and puncture resistance, dexterity, and sensibility. *Orthopedics*, 18(11), 1067–1071. <https://doi.org/10.3928/0147-7447-19951101-05>
- Salvador, J. S., Mendaza, F. H., Garcés, M. H., Palacios-Martínez, D., Camacho, R. S., Sanz, R. S. et al. (2020). Guidelines for the Diagnosis, Treatment, and Prevention of Hand Eczema. *Actas Dermo-Sifiliográficas (English Edition)*, 111(1), 26–40. <https://doi.org/10.1016/j.adengl.2019.12.007>
- Sanchez Armengol, E., Blanka Kerezsi, A. & Laffleur, F. (2022). Allergies caused by textiles: control, research and future perspective in the medical field. *International Immunopharmacology*, 110, 109043. <https://doi.org/10.1016/j.intimp.2022.109043>
- Sanders, D., Grunden, A. & Dunn, R. R. (2021). A review of clothing microbiology: the history of clothing and the role of microbes in textiles. *Biology Letters*, 17(1), 1–13. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2020.0700>
- Sandin, G., Roos, S. & Johansson, M. (2019). *The Fibre Bible Part 2: Environmental Impact of Textile Fibers* (The Swedish Foundation for Strategic Environmental Research (Mistra Future Fashion), Hrsg.). Verfügbar unter: <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1298696&dsid=-2719>. Zugriff: 27.06.2023.
- Saner, M. (2018). PPE Tips for Encouraging Wearer Compliance. *Occupational Health & Safety*. Verfügbar unter: <https://ohsonline.com/Articles/2018/03/01/PPE-Tips-for-Encouraging-Wearer-Compliance.aspx?admga-rea=news&m=1&Page=1>. Zugriff: 28.07.2022.
- Santarossa, M. & Larese Filon, F. (2018). Improving the Diagnosis of Allergic Contact Dermatitis Using Patch Test With Gloves. *Dermatitis: Contact, Atopic, Occupational, Drug*, 29(1), 49–51. <https://doi.org/10.1097/DER.0000000000000329>

- Santee, W. R. (1994). Evaluation Of Interior Moisture On Environmental Cold Protection. In Frim, J., Ducharme, M. B., Tikuisis, P. (Hrsg.), *Proceedings of the Sixth International Conference on Environmental Ergonomics. September 25 - 30, 1994, Montebello, Canada* (S. 56–57). North York, Ontario: Scientific Information Center Defence & Civil Institute of Environmental Medicine.
- Santee, W. R., Potter, A. W. & Friedl, K. E. (2017). Talk to the Hand: U.S. Army Biophysical Testing. *Military Medicine*, 182(7), e1702-e1705. <https://doi.org/10.7205/MILMED-D-16-00156>
- Satlow, G. (2005). Herstellung von Elastanfasern (Polyurethan-Elastomerfasern). In T. Gries (Hrsg.), *Elastische Textilien. Garne, Verarbeitung, Anwendung* (S. 37–50). Frankfurt am Main: Deutscher Fachverlag.
- Sawyer, J. & Bennett, A. (2006). Comparing the level of dexterity offered by latex and nitrile SafeSkin gloves. *The Annals of Occupational Hygiene*, 50(3), 289–296. <https://doi.org/10.1093/annhyg/mei066>
- Sayadi Shahraki, M., Abtahi Naeen, B. S., Asefi, A., Rafie, M., Sefiddashti, S. & Nazari Sabet, M. (2022). Wearing Cotton-polyester Gloves Under Surgical Latex Gloves to Improve the Symptoms of Hand Dermatitis in Operating Room Staffa. *Journal of Health Sciences and Surveillance System*, 10(3), 328–333. <https://doi.org/10.30476/jhsss.2021.91831.1230>
- Sayantana, R. (2020). *Technical Textile Assignment 2. Documentation on Protective Textile: Existing Technical Textile Products & New Developments*.
- Sayed, U., Sharma, K. & Parte, S. (2017). Application of Essential Oils for Finishing of Textile Substrates. *Journal of Textile Engineering & Fashion Technology*, 1(2), 42–47. <https://doi.org/10.15406/jteft.2017.01.00009>
- Scanlan, S., Roberts, W., McCallum, R. & Robinson, D. (2004). *A Dexterity and Tactility Evaluation of the Australian Nuclear Biological Chemical (NBC) Glove*. Accession Number: ADA429344 (Australian Government, Department of Defence, Defence Science and Technology Organisation, Hrsg.). Verfügbar unter: <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA429344>. Zugriff: 27.06.2023.
- Schaus, K. (2016). Zertifizierung in der Textilbranche – Einblicke in die Arena nachhaltiger Strategien. In R. Friedel & E. A. Spindler (Hrsg.), *Zertifizierung als Erfolgsfaktor* (S. 33–56). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.
- Scheerer, C. & Eyerich, K. (2018). Pathogenese des atopischen Ekzems. *Der Hautarzt*, 69(3), 191–196. <https://doi.org/10.1007/s00105-018-4127-4>
- Schelvis, R. M. C., Oude Hengel, K. M., Burdorf, A., Blatter, B. M., Strijk, J. E. & van der Beek, A. J. (2015). Evaluation of occupational health interventions using a randomized controlled trial: challenges and alternative research designs. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 41(5), 491–503. <https://doi.org/10.5271/sjweh.3505>
- Scheman, A. J. & Osburn, A. (1997). Use of a breathable glove liner for prevention of delayed hypersensitivity to rubber accelerators. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 39(7), 605. Verfügbar unter: https://journals.lww.com/joem/Fulltext/1997/07000/Use_of_a_Breathable_Glove_Liner_for_Prevention_of.1.aspx. Zugriff: 26.06.2023.
- Scheneck, A. (2001). *Naturfaser-Lexikon* (Reihe Edition Textil). Frankfurt a.M: Deutscher Fachverlag.
- Scherdin, U., Scholermann, A. & Dallmann, H. (2002). Untersuchung der Kompatibilität verschiedener dermatologischer Rezepturen mit Kompressionsgestriicken. *Zeitschrift für Hautkrankheiten*, 77(3), 133–138. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0353.2002.01089.x>
- Scherrer, M. & Bauer, M. (2018). Medizinprodukte: Sichere und umweltschonende Aufbereitung. In M. Dettenkofer, U. Frank, H.-M. Just, S. Lemmen & M. Scherrer (Hrsg.), *Praktische Krankenhaushygiene und Umweltschutz* (4. Aufl., S. 173–206). Berlin: Springer-Verlag.
- Schewe, C., Schewe, T., Rosenbach, T. & Beining, K. (1997). Schadstoffe in Textilien und Kosmetika: Risikoabschätzung durch Atmungsmessungen an Keratinozyten. In H. Schöffel, H. Spielmann, H. A. Tritthart, K. Cußler, A. F. Goetschel, F. P. Gruber et al. (Hrsg.), *Forschung ohne Tierversuche 1996* (S. 314–321). Vienna: Springer Vienna.
- Schild, G. (2021). Viscose and Lyocell Fibers from Bamboo Dissolving Pulp – A Scientific Review on Claimed Properties. *Lenzinger Berichte*, (96), 6–18. Verfügbar unter: <https://www.lenzing.com/de/downloadcenter/filter1/forschung-entwicklung>. Zugriff: 27.07.2022.
- Schiller, W. R., Leukens, C. & Neve, D. (1994). The use of expanded polytetrafluoroethylene gloves for care of upper-extremity burns. *The Journal of Burn Care & Rehabilitation*, 15(1), 34–36. <https://doi.org/10.1097/00004630-199401000-00007>
- Schimmelpfennig, M. (2014). Wäscheaufbereitung. In R. Höfert & M. Schimmelpfennig (Hrsg.), *Hygiene - Pflege - Recht. Fallbeispiele, Urteile, Praxistipps von A bis Z* (S. 196–202). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Schlich, T. (2013). Negotiating Technologies in Surgery: The Controversy about Surgical Gloves in the 1890s. *Bulletin of the History of Medicine*, 87(2), 170–197. Verfügbar unter: <https://www.jstor.org/stable/26305915>. Zugriff: 26.06.2023.
- Schlick, C., Bruder, R. & Luczak, H. (2018). Arbeitsschutz – Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz. In C. Schlick, R. Bruder & H. Luczak (Hrsg.), *Arbeitswissenschaft* (S. 385–416). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

- Schliemann, S. (2007). Limitations of skin protection. *Current Problems in Dermatology*, 34, 171–177. <https://doi.org/10.1159/000100000>
- Schmidt, D. & Janalik, H. (2011). *Kleidung, Körper, Gesundheit*. Baltmannsweiler: Schneider-Verl. Hohengehren.
- Schmidt, K., Kersten, N. & Pohrt, U. (2016). The use of protective gloves in occupational skin disease prevention: Feasibility and customer acceptance in physiotherapy. *International Journal of Physiotherapy*, 3(4), 401–408. <https://doi.org/10.15621/ijphy/2016/v3i4/111043>
- Schmidt, S. (2022). *Fact Sheet – Recycling: Eine neue Aufgabe für den Textilservice*. Verfügbar unter: https://www.ioew.de/publikation/ditex_geschaeftsmodell. Zugriff: 27.05.2023.
- Schmitt, J., Bauer, A. & Meurer, M. (2008). Atopisches Ekzem im Erwachsenenalter. *Der Hautarzt*, 59(10), 841–850. <https://doi.org/10.1007/s00105-008-1503-5>
- Schmitz, F., Griese, A. & Fastenau, A. (o.J.). *HEALTH AND CARE TEXTILE 2035. Regionale heterogene Nachfrageentwicklung nach Wäschereidienstleistungen für Krankenhäuser und Altenhilfe. Nachhaltigkeitseffekte einer Ausweitung des Bewohnerwäscheangebotes auf die ambulante Pflege*. (Deutscher Textilreinigungs-Verband e. V. (DTV), Hrsg.).
- Schmitz, R. (1956). Kunststoff-Textilien und Fett. *Fette, Seifen, Anstrichmittel*, 58(12), 1041–1042. <https://doi.org/10.1002/lipi.19560581203>
- Schmitz-Spanke, S. (2017). *Umweltmedizin. Neue Erkenntnisse aus Wissenschaft und Praxis*. Heidelberg: Verlagsgruppe Hühthig Jehle Rehm.
- Schöfer, H., Bruns, R., Effendy, I., Hartmann, M., Jappe, U., Plettenberg, A. et al. (2011). Neue Leitlinie zur Diagnostik und Therapie Staphylococcus-aureus-bedingter Infektionen. S2k- und IDA-Leitlinie. *Chemotherapie Journal*, 20(5), 141–156. Zugriff: 03.11.2022.
- Scholz, U. & Pastoors, S. (2018). Modelle der Produktentwicklung. In U. Scholz, S. Pastoors, J. H. Becker, D. Hofmann & R. van Dun (Hrsg.), *Praxishandbuch nachhaltige Produktentwicklung. Ein Leitfaden mit Tipps zur Entwicklung und Vermarktung nachhaltiger Produkte* (S. 51–62). Berlin: Springer Gabler Verlag.
- Schubert, S., Geier, J., Skudlik, C., Reich, A., Hansen, A., Buhl, T. et al. (2020). Relevance of contact sensitizations in occupational dermatitis patients with special focus on patch testing of workplace materials. *Contact Dermatitis*, 83(6), 475–486. <https://doi.org/10.1111/cod.13688>
- Schulte Strathaus, R. (2003). Gesundheitstextilien. In P. Knecht (Hrsg.), *Funktionstextilien. High-Tech-Produkte bei Bekleidung und Heimtextilien; Grundlagen, Vermarktungskonzepte, Verkaufsargumente* (S. 173–183). Frankfurt am Main: Deutscher Fachverlag.
- Schultheis, K., Messerschmidt, A. & Ochsendorf, F. (2014). Topische Therapie von entzündlichen Dermatosen, Juckreiz und Schmerz sowie Hyperhidrose. *Der Hautarzt*, 65(3), 197–206. <https://doi.org/10.1007/s00105-013-2658-2>
- Schürer, N. Y., Klippel, U. & Schwanitz, H. J. (2005). Secondary individual prevention of hand dermatitis in geriatric nurses. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 78(2), 149–157. <https://doi.org/10.1007/s00420-004-0588-0>
- Schuster, L. (2011). *Das Ausstattungssoll der Heeresangehörigen der Bundeswehr von 1955 bis 2010*. Berlin: Zeughaus-Verlag.
- Schuttelaar, M. L. A., Oosterhaven, J. A. F., Christoffers, W. A., Romeijn, G. L. E. & Voorberg, A. N. (2019). Evidence-Based Management of Hand Eczema. In S. M. John, J. D. Johansen, T. Rustemeyer, P. Elsner & H. I. Maibach (Hrsg.), *Kanerva's Occupational Dermatology* (S. 1–19). Cham: Springer-Verlag.
- Schwanitz, H. J., Uter, W. & Wulfhorst, B. (Hrsg.). (1996). *Neue Wege zur Prävention. Paradigma Friseurekzem* (Studien zur Prävention in Allergologie, Berufs- und Umweltdermatologie, Bd. 1.). Osnabrück: Universitätsverlag Rasch.
- Schwarz, I. & Kovačević, S. (2017). Textile Application: From Need to Imagination. In B. Kumar & S. Thakur (Hrsg.), *Textiles for Advanced Applications* (S. 3–28). IntechOpen.
- Schweitzer, F. & Gaubinger, K. (2009). Produkt- und Markttestverfahren für Industriegüter. In K. Gaubinger, M. Rabl & T. Werani (Hrsg.), *Praxisorientiertes Innovations- und Produktmanagement. Grundlagen und Fallstudien aus B-to-B-Märkten* (S. 261–277). Wiesbaden: Springer Gabler Verlag.
- Schweizerische Unfallversicherungsanstalt (SUVA). (2018). *Checkliste Persönliche Schutzausrüstung (PSA)*. Verfügbar unter: <https://www.suva.ch/download/checklisten/persoeliche-schutzausruestungen--psa--67091.D/persoeliche-schutzausruestungen--psa--67091.D#state=%5Bbaba2ad929a448aab33ac5cdc27e96cc%5Bopen%5D%3Dtrue%5D>. Zugriff: 10.11.2022.
- Sedeh, F. B., Michaelsdóttir, T. E., Jemec, G. B. E., Mortensen, O. S. & Ibler, K. S. (2023). What do professional cleaners know about the skin care? A questionnaire-based study. *Contact Dermatitis*, 88(4), 286–293. <https://doi.org/10.1111/cod.14275>
- Sehgal, V. N., Aggarwal, A. K., Srivastava, G. & Sharma, A. D. (2008). Hand dermatitis: current treatment options. *Indian Journal of Dermatology, Venereology and Leprology*, 74(5), 433–435. <https://doi.org/10.4103/0378-6323.44297>
- Seidel, C. (2007). *Dokumentationen der BINAMED-Moll SilbertextilStudie. Gutachten der Anwendungsbeobachtung*. Verfügbar unter: <https://www.binamHrsg.de/infothek/studien/>. Zugriff: 06.05.2021.

- Sell, L., Flyvholm, M.-A., Lindhard, G. & Mygind, K. (2005). Implementation of an occupational skin disease prevention programme in Danish cheese dairies. *Contact Dermatitis*, 53(3), 155–161. <https://doi.org/10.1111/j.0105-1873.2005.00674.x>
- Senti, G., Steinmann, L. S., Fischer, B., Kurmann, R., Storni, T., Johansen, P. et al. (2006). Antimicrobial silk clothing in the treatment of atopic dermatitis proves comparable to topical corticosteroid treatment. *Dermatology (Basel, Switzerland)*, 213(3), 228–233. <https://doi.org/10.1159/000095041>
- Seven.One Entertainment Group GmbH. (2022). *Handpflege bei trockener und rauer Haut: Mit diesen Hausmitteln werden eure Hände samtweich*. Verfügbar unter: <https://www.prosieben.de/themen/beauty-fashion/news/handpflege-bei-trockener-und-rauer-haut-mit-diesen-hausmitteln-werden-eure-haende-samtweich-64490>. Zugriff: 27.02.2023.
- Sfiligoj Smole, M., Hribernik, S., Kurečič, M., Urbanek Krajnc, A., Kreže, T. & Stana Kleinschek, K. (2019a). Introduction. In M. Sfiligoj Smole, S. Hribernik, M. Kurečič, A. Urbanek Krajnc, T. Kreže & K. Stana Kleinschek (Hrsg.), *Surface Properties of Non-conventional Cellulose Fibres* (S. 1–5). Cham: Springer International Publishing.
- Sfiligoj Smole, M., Hribernik, S., Kurečič, M., Urbanek Krajnc, A., Kreže, T. & Stana Kleinschek, K. (2019b). Non-conventional Plant Fibres. In M. Sfiligoj Smole, S. Hribernik, M. Kurečič, A. Urbanek Krajnc, T. Kreže & K. Stana Kleinschek (Hrsg.), *Surface Properties of Non-conventional Cellulose Fibres* (SpringerBriefs in Molecular Science, S. 17–48). Cham: Springer International Publishing.
- Shahidi, S. & Wiener, J. (2012). Antibacterial Agents in Textile Industry. In V. Bobbarala (Hrsg.), *Antimicrobial Agents*. IntechOpen.
- Shaker, K. & Nawab, Y. (2020). Fibers for Protective Textiles. In S. Ahmad, A. Rasheed & Y. Nawab (Hrsg.), *Fibers for Technical Textiles* (S. 65–91). Cham: Springer International Publishing.
- Shams, K., Grindlay, D. J. C. & Williams, H. C. (2011). What's new in atopic eczema? An analysis of systematic reviews published in 2009–2010. *Clinical and Experimental Dermatology*, 36(6), 573–7; quiz 577–8. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2230.2011.04078.x>
- Shanmugasundaram, O. L. (2008). Objective Measurement Techniques for Fabrics. *Asian Textile Journal*, 17(8), 63–67. Verfügbar unter: <https://www.fibre2fashion.com/industry-article/3770/fabric-objective-measurement-techniques>.
- Shaw, A. (2005). Steps in the selection of protective clothing materials. In R. A. Scott (Hrsg.), *Textiles for Protection* (S. 90–116). Boca Raton: CRC Press.
- Shishoo, R. (2002). Recent developments in materials for use in protective clothing. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 14(3/04), 201–215. <https://doi.org/10.1108/09556220210437167>
- Shless, J. S., Crider, Y. S., Pitchik, H. O., Qazi, A. S., Styczynski, A., LeMesurier, R. et al. (2022). Evaluation of the effects of repeated disinfection on medical exam gloves: Part 1. Changes in physical integrity. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 19(2), 102–110. <https://doi.org/10.1080/15459624.2021.2015072>
- Siekman, A., Friedlein, H. & Neuber, H. (2019). Prävention im Hautschutzzentrum – ein Konzept zur erfolgreichen Vermeidung von Berufsunfähigkeit. *Aktuelle Dermatologie*, 45(11), 511–519. <https://doi.org/10.1055/a-0966-4921>
- Silverberg, J. I., Guttman-Yassky, E., Agner, T., Bissonnette, R., Cohen, D. E., Simpson, E. et al. (2021). Chronic Hand Eczema Guidelines From an Expert Panel of the International Eczema Council. *Dermatitis: Contact, Atopic, Occupational, Drug*, 32(5), 319–326. <https://doi.org/10.1097/DER.0000000000000659>
- Simoncic, B. & Tomsic, B. (2010). Structures of Novel Antimicrobial Agents for Textiles - A Review. *Textile Research Journal*, 80(16), 1721–1737. <https://doi.org/10.1177/0040517510363193>
- Sitzmann, F. (1999). Persönliche Hygiene. In F. Sitzmann (Hrsg.), *Hygiene* (S. 17–65). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Skafit. (2023a). *Skafit Baumwoll-Silberhandschuhe grau*. Verfügbar unter: <https://www.skafit.de/Skafit-Baumwoll-Silberhandschuhe-grau>. Zugriff: 15.02.2023.
- Skafit. (2023b). *Skafit Silberhandschuhe*. Verfügbar unter: <https://www.skafit.de/Silberhandschuhe>. Zugriff: 15.02.2023.
- Skafit. (2023c). *Skafit Silberhandschuhe schwarz*. Verfügbar unter: <https://www.skafit.de/Skafit-Silberhandschuhe-schwarz>. Zugriff: 28.02.2023.
- Skineez Skincarewear. (2022). *Beauty Moisturizing Compression Gloves*. Verfügbar unter: <https://www.myskineez.com/collections/beauty/products/beauty-compression-gloves-with-hydrating-benefits>. Zugriff: 07.12.2022.
- Skowron, K., Bauza-Kaszewska, J., Kraszewska, Z., Wiktorczyk-Kapischke, N., Grudlewska-Buda, K., Kwiecieńska-Piróg, J. et al. (2021). Human Skin Microbiome: Impact of Intrinsic and Extrinsic Factors on Skin Microbiota. *Microorganisms*, 9(3). <https://doi.org/10.3390/microorganisms9030543>
- Skudlik, C., Geier, J. & John, S. M. (2014). Aktuelle Trends in der Berufsdermatologie. *Der Hautarzt*, 65(11), 983–995. <https://doi.org/10.1007/s00105-014-3530-8>
- Skudlik, C. & John, S. M. (2013). Unfallversicherungsrechtliche Begutachtung bei atopischer Dermatitis. *Trauma und Berufskrankheit*, 15(2), 101–106. <https://doi.org/10.1007/s10039-013-1965-2>

- Skudlik, C. & John, S. M. (2018). Berufsdermatosen. In G. Plewig, T. Ruzicka, R. Kaufmann & M. Hertl (Hrsg.), *Braun-Falco's Dermatologie, Venerologie und Allergologie* (S. 537–547). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Skudlik, C. & John, S. M. (2020). Prevention and Rehabilitation. In S. M. John, J. D. Johansen, T. Rustemeyer, P. Elsner & H. I. Maibach (Hrsg.), *Kanerva's Occupational Dermatology* (S. 1617–1629). Cham: Springer International Publishing.
- Skudlik, C. & Schwanitz, H. J. (2003). Berufsbedingte Handekzeme — Ätiologie und Prävention. *Allergo Journal*, 12(8), 513–520. <https://doi.org/10.1007/BF03361285>
- Skudlik, C. & Weisshaar, E. (2015). Individuell ambulante und stationäre Prävention bei Berufsdermatosen. *Der Hautarzt*, 66(3), 160–166. <https://doi.org/10.1007/s00105-014-3562-0>
- Skudlik, C., Weisshaar, E., Ofenloch, R. F., Elsner, P., Schönfeld, M., John, S. M. et al. (2017). Langzeit-Evaluation der stationären tertiären Individualprävention bei Patienten mit schweren Berufsdermatosen. Ergebnisse der DGUV-Multi-Center-Studie ROQ II. *DGUV Forum*, (1-2), 51–59. Verfügbar unter: <https://forum.dguv.de/ausgaben/archiv>. Zugriff: 26.06.2023.
- Skudlik, C., Weisshaar, E., Scheidt, R. & Diepgen, T. L. (2012). First results from the multicentre study Rehabilitation of Occupational Skin Diseases - Optimization and Quality Assurance of Inpatient Management (ROQ). *Contact Dermatitis*, 66(3), 140–147. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.2011.01991.x>
- Skudlik, C., Weisshaar, E., Scheidt, R., Fartasch, M., Diepgen, T. L., Elsner, P. et al. (2009). Multicenter study "Medical-Occupational Rehabilitation Procedure Skin - optimizing and quality assurance of inpatient-management (ROQ)". *Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*, 7(2), 122–126. <https://doi.org/10.1111/j.1610-0387.2008.06864.x>
- Smartfiber AG. (2016a). *Produktdatenblatt SeaCell™LT 1.7 dtex / 38 mm*. Verfügbar unter: <https://www.smartfiber.de/seacell-faser/>. Zugriff: 06.05.2021.
- Smartfiber AG. (2016b). *Produktdatenblatt SeaCell™LT 6.7 dtex / 60 mm*. Verfügbar unter: <https://www.smartfiber.de/seacell-faser/>. Zugriff: 06.05.2021.
- Smartfiber AG. (2016c). *Produktdatenblatt SeaCell™MT 1.7 dtex 38 bzw. 60 mm*. Verfügbar unter: <https://www.smartfiber.de/seacell-faser/>. Zugriff: 06.05.2021.
- Smartfiber AG. (2016d). *Produktdatenblatt smartcel™ sensitive 2.5 dtex / 38 mm*. Verfügbar unter: <https://www.smartfiber.de/smartcel-faser/>. Zugriff: 16.06.2021.
- Smartfiber AG. (2016e). *Produktdatenblatt smartcel™ sensitive 6.7 dtex / 60 mm*. Verfügbar unter: <https://www.smartfiber.de/smartcel-faser/>. Zugriff: 16.06.2021.
- Smartfiber AG. (2020a). *Smartcel Faser - Smartfiber*. Verfügbar unter: <https://www.smartfiber.de/smartcel-faser/>. Zugriff: 16.06.2021.
- Smartfiber AG. (2020b). *smartcel™ sensitive – Das Geheimnis aus der Natur in einer Faser zum Schutz und Pflege der Haut* (Broschüre). Verfügbar unter: <https://www.smartfiber.de/smartcel-faser/>. Zugriff: 16.06.2021.
- Smartfiber AG. (2021). *Seacell Faser - Smartfiber. Die Kraft der Alge in einer Faser*. Verfügbar unter: <https://www.smartfiber.de/seacell-faser/>. Zugriff: 06.05.2021.
- Smedley, J. (2010). Concise guidance: diagnosis, management and prevention of occupational contact dermatitis. *Clinical Medicine*, 10(5), 487–490. <https://doi.org/10.7861/clinmedicine.10-5-487>
- Smith, S., Baker, C., Gebauer, K., Rubel, D., Frankum, B., Soyer, H. P. et al. (2020). Atopic dermatitis in adults: An Australian management consensus. *The Australasian Journal of Dermatology*, 61(1), 23–32. <https://doi.org/10.1111/ajd.13124>
- Smithsonian Institution, National Air and Space Museum. (2023). *Comfort Glove, Left, Shuttle*. Verfügbar unter: https://airandspace.si.edu/collection-objects/comfort-glove-left-shuttle/nasm_A20000669000. Zugriff: 17.04.2023.
- Smolle, J. & Mader, F. H. (2001). *Beratungsproblem Haut. Diagnostik, Therapie und Pflege im Praxisalltag*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Snell, J., Glassey, N., Westwater-Wood, S., Mockett, S. & Raynor, K. (2010). Gore-tex bags versus traditional hand bandaging: a comparison of range of motion, sensation and function in healthy subjects. *Burns*, 36(5), 722–731. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2009.10.003>
- Soder, S., Diepgen, T. L., Radulescu, M., Apfelbacher, C. J., Bruckner, T. & Weisshaar, E. (2007). Occupational skin diseases in cleaning and kitchen employees: course and quality of life after measures of secondary individual prevention. *Journal Der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*, 5(8), 670–677. <https://doi.org/10.1111/j.1610-0387.2007.06419.x>
- Soler, D. C., Bai, X., Ortega, L., Pethukova, T., Nedorost, S. T., Popkin, D. L. et al. (2015). The key role of aquaporin 3 and aquaporin 10 in the pathogenesis of pompholyx. *Medical Hypotheses*, 84(5), 498–503. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2015.02.006>
- Sonsmann, F. K. (2017). Wenn Pflegenden zu Kranken werden. Berufskrankheit Handekzem. *Heilberufe*, 69(10), 16–19.
- Sonsmann, F. K. (2019). Evidenzbasierte Auswahl und Einsatz von Schutzhandschuhen in der (berufs-)dermatologischen Praxis. *Dermatologie in Beruf und Umwelt*, 67(3), 88. <https://doi.org/10.5414/DBX00357>

- Sonsmann, F. K., Bock, M. & John, S. M. (2011a). Einsatz semipermeabler Membranen in der Prävention und Kuration berufsbedingter Hauterkrankungen bei Personen mit atopischer Disposition. *Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*, 9(s1), 130. <https://doi.org/10.1111/j.1610-0387.2011.07631.x>
- Sonsmann, F. K., Bock, M. & John, S. M. (2011b). Semipermeable Unterziehhandschuhe zur Verminderung negativer Okklusionseffekte. *Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*, 9(Suppl. 1), 163. <https://doi.org/10.1111/j.1610-0387.2011.07631.x>
- Sonsmann, F. K., Braumann, A., Wilke, A., John, S. M. & Wulfhorst, B. (2011). *EU-Project SafeHair 2.0: Berufsbedingte Hautkrankheiten im Friseurhandwerk - Medizinisches Referenzdokument*. Verfügbar unter: <https://www.safehair.eu/en/employee/downloads-links/>. Zugriff: 28.02.2023.
- Sonsmann, F. K., Fiedler, N., Heichel, T., Strunk, M., Wilke, A. & John, S. M. (2019). Eignung von Unterziehhandschuhen aus Baumwolle bei langen ununterbrochenen Tragezeiten okklusiver Schutzhandschuhe. *Dermatologie in Beruf und Umwelt*, 67(3), 114. <https://doi.org/10.5414/DBX00357>
- Sonsmann, F. K., John, S. M., Gediga, K., Maurer, J., Wilke, A. & Strunk, M. (2015). Überprüfung der Anwenderakzeptanz von semipermeablen Unterziehhandschuhen – Ergebnisse einer Vorstudie. *Dermatologie in Beruf und Umwelt*, 63(3), 129. <https://doi.org/10.5414/DBX00249>
- Sonsmann, F. K., John, S. M., Hansen, A., Hübner, A., Ludewig, M., Gediga, K. et al. (2015). Betrieblicher Hautschutz – Auswahl geeigneter Schutzhandschuhe. *Zeitschrift für betriebliche Prävention und Unfallversicherung: BPUVZ*, (3). <https://doi.org/10.37307/j.2193-3308.2015.03.09>
- Sonsmann, F. K., John, S. M., Wulfhorst, B. & Wilke, A. (2015). „Ich kann mit Handschuhen nicht arbeiten!“ – oder doch? Herausforderungen und Lösungen bei der Auswahl eines adäquaten Handschuhschutzes. *Aktuelle Dermatologie*, 41(1/02), 25–30. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1391089>
- Sonsmann, F. K. & Wilke, A. (2022). Mit Einmalhandschuhen richtig umgehen. *Heilberufe*, 74(3), 22–25. <https://doi.org/10.1007/s00058-022-2229-y>
- Soost, S. & Worm, M. (2012). Topical and Systemic Corticosteroids. In T. Rustemeyer, P. Elsner, S. M. John & H. I. Maibach (Hrsg.), *Kanerva's Occupational Dermatology* (S. 1035–1043). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Sowa, J., Kobayashi, H., Tsuruta, D., Sugawara, K. & Ishii, M. (2005). Allergic contact dermatitis due to adipic polyester in vinyl chloride gloves. *Contact Dermatitis*, 53(4), 243–244. <https://doi.org/10.1111/j.0105-1873.2005.06701.x>
- Sozialgerichtsbarkeit Bundesrepublik. (2004). *Sozialgericht Aachen (NRW). Sachgebiet Rententversicherung. Aktenzeichen S 11 RJ 45/04. Datum 17.11.2004*. Verfügbar unter: <https://www.sozialgerichtsbarkeit.de/legacy/21459#suchwort=>. Zugriff: 17.05.2023.
- Sozialgerichtsbarkeit Bundesrepublik. (2010). *Landessozialgericht Berlin-Brandenburg. Sachgebiet Krankenversicherung. Aktenzeichen S 36 KR 1303/08. Datum 09.09.2010*. Verfügbar unter: <https://www.sozialgerichtsbarkeit.de/legacy/153203#suchwort=>. Zugriff: 17.05.2023.
- Sozialgerichtsbarkeit Bundesrepublik. (2014). *Landessozialgericht Sachsen-Anhalt. Sachgebiet Rentenversicherung. Aktenzeichen S 19 R 805/10. Datum 14.01.2014*. Verfügbar unter: <https://www.sozialgerichtsbarkeit.de/legacy/183857#suchwort=>. Zugriff: 17.05.2023.
- Sozialgesetzbuch Fünftes Buch (SGB V). Das Fünfte Buch Sozialgesetzbuch – Gesetzliche Krankenversicherung – (Artikel 1 des Gesetzes vom 20. Dezember 1988, BGBl. I S. 2477, 2482), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 18. März 2022 (BGBl. I S. 473) geändert worden ist. Verfügbar unter: https://www.gesetze-im-internet.de/sgb_5/. Zugriff: 11.06.2021.
- Sozialgesetzbuch Siebtes Buch (SGB VII). Das Siebte Buch Sozialgesetzbuch – Gesetzliche Unfallversicherung – (Artikel 1 des Gesetzes vom 7. August 1996, BGBl. I S. 1254), das zuletzt durch Artikel 14a des Gesetzes vom 10. Dezember 2021 (BGBl. I S. 5162) geändert worden ist. Verfügbar unter: https://www.gesetze-im-internet.de/sgb_7/index.html#BJNR125410996BJNE000300000. Zugriff: 10.05.2021.
- Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau (SVLFG). (2021). *Hautschutz, Broschüre B34*. Verfügbar unter: <https://www.svlfg.de/seminar-hautschutz>. Zugriff: 10.06.2021.
- Speeckaert, R., Hoorens, I., Corthals, S., Delbaere, L., Lambert, J., Lesseliers, T. et al. (2019). Comparison of methods to estimate the affected body surface area and the dosage of topical treatments in psoriasis and atopic dermatitis: the advantage of a picture-based tool. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 33(9), 1726–1732. <https://doi.org/10.1111/jdv.15726>
- Spencer, D. S. & Bruce Davey, R. (1987). The Spencer Op-Site Applicator, a new technique for treating the burned hand. *Burns*, 13(4), 330–333. [https://doi.org/10.1016/0305-4179\(87\)90058-1](https://doi.org/10.1016/0305-4179(87)90058-1)
- Spevack, E. (2004). Keep these glove selection issues in mind. *Occupational Health & Safety*, 73(1), 86–88.
- Springer Fachmedien Wiesbaden (2019a). A. In Springer Fachmedien Wiesbaden (Hrsg.), *250 Keywords Preis- und Produktpolitik* (S. 1–7). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.
- Springer Fachmedien Wiesbaden (2019b). B-E. In Springer Fachmedien Wiesbaden (Hrsg.), *250 Keywords Preis- und Produktpolitik* (S. 9–20). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.
- Springer Fachmedien Wiesbaden (2019c). F-K. In Springer Fachmedien Wiesbaden (Hrsg.), *250 Keywords Preis- und Produktpolitik* (S. 21–36). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH.

- Srouf, J., Berg, E., Mahltig, B., Smolik, T. & Wollenberg, A. (2019). Evaluation of antimicrobial textiles for atopic dermatitis. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 33(2), 384–390. <https://doi.org/10.1111/jdv.15123>
- Stamm, A., Altenburg, T., Müngersdorff, M., Stoffel, T. & Vrolijk, K. (2019). *Soziale und ökologische Herausforderungen der globalen Textilwirtschaft: Lösungsbeiträge der deutschen Entwicklungszusammenarbeit. Research Report – Published Version*. Bonn: German Development Institute / Deutsches Institut für Entwicklungspolitik (DIE). <https://doi.org/10.23661/REP1.2019>
- Ständer, S., Zeidler, C., Augustin, M., Darsow, U., Kremer, A. E., Legat, F. J. et al. (2022). S2k Leitlinie: Diagnostik und Therapie des chronischen Pruritus. *Journal Der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*, 20(10), 1386–1402. https://doi.org/10.1111/ddg.14830_g
- Stalex Produktions- und Vertriebs GmbH. (2021a). *Handschuhe aus Med-tex*. Verfügbar unter: <https://www.silverell.com/produkt/handschuhe-aus-med-tex/>. Zugriff: 03.08.2021.
- Stalex Produktions- und Vertriebs GmbH. (2021b). *Shieldex® Hygiene-Handschuh*. Verfügbar unter: <https://www.silverell.com/produkt/shieldex-hygiene-handschuh/>. Zugriff: 03.08.2021.
- Stalex Produktions- und Vertriebs GmbH. (2021c). *SILVERELL® Produktpflege*. Verfügbar unter: <https://www.silverell.com/silverell-produktpflege/>. Zugriff: 03.08.2021.
- Stalex Produktions- und Vertriebs GmbH. (2022a). *Application: Gesundheit & Hygiene*. Verfügbar unter: <https://www.shieldex.de/applications/gesundheit-hygiene/>. Zugriff: 03.08.2021.
- Stalex Produktions- und Vertriebs GmbH. (2022b). *Shieldex® Hygiene-Handschuhe*. Verfügbar unter: <https://www.shieldex.de/products/shieldex-hygiene-handschuhe/>. Zugriff: 07.11.2022.
- Stebut, E. von. (2014). Stellenwert der topischen Therapie in klinischen Behandlungssituationen. Lokalisationspezifische Prinzipien. *Der Hautarzt*, 65(3), 186–191. <https://doi.org/10.1007/s00105-013-2657-3>
- Sterry, W. (2018). *Kurzlehrbuch Dermatologie* (2., aktual. Aufl.). Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag.
- Stinco, G., Piccirillo, F. & Valent, F. (2008). A randomized double-blind study to investigate the clinical efficacy of adding a non-migrating antimicrobial to a special silk fabric in the treatment of atopic dermatitis. *Dermatology (Basel, Switzerland)*, 217(3), 191–195. <https://doi.org/10.1159/000141648>
- Stirling, K. (1996). Dermapor® Gloves. *The Schoch Letter*, 46(8), 119.
- Stone, C., Windsor, F. M., Munday, M. & Durance, I. (2020). Natural or synthetic - how global trends in textile usage threaten freshwater environments. *The Science of the Total Environment*, 718, 134689. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134689>
- Stone, J., Coffman, C., Imerman, P. M., Song, K. & Shelley, M. (2005). Cotton liners to mediate glove comfort for greenhouse applicators. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 49(3), 421–428. <https://doi.org/10.1007/s00244-004-0212-z>
- Stone, J. F. & Stahr, H. M. (1989). Pesticide residues in clothing: Case study of a Midwestern farmer's coverall contamination. *Journal of Environmental Health*, 51(5), 273–276. Verfügbar unter: <http://www.jstor.org/stable/44533960>. Zugriff: 26.06.2023.
- Streikiene, L. & Hofmann, S. C. (2021). Atopische Dermatitis. *hautnah dermatologie*, 37(4), 42–51. <https://doi.org/10.1007/s15012-021-6694-9>
- Stroschein, J. (2008). The Right Gloves are Out There. *Occupational Health & Safety*. Verfügbar unter: <https://ohsonline.com/Articles/2008/08/The-Right-Gloves-are-Out-There.aspx?Page=1>. Zugriff: 26.10.2022.
- Strunk, M., Maurer, J., Sonsmann, F. K. & John, S. M. (2015). Barriereregenerierende Effekte durch die Verwendung semipermeabler Handschuhmembranen unter okklusiven Schutzhandschuhen. *Dermatologie in Beruf und Umwelt*, 63(3), 130. <https://doi.org/10.5414/DBX00249>
- Strunk, M., Ollmann, L. & John, S. M. (2018). Hautschutzcreme und Schutzhandschuh – eine sichere Kombination? *Dermatologie in Beruf und Umwelt*, 66(2), 96. <https://doi.org/10.5414/DBX00319>
- Stuber, T. (2022). *Technik und Design: Technologie. Lernhilfen: Materialkunde textil*. Verfügbar unter: <https://www.tud.ch/lernhilfen/technologie/>. Zugriff: 31.03.2023.
- Student, J.-C. & Napiwotzky, A. (2011). *Palliative Care*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Stull, J. O. (2003). Types of Chemical Protective Clothing. In D. H. Anna (Hrsg.), *Chemical protective clothing* (S. 111–173). Fairfax, VA: AIHA Press.
- Su, J. C., Dailey, R., Zallmann, M., Leins, E., Taresch, L., Donath, S. et al. (2017). Determining Effects of Superfine Sheep wool in Infantile Eczema (DESSINE): a randomized paediatric crossover study. *The British Journal of Dermatology*, 177(1), 125–133. <https://doi.org/10.1111/bjd.15376>
- Suganuma, K., Itagaki, M., Kawada, E., Sasaki, Y. & Takemoto, M. (2020). Factors affecting fabric slipperiness. *Textile Research Journal*, 90(1), 63–75. <https://doi.org/10.1177/0040517519858757>
- Sugiura, K., Sugiura, M., Shiraki, R., Hayakawa, R., Shamoto, M., Sasaki, K. et al. (2002). Contact urticaria due to polyethylene gloves. *Contact Dermatitis*, 46(5), 262–266. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0536.2002.460503.x>
- Sullivan, T. J. & Farber, E. M. (1959). The problem of hand eczema. *Postgraduate Medicine*, 25(3), 243–254. <https://doi.org/10.1080/00325481.1959.11712377>

- Superior Glove. (2018). *These Aren't Your Grandpa's Gloves: A Guide to Using Cotton Work Gloves*. Verfügbar unter: <https://www.superiorglove.com/blog/insider-tips-for-choosing-the-best-cotton-gloves>. Zugriff: 06.10.2021.
- Superior Glove. (2022). *Glove 101. Everything you need to know about gloves!* Verfügbar unter: https://www.superiorglove.com/glove-101/?utm_source=ohs_ca&utm_medium=display&utm_campaign=ohs_ca_sc_apr_2022#categorization. Zugriff: 01.11.2022.
- Sutton, P. M., Greene, T. & Howell, F. R. (1998). The protective effect of a cut-resistant glove liner. A prospective, randomised trial. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume.*, 80(3), 411–413. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.80b3.8041>
- Svedman, C., Engfeldt, M. & Malinauskiene, L. (2019). Textile Contact Dermatitis: How Fabrics Can Induce Dermatitis. *Current Treatment Options in Allergy*, 6(1), 103–111. <https://doi.org/10.1007/s40521-019-0197-5>
- Swedish Chemicals Agency (KEMI). (2012). *PM 1/12: Antibacterial substances leaking out with the washing water*. Verfügbar unter: <https://www.kemi.se/en/publications/pms/2012/pm-1-12-antibacterial-substances-leaking-out-with-the-washing-water>. Zugriff: 17.06.2021.
- Swedish Chemicals Agency (KEMI). (2016). *Analysis of the most appropriate risk management option (RMOA). Substances: Skin sensitizing substances in textile articles on the EU market*.
- Sweeting, C. G. (2015). *United States Army Aviators' Clothing, 1917-1945*. Jefferson, North Carolina: McFarland and Company, Inc.
- Swerev, M. (2003). What dermatologists should know about textiles. *Current Problems in Dermatology*, 31, 1–23. <https://doi.org/10.1159/000072233>
- Swezey, R. L., Spiegel, T. M., Cretin, S. & Clements, P. (1979). Arthritic hand response to pressure gradient gloves. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 60(8), 375–377.
- Symanzik, C. (2021). *Prävention von beruflich bedingten Handekzemen bei Beschäftigten in Pflegeberufen im Gesundheitswesen während der COVID-19-Pandemie*. Dissertation, Universität Osnabrück. Verfügbar unter: <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:gbv:700-202111115613>.
- Symanzik, C., Skudlik, C. & John, S. M. (2020). BK 5101 – Schwere oder wiederholt rückfällige Hauterkrankungen. In J. Breuer, J. Fritze, A. Popa, D. Scholtysik, J. Seifert & M. Wich (Hrsg.), *Die Ärztliche Begutachtung* (S. 1–28). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Sympatex Technologies GmbH. (o.J.a). *Factsheet Membran. Die Sympatex Membran: Höchste Performance und maximale Ökologie*. Verfügbar unter: <https://www.sympatex.com/newsroom/factsheets/>. Zugriff: 10.08.2021.
- Sympatex Technologies GmbH. (o.J.b). *Guaranteed Green. The Sympatex Recycable Membrane. Grundlagen für Brand Partner und Fachhandel* (Broschüre).
- Sympatex Technologies GmbH. (o.J.c). *Sympatex More than a membrane* (Broschüre). Verfügbar unter: <https://www.sympatex.com/downloads/>. Zugriff: 14.02.2023.
- Sympatex Technologies GmbH. (2015). *Factsheet Sympatex "breathing" glove. Sympatex Technologies GmbH: Der atmungsaktive Handschuh für die Bereiche „Medical & Industry“*. Verfügbar unter: <http://docplayer.org/105044462-Der-atmungsaktive-handschuh-fuer-die-bereiche-medical-industry.html>. Zugriff: 10.08.2021.
- Sympatex Technologies GmbH. (2019). *Glossar - Sympatex*. Verfügbar unter: <https://www.sympatex.com/glossar/>. Zugriff: 18.02.2022.
- Sympatex Technologies GmbH. (2020a). *„If nature had a choice“*. *Sympatex Nachhaltigkeitsbericht 2020*. Verfügbar unter: <https://www.sympatex.com/kommunikation/marketing-material-print-und-online/>. Zugriff: 19.08.2021.
- Sympatex Technologies GmbH. (2020b). *Technische Dokumentation: Sympatex® Unterziehhandschuhe*.
- Sympatex Technologies GmbH. (2021a). *Funktions-Grafiken: Wasserdicht, Atmungsaktiv, Winddicht [Grafik]*. Verfügbar unter: <https://www.sympatex.com/kommunikation/logos-und-grafiken/>. Zugriff: 21.02.2022.
- Sympatex Technologies GmbH. (2021b). *Pflege und Reparatur | Sympatex*. Verfügbar unter: <https://www.sympatex.com/ueber-uns/pflege-und-reparatur/>. Zugriff: 10.08.2021.
- Sympatex Technologies GmbH. (2021c). *Produkte & Technologie für Bekleidung | Sympatex*. Verfügbar unter: <https://www.sympatex.com/ueber-uns/produkt-und-technologie/>. Zugriff: 10.08.2021.
- Sympatex Technologies GmbH. (2021d). *Sympatex Membran & Laminate | Sustainability meets Performance*. Verfügbar unter: <https://www.sympatex.com/>. Zugriff: 19.08.2021.
- Sympatex Technologies GmbH. (2022a). *Nachhaltigkeit to Re>close the Loop*. Verfügbar unter: <https://www.sympatex.com/nachhaltigkeit/#pagecontent-3>. Zugriff: 14.02.2023.
- Sympatex Technologies GmbH. (2022b). *Der Wasserfußabdruck der Textilindustrie*. Verfügbar unter: <https://www.sympatex.com/der-wasserfussabdruck-der-textilindustrie/>. Zugriff: 14.02.2023.
- Szlapetis, I., Weihrer, S. J. & Rhodes, W. (1999). *Degradation in Manual Dexterity Tasks Attributable to the Mark 6 Prototype New Concept NBC Protective Glove. Final Report. Contract Report DRES CR 1999-103*. Ottawa: Chemical Protection Section, Protective Sciences Division, Defence Research Establishment Ottawa.

Szostak-Kotowa, J. (2004). Biodeterioration of textiles. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 53(3), 165–170. [https://doi.org/10.1016/S0964-8305\(03\)00090-8](https://doi.org/10.1016/S0964-8305(03)00090-8)

T

- Tamagawa-Mineoka, R. & Katoh, N. (2020). Atopic Dermatitis: Identification and Management of Complicating Factors. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(8), 2671. <https://doi.org/10.3390/ijms21082671>
- Tanaka, M., Kobayashi, S. & Miyakawa, S. (1993). Contact dermatitis from nylon 6 in Japan. *Contact Dermatitis*, 28(4), 250. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.1993.tb03418.x>
- Tanatex Chemicals B.V. (2021). *Aegis® AEM 5772-5 - Tanatex Chemicals*. Verfügbar unter: <https://tanatexchemicals.com/de/products/aegis-aem-5772-5/>. Zugriff: 06.05.2021.
- Tang, K. P. M., Kan, C. W. & Fan, J. T. (2015). Psychophysical Measurement of Wet and Clingy Sensation of Fabrics by the Volar Forearm Test. *Journal of Sensory Studies*, 30(4), 329–347. <https://doi.org/10.1111/joss.12161>
- Tanner, J. & Parkinson, H. (2006). Double gloving to reduce surgical cross-infection. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, (3), CD003087. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003087.pub2>
- Tanner, J. C. (1979). Breathability, Comfort and Gore-Tex Laminates. *Journal of Coated Fabrics*, 8(4), 312–322. <https://doi.org/10.1177/152808377900800408>
- Taradash, J. B. (1984). An approach to hand eczema. *Modern Medicine*, 9(10), 81–91. Verfügbar unter: https://journals.co.za/doi/abs/10.10520/AJA02599333_1530.
- Tate, B. (2007). Hand dermatitis. *MedicineToday*, 8(7), 26–33. Verfügbar unter: <https://medicinetoday.com.au/mt/2007/july/feature-article/hand-dermatitis>. Zugriff: 26.06.2023.
- Techniker Krankenkasse. (2022). *Tipps gegen raue und rissige Hände im Winter*. Verfügbar unter: <https://www.tk.de/techniker/magazin/lifestyle/koerperpflege/handpflege-winter-2120670>. Zugriff: 27.02.2023.
- Technische Regeln für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA 250). *Biologische Arbeitsstoffe im Gesundheitswesen und in der Wohlfahrtspflege*. Ausgabe: März 2014, GMBI 2014, Nr. 10/11 vom 27.03.2014 (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRBA/TRBA-250.html>. Zugriff: 09.06.2021.
- Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS 401). *Gefährdung durch Hautkontakt - Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen*. Ausgabe: Juni 2008, zuletzt berichtigt GMBI 2011 S. 175 [Nr. 9] (30.03.2011) (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://www.baua.de/EN/Service/Legislative-texts-and-technical-rules/Rules/TRGS/TRGS-401.html>. Zugriff: : 22.04.2020.
- Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS 401). *Gefährdung durch Hautkontakt - Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen*. Ausgabe: Oktober 2022, GMBI 2022, S. 895–926 [Nr. 40] (v. 18.11.2022) (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-401.html>. Zugriff: 06.12.2022.
- Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS 500). *Schutzmaßnahmen*. Ausgabe: September 2019, GMBI 2019 S. 1330–1366 [Nr. 66/67] (v. 13.12.2019), berichtigt: GMBI 2020 S. 88 [Nr. 4] (v. 31.01.2020) (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-500.html>. Zugriff: 09.06.2021.
- Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS 907). *Verzeichnis sensibilisierender Stoffe und von Tätigkeiten mit sensibilisierenden Stoffen*. Ausgabe: November 2011, GMBI 2011 S. 1019 [Nr. 49-51] (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-907.html>. Zugriff: 10.05.2021.
- TEIJIN FRONTIER CO., LTD. (2023). *Products - Textiles & Apparel*. Verfügbar unter: <https://www2.teijin-frontier.com/english/product/clothing/>. Zugriff: 28.02.2023.
- Teixeira, R. A. & Bensel, C. K. (1990). *The Effects of Chemical Protective Gloves and Glove Liners on Manual Dexterity*. Accession Number: ADA231250 (Army Natick Reserach, Development and Engineering Center, Hrsg.). Verfügbar unter: <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA231250>. Zugriff: 27.02.2023.
- Tepso. (2021a). *Ekzemhände -Neurodermitis Handschuhe - Einsatz bei Nacht*. Verfügbar unter: <https://www.tepso.com/de/neurodermitis-handschuhe-baumwollhandschuhe.html>. Zugriff: 06.05.2021.
- Tepso. (2021b). *Neurodermitis Handschuhe*. Verfügbar unter: <https://www.tepso.com/de/neurodermitis-handschuhe.html>. Zugriff: 06.05.2021.
- Tepso. (2021c). *Neurodermitis Handschuhe*. Verfügbar unter: <https://www.tepso.com/de/neurodermitis-handschuhe/>. Zugriff: 06.05.2021.
- Tepso. (2021d). *Über Tepso*. Verfügbar unter: <https://www.tepso.com/de/service/about/>. Zugriff: 06.05.2021.
- Tepso. (2021e). *Warum Tepso? Bekleidung gegen Neurodermitis und Psoriasis*. Verfügbar unter: <https://www.tepso.com/de/service/waarom-tepso/>. Zugriff: 06.05.2021.
- Terrill, P. J., Kedwards, S. M. & Lawrence, J. C. (1991). The use of GORE-TEX bags for hand burns. *Burns*, 17(2), 161–165. [https://doi.org/10.1016/0305-4179\(91\)90144-6](https://doi.org/10.1016/0305-4179(91)90144-6)

- TESCO® & DreamSkin® Health Ltd. (2014). *Tesco Wearer Trial*. Verfügbar unter: <https://www.dreamskin-health.co.uk/index.html>. Zugriff: 09.02.2022.
- Texamed GmbH. (2018). *PADYCARÉ®. Gebrauchsinformation*. Verfügbar unter: <http://www.texamHrsg.de/>. Zugriff: 06.05.2021.
- Texamed GmbH. (o.J.). *PADYCARÉ®. Versilberte Verbandmittel* (Broschüre). Verfügbar unter: <http://www.texam-Hrsg.de/>. Zugriff: 06.05.2021.
- Textile Exchange (2022). Preferred Fiber and Materials Market Report 2022. *Textile Exchange*. Zugriff: 07.11.2022. Verfügbar unter: <https://textileexchange.org/preferred-fiber-and-materials-market-report/>.
- Textile Exchange. (2021). *Textile Exchange's Preferred Fiber and Materials Market Report (PFMR) 2021*. Verfügbar unter: <https://textileexchange.org/preferred-fiber-and-materials-market-report/>. Zugriff: 05.04.2022.
- Textilindustrie (1965). Granverstärkungen mit Nylon bringen Vorteile. *Mitteilungen über Textilindustrie: schweizerische Fachschrift für die gesamte Textilindustrie*, 63(6), 144–145.
- Thaçi, D., Steinmeyer, K., Ebelin, M.-E., Scott, G. & Kaufmann, R. (2003). Occlusive treatment of chronic hand dermatitis with pimecrolimus cream 1% results in low systemic exposure, is well tolerated, safe, and effective. An open study. *Dermatology (Basel, Switzerland)*, 207(1), 37–42. <https://doi.org/10.1159/000070939>
- The LYCRA Company. (2021a). *About COOLMAX® technology*. Verfügbar unter: <https://www.coolmax.com/en/frequently-asked-questions/about-coolmax-ecomade-technology>. Zugriff: 09.11.2022.
- The LYCRA Company. (2021b). *About THERMOLITE® technology*. Verfügbar unter: <https://www.thermolite.com/en/faq/about-thermolite-technology>. Zugriff: 09.11.2022.
- The LYCRA Company. (2021c). *Coolmax*. Verfügbar unter: <https://www.coolmax.com/en/consumer-discover/our-brands>. Zugriff: 07.11.2022.
- The LYCRA Company. (2021d). *COOLMAX® Technology - Advanced Cooling Performance*. Verfügbar unter: <https://www.coolmax.com/en>. Zugriff: 07.11.2022.
- The LYCRA Company. (2021e). *Thermolite*. Verfügbar unter: <https://www.thermolite.com/en/consumer-discover/our-brands>. Zugriff: 07.11.2022.
- Thelmo, M. C., Lang, W., Brooke, E., Osborne, B. E., McCarty, M. A., Jorizzo, J. L. et al. (2003). An open-label pilot study to evaluate the safety and efficacy of topically applied tacrolimus ointment for the treatment of hand and/or foot eczema. *Journal of Dermatological Treatment*, 14(3), 136–140. <https://doi.org/10.1080/09546630310009491>
- Thierse, H.-J. & Luch, A. (2019). Verbraucherschutz und Risikobewertung — allergieauslösende Substanzen in Verbraucherprodukten. *Allergo Journal*, 28(6), 22–41. <https://doi.org/10.1007/s15007-019-1901-2>
- Thomas, H., Reumann, R.-D. & Kleinhansl, E. (2000). Garnprüfungen. In R.-D. Reumann (Hrsg.), *Prüfverfahren in der Textil- und Bekleidungstechnik* (S. 251–378). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Thomas, K. S. & McMann, H. J. (2012). *U.S. Spacesuits* (Springer Praxis Books). New York, NY: Springer Science+Business Media. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-9566-7>
- Thomas, K. S., Bradshaw, L. E., Sach, T. H., Batchelor, J. M., Lawton, S., Harrison, E. F. et al. (2017). Silk garments plus standard care compared with standard care for treating eczema in children: A randomised, controlled, observer-blind, pragmatic trial (CLOTHES Trial). *PLOS Medicine*, 14(4), e1002280. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002280>
- Thomas, K., Charman, C., Nankervis, H., Ravenscroft, J. C. & Williams, H. C. (2014). Atopic eczema. In H. C. Williams & M. E. Bigby (Hrsg.), *Evidence-based dermatology* (S. 136–168). Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons, Inc.
- Thyssen, J. P., Johansen, J. D., Linneberg, A. & Menné, T. (2010). The epidemiology of hand eczema in the general population - prevalence and main findings. *Contact Dermatitis*, 62(2), 75–87. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.2009.01669.x>
- Thyssen, J. P., Schuttelaar, M. L. A., Alfonso, J. H., Andersen, K. E., Angelova-Fischer, I., Arents, B. W. M. et al. (2022). Guidelines for diagnosis, prevention and treatment of hand eczema. *Contact Dermatitis*, 86(5), 357–378. <https://doi.org/10.1111/cod.14035>
- Tiedemann, D., Clausen, M. L., John, S. M., Angelova-Fischer, I., Kezic, S. & Agner, T. (2016). Effect of glove occlusion on the skin barrier. *Contact Dermatitis*, 74(1), 2–10. <https://doi.org/10.1111/cod.12470>
- Tischendorf, M. (2017). Sicherheit und Gesundheit durch Persönliche Schutzausrüstung (PSA). *Betriebliche Prävention*, 8–12.
- Todd, E. C. D., Michaels, B. S., Greig, J. D., Smith, D. & Bartleson, C. A. (2010). Outbreaks where food workers have been implicated in the spread of foodborne disease. Part 8. Gloves as barriers to prevent contamination of food by workers. *Journal of Food Protection*, 73(9), 1762–1773. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-73.9.1762>
- Tomas, M. E., Kundrapu, S., Thota, P., Sunkesula, V. C. K., Cadnum, J. L., Mana, T. S. C. et al. (2015). Contamination of Health Care Personnel During Removal of Personal Protective Equipment. *JAMA Internal Medicine*, 175(12), 1904–1910. <https://doi.org/10.1001/jamainternmHrsg.2015.4535>
- Top Glove Cooperation. (2021). *Hydraplus™ Moisturizing Nitrile Glove*. Verfügbar unter: <https://www.topglove.com/hydraplus-moisturizing-nitrile-glove/>. Zugriff: 01.09.2021.

- Topal, Y., Agner, T., van der Heiden, J., Ebbelhøj, N. E. & Clemmensen, K. K. B. (2019). Hand eczema patients' knowledge of skin protection following a guided talk-A retrospective study with a follow-up questionnaire. *Contact Dermatitis*, 81(2), 117–123. <https://doi.org/10.1111/cod.13264>
- Torres, E. & Pascual, J. (2020a). *Technical guidelines for EU textile laboratories* (European Commission (EC), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://op.europa.eu/de/publication-detail/-/publication/01408c6d-4c85-11ea-b8b7-01aa75ed71a1/language-en>. Zugriff: 08.02.2023.
- Torres, E. & Pascual, J. (2020b). *Technical guidelines for EU textile laboratories. Annex: results of the inter-laboratory exercise* (European Commission (EC), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/b6680bb8-4c83-11ea-b8b7-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-search>. Zugriff: 08.02.2023.
- Tremblay-Lutter, J. F. & Wehrer, S. J. (1995). *Functional Fit Evaluation to Determine Optimal Ease Requirements in Canadian Forces Chemical Protective Gloves (No. DRES-SR-653)* (Defense Research Establishment Suffield (DRES), Hrsg.). Verfügbar unter: <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA336094>. Zugriff: 27.06.2023.
- Tremblay-Lutter, J. F. & Wehrer, S. J. (1996). Functional Fit Evaluation to Determine Optimal Ease Requirements in Chemical Protective Gloves. In J. S. Johnson & S. Z. Mansdorf (Hrsg.), *Performance of protective clothing. Fifth volume* (Bd. 1237, S. 367-383). West Conshohocken, Pa.: ASTM International. <https://doi.org/10.1520/STP140815>
- Tremblay-Lutter, J. F. (2002). *United States Patent. Patent No.: US 6,772,444 B2. COMFORT LINERS FOR CHEMICAL PROTECTIVE AND OTHER IMPERMEABLE POLYMER GLOVES*. Verfügbar unter: <https://patents.google.com/patent/CA2385442A1/un>. Zugriff: 28.09.2021.
- Tremblay-Lutter, J. F., Crown, E. M. & Rigakis, K. B. (1996). Evaluation of Functional Fit of Chemical Protective Gloves for Agricultural Workers. *Clothing and Textiles Research Journal*, 14(3), 216–224. <https://doi.org/10.1177/0887302X9601400307>
- Tremblay-Lutter, J. F., Lang, J. Q. & Pichette, D. (1996). Evaluation of Candidate Glove Liners for Reduction of Skin Maceration in Chemical Protective Gloves. In J. S. Johnson & S. Z. Mansdorf (Hrsg.), *Performance of protective clothing. Fifth volume* (Bd. 1237, S. 296-310). West Conshohocken, Pa.: ASTM International. <https://doi.org/10.1520/STP140765>
- Trierweiler-Hauke, B. (2013). Hygiene auf der IMC-Station. In J. Busch & B. Trierweiler-Hauke (Hrsg.), *Pflegewissen In-termediate Care. Für die Weiterbildung und die Praxis* (S. 109–139). Berlin: Springer-Verlag.
- Trierweiler-Hauke, B. (2021). Hygiene auf der IMC-Station. In J. Busch & B. Trierweiler-Hauke (Hrsg.), *Pflegewissen In-termediate Care. Für die Weiterbildung und die Praxis* (3. Aufl., S. 131–170). Berlin: Springer-Verlag.
- Truscott, W. M. (2010). Latex Glove Use: Essentials in Modern Hospital Safety. In W. Charney (Hrsg.), *Handbook of modern hospital safety* (2. Aufl., 20-1-20-19). Boca Raton: CRC Press.
- Turjanmaa, K. (1987). Incidence of immediate allergy to latex gloves in hospital personnel. *Contact Dermatitis*, 17(5), 270–275. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.1987.tb01476.x>
- Türk, O. (2014a). Biogene Polyester. In O. Türk (Hrsg.), *Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Grundlagen - Werkstoffe - Anwendungen* (S. 293–321). Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Türk, O. (2014b). Polysaccharide. In O. Türk (Hrsg.), *Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Grundlagen - Werkstoffe - Anwendungen* (S. 169–292). Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Türk, O. (2014c). Proteine. In O. Türk (Hrsg.), *Stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe. Grundlagen - Werkstoffe - Anwendungen* (S. 93–168). Wiesbaden: Springer Vieweg.

U

- Uçar, N. (2007). Cotton knitting technology. In Gordon, S. & Hsieh; Y.-L. (Hrsg.), *Cotton: Science and Technology* (S. 275–327). Cambridge: Woodhead Publishing.
- Ueno, M., Adachi, A., Horikawa, T., Inoue, N., Mori, A. & Sasaki, K. (2007). Allergic contact dermatitis caused by poly(adipic acid-co-1,2-propylene glycol) and di-(n-octyl) tin-bis(2-ethylhexylmaleate) in vinyl chloride gloves. *Contact Dermatitis*, 57(5), 349–351. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.2007.01142.x>
- Ulrich, N. H., Thyssen, J. P., Mizutani, H. & Nixon, R. L. (2021). Hand Eczema: Causative Factors, Diagnosis, Personal and Societal Consequences. In J. D. Johansen, V. Mahler, J.-P. Lepoittevin & P. J. Frosch (Hrsg.), *Contact Dermatitis* (S. 331–354). Cham: Springer International Publishing.
- Umair, M. & Khan, R. M. W. U. (2020). Fibers for Sports Textiles. In S. Ahmad, A. Rasheed & Y. Nawab (Hrsg.), *Fibers for Technical Textiles* (S. 93–115). Cham: Springer International Publishing.
- Umbach, K. H. (1983). Kann man aus Chemiefasern Kleidung mit gutem Tragekomfort herstellen? *Lenzinger Berichte*, (54), 18–25. Verfügbar unter: <https://www.lenzing.com/de/downloadcenter/filter1/forschung-entwicklung/filter3/1983>. Zugriff: 27.06.2023.
- Umbach, K. H. (1991). Tragekomfort von Bekleidungskombinationen. *Lenzinger Berichte*, (73), 31–38. Verfügbar unter: <https://www.lenzing.com/de/downloadcenter/filter1/forschung-entwicklung/filter3/1991>. Zugriff: 27.06.2023.

- Umbach, K. H. (2003). Die physiologische Funktion der Bekleidung. In P. Knecht (Hrsg.), *Funktionstextilien. High-Tech-Produkte bei Bekleidung und Heimtextilien; Grundlagen, Vermarktungskonzepte, Verkaufsargumente* (S. 43–56). Frankfurt am Main: Deutscher Fachverlag.
- Umweltbundesamt (UBA) (Hrsg.). (2020). *Schwerpunkt 1-2020: PFAS. Gekommen, um zu bleiben*. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/schwerpunkt-1-2020-pfas-gekommen-um-zu-bleiben>. Zugriff: 17.04.2023.
- Umweltbundesamt (UBA). (2015). *Weichspüler*. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/wasch-reinigungsmittel/umweltbewusst-waschen-reinigen/weichspueler>. Zugriff: 06.05.2021.
- Umweltbundesamt (UBA). (2019). *Alttextilien*. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/alttextilien#hinweise-zum-recycling>. Zugriff: 16.06.2023.
- Umweltbundesamt (UBA). (2021). *KLEIDER mit HAKEN. Fallstudie zur globalen Umweltinanspruchnahme durch die Herstellung unserer Kleidung*. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/kleider-haken>. Zugriff: 05.04.2022.
- Unfallkasse Nordrhein-Westfalen (UK NRW). (2013). *Prävention von Erkrankungen – Informationen für pflegende Angehörige*.
- Unfallkasse Nordrhein-Westfalen (UK NRW). (2023). *Hautpflege. Zu Hause pflegen. Das Portal für Sicherheit und Gesundheit für pflegende Angehörige* (Broschüre). Verfügbar unter: <https://zuhause-pflegen.unfallkassenrw.de/gesundheitschutz-fuer-pflegende-angehoerige/hautpflege>. Zugriff: 28.02.2023.
- Unfallkassen (UK). (2016). *Hautschutz bei Reinigungsarbeiten*. Verfügbar unter: <https://www.mit-heiler-haut.de/arbeitsbereiche/reinigung/?key=1-5&L=0>. Zugriff: 17.08.2022.
- United States Army. (1943). Color Photography of Maps. *A.M.S. BULLETINS.*, (4), 1–24.
- United States Patent and Trademark Office. (2023). *DERMAPOR Trademark Information. US Serial Number: 74629919. US Registration Number: 1989340*. Verfügbar unter: https://tsdr.uspto.gov/#caseNumber=74629919&caseSearchType=US_APPLICATION&caseType=SERIAL_NO&searchType=statusSearch. Zugriff: 27.01.2023.
- United States. Dept. of the Army. (1951). *Index of Specifications and Standards (Used by) Department of the Army. Military Index Volume II (AG 400.1141(1 Apr 51))*. Verfügbar unter: <https://hdl.handle.net/2027/uiug.30112106639054>. Zugriff: 27.06.2023.
- Upadhayay, H., Jahan, S. & Upreti, M. (2016). Cosmetotextiles: Emerging Trend in Technical Textiles. *IOSR Journal of Polymer and Textile Engineering (IOSR-JPTE)*, 3(6), 8–14.
- Uter, W. & Diepgen, T. L. (2021). Epidemiology of Contact Dermatitis and Contact Allergy. In J. D. Johansen, V. Mahler, J.-P. Lepoittevin & P. J. Frosch (Hrsg.), *Contact Dermatitis* (S. 195–216). Cham: Springer International Publishing.
- Uter, W. & Schwanitz, H. J. (2006). Hairdressing. In A.-L. Chew & H. I. Maibach (Hrsg.), *Irritant Dermatitis* (S. 123–135). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Uter, W. (2020). Prävalenz der Kontaktsensibilisierung in der Allgemeinbevölkerung und in Klinikpopulationen. *Der Hautarzt*, 71(3), 166–173. <https://doi.org/10.1007/s00105-019-04506-0>
- Uter, W., Bauer, A., Geier, J., Lessmann, H. & Schnuch, A. (2008). Kontaktallergien gegen Textil- und Lederfarbstoffe. *Allergo Journal*, 17(8), 625–630. <https://doi.org/10.1007/BF03361952>
- Uter, W., Werfel, T., Lepoittevin, J.-P. & White, I. R. (2020). Contact Allergy-Emerging Allergens and Public Health Impact. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(7), 2404. <https://doi.org/10.3390/ijerph17072404>
- Uter, W., Werfel, T., Lepoittevin, J.-P. & White, I. R. (2021). Kontaktallergien – Neu auftretende Allergene und Auswirkungen für das Gesundheitswesen. *Kompass Dermatologie*, 9(2), 56–75. <https://doi.org/10.1159/000515947>
- Uthayakumar, A. K., Panagou, E., Manam, S., Schauer, A., Veraitch, O., Walker, S. et al. (2021). PPE-associated dermatoses: effect on work and wellbeing. *Future Healthcare Journal*, 8(1), e67-e69. <https://doi.org/10.7861/fhj.2020-0210>
- Uvex Arbeitsschutz GmbH. (2018a). „Kunterbunte PSA“ (Teil 2 von 3): *Muss der Blauemann unbedingt blau sein?* Verfügbar unter: <https://www.uvex-safety.com/blog/de/kunterbunte-psa-teil-1-von-3-welche-bedeutung-haben-farben-bei-psa-wie-erleichtern-sie-uns-den-alltag-2/>. Zugriff: 26.07.2022.
- Uvex Arbeitsschutz GmbH. (2018b). „Kunterbunte PSA“ (Teil 1 von 3): *Welche Bedeutung haben Farben bei PSA – wie erleichtern sie uns den Alltag?* Verfügbar unter: <https://www.uvex-safety.com/blog/de/farben-und-psa-teil-1-von-3-was-bedeutet-psa-farben-und-wie-erleichtern-sie-uns-den-alltag/>. Zugriff: 26.07.2022.
- Uvex Arbeitsschutz GmbH. (2018c). „Kunterbunte PSA“ (Teil 3 von 3): *Wie sinnvoll ist PSA in CI-Farben – und geht das überhaupt?* Verfügbar unter: <https://www.uvex-safety.com/blog/de/kunterbunte-psa-teil-3-von-3-wie-sinnvoll-ist-psa-in-ci-farben-und-geht-das-ueberhaupt/>. Zugriff: 26.07.2022.
- Uvex Arbeitsschutz GmbH. (2021a). *Desinfektion zum Anziehen: Der Hygieneschutzhandschuh: uvex phynomic silv-air*. Verfügbar unter: <https://www.uvex-safety.com/de/produkt-gruppen/uvex-phynomic-silv-air/#c208501>. Zugriff: 06.05.2021.

- Uvex Arbeitsschutz GmbH. (2021b). *proDERM*. Verfügbar unter: <https://www.uvex-safety.com/de/wissen/zertifikate/proderm/>. Zugriff: 05.08.2021.
- Uvex Arbeitsschutz GmbH. (2022a). *7 Fehler, die Sie in Sachen PSA unbedingt vermeiden sollten*. Verfügbar unter: <https://www.uvex-safety.com/blog/de/7-fehler-die-sie-in-sachen-psa-unbedingt-vermeiden-sollten/>. Zugriff: 20.01.2023.
- Uvex Arbeitsschutz GmbH. (2022b). *PSA im Wandel der Zeit: wie aus Blaumann und Co. moderne Workwear wurde*. Verfügbar unter: <https://www.uvex-safety.com/blog/de/psa-im-wandel-der-zeit/>. Zugriff: 20.01.2023.

V

- Van Amerongen, C. C. A., Ofenloch, R. F., Cazzaniga, S., Elsner, P., Gonçalo, M., Naldi, L. et al. (2021). Skin exposure to scented products used in daily life and fragrance contact allergy in the European general population - The EDEN Fragrance Study. *Contact Dermatitis*, *84*(6), 385–394. <https://doi.org/10.1111/cod.13807>
- Van de Kerkhof, P. C. M., Mare, S. de, Arnold, W. P. & van Erp, P. E. J. (1995). Epidermal regeneration and occlusion. *Acta Dermato-Venereologica*, *75*(1), 6–8. <https://doi.org/10.2340/000155557568>
- Van der Meer, E. W. C., Boot, C. R. L., Jungbauer, F. H. W., Coenraads, P. J., van der Gulden, J. W. J. & Anema, J. R. (2014). Implementation of recommendations for hand eczema through a multifaceted strategy. A process evaluation among health care workers. *Acta Dermato-Venereologica*, *94*(6), 651–657. <https://doi.org/10.2340/00015555-1830>
- Van der Meer, E. W. C., Boot, C. R. L., Twisk, J. W. R., Coenraads, P. J., Jungbauer, F. H. W., van der Gulden, J. W. J. et al. (2014). Hands4U: the effectiveness of a multifaceted implementation strategy on behaviour related to the prevention of hand eczema—a randomised controlled trial among healthcare workers. *Occupational and Environmental Medicine*, *71*(7), 492–499. <https://doi.org/10.1136/oemed-2013-102034>
- Van der Meer, E. W. C., van der Gulden, J. W. J., van Dongen, D., Boot, C. R. L. & Anema, J. R. (2015). Barriers and facilitators in the implementation of recommendations for hand eczema prevention among healthcare workers. *Contact Dermatitis*, *72*(5), 325–336. <https://doi.org/10.1111/cod.12331>
- Van der Pal, K. J., Popelka-Filcoff, R. S., Smith, G. D., van Bronswijk, W. & Lewis, S. W. (2021). To glove or not to glove? Investigations into the potential contamination from handling of paper-based cultural heritage through forensic fingerprinting approaches. *Forensic Science International: Synergy*, *3*, 100160. <https://doi.org/10.1016/j.fs SYN.2021.100160>
- Van der Putte, I., Qi, S., Affourtit, F., Wolf, K. de, Devaere, S. & Albrecht, S. (2023) *Study on the link between allergic reactions and chemicals in textile products. Final Report* (European Commission (EC) & DG Enterprise and Industry, Hrsg.). Verfügbar unter: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/6ac424b6-2a81-4ce2-84b2-20d64fb89f17>. Zugriff: 08.02.2023.
- Van der Velden, N. M., Patel, M. K. & Vogtländer, J. G. (2014). LCA benchmarking study on textiles made of cotton, polyester, nylon, acryl, or elastane. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, *19*(2), 331–356. <https://doi.org/10.1007/s11367-013-0626-9>
- Van Gils, R. F., Boot, C. R. L., van Gils, P. F., Bruynzeel, D. P., Coenraads, P. J., van Mechelen, W. et al. (2011). Effectiveness of prevention programmes for hand dermatitis: a systematic review of the literature. *Contact Dermatitis*, *64*(2), 63–72. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.2010.01825.x>
- Van Herreweghen, F., Amberg, C., Marques, R. & Callewaert, C. (2020). Biological and Chemical Processes that Lead to Textile Malodour Development. *Microorganisms*, *8*(11), 1709. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8111709>
- Van Jansen Rensburg, S., Franken, A. & Du Plessis, J. L. (2019). Measurement of transepidermal water loss, stratum corneum hydration and skin surface pH in occupational settings: A review. *Skin Research and Technology*, *25*(5), 595–605. <https://doi.org/10.1111/srt.12711>
- Van Zuuren, E. J., Fedorowicz, Z., Christensen, R., Lavrijsen, A. & Arents, B. W. M. (2017). Emollients and moisturisers for eczema. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, *2*(2), CD012119. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012119.pub2>
- Vanden Broecke, K., Zimerson, E., Bruze, M. & Goossens, A. (2014). Severe allergic contact dermatitis caused by a rubber glove coated with a moisturizer. *Contact Dermatitis*, *71*(2), 117–119. <https://doi.org/10.1111/cod.12212>
- Vandevenne, A., Morren, M.-A. & Goossens, A. (2015). Immunological contact urticaria caused by a silk shirt in an atopic patient. *Contact Dermatitis*, *72*(4), 240–241. <https://doi.org/10.1111/cod.12360>
- Vanhoutte, H. (2022). PSA und Nachhaltigkeit: Ist das machbar? *DGUV Forum*, *3*(1), 22–24.
- Varshney, S., Pandey, P., Gupta, D. & Sharma, S. (2020). Role of fabric properties, moisture and friction in transfer of bacteria from fabric to fabric. *Textile Research Journal*, *90*(3-4), 478–485. <https://doi.org/10.1177/0040517519866956>
- Varshney, S., Sain, A., Gupta, D. & Sharma, S. (2021). Factors Affecting Bacterial Adhesion on Selected Textile Fibres. *Indian Journal of Microbiology*, *61*(1), 31–37. <https://doi.org/10.1007/s12088-020-00903-5>

- VDI Verein Deutscher Ingenieure e. V. & VDI-Gesellschaft Technologies of Life Sciences (2020). *Antimikrobielle Oberflächen zur Infektionsprävention. Werk- und Wirkstoffe, Prüfverfahren sowie rechtliche und regulatorische Rahmenbedingungen. VDI-Statusreport*. Verfügbar unter: <https://www.vde.com/de/dgbmt/arbeitsgebiete/hygiene>. Zugriff: 05.04.2022.
- Veien, N. (2021). Clinical Features of Contact Dermatitis. In J. D. Johansen, V. Mahler, J.-P. Lepoittevin & P. J. Frosch (Hrsg.), *Contact Dermatitis* (S. 241–294). Cham: Springer International Publishing.
- Veien, N., Hattel, T. & Laurberg, G. (1992). Can 'label dermatitis' become 'creeping neurotic excoriations'? *Contact Dermatitis*, 27(4), 272–273. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.1992.tb03273.x>
- Veit, D. (2023). *Fasern*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Verband Textilpflege Schweiz (VTS). (2017). *ABSCHLUSSBERICHT Professioneller Wäscheservice oder Inhouse-Wäscherei (OPL - On Premise Laundry) und Hauswäsche - Was ist nachhaltiger? (Studie inhouse vs. industrielle Wäscherei)*. Verfügbar unter: <https://textilpflege.ch/service/dokumente>. Zugriff: 26.06.2023.
- Verbov, J. (1986). Treatment of atopic eczema. *Archives of Disease in Childhood*, 61(5), 518–521. <https://doi.org/10.1136/ad.61.5.518>
- Verbraucherinitiative e. V. (2021). *MEDIZINISCH GETESTET - SCHADSTOFFGEPRÜFT | Label „MEDIZINISCH GETESTET - SCHADSTOFFGEPRÜFT“*. Verfügbar unter: <https://label-online.de/label/medizinisch-getestet-schadstoffgeprueft/>. Zugriff: 06.05.2021.
- Verbraucherzentrale Hamburg e. V. (VZHH) (2022). *Wasch- und Reinigungsmittel. Trocknertücher für duftende Wäsche?* Verfügbar unter: <https://www.vzhh.de/themen/umwelt-nachhaltigkeit/wasch-reinigungsmittel/trocknertuecher-fuer-duftende-waesche>. Zugriff: 01.04.2022.
- VERORDNUNG (EG) Nr. 1907/2006 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Chemikalienagentur, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission (Text von Bedeutung für den EWR) (ABl. L 396 vom 30.12.2006, S. 1). Zuletzt geändert durch: Verordnung (EU) 2020/2160 der Kommission vom 18. Dezember 2020. Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02006R1907-20210215>. Zugriff: 14.06.2021.
- Verordnung (EU) 2016/425 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2016 über persönliche Schutzausrüstungen und zur Aufhebung der Richtlinie 89/686/EWG des Rates (Text von Bedeutung für den EWR) (PSA-Verordnung). Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/425/oj>. Zugriff: 09.06.2021.
- VERORDNUNG (EU) Nr. 1007/2011 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 27. September 2011 über die Bezeichnungen von Textilfasern und die damit zusammenhängende Etikettierung und Kennzeichnung der Faserzusammensetzung von Textilerzeugnissen und zur Aufhebung der Richtlinie 73/44/EWG des Rates und der Richtlinien 96/73/EG und 2008/121/EG des Europäischen Parlaments und des Rates (Text von Bedeutung für den EWR) (ABl. L 272 vom 18.10.2011, S. 1). Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02011R1007-20180215>. Zugriff: 10.06.2021.
- VERORDNUNG (EU) Nr. 528/2012 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 22. Mai 2012 über die Bereitstellung auf dem Markt und die Verwendung von Biozidprodukten (Text von Bedeutung für den EWR) (ABl. L 167 vom 27.6.2012, S. 1). Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02012R0528-20210610>. Zugriff: 17.06.2021.
- Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Benutzung persönlicher Schutzausrüstungen bei der Arbeit (PSA-Benutzungsverordnung - PSA-BV) vom 4. Dezember 1996 (BGBl. I S. 1841). Verfügbar unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/psa-bv/>. Zugriff: 10.05.2021.
- Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit Biologischen Arbeitsstoffen (Biostoffverordnung - BioStoffV) vom 15. Juli 2013 (BGBl. I S. 2514), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 21. Juli 2021 (BGBl. I S. 3115) geändert worden ist. Verfügbar unter: https://www.gesetze-im-internet.de/biostoffv_2013/index.html#BJNR251410013BJNE000101126. Zugriff: 21.10.2021.
- Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) vom 18. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2768), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 12. Juli 2019 (BGBl. I S. 1082) geändert worden ist. Verfügbar unter: <https://www.gesetze-im-internet.de/arbmedvv/>. Zugriff: 10.05.2022.
- Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (VBG). (2016). *Fachinformationsblatt: Hinweise für den Schutzhandschuhgebrauch*. VBG. Verfügbar unter: https://www.vbg.de/DE/3_Praevention_und_Arbeitshilfen/1_Branchen/07_Glas_und_Keramik/0_Neues_aus_der_Branche/aktualisiert_schutzhandschuhgebrauch.html?nn=3358. Zugriff: 10.06.2021.
- Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (VBG). (2021). *Praxishilfe: Schutzhandschuhe*. Verfügbar unter: https://www.vbg.de/zeitarbeit-fb/daten/apl/arbhilf/unterw/153_sha.htm. Zugriff: 07.09.2021.

- Verwaltungsgerichtshof Baden-Württemberg. (2020). *VGH Baden-Württemberg Urteil vom 23.7.2020, 6 S 1589/18. Hygienerechtliche Anordnung einer externen Reinigung der Berufskleidung der Beschäftigten eines Altenpflegezentrums*. Verfügbar unter: http://lrwb.juris.de/cgi-bin/laender_rechtsprechung/document.py?Gericht=bw&nr=32117. Zugriff: 17.04.2023.
- Vierhaus, T. (1999). Defizite der ergonomischen Gestaltung als Ursache des Nichtbenutzens von PSA ... aus Sicht der technischen Händler. In Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG) (Hrsg.), *Erhöhte Akzeptanz von Persönlichen Schutzausrüstungen (PSA) durch ergonomische Gestaltung - BIA-Symposium (BIA-Report 2/99)* (S. 31–40). Sankt Augustin: Druck Center Meckenheim.
- Vilhena, L. & Ramalho, A. (2016). Friction of Human Skin against Different Fabrics for Medical Use. *Lubricants*, 4(1), 6. <https://doi.org/10.3390/lubricants4010006>
- Visscher, M. O., Hoath, S. B., Conroy, E. & Wickett, R. R. (2001). Effect of semipermeable membranes on skin barrier repair following tape stripping. *Archives of Dermatological Research*, 293(10), 491–499. <https://doi.org/10.1007/PL00007463>
- Voß, C. (1996). Gesundheitliche Aspekte der Kleidung aus Sicht der Verbraucher. In *Vom Stoffstrommanagement zur Standortsicherung? Zur ökologischen und ökonomischen Zukunft der Textil- und Bekleidungsindustrie in Nordrhein-Westfalen; Tagungsdokumentation* (Schriftenreihe des IÖW, Bd. 96, S. 53–59). Berlin.

W

- The Wright Stuff. (2022). *Silipos Gel Gloves*. Verfügbar unter: <https://www.thewrightstuff.com/silipos-gel-moisturizing-gloves.html>. Zugriff: 07.12.2022.
- W. L. Gore & Associates GmbH. (2021a). *GORE-TEX PRODUKTE | GORE® WEAR | DE*. Verfügbar unter: <https://www.gorewear.com/de/de-de/gore-tex.html>. Zugriff: 18.08.2021.
- W. L. Gore & Associates GmbH. (2021b). *Our History*. Verfügbar unter: <https://www.gore-tex.com/de/technologie/firmengeschichte>. Zugriff: 10.08.2021.
- W. L. Gore & Associates GmbH. (2021c). *Pflegehinweise Oberbekleidung*. Verfügbar unter: <https://www.gore-tex.com/de/service/pflege/oberbekleidung>. Zugriff: 30.08.2021.
- W. L. Gore & Associates GmbH. (2021d). *PTFE Fasern | Gore*. Verfügbar unter: <https://www.gore.de/products/ptfe-fasern>. Zugriff: 10.08.2021.
- W. L. Gore & Associates GmbH. (2021e). *Responsibility Update 2020 der Gore Fabrics Division*. Verfügbar unter: <https://www.gore-tex.com/de/nachhaltigkeit/unsere-verantwortung>. Zugriff: 24.08.2021.
- W. L. Gore & Associates GmbH. (2021f). *Wir reduzieren unseren chemischen Fußabdruck*. Verfügbar unter: <https://www.gore-tex.com/de/nachhaltigkeit/die-umwelt-schuetzen/chemischen-fussabdruck-reduzieren>. Zugriff: 10.08.2021.
- W. L. Gore & Associates GmbH. (2022). *Medizinische Industrie*. Verfügbar unter: <https://www.gore.de/industrien/life-sciences/medizinische-produkte>. Zugriff: 01.04.2022.
- W. L. Gore & Associates, Inc. (1994). *Product packaging: Dermapor™ Gloves. "Breathable" Protection for Sensitive Skin from the makers of GORE-TEX® fabric*.
- W. L. Gore & Associates, Inc. (1996). *Dermapor®. Industrial Glove Liner. Technical Information Sheet*.
- W. L. Gore & Associates, Inc. (1997). *Information Sheet: Dermapor® Gloves. The healthy Alternative to Cotton Gloves*.
- W. L. Gore & Associates, Inc. (2021). *Gore's Technologies | About ePTFE | Gore*. Verfügbar unter: <https://www.gore.de/ueber-gore/technologien>. Zugriff: 10.08.2021.
- W+R INDUSTRY GmbH. (o.J.). *Ratgeber Handschuhreinigung. So sparst du beim Handschutz nachhaltig Geld*. Verfügbar unter: <https://www.wr-industry.de/download>. Zugriff: 26.07.2022.
- Wagener, S., Dommershausen, N., Jungnickel, H., Laux, P., Mitrano, D., Nowack, B. et al. (2016). Textile Functionalization and Its Effects on the Release of Silver Nanoparticles into Artificial Sweat. *Environmental Science & Technology*, 50(11), 5927–5934. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b06137>
- Wagner, E. (1981). *Die Textilien Rohstoffe (Natur- und Chemiefaserstoffe)* (6., völlig neu bearb. Aufl.). Frankfurt: Deutscher Fachverlag.
- Wagner, G. (2017). *Waschmittel. Chemie, Umwelt, Nachhaltigkeit* (5., vollst. überarb. und aktual. Aufl.). Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Walitza, E., Stroh, N. & Brunner, H. (2007). Synthetische Membranen: Stofftransport, Herstellung, Verwendung. *CLB Chemie in Labor und Biotechnik*, 53(6), 208–2016. Verfügbar unter: <https://analytik.news/fachartikel/2007/23.html>.
- Walker, K. & Amon, U. (2008). Klinische Untersuchung zur Wirkung und Akzeptanz von Silbertextilien als Teil einer Kombinationstherapie bei atopischer Dermatitis und anderen Hauterkrankungen unter stationären Bedingungen. *Aktuelle Dermatologie*, 34(7), 257–261. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1077493>
- Wang, H. & Memon, H. (2020b). Introduction. In H. Wang & H. Memon (Hrsg.), *Cotton Science and Processing Technology* (S. 1–13). Singapore: Springer Singapore.

- Wang, H. & Memon, H. (Hrsg.). (2020a). *Cotton Science and Processing Technology* (Textile Science and Clothing Technology). Singapore: Springer Singapore.
- Wang, H., Siddiqui, M. Q. & Memon, H. (2020). Physical Structure, Properties and Quality of Cotton. In H. Wang & H. Memon (Hrsg.), *Cotton Science and Processing Technology* (S. 79–97). Singapore: Springer Singapore.
- Wang, W., Hui, P. & Kan, C.-W. (2017). Functionalized Textile Based Therapy for the Treatment of Atopic Dermatitis. *Coatings*, 7(6), 82. <https://doi.org/10.3390/coatings7060082>
- Warme-Janville, B. & Pelicand, J. Y. (2002). *Measurement of Glove Permeation by Using an Instrumented Thermal and Sweating Hand. Defense Technical Information Center Compilation Part Notice. Accession Number: ADP012444* (Defense Technical Information Center, Hrsg.). Verfügbar unter: <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADP012444>. Zugriff: 26.06.2023.
- Warshaw, E. M. (2004). Therapeutic options for chronic hand dermatitis. *Dermatologic Therapy*, 17(3), 240–250. <https://doi.org/10.1111/j.1396-0296.2004.04025.x>
- Watson, C., Troykinov, O. & Lingard, H. (2018). Design considerations for low-level risk personal protective clothing: a review. *Industrial Health*, 57(3), 306–325. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2018-0040>
- Watt, A. M., Patkin, M., Sinnott, M. J., Black, R. J. & Maddern, G. J. (2010). Scalpel safety in the operative setting: a systematic review. *Surgery*, 147(1), 98–106. <https://doi.org/10.1016/j.surg.2009.08.001>
- Webb, A. (2021). Covering the World of Cotton and Cotton Gloves. *MCR Safety*. Verfügbar unter: <https://www.mcrcsafety.com/blog/cotton-gloves>. Zugriff: 23.08.2022.
- Weisshaar, E. & Eyerich, K. (2019). Handekzem: auch weiterhin eine diagnostische und therapeutische Herausforderung. *Der Hautarzt*, 70(10), 752–754. <https://doi.org/10.1007/s00105-019-04477-2>
- Weisshaar, E., Skudlik, C., Scheidt, R., Matteredne, U., Fartasch, M., Schönfeld, M. et al. (2013). Multicentre study 'rehabilitation of occupational skin diseases -optimization and quality assurance of inpatient management (ROQ)'- results from 12-month follow-up. *Contact Dermatitis*, 68(3), 169–174. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.2012.02170.x>
- Weistenhöfer, W., Uter, W. & Drexler, H. (2017). Protection during production: Problems due to prevention? Nail and skin condition after prolonged wearing of occlusive gloves. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part a*, 80(7-8), 396–404. <https://doi.org/10.1080/10937404.2017.1304741>
- Weistenhöfer, W., Wacker, M., Bernet, F., Uter, W. & Drexler, H. (2015). Occlusive gloves and skin conditions: is there a problem? Results of a cross-sectional study in a semiconductor company. *The British Journal of Dermatology*, 172(4), 1058–1065. <https://doi.org/10.1111/bjd.13481>
- Welker, R. W., Nagarajan, R. & Newberg, C. E. (2010). *Contamination and ESD control in high technology manufacturing*. Piscataway, N.J., IEEE Press, Hoboken, N.J: John Wiley & Sons, Inc.
- Welzel, J. & Wilhelm, K. P. (2000). Moderne biophysikalische Diagnostik. In A. Plettenberg, W. N. Meigel & I. Moll (Hrsg.), *Dermatologie an der Schwelle zum neuen Jahrtausend. Aktueller Stand von Klinik und Forschung* (S. 27–31). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Welzel, J., Wilhelm, K. P. & Wolff, H. H. (1996). Skin permeability barrier and occlusion: No delay of repair in irritated human skin. *Contact Dermatitis*, 35(3), 163–168. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.1996.tb02335.x>
- Wendler, F. & Meister, F. (2020). Freisetzung und Transfer von Wirkstoffen aus funktionellen Cellulosefasern. *Technische Textilien.*, (3), 96–99.
- Werfel, T., Heratizadeh, A., Aberer, W., Ahrens, F., Augustin, M., Biedermann, T. et al. (2016). S2k-Leitlinie Neurodermitis [atopisches Ekzem; atopische Dermatitis] - Kurzversion. *Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*, 14(1), 92–106. https://doi.org/10.1111/ddg.140_12871
- West, D. P. & Zhu, Y. F. (2003). Evaluation of aloe vera gel gloves in the treatment of dry skin associated with occupational exposure. *American Journal of Infection Control*, 31(1), 40–42. <https://doi.org/10.1067/mic.2003.12>
- Westermann, M. (2011). Schützende Pflege und wärmende Specials. *BEAUTY FORUM Germany*. Verfügbar unter: <https://www.beauty-forum.com/beauty/artikel/schuetzende-pflege-und-waermende-specials-17539.html?&searchword=handmaske&ref=search>. Zugriff: 04.08.2021.
- Wetzky, U., Bock, M., Wulfhorst, B. & John, S. M. (2009). Short- and long-term effects of single and repetitive glove occlusion on the epidermal barrier. *Archives of Dermatological Research*, 301(8), 595–602. <https://doi.org/10.1007/s00403-009-0980-4>
- Widmann, T. (2021). "Slugging" ist der neue K-Beauty-Trend – und so geht's. *Glamour Germany*. Verfügbar unter: <https://www.glamour.de/beauty/artikel/slugging-viraler-k-beauty-trend-gegen-trockene-haut-vaseline-experte>. Zugriff: 29.08.2022.
- Wiegand, C., Hipler, U.-C., Boldt, S., Strehle, J. & Wollina, U. (2013). Skin-protective effects of a zinc oxide-functionalized textile and its relevance for atopic dermatitis. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology*, 6, 115–121. <https://doi.org/10.2147/CCID.S44865>
- Wilke, A. & Sonsmann, F. K. (2022). Schutzhandschuhe richtig tragen. *Arbeitsmedizin, Sozialmedizin, Umweltmedizin*, (7). <https://doi.org/10.17147/asu-1-204759>

- Wilke, A. (2018). Individualprävention beruflicher Kontaktekzeme: Schutzhandschuhe und Hautschutzeempfehlungen im berufsgenossenschaftlichen Heilverfahren. *Hautarzt*, 69(6), 449–461.
- Wilke, A., Braumann, A., Krambeck, K., Lange, K., Wohlers, S., Skudlik, C. et al. (2020). Gesundheitspädagogische Patientenberatung in der Individualprävention: Chancen und Herausforderungen bei der Optimierung personenbezogener Schutzmaßnahmen am Beispiel konkreter Fälle aus der Praxis. *Dermatologie in Beruf und Umwelt*, 68(10), 159–170. <https://doi.org/10.5414/DBX00383>
- Wilke, A., Fischer, A.-K., Brans, R. & Sonsmann, F. K. (2023). Patientenschulungen bei berufsbedingten Handekzemen: Bedeutung und Herausforderungen in der Versorgungspraxis. *Die Dermatologie*. <https://doi.org/10.1007/s00105-023-05137-2>
- Wilke, A., Gediga, K., Weinhöppel, U., John, S. M. & Fartasch, M. (2012). Long-term effectiveness of secondary prevention in geriatric nurses with occupational hand eczema: the challenge of a controlled study design. *Contact Dermatitis*, 66(2), 79–86. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.2011.01976.x>
- Wilke, A., Metker, M., Truong, V. L., Anderssohn, S., Skudlik, C. & Sonsmann, F. K. (2022). Interprofessionalität in der stationären Individualprävention: Die Perspektive der Ergotherapie in der Versorgung berufsdermatologischer Patientinnen und Patienten. *Dermatologie in Beruf und Umwelt*, 70(10), 154–164. <https://doi.org/10.5414/DBX00424>
- Wilke, A., Skudlik, C. & Sonsmann, F. K. (2018). Individualprävention beruflicher Kontaktekzeme: Schutzhandschuhe und Hautschutzeempfehlungen im berufsgenossenschaftlichen Heilverfahren. *Der Hautarzt*, 69(6), 449–461. <https://doi.org/10.1007/s00105-018-4170-1>
- Williams, R. (2014). *Forensic DNA Collection at Death Scenes: A Pictorial Guide*. Hoboken: Taylor & Francis.
- Windler, L., Height, M. & Nowack, B. (2013). Comparative evaluation of antimicrobials for textile applications. *Environment International*, 53, 62–73. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2012.12.010>
- Wittmann, A. (2016). Zum Spannungsfeld zwischen Persönlicher Schutzausrüstung und Medizinprodukten. *sicher ist sicher - Arbeitsschutz aktuell*, (3). <https://doi.org/10.37307/j.2199-7349.2016.03.07>
- Wlaschin, K. F., Ninkovic, J., Griesgraber, G. W., Colak Atan, S., Young, A. J., Pereira, J. M. et al. (2019). The impact of first-aid dressing design on healing of porcine partial thickness wounds. *Wound Repair and Regeneration*, 27(6), 622–633. <https://doi.org/10.1111/wrr.12747>
- Wohlrab, J., Staubach, P., Augustin, M., Eisert, L., Hünerbein, A., Nast, A. et al. (2018). S2k-Leitlinie zum Gebrauch von Präparationen zur lokalen Anwendung auf der Haut (Topika). *Journal Der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft*, 16(3), 376–392. https://doi.org/10.1111/ddg.13473_g
- Wollenberg, A., Barbarot, S., Bieber, T., Christen-Zäch, S., Deleuran, M., Fink-Wagner, A. H. et al. (2018a). Consensus-based European guidelines for treatment of atopic eczema (atopic dermatitis) in adults and children: part I. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 32(5), 657–682. <https://doi.org/10.1111/jdv.14891>
- Wollenberg, A., Barbarot, S., Bieber, T., Christen-Zäch, S., Deleuran, M., Fink-Wagner, A. H. et al. (2018b). Consensus-based European guidelines for treatment of atopic eczema (atopic dermatitis) in adults and children: part II. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 32(6), 850–878. <https://doi.org/10.1111/jdv.14888>
- Wollenberg, A., Christen-Zäch, S., Taieb, A., Paul, C., Thyssen, J. P., Bruin-Weller, M. de et al. (2020). ETFAD/EADV Eczema task force 2020 position paper on diagnosis and treatment of atopic dermatitis in adults and children. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 34(12), 2717–2744. <https://doi.org/10.1111/jdv.16892>
- Wollenberg, A., Kinberger, M., Arents, B. W. M., Aszodi, N., Avila Valle, G., Barbarot, S. et al. (2022). European guideline (EuroGuiDerm) on atopic eczema - part II: non-systemic treatments and treatment recommendations for special AE patient populations. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 36(11), 1904–1926. <https://doi.org/10.1111/jdv.18429>
- Wollina, U., Abdel-Naser, M. B. & Verma, S. (2006). Skin physiology and textiles - consideration of basic interactions. *Current Problems in Dermatology*, 33, 1–16. <https://doi.org/10.1159/000093926>
- Wollina, U., Heide, M., Müller-Litz, W., Obenauf, D. & Ash, J. (2003). Functional textiles in prevention of chronic wounds, wound healing and tissue engineering. *Current Problems in Dermatology*, 31, 82–97. <https://doi.org/10.1159/000072239>
- Wollina, U., Schmidt, N., Mühle, D. & Hansel, G. (2018). Klinische Erfahrungen mit einer antimikrobiellen Betaausstattung mit SmartCell – Zink-Fasern bei ausgeprägter Neurodermitis. *Kosmetische Medizin*, (4), 26–28.
- Wong, A., Li, Y., Yeung, P. & Lee, P. (2003). Neural Network Predictions of Human Psychological Perceptions of Clothing Sensory Comfort. *Textile Research Journal*, 73(1), 31–37. <https://doi.org/10.1177/004051750307300106>
- Wong, I. T. Y., Tsuyuki, R. T., Cresswell-Melville, A., Doiron, P. & Drucker, A. M. (2017). Guidelines for the management of atopic dermatitis (eczema) for pharmacists. *Canadian Pharmacists Journal*, 150(5), 285–297. <https://doi.org/10.1177/1715163517710958>

- Woods, J. A., Lambert, S., Platts-Mills, T. A., Drake, D. B. & Edlich, R. F. (1997). Natural rubber latex allergy: spectrum, diagnostic approach, and therapy. *The Journal of Emergency Medicine*, 15(1), 71–85. [https://doi.org/10.1016/S0736-4679\(96\)00256-9](https://doi.org/10.1016/S0736-4679(96)00256-9)
- Woods, J. A., Leslie, L. F., Drake, D. B. & Edlich, R. F. (1996). Effect of puncture resistant surgical gloves, finger guards, and glove liners on cutaneous sensibility and surgical psychomotor skills. *Journal of Biomedical Materials Research*, 33(1), 47–51. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4636\(199621\)33:1<47::AID-JBM8>3.0.CO;2-M](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4636(199621)33:1<47::AID-JBM8>3.0.CO;2-M)
- World Health Organization (WHO) (Hrsg.). (2009). *WHO Guidelines on Hand Hygiene in Health Care. First Global Patient Safety Challenge. Clean Care is Safer Care*. Geneva: World Health Organization.
- Wrangsjö, K., Osterman, K. & van Hage-Hamsten, M. (1994). Glove-related skin symptoms among operating theatre and dental care unit personnel (I). Interview investigation. *Contact Dermatitis*, 30(2), 102–107. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0536.1994.tb00572.x>
- Wulf, A. & Moll, I. (2004). Silver-Coated Textiles - An Additional Therapeutic Option in the Treatment of Dermatoses. *Aktuelle Dermatologie*, 30(1/02), 28–29. <https://doi.org/10.1055/s-2004-814334>
- Wulfhorst, B., John, S. M. & Schwanitz, H. J. (1992). Schutzhandschuhe für das Friseurhandwerk. Problematik der Prüfung, Auswahl und Anwendung. *Dermatosen*, 6(40), 221–231.
- Wulfhorst, B., Schwanitz, H. J. & Bock, M. (2004). Optimizing skin protection with semipermeable gloves. *Dermatitis: Contact, Atopic, Occupational, Drug*, 15(4), 184–191.
- Wulfhorst, B., Strunk, M., Skudlik, C., Heichel, T., Sonsmann, F. K., Wilke, A. et al. (2021). Rehabilitation and Prevention of Hand Eczema. In J. D. Johansen, V. Mahler, J.-P. Lepoittevin & P. J. Frosch (Hrsg.), *Contact Dermatitis* (S. 1225–1271). Cham: Springer International Publishing.

X

- Xhaufaire-Uhoda, E., Macarenko, E., Denoos, R., Charlier, C. & Piérard, G. E. (2008). Skin protection creams in medical settings: successful or evil? *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, 3, 15. <https://doi.org/10.1186/1745-6673-3-15>
- Xu, R., Xia, H., He, W., Li, Z., Zhao, J., Liu, B. et al. (2016). Controlled water vapor transmission rate promotes wound-healing via wound re-epithelialization and contraction enhancement. *Scientific Reports*, 6, 24596. <https://doi.org/10.1038/srep24596>

Y

- Yamuna Devi, S., Indran, S. & Divya, D. (2021). Futuristic Prospects of Bamboo Fiber in Textile and Apparel Industries: Fabrication and Characterization. In M. Jawaid, S. Mavinkere Rangappa & S. Siengchin (Hrsg.), *Bamboo Fiber Composites. Processing, Properties and Applications* (S. 189–213). Singapore: Springer Nature Singapore Pte Ltd.
- Yew, G. Y., Tham, T. C., Show, P.-L., Ho, Y.-C., Ong, S. K., Law, C. L. et al. (2020). Unlocking the Secret of Bio-additive Components in Rubber Compounding in Processing Quality Nitrile Glove. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 191(1), 1–28. <https://doi.org/10.1007/s12010-019-03207-7>
- Yip, E. & Cacioli, P. (2002). The manufacture of gloves from natural rubber latex. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 110(Suppl. 2), S3–14. <https://doi.org/10.1067/mai.2002.124499>
- Yoo, S. & Barker, R. L. (2004). Moisture Management Properties of Heat-Resistant Workwear Fabrics— Effects of Hydrophilic Finishes and Hygroscopic Fiber Blends. *Textile Research Journal*, 74(11), 995–1000. <https://doi.org/10.1177/004051750407401110>
- Yu, A., Yick, K. L., Ng, S. P. & Yip, J. (2015). The effect of pressure and fabrication of pressure therapy gloves on hand sensitivity and dexterity. *Journal of Burn Care & Research*, 36(3), e162–75. <https://doi.org/10.1097/BCR.0000000000000117>

Z

- Zachariae, C., Held, E., Johansen, J. D., Menné, T. & Agner, T. (2003). Effect of a moisturizer on skin susceptibility to NiCl₂. *Acta Dermato-Venereologica*, 83(2), 93–97. <https://doi.org/10.1080/00015550310007418>
- Zack, B., Arrandale, V. & Holness, D. L. (2018). Skin-specific training experience of workers assessed for contact dermatitis. *Occupational Medicine*, 68(3), 203–206. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqy022>
- Zack, B., Arrandale, V. H. & Holness, D. L. (2017). Preventing Occupational Skin Disease: A Review of Training Programs. *Dermatitis: Contact, Atopic, Occupational, Drug*, 28(3), 169–182. <https://doi.org/10.1097/DER.0000000000000278>
- Zack, B., Arrandale, V. H. & Holness, D. L. (2021). A Qualitative Study to Identify Characteristics of a Desirable Training Program for Prevention of Occupational Skin Disease. *Annals of Work Exposures and Health*, 65(2), 230–238. <https://doi.org/10.1093/annweh/wxaa111>

- Zallmann, M., Smith, P. K., Tang, M. L. K., Spelman, L. J., Cahill, J. L., Wortmann, G. et al. (2017). Debunking the Myth of Wool Allergy: Reviewing the Evidence for Immune and Non-immune Cutaneous Reactions. *Acta Dermato-Venereologica*, 97(8), 906–915. <https://doi.org/10.2340/00015555-2655>
- Zalpour, C. (2010a). M. In C. Zalpour (Hrsg.), *Springer Lexikon Physiotherapie* (S. 801–905). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Zalpour, C. (2010b). S. In C. Zalpour (Hrsg.), *Springer Lexikon Physiotherapie* (S. 1121–1245). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- Zander, N., Augustin, M., Reinert, R. & Schäfer, I. (2020). Atopic dermatitis shows significant cutaneous comorbidity: results from large-scale investigations in the working population. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, 34(1), 135–141. <https://doi.org/10.1111/jdv.15792>
- Zare Bidoki, F., Ezazshahabi, N., Mousazadegan, F. & Latifi, M. (2021). An Overview of Protective Gloves with Regards to Hand Performance and the Evaluation Methods. *Journal of Textiles and Polymers*, 9(3), 3–20. <https://doi.org/10.48302/jtp.2021.136072>
- Zare Bidoki, F., Ezazshahabi, N., Mousazadegan, F. & Latifi, M. (2022). Objective and subjective evaluation of various aspects of hand performance considering protective glove's constructional parameters. *Journal of Industrial Textiles*, 51(Suppl. 4), 6533–6562. <https://doi.org/10.1177/15280837221080182>
- Zare, A., Choobineh, A., Mokarami, H. & Jahangiri, M. (2021). The Medical Gloves Assessment Tool (MGAT): Developing and validating a quantitative tool for assessing the safety and ergonomic features related to medical gloves. *Journal of Nursing Management*, 29(3), 591–601. <https://doi.org/10.1111/jonm.13188>
- Zechel, M., Dobermann, H. & Kipp, F. (2019). Persönliche Schutzausrüstung aus krankenhaushygienischer Sicht – ein Update. *Krankenhaushygiene up2date*, 14(02), 227–240. <https://doi.org/10.1055/a-0725-5765>
- Zedalis, M. S. & Kessler, K. (2007). Frequently asked questions: ergonomics and hand protection. *Occupational Health & Safety*, 76(4), 64–66.
- Zhai, H. & Maibach, H. I. (2001). Effects of skin occlusion on percutaneous absorption: an overview. *Skin Pharmacology and Applied Skin Physiology*, 14(1), 1–10. <https://doi.org/10.1159/000056328>
- Zhai, H. & Maibach, H. I. (2002). Occlusion vs. skin barrier function. *Skin Research and Technology*, 8(1), 1–6. <https://doi.org/10.1046/j.0909-752x.2001.10311.x>
- Zhai, H. & Maibach, H. I. (2007a). Effect of Occlusion and Semi-occlusion on Experimental Skin Wound Healing: A Reevaluation. *Wounds*, 19(10), 270–276.
- Zhai, H. & Maibach, H. I. (2007b). Occlusion and Barrier Function. In K. P. Wilhelm, H. Zhai & H. I. Maibach (Hrsg.), *Dermatotoxicology* (S. 31–37). Boca Raton: CRC Press.
- Zhang, Z., Tang, X., Li, J. & Yang, W. (2020). The effect of dynamic friction with wet fabrics on skin wetness perception. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 26(2), 370–383. <https://doi.org/10.1080/10803548.2018.1453023>
- Zhang, Z., Tang, X., Wang, Y., Li, J. & Tian, M. (2020). Effect of Fiber Type, Water Content, and Velocity on Wetness Perception by the Volar Forearm Test: Threshold Detection Test. *Perception*, 49(2), 139–154. <https://doi.org/10.1177/0301006619899803>
- Zhang, Z., Tang, X., Wang, Y., Li, J., Tian, M. & Xiao, P. (2019). Effect of Fiber Type, Water Content, and Velocity on Wetness Perception by the Volar Forearm Test: Stimulus Intensity Test. *Perception*, 48(9), 862–881. <https://doi.org/10.1177/0301006619863264>
- Zhao, C., Li, K. W. & Yi, C. (2021). Assessments of Work Gloves in Terms of the Strengths of Hand Grip, One-Handed Carrying, and Leg Lifting. *Applied Sciences*, 11(18), 8294. <https://doi.org/10.3390/app11188294>
- Zhong, W. (2013). *An Introduction to Healthcare and Medical Textiles*. Lancaster: DEStech Publications.

Weitere

- 3M Deutschland GmbH. (2019). *Auswirkungen von PSA auf die Produktivität*.

TEIL VII EIDESSTAATLICHE ERKLÄRUNG

Erklärung an Eides statt über die Eigenständigkeit der erbrachten wissenschaftlichen Leistung

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit ohne unzulässige Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus anderen Quellen direkt oder indirekt übernommenen Daten und Konzepte sind unter Angabe der Quelle gekennzeichnet.

Bei der Auswahl und Auswertung folgenden Materials haben mir die nachstehend aufgeführten Personen in der jeweils beschriebenen Weise unentgeltlich geholfen.³³³

Mitwirkung an Untersuchung I / Artikel I der kumulativen Dissertation

Heichel T, Brans R, John SM, Nienhaus A, Nordheider K, Wilke A, Sonsmann FK. Acceptance of semipermeable glove liners compared to cotton glove liners in health care workers with work-related skin diseases: Results of a quasi-randomized trial under real workplace conditions. Contact Dermatitis. 2021; 85(5): 543-553. <https://doi.org/10.1111/cod.13929>

Theres Heichel, M.Ed. LBS	Conceptualization; data curation; formal analysis; funding acquisition; investigation; methodology; project administration; resources; software; supervision; validation; visualization; writing-original draft; writing-review & editing.
PD Dr. med. Richard Brans	Writing - original draft; writing-review & editing.
Prof. Dr. med. Swen Malte John	Conceptualization; funding acquisition; methodology; resources; software; supervision; writing-review & editing.
Prof. Dr. med. Albert Nienhaus	Supervision; writing-review & editing.
Kathrin Nordheider, M. Eval.	Conceptualization; formal analysis; methodology; supervision; writing-review & editing.
PD Dr. rer. medic. Annika Wilke, Dipl. Ghl.	Conceptualization; funding acquisition; methodology; project administration; supervision; writing - original draft; writing-review & editing.
Dr. rer. nat. Flora Karla Sonsmann, Dipl. Ghl.	Conceptualization; funding acquisition; methodology; project administration; supervision; writing - original draft; writing-review & editing.

Mitwirkung an Untersuchung II / Artikel II der kumulativen Dissertation

Heichel T, Sonsmann FK, John SM, Krambeck K, Maurer J, Nienhaus A, Nordheider K, Stasielowicz L, Wilke A, Brans R. Effects and acceptance of semipermeable gloves compared to cotton gloves in patients with hand dermatoses: Results of a controlled intervention study. Contact Dermatitis. 2022; 87(2): 176-184. <https://doi.org/10.1111/cod.14123>

Theres Heichel, M.Ed. LBS	Conceptualization (supporting); data curation (lead); formal analysis (lead); investigation (lead); methodology (supporting); project administration (lead); supervision (supporting); validation (lead); visualization (lead); writing – original draft (lead); writing – review and editing (equal).
---------------------------	--

³³³ Die Kennzeichnung der Beiträge der Co-Autorinnen und Co-Autoren für jede der Untersuchungen bzw. Artikel erfolgt separat in Anlehnung an die *Contributor Roles Taxonomy* (CRediT, <https://credit.niso.org/>). Die Ausführungen entsprechen den in den Publikationen vorzufindenden Angaben.

Weiterführende Angaben zu den Arbeitsanteilen aller an den Untersuchungen und/oder Manuskripterstellungen beteiligten Personen finden sich im Teil III der vorliegenden Arbeit.

Dr. rer. nat. Flora Karla Sonsmann, Dipl. Ghl.	Conceptualization (supporting); methodology (supporting); supervision (supporting); writing – original draft (supporting); writing – review and editing (supporting).
Prof. Dr. med. Swen Malte John	Conceptualization (lead); funding acquisition (lead); resources (lead); supervision (lead); writing – review and editing (supporting).
Kathrin Krambeck, Dipl.-Päd.	Investigation (supporting); writing – review and editing (supporting).
Julia Maurer, Dipl.-Biol.	Investigation (supporting); writing – review and editing (supporting).
Prof. Dr. med. Albert Nienhaus	Supervision (supporting); writing – review and editing (supporting).
Kathrin Nordheider, M. Eval.	Formal analysis (supporting); methodology (supporting); writing – original draft (supporting); writing – review and editing (supporting).
Dr. rer. nat. Lukasz Stasielowicz	Data curation (supporting); formal analysis (lead); methodology (supporting); software (supporting); visualization (supporting); writing – original draft (equal); writing – review and editing (equal).
PD Dr. rer. medic. Annika Wilke, Dipl. Ghl.	Conceptualization (supporting); methodology (supporting); supervision (supporting); writing – original draft (equal); writing – review and editing (supporting).
PD Dr. med. Richard Brans	Supervision (supporting); writing – original draft (lead); writing – review and editing (lead).

Mitwirkung an Untersuchung III / Artikel III der kumulativen Dissertation

Heichel T, Brans R, John SM, Nienhaus A, Nordheider K, Wilke A, Sonsmann FK. *Effects of im-permeable and semipermeable glove materials on resolution of inflammation and epidermal barrier impairment after experimental skin irritation. Contact Dermatitis. 2023; 89(1): 26-36. doi:10.1111/cod.14317*

Theres Heichel, M.Ed. LBS	Conceptualization; data curation; formal analysis; funding acquisition; investigation; methodology; project administration; resources; supervision; visualization; writing – original draft; writing – review and editing.
PD Dr. med. Richard Brans	Methodology; investigation; visualization; writing – original draft; writing – review and editing.
Prof. Dr. med. Swen Malte John	Methodology; conceptualization; funding acquisition; supervision; resources; writing – review and editing; writing – original draft.
Prof. Dr. med. Albert Nienhaus	Writing – original draft; writing – review and editing; supervision.
Kathrin Nordheider, M. Eval.	Formal analysis; visualization; writing – original draft.
PD Dr. rer. medic. Annika Wilke, Dipl. Ghl.	Supervision; writing – original draft; writing – review and editing.
Dr. rer. nat. Flora Karla Sonsmann, Dipl. Ghl.	Conceptualization; formal analysis; methodology; supervision; visualization; writing – original draft; writing – review and editing.

Weitere Personen waren an der inhaltlichen materiellen Erstellung der vorliegenden Arbeit nicht beteiligt. Insbesondere habe ich hierfür nicht die entgeltliche Hilfe von Vermittlungs- bzw. Beratungsdiensten (Promotionsberater oder andere Personen) in Anspruch genommen.

Die Arbeit wurde bisher weder im In- noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

.....
(Ort, Datum)

.....
(Unterschrift)

TEIL VIII ANHANG

ANHANGSVERZEICHNIS

Anhang 1	ÜBERSICHT DER KENNWERTE VERSCHIEDENER TEXTILFASERN	413
Anhang 1.1	Pflanzliche und tierische Naturfasern	413
Anhang 1.2	Chemiefasern aus natürlichen Polymeren	417
Anhang 1.3	Chemiefasern aus synthetischen Polymeren	422
Anhang 2	ANGABEN IN ZENTRALEN REFERENZEN	429
Anhang 2.1	Unterziehhandschuhe: Informationsschriften und Regelwerke nationaler UVT und Bundesministerien	429
Anhang 2.2	Unterziehhandschuhe: Inter-/Nationale Leitlinien und Handlungsempfehlungen zum Management von Kontaktdermatosen	436
Anhang 2.3	Komforthandschuhe: Inter-/Nationale Leitlinien und Handlungsempfehlungen zum Management der Atopie / von Kontaktdermatosen	438
Anhang 3	STUDIENÜBERSICHT	439
Anhang 3.1	Fokus: Textile Unterziehhandschuhe	439
Anhang 3.2	Fokus: Textile Komforthandschuhe	446
Anhang 3.3	Fokus: Semipermeable Membranen / Handschuhe	448
Anhang 3.4	Fokus: Vergleich textiler und semipermeabler Membranen / Handschuhe	453
Anhang 4	EXEMPLARISCHE ÜBERSICHTEN TEXTILER HANDSCHUHE	458
Anhang 4.1	Unterzieh-/Komforthandschuhe ohne antimikrobielle Ausstattung	458
Anhang 4.2	Unterzieh-/Komforthandschuhe mit antimikrobieller Ausstattung	469
Anhang 4.3	Unterzieh-/Schutzhandschuhe aus dem Bereich Sport	475
Anhang 5	ZUSÄTZLICHE STUDIENERGEBNISSE	478
Anhang 6	UNTERSUCHUNG I IM VOLLTEXT	480
Anhang 7	UNTERSUCHUNG II IM VOLLTEXT	481
Anhang 8	UNTERSUCHUNG III IM VOLLTEXT	482

ANHANG 1 ÜBERSICHT DER KENNWERTE VERSCHIEDENER TEXTILFASERN

In Ergänzung zu Kapitel II.4.2 geben die nachfolgenden Tabellen einen Einblick in die wichtigsten Kennwerte bzw. Eigenschaftsmerkmale verschiedener textiler Faserarten.³³⁴

Anhang 1.1 Pflanzliche und tierische Naturfasern

Tabelle 43: Allgemeine Kennwerte und Eigenschaften von Baumwoll-, Woll- und Seidenfasern/-textilien (Richtwerte)

Eigenschaften		Baumwolle (CO)	Wolle (WO)	Seide (SE/ST)
Beschaffenheit	Farbe / Glanz	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Weiß, halbweiß, cremeweiß oder leicht gräulich (S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020; Umair & Khan, 2020), gelblichweiß (Mikut, 1993); Variationen je nach Züchtung/Qualität (Schenek, 2001) ▪ Glänzend im mezerisierten Zustand, matt im groben Zustand (Bobeth, 1993a) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Creme bis gelbweißlich (Gries et al., 2019), weiß bis gelbstichig und weitere Naturfarben (Bobeth, 1993b; Chan, 2021) ▪ Glänzend im chlorierten Zustand, halbmatt im gewaschenen Zustand (Bobeth, 1993a) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Je nach Sorte gelblich bis grün, entbastet reinweiß (Gries et al., 2019; Material-Archiv, 2013), Tussahseide gelb bis braun (Bobeth, 1993b) ▪ Hochglänzend im entbasteten Zustand, glänzend im entbasteten Zustand (Bobeth, 1993a; Gries et al., 2019; Meyer zur Capellen, 2012)
	Feinheit	1-4 dtex (Material-Archiv, 2015b), 1.5-3 dtex (Gries et al., 2019), 4 dtex (Elias, 2003), 0.1-04 tex (Mieck et al., 2012)	Variation je nach Ursprung (E. Wagner, 1981)	Maulbeerseide 1-3.5 dtex (Gries et al., 2019; Mieck et al., 2012), 25-167 dtex (Meyer zur Capellen, 2012)
	Durchmesser / Querschnitt ³³⁵	Bohnenförmige Hohlstruktur (Moschner, 2018), flach bzw. nierenförmig (Jaros et al., 2020); 16-20 µm (Jaros et al., 2020), 13.5 µm (Meyer zur Capellen, 2012), 10-65 µm (Chan, 2021)	Rund (Mieck et al., 2012); Feinwolle 15-23 µm, Mittelwolle 24-30 µm, Grobwolle ab 30 µm (Meyer zur Capellen, 2012); Groß >30-32 µm, (super-)fein 15.5-18.5 µm, ultrafein <15.5 µ (Jaros et al., 2020); 18-60 µm (Gries et al., 2019)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elliptisch bis leicht dreieckig (Mieck et al., 2012); 11-12 µm (Jaros et al., 2020), 10-13 µm (Chan, 2021; Raetsch, 2012) ▪ Oberfläche: Glatt (Elias, 2003)
	Dichte	1.52 g/cm ³ (Faulstich & Mally, 1993), 1.52–1.55 g/cm ³ (Gries et al., 2019; Kleinhansl & Reumann, 2000; Mieck et al., 2012; M. Möller & Popescu, 2009; Wollina et al., 2003), 1550 kg/m ³ (Kasal et al., 2019)	1.25 g/cm ³ (Elias, 2003), 1.32 g/cm ³ (Schafwolle) (Faulstich & Mally, 1993; Gries et al., 2019; Kleinhansl & Reumann, 2000; Mieck et al., 2012)	Gering, daher leicht (Material-Archiv, 2013); roh 1.37 g/cm ³ (Faulstich & Mally, 1993; Gries et al., 2019; Kleinhansl & Reumann, 2000), entbastet 1.25 g/cm ³ (Gries et al., 2019; Kleinhansl & Reumann, 2000)

³³⁴ Die stellenweise voneinander abweichenden Angaben wurden durch unterschiedliche, teilweise wenig bis nicht vergleichbare Verfahren ermittelt.

³³⁵ Bei runden Querschnitten erfolgen Angaben zum Faserdurchmesser in µm, bei Chemiefasern häufig in *Denier* (D oder den, Denier-System: T_d = Titer in denier, älteres System der Feinheitsbezeichnung) oder dtex (Löbke, 2008).

	<i>Länge</i> ³³⁶	Samenfaser 10-65 mm (Chan, 2021), 12-40 mm (Schenek, 2001)	40-155 mm (Chan, 2021)	500.000-1.500.000 mm (Chan, 2021)
	<i>Schmiegsam- / Sprödigkeit</i>	Normal schmiegsam (Kleinhansl & Reumann, 2000)	Normal schmiegsam (Kleinhansl & Reumann, 2000)	
Physikalische / mechanische Eigenschaften	<i>Biegesteifigkeit</i>	0.53 mN mm ² /tex ² (Kleinhansl & Reumann, 2000)	Statisch 0.06-0.24 mN mm ² /tex ² , dynamisch 0.21 mN mm ² /tex ² (Kleinhansl & Reumann, 2000)	Statisch 0.6 mN mm ² /tex ² (Kleinhansl & Reumann, 2000)
	<i>Elastizität</i>	Schlecht/schwach 3-10 % (Yamuna Devi et al., 2021), ca. 40 % (Rabe et al., 2021); 74 % Rückstellung bei 2 % Dehnung, 45 % Rückstellung bei 5 % Dehnung (S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020)	Gut, 80 % Elastizitätsgrad bei halber Bruchlast (E. Wagner, 1981)	Gut, 20 % (Chan, 2021; Yamuna Devi et al., 2021)
	<i>Dehnbarkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gering (Gries et al., 2019), 5-10 % (S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020; Shaker & Nawab, 2020), 7-8 % (Mahmud et al., 2021); Bruchdehnung 2-10 % (Kasal et al., 2019) ▪ Trocken: 6-10 % (M. Möller & Popescu, 2009), 7-9 % (Periyasamy & Militky, 2020), Höchstzugkraftdehnung 6-10 % (Gries et al., 2019) ▪ Nass: 8-12 % (M. Möller & Popescu, 2009), 12-14 % (Periyasamy & Militky, 2020), Höchstzugkraftdehnung 100-110 % (Gries et al., 2019) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gut/hoch (Gries et al., 2019; Kalweit et al., 2012b; Meyer zur Capellen, 2012), 1.0-1.7 g/den (Gandhi, 2020) ▪ Trocken: 35-50 % (M. Möller & Popescu, 2009), Höchstzugkraftdehnung 25-50 % (Gries et al., 2019) ▪ Nass: 45-65 % (M. Möller & Popescu, 2009), Höchstzugkraftdehnung 110-140 % (Gries et al., 2019) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sehr gering (Gries et al., 2019), gut (Türk, 2014c), 10-25 % (Shaker & Nawab, 2020) ▪ Trocken: 20-30 % (M. Möller & Popescu, 2009), Höchstzugkraftdehnung 10-30 % (Gries et al., 2019), feinheitsbezogene Höchstzugkraft 25-50 cN/tex (Gries et al., 2019) ▪ Nass: 40-50 % (M. Möller & Popescu, 2009), Höchstzugkraftdehnung 120-200 % (Gries et al., 2019), feinheitsbezogene Höchstzugkraft 75-95 cN/tex (Gries et al., 2019)
	<i>Zug-/Festigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hoch (Gries et al., 2019), nass- und kochfest (Kalweit et al., 2012b; Rabe et al., 2021) ▪ Nass: 15-22 cN/tex⁻¹ (Periyasamy & Militky, 2020), Zugfestigkeit 3-5 gm/den zzgl. 20 % (S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020), feinheitsbezogene Höchstzugkraft 100-110 cN/tex (Gries et al., 2019) ▪ Trocken: 20-24 cN/tex⁻¹ (Periyasamy & Militky, 2020), Zugfestigkeit 3-5 gm/den (S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020), feinheitsbezogene Höchstzugkraft 25-50 cN/tex (Gries et al., 2019) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gering (Gries et al., 2019) ▪ Trocken: Feinheitsbezogene Höchstzugkraft 10-16 cN/tex (Gries et al., 2019) ▪ Nass: 70-90 % der Trockenfestigkeit (Koslowski, 1997), feinheitsbezogene Höchstzugkraft 70-90 cN/tex (Gries et al., 2019) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gut/hoch (Gries et al., 2019; Kalweit et al., 2012b), 340-690 N/mm² (Mieck et al., 2012), 35-45 cN/tex (Kießling, 1993) ▪ Nass: 75-95 % der Trockenfestigkeit (Koslowski, 1997)
	<i>Scheuerbeständigkeit</i> ³³⁷	Mäßig, 16-44 % (Faulstich & Mally, 1993)	Gut, 20-100 % (Faulstich & Mally, 1993) gering, abhängig von Zwirnung und Textilkonstruktion (Meyer zur Capellen, 2012)	Groß (Kalweit et al., 2012b; Meyer zur Capellen, 2012)

³³⁶ Die Faserlänge entspricht i. d. R. der Länge der entkräuselten, aber ungedehnten Faser und wird nur für Naturfasern (mit Ausnahme von Seide) sowie geschnittene Chemiefasern bestimmt (Gries, Veit & Wulfhorst, 2019).

³³⁷ Unter Scheuern versteht man die reibende Beanspruchung eines textilen Flächengebildes gegen eine andere nicht-/textile Fläche. Die *Scheuerbeständigkeit* beschreibt demnach die Widerstandsfähigkeit des Textils gegen eine Scheuerbeanspruchung unter bestimmten Bedingungen (Reumann, Haase et al., 2000).

	<i>Reißfestigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ja (Kalweit et al., 2012b) ▪ Trocken: 3.0-4.9 cN/dtex (Koslowski, 1997) ▪ Nass: 3.3-6.4 cN/dtex (Koslowski, 1997) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gut (Kalweit et al., 2012b) ▪ Spinnfasern trocken 1.5-2.4 cN/dtex (Meyer zur Capellen, 2012) ▪ Spinnfasern nass 0.7-1.4 cN/dtex (Meyer zur Capellen, 2012) 	Groß (Kalweit et al., 2012b); 0.35 N/tex (23 °C, 65 % r.F.), 0.30 N/tex (23 °C, 100 % r.F.) (Elias, 2003)
	<i>Formbeständigkeit</i>	Gering, ausbeulen nach längerer Belastung (Kalweit et al., 2012b)	Ja, gut (E. Wagner, 1981)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gut (Kalweit et al., 2012b) ▪ Feuchtebeständigkeit: Gering (Kalweit et al., 2012b), Stärkeverlust um 20 % (Umair & Khan, 2020)
	<i>Elektrostatische Aufladung</i>	Gering (Rabe et al., 2021; Wollina et al., 2003)	Gering (Chan, 2021; Meyer zur Capellen, 2012)	Gering, in Abhängigkeit von Warengewicht und Luftfeuchtigkeit (Material-Archiv, 2013)
Feuchteverhalten	<i>Wasseraufnahmevermögen / Wassergehalt</i>	Gut/hoch (Alban, 2010; Eyerer, 2020a; Gries et al., 2019), 7-11 % (22 °C, 65 % r.F.) (M. Möller & Popescu, 2009), 7.0-9.5 % (65 % r.F.) (Heide et al., 2006; Material-Archiv, 2015b; Mieck et al., 2012); 8-9 % (Periyasamy & Militky, 2020), 14±18 % (95 % r.F.) (Heide et al., 2006), 28 % (100 % r.F.) (Mecheels, 1991)	Sehr hoch (Gries et al., 2019), 14.5 % (20 °C, 65 % r.F.) (Bobeth, 1993a), 15-18 % (M. Möller & Popescu, 2009), 6-14 % (Meyer zur Capellen, 2012); 15-17 % (20 °C, 65 % r.F.) (Kleinhansl & Reumann, 2000; Mieck et al., 2012), 35 % (100 % r.F.) (Mecheels, 1991); vgl. Trockengewicht 16-17 % (Beckman et al., 2021) bis max. 30 % (Abeck, 2011)	Gering (Gries et al., 2019), 9.5-10.5 % (20 °C, 65 % r.F.) (Bobeth, 1993a; Mieck et al., 2012), 9-11 % (Gries et al., 2019; Kleinhansl & Reumann, 2000; M. Möller & Popescu, 2009; Shaker & Nawab, 2020), 24 % (100 % r.F.) (Mecheels, 1991), vgl. Trockengewicht ca. 30 % (Abeck, 2011)
	<i>Wasserrückhaltevermögen</i>	45-50 % (Schenek, 2001; E. Wagner, 1981)	40-45 % (Bobeth et al., 1993; Kleinhansl & Reumann, 2000), 35 % (100 % r.F.) (Elias, 2003)	40-50 % (Bobeth, 1993a), entbastet 40-45 % (Kleinhansl & Reumann, 2000)
	<i>Vollumenquellung</i>	Nicht merzerisiert 34-44 %, merzerisiert 41 % (Grundmeier, 2011; Kleinhansl & Reumann, 2000)	(Schafwolle) 36-41 % (Kleinhansl & Reumann, 2000), 39 % (Grundmeier, 2011)	30-43.2 % (Kleinhansl & Reumann, 2000)
Wärmeverhalten	<i>Wärmerückhaltevermögen</i>	Gering (Gries et al., 2019)	Sehr gut/hoch (Gries et al., 2019; Meyer zur Capellen, 2012; Türk, 2014c)	Hoch (Gries et al., 2019; Raetsch, 2012)
	<i>Wärmeleitfähigkeit</i>	0.54 W/mK (Raumtemperatur) (Reumann, Haase et al., 2000)	Gering (Beckman et al., 2021), 0.30 W/mK (Bobeth et al., 1993)	0.2-0.4 W/mK (Raumtemperatur) (Bobeth et al., 1993; Reumann, Haase et al., 2000), gut (Türk, 2014c), schlecht (Chan, 2021)
	<i>Hitzebeständigkeit / Brennverhalten</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gut (S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020; Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019) ▪ Versengung, schnelle Entflammbarkeit, ab 246 °C (Chan, 2021) 	Schwer entflammbar (Bobeth, 1993c; Material-Archiv, 2014e; Meyer zur Capellen, 2012)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gering (Kalweit et al., 2012b), bis 140 °C (Chan, 2021) ▪ Leicht entflammbar (Bobeth, 1993c)
	<i>Luftdurchlässigkeit</i>	Hoch (Gries et al., 2019)	Mittel (Gries et al., 2019)	Gering/hoch (Gries et al., 2019)
	<i>Chemikalien</i>	Ggü. Säuren gering (S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020) bzw. sehr schlecht (Veit, 2023); ggü. Laugen unempfindlich (Meyer zur Capellen, 2012) bzw. gut (Veit, 2023)	Mittel (Gries et al., 2019), schlecht (Bobeth, 1993b); ggü. Säuren gut, ggü. Laugen schlecht (Meyer zur Capellen, 2012)	Ggü. Säure gut, geringer als Wolle, ggü. Laugen schlecht, besser als Wolle (Veit, 2023)
	<i>Oxidationsmittel</i>	Ausreichend (Bobeth, 1993b)	Schlecht (Bobeth, 1993b)	

Beständigkeit / Resistenz	<i>Mikroorganismen</i>	Gering (S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020; Gries et al., 2019), mikrobefest (Afzal et al., 2020); gebleicht/gefärbt besser als roh/nicht gebleicht (Schenek, 2001)	Bakterienresistent, mikrobefest (Afzal et al., 2020; Andra et al., 2021), sehr schlecht (Bobeth, 1993b); Anfälligkeit für Mehltau bei Nässe (Chan, 2021)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bakterienresistent, mikrobefest (Afzal et al., 2020; Andra et al., 2021), schlecht (Bobeth, 1993b) ▪ Organische Substanzen: Mittel (Gries et al., 2019)
	<i>(Keratinverzehrende) Insekten</i>	Gut (S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020; Bobeth, 1993b); ggü. Mottenbiss/-fraß sehr gut (Veit, 2023)	Sehr schlecht (Bobeth, 1993b); ggü. Mottenbiss/-fraß sehr schlecht (Veit, 2023)	Sehr schlecht (Bobeth, 1993b); ggü. Mottenbiss mittel, ggü. Mottenfraß sehr gut (Veit, 2023)
Gebrauchseigenschaften (Textil)	<i>Trageverhalten</i>	Sehr gut (Umair & Khan, 2020), hautfreundlich (Material-Archiv, 2015b; H. Wang & Memon, 2020b), fein, weich, kein Kratzen (Hortmeyer, 2018; IVN, 2021; H. Wang et al., 2020), wärmeisolierend (H. Wang & Memon, 2020b; H. Wang et al., 2020), widerstandsfähig ggü. mechanischen und chemischen Einflüssen (Kalweit et al., 2012b), Fusselneigung (Kalweit et al., 2012b), strapazierfähig, saugfähig (Koslowski, 1997)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sehr gute Atmungsaktivität (Hess, 2018; Hofer, 2009), rau/kratzig (Material-Archiv, 2014e) ▪ Gerüche: Neutralisierend (Grundmeier, 2011), geringe Empfindlichkeit (Kalweit et al., 2012b; Material-Archiv, 2014e; Meyer zur Capellen, 2012) 	Sehr gut (Behr & Seidensticker, 2018; Türk, 2014c), leicht (Kalweit et al., 2012b), handwarm (Material-Archiv, 2013), temperaturregulierend (Abeck, 2011), kühlend (Raetsch, 2012), glatt, weich (Umair & Khan, 2020), glänzend (Koslowski, 1997), verblassen und Stärkeverlust unter (häufiger/dauerhafter) Schweißeinwirkung (Chan, 2021)
	<i>Knitterfestigkeit</i>	Hohe Knitterneigung (Eyerer, 2020a; Gries et al., 2019), trocken und bei Kochwäsche (Veit, 2023)	Kaum Knitterung (Material-Archiv, 2014e), Knitterneigung mittel (Gries et al., 2019), gute Knittererholung (Koslowski, 1997)	Gute/geringe Knitterung (Kalweit et al., 2012b; Meyer zur Capellen, 2012), Knitterneigung mittel (Gries et al., 2019), starke Knitterung bei chemischen Behandlungen (Maute-Daul, 1995)
	<i>Pilling</i>	Geringe Neigung (Schenek, 2001)	Ja, Neigung (Knieli, 2010; Material-Archiv, 2014e)	
	<i>Anschmutzbarkeit</i>	Hoch (Gries et al., 2019), Verstärkung im gebleichten Zustand (Hochreiter, 1966)	Hoch (Gries et al., 2019), geringe Empfindlichkeit (Kalweit et al., 2012b; Knieli, 2010; Material-Archiv, 2014e; Meyer zur Capellen, 2012; G. Wagner, 2017)	Mittel/hoch (Gries et al., 2019)
	<i>Wetterbeständigkeit</i>	Mittel (Gries et al., 2019), mäßig (Schenek, 2001)	Sehr gering (Gries et al., 2019), mäßig (Schenek, 2001)	Sehr gering (Gries et al., 2019)
	<i>UV- / Lichtbeständigkeit</i>	Mittel (Verkürzung) (S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020; Gries et al., 2019), ausreichend (Bobeth, 1993b; Elias, 2003), Abnahme der Festigkeit/Dehnung und Zunahme der Steifigkeit/Sprödigkeit (H. Wang et al., 2020)	Gut (Elias, 2003; Grundmeier, 2011), gering/kaum ausreichend (Bobeth, 1993b; Gries et al., 2019)	Gering/schlecht/kaum ausreichend (Bobeth, 1993b; Gries et al., 2019), sehr lichtempfindlich, dunkle Lagerung (Material-Archiv, 2013; Meyer zur Capellen, 2012)
	<i>Anfärbbarkeit / Farbbeständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gut (Chan, 2021; Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019; Kalweit et al., 2012b); Anfälligkeit für Entfärbung/Abfärbung (Chan, 2021) ▪ Direkt-, Reaktiv-, Küppen-, Schwefel- und Entwicklungsfarbstoffe, basische und kationische Farbstoffe (Kalweit et al., 2012b; Nicolai et al., 2020) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sehr gut (Material-Archiv, 2014e) ▪ Direkt-, Reaktiv-, Metallkomplex-, Säure- und Beizenfarbstoffe (Kalweit et al., 2012b; Nicolai et al., 2020) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gute Farbstoffaufnahme (Chan, 2021), gleichmäßig und farbintensiv (Material-Archiv, 2013) ▪ Direkt-, Reaktiv-, Küppen-, Schwefel- und Säurefarbstoffe (Kalweit et al., 2012b; Nicolai et al., 2020)

Pflegeeigenschaften (Textil)	Waschbehandlung / Nassreinigung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Waschbar (Koslowski, 1997), 95 °C (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019), hohes Schleudern möglich (Raetsch, 2012), kochbeständig (Material-Archiv, 2015b) ▪ Einfach, (leichtes) Einlaufen nach dem (ersten) Waschen (DGUV Regel 112-189, 2007; Kalweit et al., 2012b) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Meist nicht maschinenwaschbar (Koslowski, 1997), bis 30 °C (Kalweit et al., 2012b) bzw. 40 °C (DGUV Regel 112-189, 2007), Vorzug chemische Reinigung (DGUV Regel 112-189, 2007) oder Schonwaschgang (Meyer zur Capellen, 2012) ▪ Verhalten abhängig von Konstruktion textiler Flächengebilde (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Beschränkt waschbar (Koslowski, 1997), eher Handwäsche (Material-Archiv, 2013), Schonwaschprogramm, max. 30 °C (G. Wagner, 2017) ▪ Teilweise möglich, Gefahr von Krumpfungen und Strukturveränderungen (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019)
	Lösemittelbehandlung	Ja (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019)	Gut, keine Faserquellung (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019)	Gut, PCE oder Kohlenwasserstofflösemittel (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019)
	Trocknung / Lagerung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tumbler: Ja (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019), Gefahr des Einlaufens (Raetsch, 2012) ▪ Lagerung: Neigung zu Stockflecken im feuchten Zustand (Maute-Daul, 1995) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Leicht auswringen, liegend (G. Wagner, 2017), lang (Meyer zur Capellen, 2012; Yamuna Devi et al., 2021) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Leicht auswringen (G. Wagner, 2017), liegend (Raetsch, 2012) ▪ Tumbler: Eher nein (Material-Archiv, 2013)
	Bügelbehandlung	Bügelfähig, nicht bügelfrei (Koslowski, 1997), 180-200 °C (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019)	Güt bügelfähig, nicht bügelfrei (Koslowski, 1997), mäßige Hitze (Kalweit et al., 2012b), max. 160 °C (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019)	Bügelfähig, nicht bügelfrei (Koslowski, 1997), mäßige Hitze (Kalweit et al., 2012b), 150-160 °C (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019)

Anhang 1.2 Chemiefasern aus natürlichen Polymeren

Tabelle 44: Allgemeine Kennwerte und Eigenschaften von Viskose-, Modal-, Lyocell- und Bambusfasern/-textilien (Richtwerte)

Eigenschaften	Viskose (CV)	Modal (CMD)	Lyocell (CLY)	Bambus
Beschaffenheit	Farbe / Glanz	Gebleicht: Reinweiß (Meyer zur Capellen, 2012), Verfügbarkeit in verschiedenen Farben (Material-Archiv, 2014d), glatt und glänzend (G. Wagner, 2017)		Weiß, stark glänzend (Raetsch, 2012), Verfügbarkeit in verschiedenen Farben (Material-Archiv, 2014a)
	Feinheit	1.3-22 dtex (Gries et al., 2019), Stapelfaser 11 dtex (Elias, 2003), 40-660 dtex (Löbbecke, 2008)		1.3 und 1.7 dtex, Wolltyp 3.3 dtex, Mikrofaser 1.0 dtex (Raetsch, 2012)
	Durchmesser / Querschnitt	Gezähnelte, gelappt, rund oder trilobal (Meyer zur Capellen, 2012)	I. d. R. rundlich, nicht gekerbt (Bobeth, 1993a)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Variabel (Gries et al., 2019), rund (Meyer zur Capellen, 2012) ▪ Glatt und ohne Längsrillen, baumwollähnliche Kräuselung (Löbbecke, 2008)

Physikalische / mechanische Eigenschaften	<i>Dichte</i>	1.51 g/cm ³ (Faulstich & Mally, 1993; Wollina et al., 2003), 1.50-1.52 g/cm ³ (Gries et al., 2019; Kleinhansl & Reumann, 2000), 1.54 g/cm ³ (Elias, 2003)	Relativ weite Dichtebereiche durch Vielfalt der Faservarianten, 1.51 g/cm ³ (Faulstich & Mally, 1993)	1.52 g/cm ³ (Koslowski, 1997)	0.6-1.1 g/cm ³ (Kasal et al., 2019; Mahmud et al., 2021; Yamuna Devi et al., 2021), 1500 kg/m ³ (Kasal et al., 2019)
	<i>Länge</i>	38-200 mm (Gries et al., 2019)		10-30 µm (Jaros et al., 2020), Spinnfaser 34-38 mm (Raetsch, 2012)	10-80 mm (Veit, 2023)
	<i>Schmiegsam- / Sprödigkeit</i>	Normal schmiegsam (Kleinhansl & Reumann, 2000)			Spröde, hart und steif (Material-Archiv, 2015a)
	<i>Biegesteifigkeit</i>	Statisch 0.35 mN mm ² /tex ² (Kleinhansl & Reumann, 2000)			
	<i>Elastizität</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gering (Meyer zur Capellen, 2012) ▪ Trocken: ca. 10-30 % (Wollina et al., 2003) ▪ Nass ca. 100-130 % (Wollina et al., 2003) 	Gut (Kalweit et al., 2012b)	Gering (Material-Archiv, 2014a)	Gering (Sfiligoj Smole et al., 2019b), gut (Chan, 2021), 22-25 cN/tex (Yamuna Devi et al., 2021)
	<i>Dehnbarkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mittel (Gries et al., 2019) ▪ Nass: ca. 22-30 % (Mieck et al., 2012) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Je nach Variante (Meyer zur Capellen, 2012) ▪ Trocken: 13 %, nass 14 % (Meyer zur Capellen, 2012) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trocken: 10-15 % (Gries et al., 2019), 14-16 % (Periyasamy & Militky, 2020) ▪ Nass: 16-18 % (Periyasamy & Militky, 2020), 10-18 % (Mieck et al., 2012), 100-120 % der Trockendehnung (Gries et al., 2019) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bruchdehnung 2.5-3.7 % (Kasal et al., 2019) ▪ Trocken: 14-18 % (Periyasamy & Militky, 2020) ▪ Nass: Nein (Periyasamy & Militky, 2020)
	<i>Zug-/Festigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mittel (Gries et al., 2019) ▪ Trocken: Mäßig (S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020), 21-29 Rkm (Rath, 1972), 35-45 cN/tex (Kießling, 1993) ▪ Nass: Mäßig (Kalweit et al., 2012b), 40-70 % (Koslowski, 1997) bzw. 50-65 % der Trockenfestigkeit (Rath, 1972) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Höher als Viskose-Normaltypen (Meyer zur Capellen, 2012) ▪ Trocken: Gut (IVC, 2021d), 35 % (je nach Variante) (Meyer zur Capellen, 2012) ▪ Nass: Gut (IVC, 2021d; Kalweit et al., 2012b), 54 % (je nach Variante) (Meyer zur Capellen, 2012), 70-80 % der Trockenfestigkeit (Koslowski, 1997) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sehr hoch, aber ausgeprägte Fibrillierneigung durch mechanische Beanspruchung (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019) ▪ Trocken: Gut, sehr formstabil und strapazierfähig (IVC, 2021c), 38-42 cN/tex⁻¹ (Periyasamy & Militky, 2020), 42-48 cN/tex (Gries et al., 2019) ▪ Nass: Gut (Kalweit et al., 2012b), sehr strapazierfähig (IVC, 2021c), ≤ 85 % der Trockenfestigkeit (Gries et al., 2019), 34-38 cN/tex⁻¹ (Periyasamy & Militky, 2020) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hoch (Periyasamy & Militky, 2020; Sfiligoj Smole et al., 2019b) ▪ Trocken: 20-29 cN/tex⁻¹ (Periyasamy & Militky, 2020) ▪ Nass: 15-22 cN/tex⁻¹ (Periyasamy & Militky, 2020),

<i>Scheuerbeständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mäßig, 0.28-17 % (Faulstich & Mally, 1993) ▪ Trocken: Gering (Material-Archiv, 2014d) ▪ Nass: Sehr gering (Material-Archiv, 2014d) 	Mäßig (Faulstich & Mally, 1993), geringer als Viskose-Normaltypen (Meyer zur Capellen, 2012)	Trocken gut, nass schlecht (Löbbe, 2008; Material-Archiv, 2014a); entspricht Modalfaser, niedriger als Baumwolle, höher als Normalviskose (Meyer zur Capellen, 2012)		
<i>Reißfestigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ja (Kalweit et al., 2012b), mittel (Material-Archiv, 2014d) ▪ Trocken: Gering (Meyer zur Capellen, 2012), Spinnfasern 1.5-2.4 cN/dtex (Koslowski, 1997) ▪ Nass: Sehr gering (Meyer zur Capellen, 2012), Spinnfasern 0.7-1.4 cN/dtex (Koslowski, 1997) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gut, je nach Variante (Kalweit et al., 2012b) ▪ Trocken: 35 cN/tex (Meyer zur Capellen, 2012) ▪ Nass: 19-20 cN/tex (Meyer zur Capellen, 2012) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gut (Kalweit et al., 2012b) ▪ Trocken: Hoch (Material-Archiv, 2014a), Spinnfasern 4.0-4.6 cN/dtex (Koslowski, 1997) ▪ Nass: Festigkeitserhalt von 80-90 % (Material-Archiv, 2014a), Spinnfasern 3.6-4.0 cN/dtex (Koslowski, 1997) 	Gut (Kalweit et al., 2012b)	
<i>Formbeständigkeit</i>	Schlecht im nassen Zustand (Raetsch, 2012)	Gut (Kalweit et al., 2012b; Meyer zur Capellen, 2012)	Ja, in hergestellten Flächengebilden (Fonds der Chemischen Industrie im Verband der Chemischen Industrie e. V. (FCI), TEGEWA e. V., 2007)		
<i>Elektrostatische Aufladung</i>	Mittel (Chan, 2021), gut (S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020), nein (Material-Archiv, 2014d)	Gering (Veit, 2023)	Gering (Material-Archiv, 2014a; Meyer zur Capellen, 2012)	Nein, antistatisch (Chan, 2021)	
Feuchteverhalten	<i>Wasseraufnahmevermögen / Wassergehalt</i>	Sehr hoch (Gries et al., 2019), 12.5-13.5 % (20 °C, 65 % r.F.) (S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020; Bobeth, 1993a; Mieck et al., 2012; Wollina et al., 2003), 11-14 % (20 °C, 65 % r.F.) (Kleinhansl & Reumann, 2000; Material-Archiv, 2014d), 40 % (100 % r.F.) (Mecheels, 1991)	12.5 % (Koslowski, 1997); schneller als Baumwolle (Meyer zur Capellen, 2012)	12-13 % (20 °C, 65 % r.F.) (Jaros et al., 2020; Mieck et al., 2012; Periyasamy & Militky, 2020), 11-15 % (Meyer zur Capellen, 2012), gute Saugfähigkeit (Koslowski, 1997)	Gut (Sfiligoj Smole et al., 2019b; Yamuna Devi et al., 2021), 12-13 % (Periyasamy & Militky, 2020), besser als Baumwolle (Afzal et al., 2020)
	<i>Wasserrückhaltevermögen</i>	85-120 % (Bobeth et al., 1993; Kleinhansl & Reumann, 2000; Wollina et al., 2003), 90-110 % (Heide et al., 2006; Mieck et al., 2012)	60-80 % (Bobeth et al., 1993; Meyer zur Capellen, 2012)	60-70 % (Mieck et al., 2012)	
	<i>Vollumenquellung</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 74-127 % (Kleinhansl & Reumann, 2000), 115 % (Grundmeier, 2011) ▪ Saug-/Quellfähigkeit: Gut (Rabe et al., 2021), Breitenvergrößerung und Längenverkürzung (Löbbe, 2008) 	25-30 %, geringeres Quellvermögen ggü. Viskose-Normaltypen (Meyer zur Capellen, 2012)		

Wärmeverhalten	<i>Wärmerückhaltevermögen</i>	Schlecht, bei Spinnfasern gut (Meyer zur Capellen, 2012), gering (Gries et al., 2019)		Gut (Koslowski, 1997)	
	<i>Wärmeleitfähigkeit</i>	0.3-0.6 W/m K (Bobeth et al., 1993)		Gut (Sfiligoj Smole et al., 2019b)	
	<i>Hitzebeständigkeit / Brennverhalten</i>	Schnelle und leichte Brennbarkeit, kein Schmelzen, Stärkeverlust ab 150 °C, Zersetzung ab 185-205 °C (Chan, 2021)	Langsame Entzündung/Verbrennung, Farbveränderungen ab 150 °C (Chan, 2021)	Langsame Entzündung / Verbrennung, Farbveränderungen ab 150 °C (Chan, 2021)	Schnelle Brennbarkeit (Chan, 2021)
	<i>Luftdurchlässigkeit</i>	Gut/hoch (S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020; Gries et al., 2019)		Abhängig von der Konstruktion der textilen Fläche (Koslowski, 1997)	
Beständigkeit / Resistenz	<i>Chemikalien</i>	Gering/keine (Bobeth, 1993b; Material-Archiv, 2014d); ggü. Säuren sehr schlecht, ähnlich wie Baumwolle, ggü. Laugen gut (Veit, 2023)	Ggü. Alkalien gut (Meyer zur Capellen, 2012), höhere Laugenbeständigkeit ggü. Viskose-Normaltypen (Meyer zur Capellen, 2012)	Ggü. Laugen gut (Kalweit et al., 2012b), ggü. Säuren weniger gut (Löbbecke, 2008)	
	<i>Oxidationsmittel</i>	Schlecht (Bobeth, 1993b)			
	<i>Mikroorganismen</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gut im ausgerüsteten Zustand (inkl. Pilze) (Mieck et al., 2012) ▪ Organische Substanzen: Gering (Gries et al., 2019) bis sehr schlecht (Bobeth, 1993b) 	Gut im ausgerüsteten Zustand (Mieck et al., 2012)	Nicht beständig (Koslowski, 1997), gut im ausgerüsteten Zustand (Mieck et al., 2012)	Bakterienresistenz bzw. antibakterielle Eigenschaften (Afzal et al., 2020; Sfiligoj Smole et al., 2019b; Umair & Khan, 2020) in Diskussion (Nayak & Mishra, 2016; Schild, 2021), antibakterielle Wirkung ggf. ab 70 % Fasergehalt im Mischgarn (Periyasamy & Militky, 2020)
	<i>(Keratinverzehrende) Insekten</i>	Schlecht (Bobeth, 1993b); ggü. Mottenbiss schlecht, ggü. Mottenfraß sehr gut (Veit, 2023)		Nicht beständig (Koslowski, 1997)	
Gebrauchseigenschaften (Textil)	<i>Trageverhalten</i>	Gute Hautverträglichkeit (IVC, 2021h; Kalweit et al., 2012b), weich, geschmeidig, teilweise lappig (Meyer zur Capellen, 2012), anschmiegsam, seidig (IVC, 2021h), ästhetisch (S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020), kühlere Wirkung als Baumwolle (H. Baron, 1967)	Gute Hautverträglichkeit (Kalweit et al., 2012b), angenehmer, weicher Griff (Meyer zur Capellen, 2012), beständig, atmungsaktiv, weicher/softer als Viskose (Chan, 2021), seidige (IVC, 2021d) und glänzende Textur (Raetsch, 2012)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gute thermoregulatorische Fähigkeiten (Afzal et al., 2020; Jaros et al., 2020), sehr weich, seidiger Glanz, fließender Fall, Wolfühlklima, hohe Schlingenfestigkeit (Meyer zur Capellen, 2012), pflegeleicht (Kalweit et al., 2012b; Material-Archiv, 2014a), atmungsaktiver und stärker/leistungsfähiger als Viskose (Chan, 2021) ▪ Gerüche: Vermindernde Fähigkeiten (Afzal et al., 2020; Jaros et al., 2020), 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Atmungsaktiv (Chan, 2021); feuchtigkeitsspendend (Umair & Khan, 2020); kühlend (1-2 °C Körpertemperatur) (Periyasamy & Militky, 2020), weich (Afzal et al., 2020; Umair & Khan, 2020), rau (Sfiligoj Smole et al., 2019b), langlebig (Umair & Khan, 2020) ▪ Gerüche: Beständig (Umair & Khan, 2020), desodorierend (Periyasamy & Militky, 2020)
	<i>Knitterfestigkeit</i>	Im trockenen Zustand und bei hohen Kochtemperaturen hohe Knitterneigung (Koslowski, 1997)		Leichte (Material-Archiv, 2014a) bis hohe Knitterneigung (Löbbecke, 2008)	
	<i>Pilling</i>				

	<i>Anschmutzbarkeit</i>	Hoch (Gries et al., 2019)			
	<i>Wetterbeständigkeit</i>	Schlecht/kaum ausreichend (Bobeth, 1993b)			
	<i>UV- / Lichtbeständigkeit</i>	Kaum ausreichend (Bobeth, 1993b)		Gut beständig (Koslowski, 1997)	Ja (Chan, 2021)
	<i>Anfärbbarkeit / Farbbeständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gut (S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020; IVC, 2021h; Material-Archiv, 2014d; Mieck et al., 2012) ▪ Direkt-, Reaktiv-, Küppen-, Entwicklungsfarbstoffe, basische und kationische Farbstoffe (Kalweit et al., 2012b) 	Direkt-, Reaktiv-, Küpen-, Entwicklungsfarbstoffe u. a. (Berger, Fischer & Mally, 1993)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gut (Kalweit et al., 2012b; Material-Archiv, 2014a), hohe Farbbrillanz (Koslowski, 1997) ▪ Reaktiv-, Schwefel-, Direkt-, Küppen-, Metallkomplexfarbstoffe (Koslowski, 1997) 	Gering (Sfiligoj Smole et al., 2019b)
	<i>Bekannte Marken</i>	Viscord™, Danufil™, EcoCosy™ (Veit, 2023)	Tencel™ Modal, Sea Cell™ MT (Veit, 2023)	Sea Cell™ LT, EcoCosy™, Oricell™ (Veit, 2023)	
Pflegeeigenschaften (Textil)	<i>Waschbehandlung / Nassreinigung</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Waschbar (Koslowski, 1997), 30-40 °C (Material-Archiv, 2014d), keine starke Schleudenzahl, nur kurz anschleudern (G. Wagner, 2017) ▪ Festigkeitsverlust bei zunehmender Anzahl der Wäschen (30 % / 20 Wäschen) (Meyer zur Capellen, 2012) ▪ Starke Quellung, Umfangzunahme und Krumpfung (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019) 	Waschbar, 30-60 °C (Koslowski, 1997)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Waschbar (Koslowski, 1997), 30-60 °C (Material-Archiv, 2014a) ▪ Festigkeitsverlust bei zunehmender Anzahl der Wäschen (ca. 30 %/50 Wäschen) (Meyer zur Capellen, 2012) ▪ Geringe Schrumpfbeständigkeit (Material-Archiv, 2014a; Mieck et al., 2012), keine Schrumpfung (Raetsch, 2012) 	Handwäsche oder geringe/reduzierte Schleudenzahl (Chan, 2021)
	<i>Lösemittelbehandlung</i>	Gut, keine Faserquellung (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019; Meyer zur Capellen, 2012)	Gut (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019)	Gut, PCE und Kohlenwasserstofflösemittel, keine Faserquellung (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019)	Ja, trocken (Chan, 2021)
	<i>Trocknung / Lagerung</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tropfnass aufhängen (G. Wagner, 2017) ▪ Tumbler: Nein (Material-Archiv, 2014d) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gut (Kalweit et al., 2012b) ▪ Tumbler: Ja (Material-Archiv, 2014d) 	Tumbler: Nein (Material-Archiv, 2014a) Lagerung: Anfälligkeit für Stockflecken (Raetsch, 2012)	Tumbler: Trocknung mit reduzierter thermischer Beanspruchung (Chan, 2021)
	<i>Bügelbehandlung</i>	Bügelfähig, bügelfrei nur mit Spezialausrüstung (Koslowski, 1997), 150 °C (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019); 150-170 °C / Stufe 2-2.5 (Material-Archiv, 2014d; Meyer zur Capellen, 2012)	Bügelfähig, bügelfrei nur mit Spezialausrüstung (Koslowski, 1997), 150 °C (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019)	Bügelfähig, nicht bügelfrei (Koslowski, 1997), 150-180 °C (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019)	

Anhang 1.3 Chemiefasern aus synthetischen Polymeren

Tabelle 45: Allgemeine Kennwerte und Eigenschaften von Polyamid-, Polyester-, Elastan- bzw. Polyurethan, Polypropylen- und Polyacryl(nitril)fasern/-textilien (Richtwerte)

Eigenschaften	Polyamid (PA)	Polyester (PES)	Elastan / Polyurethan (EL)	Polypropylen (PP)	Polyacryl(nitril) (PAN)	
Beschaffenheit	<i>Farbe / Glanz</i>	Weiß (Afzal et al., 2020), Verfügbarkeit in verschiedenen Farben (S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020; Material-Archiv, 2011)	Weiß (Afzal et al., 2020), Verfügbarkeit in verschiedenen Farben (Material-Archiv, 2014c)	Mattiert und mattweiß, nicht transparent oder weiß, glänzend und transparent (Satlow, 2005)	Weißlich-matte und halbdurchsichtige Erscheinung (Kalweit et al., 2012a), Verfügbarkeit in verschiedenen Farben (Material-Archiv, 2022)	Glänzend, matt, halbmatt, rohweiß oder spinngefärbt (Veit, 2023)
	<i>Feinheit</i>	1.0-120 dtex (Mieck et al., 2012); 1.4-22 dtex (Veit, 2023)	Filamentgarn 100 dtex (11.3 µm) (Koslowski, 1997); fein bis ultrafein (Bobeth, 1993a)	30-500 dtex (Gries et al., 2019), 11-2.600 dtex (Löbbe, 2008)	1.5-40 dtex (Kalweit et al., 2012b); hochfein (Bobeth, 1993a)	1-10 dtex (Mieck et al., 2012), 0.6-25 dtex (Gries et al., 2019), 0.6-20 dtex (Löbbe, 2008); hoch- bis ultrafein (Bobeth, 1993a)
	<i>Durchmesser / Querschnitt</i>	<ul style="list-style-type: none"> Variabel, 12-24 µm (Jaros et al., 2020) Oberflächenbeschaffenheit: Glatt und strukturlos bei runden Querschnittsformen (Jacobasch, 1993) 	<ul style="list-style-type: none"> Variabel, 12-25 µm (Jaros et al., 2020) Oberflächenbeschaffenheit: Glatt und strukturlos bei runden Querschnittsformen (Jacobasch, 1993) 	Querschnittsform je nach Spinnverfahren, meist rund (Veit, 2023)	<ul style="list-style-type: none"> Rund (Kleinhansl & Reumann, 2000) Oberflächenbeschaffenheit: Glatt und strukturlos bei runden Querschnittsformen (Jacobasch, 1993) 	Variierende Querschnittsformen (Veit, 2023)
	<i>Dichte</i>	Unterschiede je nach Art, 1.14 g/cm ³ (Faulstich & Mally, 1993; Bhupender S. Gupta, 2007; Kleinhansl & Reumann, 2000; Mieck et al., 2012; Wollina et al., 2003), 1.1-1.4 g/cm ³ (Gries et al., 2019)	1.19 g/cm ³ (Faulstich & Mally, 1993), 1.36-1.38 g/cm ³ (Mieck et al., 2012), 1.36-1.41 g/cm ³ (Wollina et al., 2003) (Gries et al., 2019), 1.38 g/cm ³ (Klein-hansl & Reumann, 2000)	Vielfalt durch Faservarianten, 1.1-1.3 g/cm ³ (Faulstich & Mally, 1993), 1.15-1.35 g/cm ³ (Gries et al., 2019; Kleinhansl & Reumann, 2000)	0.9 g/cm ³ (Kalweit et al., 2012a)	1.17 g/cm ³ (Faulstich & Mally, 1993), 1.12-1.19 g/cm ³ (Mieck et al., 2012), 1.14-1.18 g/cm ³ (Gries et al., 2019); leichter als Wolle und Seide (E. Wagner, 1981)
	<i>Länge</i>	Endlos, Stapelfaser (Gries et al., 2019)		Endlos (Gries et al., 2019)	38-200 mm (Veit, 2023)	38-200 mm (Gries et al., 2019)
	<i>Schmiegsam- / Sprödigkeit</i>	Extrem geschmeidig (Klein-hansl & Reumann, 2000)	(Extrem) Geschmeidig (Klein-hansl & Reumann, 2000)			Geschmeidig (Klein-hansl & Reumann, 2000), permanente, wollähnliche Kräuselung, hohe Bauschkraft (Löbbe, 2008)
<i>Biegesteif- igkeit</i>	Unterschiede je nach Art, sta-tisch 0.12 mN mm ² /tex ² , dyna-misch 0.25 mN mm ² /tex ² (Klein-hansl & Reumann, 2000)	Statisch 0.24-0.51 mN mm ² /tex ² , dynamisch 0.43-0.68 mN mm ² /tex ² (Klein-hansl & Reumann, 2000)	Polyurethan: Sehr hoch (E. Wag-ner, 1981)	Statisch 0.51 mN mm ² /tex ² , dy-namisch keine (Klein-hansl & Reumann, 2000)	Statisch 0.31-0.45 mN mm ² /tex ² , dynamisch 0.59-0.62 mN mm ² /tex ² (Klein-hansl & Reumann, 2000)	
<i>Elastizität</i>	<ul style="list-style-type: none"> Hoch (Z. Ahmad et al., 2020; IVC, 2021e; Jaros et al., 2020; Kalweit et al., 2012b; 	<ul style="list-style-type: none"> Hoch (IVC, 2021f; Jaros et al., 2020; Kalweit et al., 2012b) 	Sehr gut (Afzal et al., 2020; Jaros et al., 2020; Kalweit et al., 2012b; Material-Archiv, 2008)	0.5-5.0 N/tex (Koslowski, 1997)	<ul style="list-style-type: none"> Sehr gut (Kalweit et al., 2012b) 	

	<ul style="list-style-type: none"> Material-Archiv, 2011), Dehnungselastizität 80-90 % (Meyer zur Capellen, 2012) ▪ Trocken: ca. 20-40/45 % (Wollina et al., 2003) ▪ Nass: ca. 100-125 % (Wollina et al., 2003) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trocken: ca. 20-30 (Wollina et al., 2003) ▪ Nass: ca. 100-105 % (Wollina et al., 2003) 			<ul style="list-style-type: none"> ▪ Homopolymer: 9.5-14 N/tex (Koslowski, 1997) ▪ Copolymer: Stapelfaser 3-5 N/tex, Filamente 9-10 N/tex (Koslowski, 1997) 	
Physikalische / mechanische Eigenschaften	Dehnbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sehr hoch (Gries et al., 2019) (Z. Ahmad et al., 2020; Kalweit et al., 2012b; Umair & Khan, 2020), 20-40 % (Shaker & Nawab, 2020) ▪ Trocken: 15-40 % (Gries et al., 2019) ▪ Nass: 105-125 % des Trockenwerts (Gries et al., 2019) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mittel (Gries et al., 2019), geringer als Nylon (Z. Ahmad et al., 2020) und Polyamide (Raetsch, 2012) ▪ Trocken: 24-30 % (Periyasamy & Militky, 2020), 24-40 % (Gries et al., 2019) ▪ Nass: 24-30 % (Periyasamy & Militky, 2020), 105 % des Trockenwerts (Gries et al., 2019) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sehr gut (IVC, 2021g; Kalweit et al., 2012b; Umair & Khan, 2020) ▪ Trocken: 400-800 % (Gries et al., 2019) ▪ Nass: 100 % des Trockenwerts (Gries et al., 2019) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Höchstzugkraftdehnung (isotaktisch, Filamentgarn) (Faulstich & Mally, 1993) ▪ Trocken/nass: 15-50 % (Faulstich & Mally, 1993) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mittel (Gries et al., 2019), Dehnungselastizität 60-65 % (Meyer zur Capellen, 2012) ▪ Trocken: 25-50 % (Gries et al., 2019) ▪ Nass: 80-95 % des Trockenwerts (Gries et al., 2019)
	Zug- / Festigkeit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sehr hoch (Gries et al., 2019) ▪ Trocken: Sehr gut (S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020; Kalweit et al., 2012b), 40-50 cN/tex (Kießling, 1993) ▪ Nass: Sehr gut, ca. 80 % der Trockenfestigkeit (S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020; Kalweit et al., 2012b), Festigkeitsverlust 10-20 % (Z. Ahmad et al., 2020) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Festigkeit: Sehr hoch (Gries et al., 2019), 30 % schwächer als Nylon (Z. Ahmad et al., 2020) ▪ Trocken: Hoch (IVC, 2021f; Kalweit et al., 2012b), 55-60 cN/tex⁻¹ (Periyasamy & Militky, 2020), 35-50 cN/tex (Kießling, 1993) ▪ Nass: Hoch (IVC, 2021f; Kalweit et al., 2012b), 54-80 cN/tex⁻¹ (Periyasamy & Militky, 2020), 95-100 % der Trockenfestigkeit (Koslowski, 1997) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Polyurethan: Trocken 28-37 cN/tex (E. Wagner, 1981) ▪ Elastan: 5-8 cN/tex, Gummifäden nur 3-5 cN/tex (E. Wagner, 1981), trocken 75-00 % der Trockenfestigkeit (Koslowski, 1997), gering (Veit, 2023) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hoch (Kalweit et al., 2012a), 25-60 cN/tex (Kießling, 1993) ▪ Nass: 100 % (Kalweit et al., 2012b) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mittel (Gries et al., 2019) ▪ Trocken: 18-27 Rkm (Rath, 1972), 35-45 cN/tex (Kießling, 1993) ▪ Nass: 95-100 % der Trockenfestigkeit (Rath, 1972)
	Scheuerbeständigkeit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gut (S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020; Faulstich & Mally, 1993; IVC, 2021e; Kalweit et al., 2012b), hohe Abriebfestigkeit, geringe Aufrauneigung (Moschner, 2018), gute Alterungsbeständigkeit (Rabe et al., 2021) ▪ Nass: Schlechte Abriebfestigkeit (Z. Ahmad et al., 2020) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hoch (Afzal et al., 2020; IVC, 2021f; Kalweit et al., 2012b), sehr gute bzw. geringe Abriebfestigkeit und Aufrauneigung (Moschner, 2018), 42-77 % (Faulstich & Mally, 1993), 5-8 mal höher als Baumwolle (Material-Archiv, 2014c; Meyer zur Capellen, 2012) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hoch, auch Abriebfestigkeit (Meyer zur Capellen, 2012) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gute Scheuerfestigkeit (Koslowski, 1997) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gut (Faulstich & Mally, 1993)

Reißfestigkeit	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gut (S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020; IVC, 2021e; Kalweit et al., 2012b; Material-Archiv, 2011) ▪ PA 6 (Spinnfasern): nass 3.3-4.6 cN/dtex, trocken 3.8-5.2 cN/dtex (Meyer zur Capellen, 2012) ▪ PA 6.6 (Spinnfasern): nass 3.6-4.0 cN/dtex, trocken 4.1-4.5 cN/dtex (Meyer zur Capellen, 2012) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hoch (Afzal et al., 2020; IVC, 2021f; Kalweit et al., 2012b; Material-Archiv, 2014c) ▪ Trocken/nass: Spinnfasern 3.5-4.0 cN/dtex (Meyer zur Capellen, 2012), 0.35-0.5 N/tex (Elias, 2003) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gut (Kalweit et al., 2012b) ▪ Elastan: 35-56 cN/tex 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trocken: 2.5-6.0 cN/dtex (Koslowski, 1997) ▪ Nass: 2.5-6.0 cN/dtex (Koslowski, 1997) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gut (Kalweit et al., 2012b) ▪ Trocken: Spinnfasern 2.8-3.3 cN/dtex (Koslowski, 1997) ▪ Nass: Spinnfasern 2.6-3.1 cN/dtex (Koslowski, 1997)
	Formbeständigkeit	Sehr gut (Meyer zur Capellen, 2012)	Gut (Meyer zur Capellen, 2012)	Kurzzeitig mittel, langfristig gering (Bobeth, 1993c)	Kurzzeitig hoch, langfristig mittel (Bobeth, 1993c)
	Elektro-statische Aufladung	Ja (Material-Archiv, 2011; Meyer zur Capellen, 2012), statische Widerstandseigenschaft mittel bis schlecht (S. Ahmad, Rasheed & Nawab, 2020), gering im Vergleich zu anderen synthetischen Fasern (Afzal et al., 2020)	Leicht (Höfer, 2007), erhöht aufgrund niedriger Feuchtigkeitsaufnahme (Dronik Arbeitsschutz GmbH, 2016), stark (Chan, 2021; Material-Archiv, 2014c)	Gering (Chan, 2021)	Bei 0 % r.F. geringer als Baumwolle / Wolle, bei 65 % r.F. höher als Baumwolle / Wolle / Polyamid (Bobeth & Mally, 1993)
Feuchteverhalten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gering/wenig (S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020; Gries et al., 2019; Jaros et al., 2020; Kalweit et al., 2012b; Material-Archiv, 2011), 1-4.5 % (20 °C, 65 % r.F.) (Bobeth et al., 1993), 3.8-4 % (Afzal et al., 2020; Material-Archiv, 2011), 7.5 % (100 % r.F.) (Mecheels, 1991), ≤ 10 % (Kurzweil, 2020), ▪ PA 6: 7.5 % als Garn (65 % r.F.) (Elias, 2003), 4.3 % (Meyer zur Capellen, 2012) ▪ PA 6.6: 7.5 % als Garn (65 % r.F.) (Elias, 2003), 3.8 % (Meyer zur Capellen, 2012) 	Sehr gering/wenig (Gries et al., 2019; Jaros et al., 2020; Kalweit et al., 2012b), 0.4 % (S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020; Periyasamy & Militky, 2020); 0,5 % (20 °C, 65 % r.F.) (Bobeth et al., 1993), 1 % (Afzal et al., 2020), 0.2-0.5 % (20 °C, 65 % r.F.) (Heide et al., 2006; Kleinhansl & Reumann, 2000; Material-Archiv, 2014c; Meyer zur Capellen, 2012; Mieck et al., 2012; Wollina et al., 2003), 1.8 % (100 % r.F.) (Mecheels, 1991)	Gering (Kalweit et al., 2012b), 0.5-1.5 % (20 °C, 65 % r.F.) (Kleinhansl & Reumann, 2000; Material-Archiv, 2008), 0.5-1.5 % (24 °C, 95 % r.F.) (Satlow, 2005)	Gering, 0 % (20 °C, 65 % r.F.) (Bobeth, 1993b; Rath, 1972)	Sehr gering/gering (Gries et al., 2019)(Kalweit et al., 2012b), 1-2 % (20 °C, 65 % r.F.) (Bobeth et al., 1993), 1-2 % (20 °C, 65 % r.F.) (Kleinhansl & Reumann, 2000)

	<i>Wasserrückhaltevermögen</i>	Sehr gering/gering (Gries et al., 2019; Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019), 10-15 % (Heide et al., 2006; Kleinhansl & Reumann, 2000; Mieck et al., 2012; Wollina et al., 2003)	3-5 % (Bobeth et al., 1993; Heide et al., 2006; Kleinhansl & Reumann, 2000; Wollina et al., 2003)	7-11 % (Bobeth et al., 1993; Kleinhansl & Reumann, 2000)	1-3 % (E. Wagner, 1981)	(Copolymer) 4-30 % (Bobeth et al., 1993); 5-12 % (Kleinhansl & Reumann, 2000)
	<i>Volumenquellung</i>	8.1-11.1 % (Kleinhansl & Reumann, 2000), 11 % (Grundmeier, 2011)	Keine (Kleinhansl & Reumann, 2000), minimale Längsquellung (Bobeth et al., 1993)		Kein Quellvermögen in Wasser (E. Wagner, 1981)	9 %, minimale Längsquellung (Bobeth et al., 1993)
Wärmeverhalten	<i>Wärmerückhaltevermögen</i>	Sehr gering (Gries et al., 2019)	Sehr gering (Gries et al., 2019), Wärmeisolation in Abhängigkeit von Faser (Spinnfilament) (Raetsch, 2012)			Sehr gering (Gries et al., 2019)
	<i>Wärmeleitfähigkeit</i>	P 6/6.6 gering (Beckman et al., 2021); PA 6 0.29 W/m K (Bobeth et al., 1993)	0.2-0.3 W/m K (Raumtemperatur) (Bobeth et al., 1993; Reumann, Hempel & Haase, 2000)	0.15 W/MK (Satlow, 2005)	0.22 W/mK (Kalweit et al., 2012a), 0.1-0.3 W/mK (Reumann, Haase et al., 2000)	0.2 W/mK (Bobeth et al., 1993)
	<i>Hitzebeständigkeit / Brennverhalten</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mittel (S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020), gut (Afzal et al., 2020), bis 170/230 °C (Gries et al., 2019), max. Dauerwärmebeständigkeit ca. 120 °C (BVH, 2009b), Wärmeempfindlichkeit in Abhängigkeit von Typ (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019); vergilben bei Hitzeeinwirkung (Material-Archiv, 2011) ▪ Schwere Entzündbarkeit (S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020; Gries et al., 2019), schnelle Verbrennung/Schmelzung (Chan, 2021) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bis 220 °C (Gries et al., 2019); ▪ Schwach, schwer entflammbar (Bobeth, 1993c), schnelle Verbrennung/Schmelzung (Chan, 2021) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gut (Rabe et al., 2021), unter Durchschnitt (Devrim, 2005) ▪ Langsame Verbrennung / Schmelzung (Chan, 2021) ▪ Empfindlichkeit bei Temperaturen über 100 °C (E. Wagner, 1981) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gut (Kalweit et al., 2012a) ▪ Formstabilität: Gut bis 110 °C (Kalweit et al., 2012a), ggf. erheblicher Festigkeitsverlust (Veit, 2023) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bis 230 °C (Gries et al., 2019), hitzeempfindlich (Raetsch, 2012) ▪ Mäßige Entzündbarkeit (Gries et al., 2019)
	<i>Luftdurchlässigkeit</i>	Hoch/sehr hoch (Gries et al., 2019)	Hoch/sehr hoch (Gries et al., 2019)			Hoch/sehr hoch (Gries et al., 2019)

Beständigkeit / Resistenz	<i>Chemikalien</i>	Ausreichend (Gries et al., 2019); ggü. schwachen Säuren gut (Afzal et al., 2020; S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020; Kalweit et al., 2012b; Kurzweil, 2020), ggü. Alkalien gut (Afzal et al., 2020; Material-Archiv, 2011; Meyer zur Capellen, 2012)	Ggü. Säuren empfindlich (Kurzweil, 2020), gut (S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020; Kalweit et al., 2012b; Kurzweil, 2020; Material-Archiv, 2014c; Meyer zur Capellen, 2012); ggü. Laugen gut (Raetsch, 2012), ausreichend (Gries et al., 2019), schlecht (Giessmann, 2019b)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Elastan: Gut, widerstandsfähig ggü. (schwachen) Säuren und Laugen (Rabe et al., 2021; Satlow, 2005), Elastizitätsverlust bei hohen Konzentrationen (Veit, 2023) ▪ Polyurethan: Weniger stabil ggü. Säuren und Laugen (Kurzweil, 2020) 	Gut ggü. Säuren und Laugen (Kalweit et al., 2012a; Türk, 2014a)	Gut (Kalweit et al., 2012b; Meyer zur Capellen, 2012); gut ggü. Säuren, ausreichend ggü. Laugen (Bobeth, 1993b; Gries et al., 2019)	
	<i>Oxidationsmittel</i>	Ausreichend (Gries et al., 2019)	Gut/sehr gut (Bobeth, 1993b; Gries et al., 2019)	Elastane: Ausreichend (Kosłowski, 1997) Elastan: Mäßig (Bobeth, 1993b), gut (Kosłowski, 1997)	Ausreichend (Bobeth, 1993b) Gut (Bobeth, 1993b)	Gut (Bobeth, 1993b; Gries et al., 2019) Gut/sehr hoch (Bobeth, 1993b; Gries et al., 2019)	
	<i>Mikroorganismen</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gut/sehr hoch (Andra et al., 2021; Gries et al., 2019; Rabe et al., 2021), anfälliger als Naturfasern, Tendenz Geruchsentwicklung (Afzal et al., 2020) ▪ Organische Substanzen: Mäßig (Bobeth, 1993b) ▪ Mehltau/Pilze: Gut (Chan, 2021), gute Fäulnisbeständigkeit (Material-Archiv, 2011; Meyer zur Capellen, 2012; Rabe et al., 2021) 	Gut/sehr hoch (Gries et al., 2019; Raetsch, 2012), anfälliger als Naturfasern (Afzal et al., 2020), schimmel- und fäulnisbeständig (Material-Archiv, 2014c; Meyer zur Capellen, 2012)				
	<i>(Keratinverzehrende) Insekten</i>	Gut (Rabe et al., 2021), ggü. Mottenbiss gut/sehr gut, ggü. Mottenfraß sehr gut (Veit, 2023)	Mäßig (Bobeth, 1993b), mottensicher (Material-Archiv, 2014c; Meyer zur Capellen, 2012)	Gut beständig (Kosłowski, 1997)	Mäßig (Bobeth, 1993b); ggü. Mottenbiss mittel, ggü. Mottenfraß sehr gut (Veit, 2023)	Mäßig (Bobeth, 1993b), fäulnis-sicher (Meyer zur Capellen, 2012); ggü. Mottenbiss gut, ggü. Mottenfraß sehr gut (Veit, 2023)	
Trageverhalten	<i>Trageverhalten</i>	Weich, anschmiegsam, hautsympathisch, zart und duftig (Meyer zur Capellen, 2012), weich (Chan, 2021; Material-Archiv, 2011), anschmiegsam, hautsympathisch, zart und duftig (Meyer zur Capellen, 2012), geringes Gewicht (Afzal et al., 2020; Material-Archiv, 2011), pflegeleicht (Kosłowski, 1997)	Angenehm, pflegeleicht, hohe Farbechtheit, weicher Griff, Beibehalt Passform, schnelle Trocknung (Meyer zur Capellen, 2012), geringes Gewicht (Umair & Khan, 2020), langlebig (Umair & Khan, 2020), hohe Formstabilität (Fonds der Chemischen Industrie im Verband der Chemischen Industrie e. V. (FCI), TE-GEWA e. V., 2007)	Elastan: Leichtgewichtig, weich/soft, beständig ggü. Ölen / Schweiß / Knitterung (Chan, 2021)	Hautverträglich (Material-Archiv, 2022), lebensmittelecht (Material-Archiv, 2022)	Leichtgewichtig (Kalweit et al., 2012b), weiche Textur (Kalweit et al., 2012b), wollähnlicher Griff (Raetsch, 2012), hohe Bauschfähigkeit und Wärmeisolation (Meyer zur Capellen, 2012)	
	<i>Knitterfestigkeit</i>	Sehr gut (Gries et al., 2019; IVC, 2021e; Kalweit et al., 2012b);	Frei, gut (S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020; Gries et al., 2019);	Kaum Knitterneigung (Kosłowski, 1997)	Im trockenen Zustand hohe Knitterneigung, bei	Gut (Kalweit et al., 2012b; Meyer zur Capellen, 2012), hohe	

Gebrauchseigenschaften (Textil)		Knitterbildung bei Kochwäsche groß (Veit, 2023)	IVC, 2021f; Kalweit et al., 2012b; Raetsch, 2012)		Kochtemperaturen geringe Knitterneigung (Koslowski, 1997)	Knitterneigung (Gries et al., 2019)
	<i>Pilling</i>	Ja, Neigung (Raetsch, 2012); gering (Veit, 2023)	Ja, Neigung (Meyer zur Capellen, 2012; Reumann, Haase et al., 2000), resistent in Filamentform (Chan, 2021)	Elastan: Beständig (Chan, 2021)		Neigung bei Spinnfasertypen (Meyer zur Capellen, 2012), stärkere Tendenz zur Knötchenbildung bei Fasermischungen (Dronik Arbeitsschutz GmbH, 2016); kein Filzen (Meyer zur Capellen, 2012)
	<i>Anschmutzbarkeit</i>	Hoch (Gries et al., 2019), resistent (Chan, 2021)	Hoch (Gries et al., 2019), schmutzabweisend (Chan, 2021)	Mangelhaft (Devrim, 2005)		Hoch (Gries et al., 2019)
	<i>Wetterbeständigkeit</i>	Mittel (Gries et al., 2019)	Hoch (Gries et al., 2019; IVC, 2021f; Kalweit et al., 2012b; Umair & Khan, 2020)	Eher nicht ausreichend (Bobeth, 1993b)	Eher nicht ausreichend (Bobeth, 1993b)	Sehr hoch (Gries et al., 2019; Kalweit et al., 2012b; Löbbe, 2008; Meyer zur Capellen, 2012)
	<i>UV- / Lichtbeständigkeit</i>	Gering/schlecht/ausreichend (S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020; Bobeth, 1993b; Gries et al., 2019); Keine Verfärbung (Afzal et al., 2020); Festigkeitseinbußen (Gries et al., 2019) bzw. Vergilben bei Lichteinwirkung (Material-Archiv, 2011)	Gut, sehr hoch (Afzal et al., 2020; Bobeth, 1993b; Gries et al., 2019; IVC, 2021f; Kalweit et al., 2012b; Material-Archiv, 2014c; Meyer zur Capellen, 2012), geringer Stärkeverlust (Afzal et al., 2020; Z. Ahmad et al., 2020)	Gut (Kalweit et al., 2012b; Meyer zur Capellen, 2012; Rabe et al., 2021), Verfärbung und fotochemischer Faserabbau bei längerer Einwirkung (Satlow, 2005)	Gut (Türk, 2014a); nicht ausreichend/empfindlich (Bobeth, 1993b; Löbbe, 2008)	Gut/sehr gut (Bobeth, 1993b; Gries et al., 2019; Kalweit et al., 2012b; Knieli, 2010; Meyer zur Capellen, 2012)
	<i>Anfärbbarkeit / Farbbeständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gute Farbstoffaufnahme, verblassen bei Waschung möglich (Chan, 2021) ▪ Dispers-, Säure, Metallkomplexfarbstoffe (Kalweit et al., 2012b; Nicolai et al., 2020; Uter et al., 2008) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gute Farbstoffaufnahme, hohe Temperaturen notwendig (Chan, 2021) ▪ Dispersions-, Entwicklungs-, Metallkomplexfarbstoffe (Nicolai et al., 2020; Uter et al., 2008) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gut (Kalweit et al., 2012b; Löbbe, 2008), mangelhaft (Devrim, 2005) ▪ Dispersions-, Säure-, Chromierungsfarbstoffe (Berger, Fischer & Mally, 1993) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gut im modifizierten Zustand (Veit, 2023) ▪ Pigment-, Dispersionsfarbstoffe (Berger, Fischer & Mally, 1993) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Empfindlich im heiß-nassen Zustand ggü. Brüchen / Druckstellen (E. Wagner, 1981), gut (Veit, 2023) ▪ Basische und kationische Farbstoffe (Kalweit et al., 2012b; Meyer zur Capellen, 2012)
	<i>Bekannt Marken</i>	Nylon® (PA 66), Tactel®, Perlon® (PA 6), Dorix®, Antron®, Grilon®, Kermei®, Riisan® (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019; Kalweit et al., 2012b)	Trevira®, Trevira CS®, Trevira bioactiv®, Diolen®, Vestan®, Dacron®, Grilene®, Terlenka®, Delcron® (Beckman et al., 2021; Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019)	Elastan®, Enkaswing®, Dorlastan®, Lycra® (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019; Kalweit et al., 2012b)	Meraklon®, Herculon® (Koslowski, 1997)	Dralon®, Dralon C®, Dolan®, Orlon®, Acrilan® bzw. Redon®, Courttelle®, Dunova®, Orion® (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019; Kalweit et al., 2012b)
<i>Waschbehandlung / Nassreinigung</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 30-60 °C (Material-Archiv, 2011) ▪ Gut/leicht (S. Ahmad, Rasheed & Nawab, 2020), keine 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 30-95 °C in Abhängigkeit vom Typ (Material-Archiv, 2014c) ▪ Gut, keine Quellung, kaum Knitterung (Gütegemeinschaft 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bis 40 °C (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019) 	Gute Eignung (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Max. 40 °C (G. Wagner, 2017), handwarme Wäsche bei Gewebe und Maschenwaren (E. Wagner, 1981) 	

Pflegeeigenschaften (Textil)		Quellung oder Knitterung (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019), kein Einlaufen und Schleudern (Löbke, 2008; Raetsch, 2012)	sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019; Raetsch, 2012)	▪ Gut (Kalweit et al., 2012b), keine Faserquellung (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019)	▪ Gut, keine Quellung (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019), pflegeleicht (Kalweit et al., 2012b)
	<i>Lösemittelbehandlung</i>	Gut, PCE und Kohlenwasserstofflösemittel, keine Faserveränderungen (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019)	Gut, PCE und Kohlenwasserstofflösemittel, keine Faserveränderungen (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019)	PCE oder Kohlenwasserstofflösemittel mit niedriger Trocknungstemperatur, 50 °C (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019)	Neigung zur elektrostatischen Aufladung bei Reinigung in organischen Lösemitteln, Gefahr von Vergrauungen (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019)
	<i>Trocknung / Lagerung</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufhängung nass (Raetsch, 2012), schnell (S. Ahmad, Ullah & Ziauddin, 2020; Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019; IVC, 2021e; Kalweit et al., 2012b) ▪ Tumbler: Reduzierte thermischer Beanspruchung (Chan, 2021), keine Eignung (G. Wagner, 2017) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kurz ausschütteln und aufhängen (G. Wagner, 2017), schnell (Kalweit et al., 2012b; Material-Archiv, 2014c; Umair & Khan, 2020) ▪ Tumbler: Reduzierte thermischer Beanspruchung (Chan, 2021), keine Eignung (G. Wagner, 2017) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gut (Kalweit et al., 2012b; Umair & Khan, 2020) ▪ Tumbler: 50-60 °C (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019) 	Tumbler: Keine Eignung (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019)
<i>Bügelbehandlung</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Weitgehend bügelfrei (Koslowski, 1997; Raetsch, 2012) ▪ Begrenzt bügelfähig (Koslowski, 1997), Variation der Wärmeempfindlichkeit zw. Polyamidtypen (150-235 °C), max. 120 °C (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019; Material-Archiv, 2011) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Weitgehend bügelfrei (Koslowski, 1997; Raetsch, 2012) ▪ Bügelfähig (Koslowski, 1997), gute Hitzebeständigkeit, max. 100 °C (Chan, 2021) bzw. 120 °C (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019) bzw. 150 °C / Stufe 2 (Material-Archiv, 2014c; Meyer zur Capellen, 2012) 	Wärmeempfindlich, max. 120 °C / Stufe 1 (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019)	Nein (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019; Kalweit et al., 2012b)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Weitgehend bügelfrei (Koslowski, 1997; Raetsch, 2012) ▪ Begrenzt bügelfähig (Koslowski, 1997), gute Wärmebeständigkeit, max. 120 °C (Gütegemeinschaft sachgemäße Wäschepflege e. V., 2019) bzw. 130 °C (Bobeth, 1993c)

ANHANG 2 ANGABEN IN ZENTRALEN REFERENZEN

In Ergänzung zu den Kapiteln II.5.1.3 und II.6.1 geben die nachfolgenden Tabellen einen exemplarischen Einblick in die, in offiziellen Informationsschriften, Regelwerken, Leitlinien u. ä. vorzufindenden Angaben zum Tragen und Gebrauch von textilen Unterzieh- und Komforthandschuhen.³³⁸

Anhang 2.1 Unterziehhandschuhe: Informationsschriften und Regelwerke nationaler UVT und Bundesministerien

Tabelle 46: Übersicht der in Informationsschriften, Normen, Regelwerken u. ä. vorzufindenden Angaben zum Einsatz von textilen Unterziehhandschuhen

Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut (RKI)

Händehygiene in Einrichtungen des Gesundheitswesens. Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut (RKI)

- „Handschuhe werden in Gesundheitseinrichtungen mit folgenden Indikationen eingesetzt (...): (...) Reduzierung der im Handschuh entstehenden Schweißmenge (textiler Unterziehhandschuh) (...).“ (RKI, 2016, S. 1200)
- „Feuchtigkeitsabsorbierende textile Unterziehhandschuhe. Hierbei handelt es sich um dünne, mehrfachverwendbare in Desinfektions-Waschverfahren aufbereitbare Baumwollhandschuhe, deren Einsatz in der TRBA 250 [4] bei längerem Tragen von luftundurchlässigen Schutzhandschuhen zur Reduktion des Handschweißes für sinnvoll erachtet wird. Sie werden zusammen mit dem Schutzhandschuh gewechselt. Ihr Einsatz hat sich für medizinische Tätigkeiten als durchführbar erwiesen, wobei subjektiv durch Absorption der Feuchtigkeit ein günstiger Einfluss auf den Hautzustand ausgeübt wird, sodass ein Routineeinsatz in der Patientenpflege von Pflegekräften und Physiotherapeuten überwiegend bejaht wurde [301].“ (RKI, 2016, S. 1202)
- „Durch unter dem OP-Handschuh angelegte sterile Baumwollhandschuhe kann dem Feuchtigkeitsstau entgegengewirkt werden.“ (RKI, 2016, S. 1203)

Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e. V. (AWMF)

S2-Leitlinie Nr. 029/027: Händedesinfektion und Händehygiene³³⁹

- „Bei längerem Tragen (z. B. Physiotherapie) können zur Aufnahme von Handschweiß textile Einmal- oder Mehrweg-Unterziehhandschuhe getragen werden.“ (AWMF, 2016, S. 9)
- „Durch unter dem Operationshandschuh angelegte sterile Baumwollhandschuhe kann dem Feuchtigkeitsstau entgegengewirkt werden.“ (AWMF, 2016, S. 9)
- „Textile Unterziehhandschuhe: Hierbei handelt es sich um dünne Baumwollhandschuhe zum Einmalgebrauch oder zur erneuten Aufbereitung. Sie können sowohl unter nicht sterilen als auch unter sterilen medizinischen Einmalhandschuhe getragen werden. Ihr Einsatz wird in der TRBA 250 [184] bei längerem Tragen von luftundurchlässigen Schutzhandschuhen zur Reduktion des Handschweißes für sinnvoll erachtet. Der Unterziehhandschuh wird zusammen mit dem medizinischen Einmalhandschuh gewechselt. Ihr Einsatz hat sich auch für nicht sterile medizinische Einmalhandschuhe als durchführbar erwiesen, wobei subjektiv durch Absorption der Feuchtigkeit ein günstiger Einfluss auf den Hautzustand ausgeübt wird, so dass ein Routineeinsatz in der Patientenpflege von Pflegekräften und Physiotherapeuten überwiegend bejaht wurde [219].“ (AWMF, 2016, S. 10)

Deutsche Gesellschaft für Krankenhaushygiene e.V (DGKH)

Kleidung und Schutzausrüstung für Pflegeberufe aus hygienischer Sicht

- „Handschuhtyp (...)
- Stoffhandschuh (z. B. Zwirnhandschuhe ohne Naht)
- Ggf. auch je nach Einsatz -> steril
- Einsatz (...)
- Bei speziell großen mechanischen Belastungen nur in
- Kombination mit anderen Handschuhen
- Bei langem Tragen von Schutzhandschuhen
- Personenbezogene Nutzung, mindestens täglicher Wechsel
- Beispiele (...)

³³⁸ Die Darstellung erfolgt ohne Anspruch auf Vollständigkeit.

³³⁹ Die Leitlinie befindet sich derzeit in Überarbeitung, die Gültigkeit lief am 30.09.2021 ab.

- z. B. bei Hautirritationen, Unverträglichkeit, bei großen Operationen wie Totalendoprothetik“ (DGKH, 2016, S. 192)

Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) bzw. Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS)

TRGS 401: Gefährdung durch Hautkontakt - Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen (2022)

- „5.5.3 Benutzung von Chemikalienschutzhandschuhen und anderen flüssigkeitsdichten Schutzhandschuhen (...) 6. Werden Schutzhandschuhe durch Schwitzen innen feucht, wird ein Handschuhwechsel empfohlen. Zusätzlich können Unterziehhandschuhe aus einem schweißaufnehmenden Material verwendet werden, die spätestens dann gewechselt werden sollten, wenn sie feucht geworden sind.“ (BAuA, 2022, S. 22)

TRGS 401: Gefährdung durch Hautkontakt - Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen (2008)

- „6.4.2 Schutzhandschuhe (...) (2) Bei flüssigkeitsdichten Handschuhen ist ein geeigneter Wechsel von Tätigkeiten mit und ohne Handschuhe anzustreben, da es bei längerem Tragen flüssigkeitsdichter Handschuhe durch Schweißbildung zu einer Schädigung der Haut kommen kann (Feuchtarbeit). Die Häufigkeit des Handschuhwechsels ist im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung festzulegen. Empfohlen wird mindestens stündlicher Handschuhwechsel oder das Tragen von Unterziehhandschuhen aus Baumwolle. Die erforderliche Anzahl von Schutzhandschuhen sowie die Zeiten für einen Handschuhwechsel sind bei der Arbeitsorganisation zu beachten.“ (TRGS 401, 2008, S. 17)

TRBA 250: Biologische Arbeitsstoffe im Gesundheitswesen und in der Wohlfahrtspflege

- „Bei längerem Tragen von luftundurchlässigen Schutzhandschuhen können zusätzlich Unterziehhandschuhe aus Baumwolle oder aus anderen Geweben mit vergleichbaren Eigenschaften (Saugfähigkeit, Hautverträglichkeit) sinnvoll sein.“ (TRBA 250, 2014, S. 14)

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV)

DGUV-Regel 112-995: Benutzung von Schutzhandschuhen³⁴⁰

- „Beim Tragen von Schutzhandschuhen kann Schweißbildung an den Händen auftreten, die sich je nach Verwendungszeit durch einen textilen Innenhandschuh mindern lässt. Die Verwendung von Innenhandschuhen geht zu Lasten des Tastgefühls und kann die Griffsicherheit beeinträchtigen. Zu empfehlen ist vielmehr der häufigere Wechsel von Schutzhandschuhen.“ (DGUV Regel 112-995, 2007, S. 11)
- „Schutzhandschuhe können Materialien enthalten, die Allergien verursachen können. Daher sollte diese Gefahr durch die Verwendung textiler Unterziehhandschuhe verringert werden.“ (DGUV Regel 112-995, 2007, S. 19)
- „Unterziehhandschuhe oder gerbstoffhaltige Hautschutzmittel sind auch bei starker Schweißbildung erforderlich, da sonst eine Hautaufweichung erfolgen kann.“ (DGUV Regel 112-995, 2007, S. 20)

DGUV Information 212-007: Chemikalienschutzhandschuhe

- „In der Praxis bietet es sich an, pro Mitarbeiter und Arbeitstag mehrere Paare Schutzhandschuhe zur Verfügung zu stellen, Unterziehhandschuhe aus Baumwolle zu verwenden oder die Tätigkeiten so zu organisieren, dass zwischendurch auch Tätigkeiten durchgeführt werden können, bei denen keine Schutzhandschuhe getragen werden müssen.“ (DGUV Regel 112-995, 2007, S. 15)
- (Anhang 3b - Benutzungshinweise für Handschuhe (Aushang)) „Bei längerer Arbeitszeit 2 Paar Handschuhe abwechselnd benutzen und möglichst Baumwoll-Unterziehhandschuhe tragen.“ (DGUV Regel 112-995, 2007, 26)
- (Anhang 5 - Betriebsanweisung (Beispiel für einen Aushang)) „Unter dem Chemikalienschutzhandschuh sind Baumwollunterziehhandschuhe bzw. Handschuhe mit Trikotierung zum Schweißaufsaugen geeignet. Nach der Arbeit Hände reinigen und Hautpflegecreme auftragen!“ (DGUV Regel 112-995, 2007, 28)
- (Anhang 6: Probleme, Auswirkungen und mögliche Maßnahmen. Ein Versicherter klagt über starkes Schwitzen. Auswirkungen: Mazeration (siehe Abschnitt 3.2.1)!) „Mögliche Maßnahmen: Verwendung von Baumwoll-Unterziehhandschuhen; Begrenzung der Tragezeit von Schutzhandschuhen; Wechsel von Tätigkeiten mit und ohne Schutzhandschuhe!“ (DGUV Regel 112-995, 2007, S. 29)

Häufig gestellte Fragen und Antworten zum Sachgebiet Hautschutz: „Wie kann das Schwitzen in flüssigkeitsdichten Schutzhandschuhen vermieden werden?“ (online)

- „(...) Durch das Tragen gefütterter oder innen beflockter Schutzhandschuhe oder das Verwenden von Unterziehhandschuhen aus Baumwolle kann der entstehende Schweiß besser aufgenommen werden, so dass sich die Hände trockener anfühlen. (...)“ (DGUV, 2021b)

DGUV Information 213-032: Gefahrstoffe im Gesundheitsdienst

- „In der TRGS 401 wird ein mindestens stündlicher Handschuhwechsel oder das Verwenden von Unterziehhandschuhen aus Baumwolle oder aus anderen Geweben mit

³⁴⁰ Die Broschüre befindet sich derzeit in Überarbeitung.

<p><i>DGUV Information 209-022 (bisher BGI 658): Hautschutz in Metallbetrieben</i></p>	<p>entsprechenden Eigenschaften (Saugfähigkeit und Hautverträglichkeit) empfohlen (s. auch Anhang 10).“ (DGUV Information 213-032, 2021, S. 21)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ „Wenn Handschuhe längere Zeit getragen werden, empfiehlt sich zur Verbesserung des Tragekomforts die Verwendung von Unterziehhandschuhen zum Beispiel aus Baumwolle oder aus anderen Geweben mit vergleichbaren Eigenschaften (Saugfähigkeit und Hautverträglichkeit).“ (DGUV Information 213-032, 2021, S. 32) ▪ (Anhang 9: Betriebsanweisungsentwürfe) „Beim Tragen von Schutzhandschuhen über eine längere Zeitdauer sind Baumwollunterziehhandschuhe empfehlenswert.“ (DGUV Information 213-032, 2021, S. 104) ▪ (Anhang 10: Hinweise für das Tragen von Schutzhandschuhen) „Bei längeren Tragezeiten kann es sinnvoll sein, Unterziehhandschuhe zu tragen, z. B. aus Baumwolle oder aus anderen Geweben mit vergleichbaren Eigenschaften (Saugfähigkeit, Hautverträglichkeit).“ (DGUV Information 213-032, 2021, S. 107) ▪ (Anhang 11: Hautschutz- und Händehygienepläne) „bei Tragezeiten über zehn Minuten möglichst Baumwollhandschuhe unterziehen.“ (DGUV Information 213-032, 2021, S. 109) ▪ „Strick- und Gewebhandschuhe können je nach Ausführung gegen mechanische und thermische Belastungen der Haut schützen. Ferner können sie auch im Produktschutz und als Unterziehhandschuh getragen werden. (...) Entscheidend für die Eigenschaften der Handschuhe sind die eingesetzten Gewebe. (...), Baumwollgewebe wird als Unterziehhandschuh oder Trägermaterial für kunststoffbeschichtete Handschuhe verwendet.“ (DGUV Information 209-022, 2021, S. 21) ▪ „Empfehlenswert ist der Einsatz von gefütterten Chemikalienschutzhandschuhen oder das Tragen von zusätzlichen Gewebe-Unterzieh-Handschuhen, die bei einer Durchfeuchtung gewechselt werden müssen.“ (DGUV Information 209-022, 2021, S. 26)
<p><i>DGUV Regel 101-019 / BGR 209: Umgang mit Reinigungs- und Pflegemitteln</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bei länger dauernden Tätigkeiten oder bei bestehenden Hautproblemen sollten Baumwollunterziehhandschuhe verwendet werden, um ein Aufweichen der Haut durch Feuchtigkeit zu vermeiden und den Kontakt zu den Handschuhmaterialien zu verringern. Nach Abschluss der Arbeiten sind die Handschuhe mit Wasser zu säubern, zu trocknen und sauber zu lagern. Auch die Baumwollunterziehhandschuhe sollten regelmäßig gewechselt bzw. gewaschen werden.“ (DGUV Regel 101-019 / BGR 209, 2001, S. 19) ▪ (Anhang 4) „Handschutz: Bei andauerndem Hautkontakt Handschuhe des Typs und Baumwollunterziehhandschuhe tragen. Die Stulpen sind umzuschlagen.“ (DGUV Regel 101-019 / BGR 209, 2001, S. 52)
<p><i>BGI/GUV-I 8596: Information Gefahrstoffe im Krankenhaus Pflege- und Funktionsbereiche</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ „Wenn Handschuhe längere Zeit getragen werden, empfiehlt sich zur Verbesserung des Tragekomforts eine Baumwollinnenbeschichtung oder die Verwendung von Baumwollunterziehhandschuhen.“ (BGI/GUV-I 8596, 2010, S. 10) ▪ (Anhang 4) „Beim Tragen von Schutzhandschuhen sind Baumwollunterziehhandschuhe empfehlenswert.“ (BGI/GUV-I 8596, 2010, S. 48) ▪ (Anhang 5, 6.2 Hautschutz- und Händehygieneplan im OP-Bereich (Auszug als Muster)) „Was? Handschuhe. Wann? bei möglichem Kontakt mit Blut, Sekreten oder Ausscheidungen, bei Behandlung infektiöser Patienten (...) Wie? bei Bedarf (ggf. sterile) Baumwollhandschuhe unterziehen (...)“ (BGI/GUV-I 8596, 2010, S. 53)
<p><i>DGUV Information 207-206: Prävention chemischer Risiken beim Umgang mit Desinfektionsmitteln im Gesundheitswesen</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ „Um den Tragekomfort bei längerer Tragezeit zu verbessern, können darunter Baumwoll-Unterziehhandschuhe getragen werden, die in regelmäßigen Abständen gewaschen werden sollten.“ (DGUV Information 207-206, 2016, S. 71)
<p><i>DGUV Regel 112-202: Benutzung von Stechschutzbekleidung, Stechschutzhandschuhen und Armschützern</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ „Es ist sinnvoll beim Arbeiten mit kaltem und feuchtem Material direkt auf der Haut einen Baumwollhandschuh, darüber einen Polyethylenhandschuh oder einen aus einem anderen feuchtigkeitsundurchlässigen Material bestehenden Handschuh und darauf den Metallringeflechthandschuh zu tragen.“ (DGUV Regel 112-202, 2019, S. 30) ▪ „Einwirkung von Kälte Temperatur des Materials unter 8 °C (...) Wenn „ja“, folgende Maßnahme erforderlich: Unterziehhandschuh aus Baumwolle“ (DGUV Regel 112-202, 2019, S. 40)
<p><i>DGUV Information 201-062: Epoxidharze in der Bauwirtschaft</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ „Beim Tragen von Schutzhandschuhen sollte Folgendes beachtet werden: (...) Zur Vermeidung von übermäßigem Schwitzen im Inneren der der Schutzhandschuhe können Baumwollhandschuhe zum Unterziehen benutzt werden.“ (DGUV Information 201-062, 2022, S. 25)

Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA)

- Richtige Anwendung von Schutzhandschuhen*
- „Bei flüssigkeitsdichten Handschuhen ohne Innenfutter möglichst Baumwoll-Unterziehhandschuhe benutzen. Zur Vermeidung von Feuchte-Stau im Schutzhandschuh möglichst mehrere Paare am Arbeitsplatz vorhalten, um einen kurzfristigen Wechsel zu ermöglichen (schweißfeuchte Handschuhe können nach Trocknung wiederverwendet werden).“ (IFA, 2014, S. 1)

Berufsgenossenschaft Bau (BG BAU)

- Gebäudereiniger - Sicher und gesund im Beruf (Broschüre/Flyer 705.11)*
- „Dünne Unterziehhandschuhe aus Baumwolle vermindern Schweißbildung und damit das Aufweichen der Haut bei längeren Tragezeiten.“ (BG BAU, 2016, S. 9)
 - “Schwitzen unter dem Handschuh und damit Hautaufweichung lässt sich vermindern, wenn dünne Baumwollunterhandschuhe getragen werden.“ (BG BAU, 2016, S. 11)
 - (Anhang 8: Benutzungshinweise für Schutzhandschuhe nach BGI/GUV-I 868) „Bei längerer Arbeitszeit 2 Paar Handschuhe abwechselnd benutzen und möglichst Baumwoll-Unterziehhandschuhe tragen.“ (BGI/GUV-I 8596, 2010, S. 55)
- Hautschutz bei der Arbeit (Broschüre/Flyer 717)*
- „Tragen Sie Baumwollunterhandschuhe.“ (BG BAU, 2019c, S. 6)
- Persönliche Schutzausrüstungen (Baustein E 605)*
- „Bei Reinigungsarbeiten: Chemikalienschutzhandschuhe mit Unterziehhandschuhen aus Baumwolle“ (BG BAU, 2019b, S. 2)
- Persönliche Schutzausrüstungen (Baustein E 604)*
- “Zur Vermeidung von übermäßigem Schwitzen sind Baumwollunterziehhandschuhe empfehlenswert.“ (BG BAU, 2019a, S. 1)

Berufsgenossenschaft Energie Textil ElektroMedienerzeugnisse (BG ETEM)

- Gesunde Haut in der Druckindustrie und in der Papier verarbeitenden Industrie (240 DP)*
- „Auswahl spezieller Handschuhe: Um den Tragekomfort zu erhöhen, können innen „velourisierte“ Handschuhe benutzt werden. Die Hautfreundlichkeit wird hierdurch erhöht. Feuchtigkeit wird allerdings nur in geringem Ausmaß aufgefangen. Eine weitere Möglichkeit ist das Tragen von Unterziehhandschuhen aus Gewebe (z. B. Baumwolle). Durch sie wird erheblich mehr Feuchtigkeit gebunden. Bei Bedarf können durchfeuchtete Unterziehhandschuhe auch mehrmals pro Arbeitsschicht gewechselt werden.“ (BG ETEM, o.J., S. 14)
- Hauterkrankungen der Zahntechniker*
- „Bei Feucht- und Gipsarbeiten sollten Gummihandschuhe, möglichst mit Baumwollinnenbeschichtung oder mit Baumwoll-Unterziehhandschuhen, die regelmäßig zu wechseln sind, getragen werden.“ (BG ETEM, 2010, S. 16–17)
- Gesunde Haut am Arbeitsplatz (Broschüre MB003)*
- “Der Tragekomfort und die Hautfreundlichkeit werden erhöht, wenn der Handschuh mit einer Baumwollinnenbeflockung versehen ist. Mehr Feuchtigkeit kann hingegen ein dünner Unterziehhandschuh aus Gewebe (z. B. Baumwolle) aufnehmen. Es gilt immer der Grundsatz, dass der Handschuh nur so lange getragen werden sollte, wie die hautgefährdende Tätigkeit besteht.“ (BG ETEM, 2020, S. 18)
 - „Tätigkeiten: Arbeiten mit flüssigkeitsdichten Handschuhen oder wasserdichter Schutzkleidung. Softe: Nässe. Gefährdungen: Feuchtarbeit (Okklusion). Begrenzung der Tragedauer der Schutzhandschuhe auf das notwendige Maßgeeignete Unterzieh-Handschuhe bzw. -Schutzkleidung.“ (BG ETEM, 2020, S. 38)
- Arbeiten im Offsetdruck - Umgang mit Arbeitsstoffen*
- „Zur Bindung und Reduzierung von Handschweiß können entweder Unterziehhandschuhe aus Baumwolle oder auf der Innenseite beschichtete Handschuhe getragen werden.“ (BG ETEM, 2021d, S. 8)
- Tipps Hautschutz. Gesunde Haut am Arbeitsplatz (Broschüre T006) (Website) Häufig gefragt: Belastet das Schwitzen im Handschuh die Haut?*
- „(...) Kann die Tragedauer der Chemikalienschutzhandschuhe nicht reduziert werden, können Handschuhe mit einem innen liegenden Strickgewebe oder Unterziehhandschuhe aus Baumwolle verwendet werden. Unterziehhandschuhe haben den Vorteil, dass man den Chemikalienschutzhandschuh meistens weiter nutzen kann und bei Bedarf nur den verschwitzten Unterziehhandschuh wechseln muss. (...) Wenn ein Handschuhpaar verschwitzt ist, kann man dieses auf einer Aufhängevorrichtung trocknen lassen und benutzt dann ein anderes, trockenes Paar dieser Handschuhe. (...)“ (BG ETEM, 2021b)

Berufsgenossenschaft Holz und Metall (BGHM)

- Tipps für eine gesunde Haut: Hautschutz für Beschäftigte in Metallbetrieben und in der Holzbranche*
- „Baumwollunterziehhandschuhe unter flüssigkeitsdichten Schutzhandschuhen tragen; verschwitzte Schutzhandschuhe wechseln.“ (BGHM, 2019, S. 15)

BGHW Berufsgenossenschaft Handel und Warenlogistik (BGHW)

- | | |
|--|--|
| <i>Hautschutz: Allgemeine Maßnahmen (W 18-2)</i> | ▪ „Handschuhe wechseln, wenn sie innen feucht sind. Eventuell Baumwollunterziehhandschuhe verwenden (ebenfalls rechtzeitig wechseln)“ (BGHW, 2020a, S. 1) |
| <i>Hautschutz: Floristik-Fachbetriebe (W 18-3)</i> | ▪ „Abhilfe schaffen Schutzhandschuhe mit Innentrikots oder das Unterziehen von Baumwollhandschuhen. Häufiges Wechseln der Schutzhandschuhe, auch der Unterziehhandschuhe, ist wichtig, um Nässe im Handschuh zu vermeiden oder zu reduzieren.“ (BGHW, 2020b, S. 2) |

Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gastgewerbe (BGN)

- | | |
|--|---|
| <i>Hautschutz im Betrieb /Arbeitssicherheitsinformation (ASI) 8.60</i> | <ul style="list-style-type: none"> ▪ „Zur Schweißaufnahme können Baumwollhandschuhe verwendet werden. Diese müssen ebenfalls regelmäßig gewechselt werden“ (BGN, 2021, S. 13) ▪ „Textile Unterziehhandschuhe, z. B. Baumwollunterziehhandschuhe, nehmen den Schweiß auf und schützen gegen Kälte. Sobald sie feucht sind, müssen sie gewechselt werden. Es empfiehlt sich, Handschuhe auszuwählen mit guter Passform, gutem Fingerspitzengefühl und ohne störende Nähte an den Fingerspitzen und -seiten. Sie sollten bei mindestens 60 °C waschbar sein und müssen stets kürzer sein als die darüber getragenen Handschuhe, damit sich der Handschuh bei Kontakt zu Flüssigkeiten nicht vollsaugt („Dochtwirkung“).“ (BGN, 2021, S. 18) |
| <i>Schutzhandschuhe. Wann und wie Schutzhandschuhe tragen? Tipps zur Verringerung von Feuchtigkeitbildung unter Schutzhandschuhen (online)</i> | <ul style="list-style-type: none"> ▪ „Da es bei längerem Tragen von flüssigkeitsdichten Handschuhen durch Schweißbildung zu einer Hautschädigung kommen kann, wird in der TRGS 401 empfohlen die Handschuhe mindestens stündlich zu wechseln oder Baumwollunterziehhandschuhe zu tragen (6.4.2.(2). Bei starker Schweißbildung kann stündliches Wechseln zu wenig sein. Die Handschuhe sind immer dann zu wechseln, wenn sie feucht sind. Unterziehhandschuhe aus Baumwolle saugen den Schweiß auf, können schnell gewechselt und gewaschen werden. Mehrere Paare müssen daher zur Verfügung stehen. Empfehlungen zur Auswahl der Baumwollunterziehhandschuhe: <ul style="list-style-type: none"> ▪ gute Passform und gutes Fingerspitzengefühl ▪ keine störenden Nähte an den Fingerspitzen und -seiten ▪ waschbar, bei mindestens 60 °C ▪ sie müssen stets kürzer sein als die darüber getragenen Handschuhe (Vermeidung einer „Dochtwirkung“) ▪ ggf. elastisches Bündchen <p>Sofern keine betrieblichen Regelungen zum hygienischen Umgang mit den Baumwollunterziehhandschuhen vorliegen wird empfohlen, die Handschuhe zu wechseln sobald sie feucht sind. Mehrfachverwendbare Baumwollunterziehhandschuhe sollten bei mindestens 60 Grad waschbar sein.“ (BGN, 2020)</p> |

Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BGRCI)

- | | |
|---|--|
| <i>Hand- und Hautschutz (Merkblatt A 023)</i> | <ul style="list-style-type: none"> ▪ „Bei starker Schweißbildung können Unterziehhandschuhe aus Baumwolle der Hauterweichung vorbeugen. Unterziehhandschuhe und flüssigkeitsdichte Handschuhe sind bei Feuchtegefühl (individuell verschieden) gegen trockene Paare zu tauschen.“ (BGRCI, 2020, S. 33) ▪ „Bei übermäßiger Schweißbildung ist es sinnvoll, Baumwollhandschuhe unter dem Schutzhandschuh zu tragen und diese regelmäßig zu wechseln.“ (BGRCI, 2020, S. 43) |
| <i>Hand- und Hautschutz (kurz & bündig - KB 002)</i> | <ul style="list-style-type: none"> ▪ „Bei starker Schweißbildung können Unterziehhandschuhe aus Baumwolle oder gerbstoffhaltige Hautschutzmittel der Hauterweichung vorbeugen. Unterziehhandschuhe und flüssigkeitsdichte Handschuhe sind zusammen bei Feuchtegefühl gegen trockene Paare zu tauschen, unter Umständen mehrfach in der Schicht.“ (BGRCI, 2021, S. 5) |
| <i>Die wichtigsten 2 m². Hand- und Hautschutz (Leitfaden)</i> | <ul style="list-style-type: none"> ▪ „Bei starker Schweißbildung können Unterziehhandschuhe aus Baumwolle oder gerbstoffhaltige Hautschutzmittel der Hauterweichung vorbeugen.“ (BGRCI, 2013, S. 32) |
| <i>DGUV Information 213-086: Biologische Labortorien - Ausstattung und organisatorische Maßnahmen</i> | <ul style="list-style-type: none"> ▪ „Unterhandschuhe aus Baumwolle sind empfohlen (...) Positive Erfahrungen, insbesondere für Beschäftigte mit sensibler oder geschädigter Haut, bestehen auch mit Unterziehhandschuhen aus medizinischer Seide.“ (BGRCI & DGUV, 2019, S. 120) |

Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW)

- | | |
|---|--|
| <i>Gesunde Haut mit Schutz und Pflege. Tipps und Informationen für Pflegeberufe</i> | <ul style="list-style-type: none"> ▪ „Für länger dauernde Arbeiten in Schutzhandschuhen sollten Sie Baumwollhandschuhe darunter tragen.“ (BGW, 2019a, S. 18) ▪ „Extratrocken – Baumwollhandschuhe. Baumwollhandschuhe saugen den Schweiß auf und schützen die Haut so eine gewisse Zeit vor dem Aufquellen. Müssen Sie über längere Zeit Schutzhandschuhe tragen, sollten sie daher darunter |
|---|--|

<p><i>Hauptsache Hautschutz Hände schützen, pflegen – gesund bleiben</i></p>	<p>Baumwollhandschuhe anziehen. Als Pflegedienstleitung sollten Sie Ihren Beschäftigten mehrere Paar zur Verfügung stellen, damit sie diese nach Gebrauch wechseln können. Baumwollhandschuhe können in der Maschine gewaschen werden.“ (BGW, 2019a, S. 19)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ „Bei längerem Tragen (ab circa 10 bis 15 Minuten) stauen sich im Handschuh Wärme und Feuchtigkeit. In diesem Fall sollten Sie Baumwollhandschuhe unterziehen.“ (BGW, 2019a, S. 19)
<p><i>Schöne Hände – gesunde Haut. Pflegetipps und Informationen für das Friseurhandwerk (Broschüre BGW 06-12-091 / TP-HAP-9)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Extratrocken – Baumwollhandschuhe. Baumwollhandschuhe saugen den Schweiß auf und schützen die Haut so eine gewisse Zeit vor dem Aufquellen. Müssen Sie über längere Zeit flüssigkeitsdichte Schutzhandschuhe tragen, sollten Sie daher darunter Baumwollhandschuhe anziehen. Baumwollhandschuhe können in der Maschine gewaschen werden. (...) Sanfter Schutz für die Hände: Für länger dauernde Arbeiten in flüssigkeitsdichten Schutzhandschuhen sollte der Betrieb zusätzlich Baumwollhandschuhe zur Verfügung stellen. (...) Bei längerem Tragen (ab circa 10 bis 15 Minuten) stauen sich im Handschuh Wärme und Feuchtigkeit. In diesem Fall sollten Sie Baumwollhandschuhe unterziehen.“ (BGW, 2019b, S. 19) ▪ „Da das Haarefärben meist längere Zeit in Anspruch nimmt, sollten Sie unter Ihrem Schutzhandschuh Baumwollhandschuhe tragen, die den Schweiß aufsaugen und Ihre Hände eine gewisse Zeit trocken halten. Sie schützen vor Feuchtigkeitsstau und somit davor, dass die Haut aufquillt. Als Salonchef oder -chefin sollten Sie Ihren Beschäftigten mehrere Paar zur Verfügung stellen, damit sie diese nach Gebrauch wechseln können. Baumwollhandschuhe können Sie problemlos in der Maschine waschen.“ (BGW, 2019c, S. 19) ▪ „Bei längeren Reinigungsarbeiten schützen Sie Ihre Hände zusätzlich mit Baumwollhandschuhen darunter.“ (BGW, 2019c, S. 19) ▪ „So verwenden Sie Schutzhandschuhe richtig: (...) Verwenden Sie Baumwollhandschuhe zum Unterziehen bei längerer Tätigkeit mit Handschuhen.“ (BGW, 2019c, S. 19)
<p><i>Schutzmaßnahmen: So schützen Sie Ihre Haut (online)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ (Handschuhgalerie) „Baumwollhandschuhe saugen Schweiß auf und schützen die Haut so eine gewisse Zeit vor dem Aufquellen. Bei länger andauernden Arbeiten (ab 20 Minuten) in flüssigkeitsdichten Handschuhen sollten Sie daher Baumwollhandschuhe drunterziehen.“ (BGW, 2022b)
<p><i>Thema: „Gesunde Haut“ - Häufig gestellte Fragen (FAQ) (online)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ „Wenn ich Handschuhe trage, schwitzen meine Hände stark. Was kann ich dagegen tun? Tragen Sie Handschuhe grundsätzlich nur so lange wie nötig. Wechseln Sie zwischen Feucht- und Trockenarbeiten, so oft es geht. Bei längeren Handschuhtragezeiten haben viele gute Erfahrungen mit Baumwollhandschuhen als Unterziehhandschuh gemacht. Diese nehmen den Schweiß auf und die Hände bleiben so trockener. Die Baumwollunterziehhandschuhe sind zu wechseln, wenn sie durchfeuchtet sind. Im Gesundheitsdienst müssen sie aus hygienischen Gründen auch nach jedem Patienten- bzw. Bewohnerkontakt gewechselt werden. Für ein gutes Tastempfinden stehen nahtfreie Baumwollunterziehhandschuhe zur Verfügung.“ (BGW, 2022d)
<p><i>Hauterkrankungen und Hautschutz im Gesundheitsdienst (BGW info)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ „Zur Minimierung des Okklusionseffektes unter flüssigkeitsdichten Schutzhandschuhen (Schwitzen und Feuchtigkeitsstau im Handschuh, die zur Aufquellung, erhöhten Durchlässigkeit und ggf. zur Schädigung der Hornschicht führen) sollten Handschuhe möglichst rechtzeitig gewechselt werden (Richtwert: 15 bis 30 min). Eine gewisse Abhilfe schaffen hier auch: Baumwollunterziehhandschuhe (möglichst nahtfrei), die zwar nicht das Schwitzen verhindern, die entstehende Flüssigkeit aber aufsaugen. Auch Baumwollunterziehhandschuhe müssen spätestens gewechselt werden, wenn sie feucht sind, d. h. sie müssen in ausreichender Zahl bereitgestellt und nachfolgend aufbereitet werden. Für mehrfach verwendbare Handschuhe müssen für die Trocknung nach Gebrauch geeignete Aufhänge- bzw. Ablagemöglichkeiten zur Verfügung stehen.“ (Pohrt, 2006, S. 8)

Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau (SVLFG)

<p><i>Hautschutz</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ „Bei starker Schweißbildung in den Handschuhen können Hautschutzmittel oder das Tragen von Baumwollunterziehhandschuhen helfen.“ (SVLFG, 2021, S. 35) ▪ „Baumwollunterzieher saugen den Schweiß auf: Das häufige und lange Tragen von flüssigkeitsdichten Arbeitshandschuhen führt oft zu Hautbelastungen. Abhilfe schafft ein innenseitiges, in den Handschuh integriertes Baumwolltrikot oder das Unterziehen von separaten Baumwollhandschuhen (möglichst nahtfrei). Baumwollhandschuhe haben zusätzlich den Vorteil, dass sie mehrfachwaschbar sind.“ (SVLFG, 2021, S. 36)
--------------------------	---

- „Checkliste: Haut (für Betriebe) (...) Ist eine Einweisung zum Tragen von Baumwollunterziehhandschuhen beim Tragen feuchtigkeitsdichter Handschuhe erfolgt?“ (SVLFG, 2021, S. 43)
- „Tipps zur Anwendung von Hand- und Hautschutz (...) Beim Tragen flüssigkeitsdichter Handschuhe können Baumwollhandschuhe als Unterzieher verwendet werden. Bei Chemikalienschutzhandschuhen ohne Baumwollunterzieher keine Hautschutzmittel verwenden“ (SVLFG, 2021, S. 45)

Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (VBG)

Hinweise für den Schutzhandschuhgebrauch

- „Textil-Innenfutter, Baumwoll-Unterziehhandschuhe, gerbstoffhaltige Hautschutz- sowie rückfettende Hautpflegemittel sorgen dafür, dass die Feuchtigkeit gebunden wird, Hornschicht und Säureschutzmantel der Haut sich regenerieren und Hauterkrankungen verhindert werden.“ (VBG, 2016, S. 2)
- „Grundregeln für den Einsatz Ihrer Schutzhandschuhe (...) Wechseln Sie die Handschuhe spätestens dann, wenn sie innen feucht sind. Beim Tragen von flüssigkeitsdichten Schutzhandschuhen, wie auch beim übermäßigen Schwitzen, verwenden Sie bitte Baumwoll-Unterziehhandschuhe und wechseln Sie diese bei Bedarf mehrfach täglich. (...) Mehrwegschutzhandschuhe und Baumwoll-Unterziehhandschuhe müssen von innen
- n gut austrocknen können und werden entweder auf ein Gestell gestülpt oder durch Drehen auf links und Aufhängen zum Trocknen gebracht. Nachfolgend sind diese bitte auch so zu lagern, dass eine gute Luftzufuhr ermöglicht ist. (...) Die Wasch- und Pflegeanleitung des Herstellers ist zu beachten. (Baumwoll-Unterziehhandschuhe können im Regelfall bei 95 °C gewaschen werden, ansonsten bitte nach Gebrauchsanleitung des Herstellers reinigen.)“ (VBG, 2016, S. 3)

(Website) Praxishilfe: Schutzhandschuhe

- „Zweifelsohne schützen Schutzhandschuhe optimal, aber sie können auch un bequem sein. Sie beeinträchtigen das Tastgefühl und man schwitzt in ihnen. Gerade das Schwitzen ist besonders unangenehm, weil hierdurch die Haut aufweicht und empfindlich oder gar krank wird. In vielen Fällen hilft das Tragen und häufige Wechseln von dünnen Baumwollhandschuhen, die unter den eigentlichen Schutzhandschuhen angezogen werden.“
- „Diese Unterziehhandschuhe saugen den Handschweiß auf und verhindern dadurch ein ständiges "Baden" der Hände im eigenen Schweiß mit der Folge, dass die Haut aufquillt. Die Baumwollhandschuhe können gewaschen und immer wieder verwendet werden.“
- „Handschuhe reinigen: (...) Unterziehhandschuhe aus Baumwolle müssen häufig gewaschen werden.“ (VBG, 2021)

BG Verkehr

Unterweisungskarte A6: Hautschutz, Ergänzungskarte zu "Unterweisen leicht gemacht"

- „Undurchlässige Handschuhe bei langen Tragezeiten mit Innenbeflockung oder Innenhandschuhen wählen“ (BG Verkehr, 2018, S. 2)

Unfallkassen

Hautschutz bei Reinigungsarbeiten

- „Schweißbildung in den flüssigkeitsdichten Handschuhen kann - in Grenzen - durch das Tragen von Baumwollunterhandschuhen, die den Schweiß aufnehmen, gemindert werden. (...) Aber trotz Baumwollunterhandschuhen oder Hautschutzmittel gilt: Bei zu langer Tragedauer belasten Handschuhe die Haut.“ (Unfallkassen [UK], 2016, S. 4)

Hautpflege (online)

- „Darauf sollten Sie achten, um Ihre Haut gesund zu erhalten: (...) Für länger dauernde Tätigkeiten und bei starker Neigung zum Schwitzen sind nahtfreie Unterziehhandschuhe aus Baumwolle empfehlenswert. Diese können gewaschen und wiederverwendet werden.“ (UK NRW, 2023)

Anhang 2.2 Unterziehhandschuhe: Inter-/Nationale Leitlinien und Handlungsempfehlungen zum Management von Kontaktdermatosen

Tabelle 47: Übersicht der in medizinischen Leitlinien u. ä. vorzufindenden Angaben zum Einsatz von textilen Unterziehhandschuhen

Region	Guideline / Autoren	Angaben / Anmerkungen
UN/WHO	<i>WHO Guidelines on Hand Hygiene in Health Care</i> (WHO, 2009)	<ul style="list-style-type: none"> Es erfolgt keine Nennung der Empfehlung (Bereich Gesundheitswesen).
Europa	<i>Guidelines for diagnosis, prevention and treatment of hand eczema</i> (Thyssen et al., 2022)	<ul style="list-style-type: none"> „Practical recommendations for use of personal protective equipment and protective behaviour to prevent hand eczema (...) When protective gloves are used for more than 10 minutes, cotton gloves should be worn underneath and regularly changed to reduce occlusive effects.“ (Thyssen et al., 2022, S. 363)
	<i>Chronic Hand Eczema Guidelines From an Expert Panel of the International Eczema Council</i> (Silverberg et al., 2021)	<ul style="list-style-type: none"> Es erfolgt keine Nennung der Empfehlung.
	<i>Position statement of the European Academy of Dermatology and Venereology Task Force on Quality of Life and Patient Oriented Outcomes on quality of life issues in dermatologic Patient during the COVID-19 pandemic</i> (Chernyshov et al., 2020)	<ul style="list-style-type: none"> „Patients with skin disease at a risk of COVID-19 infection (...) We endorse the following recommendations of the EADV Task Force on Contact Dermatitis: (...)to use a double set of gloves for prolonged periods and careful cleansing of such gloves with hydroalcoholic solutions (in order to minimize sweating and skin irritation, cotton gloves should be worn underneath as liners)“ (Chernyshov et al., 2020, S. 1668)
	<i>Minimum standards on prevention, diagnosis and treatment of occupational and work-related skin diseases in Europe - position paper of the COST Action StanDerm (TD 1206)</i> (Alfonso et al., 2017)	<ul style="list-style-type: none"> „Prevention strategies for work-related/occupational hand dermatitis and skin cancer (...) Personal protection* (...) Cotton glove liners should be used if gloves have to be worn longer than 10 min.; (...). (...) *Minimal requirements for the prevention of work-related/occupational hand dermatitis (...).“ (Alfonso et al., 2017, S. 39)
Spanien	<i>Guidelines for the Diagnosis, Treatment, and Prevention of Hand Eczema</i> (Salvador et al., 2020)	<ul style="list-style-type: none"> „Cotton gloves should be worn for generalhousework that does not require contact with liquids (e.g.,dusting) and under other gloves that need to be worn for longer than 15 minutes.“ (Salvador et al., 2020, S. 31) „General Measures: Gloves. (...) Do not use gloves for long periods of time; wear cotton gloves under any gloves that need to be worn for more than 15 minutes.“ (Salvador et al., 2020, S. 32)
Japan	<i>Japanese guidelines for occupational allergic diseases 2020</i> (Dobashi et al., 2020)	<ul style="list-style-type: none"> Es erfolgt keine Nennung der Empfehlung.
Korea	<i>2020 Korean Consensus Guidelines for Diagnosis and Treatment of Chronic Hand Eczema</i> (Kim et al., 2021)	<ul style="list-style-type: none"> Es erfolgt keine Nennung der Empfehlung, aber ein Hinweis auf die Vermeidung prolongierter Tragezeiten von Handschuhen aufgrund des Okklusionseffektes.
England	<i>British Association of Dermatologists' guidelines for the management of contact dermatitis 2017</i> (Johnston et al., 2017)	<ul style="list-style-type: none"> Es erfolgt keine Nennung der Empfehlung, aber ein Hinweis auf die Verwendung baumwollbeflockter Schutzhandschuhe im Privathaushalt. In den <i>Patient Information Leaflets</i> (PILs) der <i>British Association of Dermatologists</i> (BAD) wird die Verwendung von Baumwollhandschuhen oder baumwollbeflockten Handschuhen bei langen Tragezeiten von Schutzhandschuhen empfohlen (BAD, 2022).
	<i>U.K. standards of care for occupational contact dermatitis and occupational contact urticaria</i> (Adisesh et al., 2013)	<ul style="list-style-type: none"> „Key recommendations from the British Occupational Health Research Foundation (BOHRF) Systematic Review: Occupational Contact Dermatitis and Urticaria (...) Employers and their health and safety personnel should: (...) 2 Provide appropriate gloves and cotton liners where the risk of developing OCD or OCU cannot be eliminated by removing exposure to its causes“ (Adisesh et al., 2013, S. 1168) „Summary: standards of care for occupational contact dermatitis (OCD) and occupational contact urticaria (OCU) (...) Standards of care: employer (...) The use of gloves must take into account appropriate selection and training on

		<p>glove usage, including the provision of cotton liners” (Adisesh et al., 2013, S. 1173)</p> <ul style="list-style-type: none"> „However, sometimes gloves can worsen irritant hand dermatitis, although using cotton-lined gloves may mitigate the effects by preventing the reduction of skin-barrier function attributed to longterm occlusive glove use.“ (Adisesh et al., 2013, S. 1173) „Standard (...) The use of gloves must take into account appropriate selection and training on glove usage, including the provision of cotton liners.“ (Adisesh et al., 2013, S. 1173)
	<p><i>Concise guidance: diagnosis, management and prevention of occupational contact dermatitis</i> (Smedley, 2010)</p>	<ul style="list-style-type: none"> „Recommendations if there is no access to occupational health (OH) advice (...) Advice should include the following: 1 Appropriate gloves and cotton liners should be provided where the risk of occupational CD cannot be eliminated.“ (Smedley, 2010, S. 488)
Dänemark	<p><i>Hand eczema guidelines based on the Danish guidelines for the diagnosis and treatment of hand eczema</i> (Menné et al., 2011)</p>	<ul style="list-style-type: none"> „Instruction in the use of gloves (...) If possible, thin cotton gloves should be worn under the tight-fitting gloves. Cotton gloves should be changed as soon as they become damp.“ (Menné et al., 2011, S. 9)
Kanada	<p><i>Canadian hand dermatitis management guidelines</i> (Lynde et al., 2010)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Es erfolgt keine Nennung der Empfehlung, aber ein Hinweis auf die Verwendung singulärer Baumwollhandschuhe im häuslichen Sektor, privat oder über Nacht.
Deutschland	<p><i>S1-Leitlinie Kontaktekzem / German S1 guideline: Contact dermatitis</i> (Registernummer 013 - 055) (AWMF, 2021; Dickel et al., 2022)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Es erfolgt keine Nennung der Empfehlung, aber ein Hinweis auf die okklusive Wirkung von Schutzhandschuhen. Auch in der vorhergehenden Version der Leitlinie wird die Empfehlung der Verwendung von Baumwollhandschuhen nicht erwähnt, aber auf die Vermeidung prolongierter Tragezeiten von Handschuhen aufgrund des Okklusionseffektes hingewiesen (Brasch et al., 2014).
	<p><i>S2k-Leitlinie Prävention, Diagnostik und Therapie des Handekzems</i> (Registernummer 013-053) (AWMF, 2023a)</p>	<ul style="list-style-type: none"> „Praktische Empfehlungen zur Verwendung von persönlicher Schutzausrüstung und zum Hautschutzverhalten zur Vermeidung von Handekzemen (...) Um Okklusionseffekte zu verringern, sollten bei Verwendung flüssigkeitsdichter Schutzhandschuhe abhängig von der individuellen Schweißbildung bei Tragezeiten ab 10 Minuten darunter Baumwollhandschuhe getragen und diese bei Durchfeuchtung regelmäßig gewechselt werden.“ (AWMF, 2023a, S. 28) „Schutzhandschuhe: (...) Bei längeren Tragezeiten flüssigkeitsdichter Schutzhandschuhe wird zur Minderung des Okklusionseffekts die Verwendung von Baumwollunterziehhandschuhen und deren regelmäßiger Wechsel bei Durchfeuchtung empfohlen (...).“ (AWMF, 2023a, S. 29)

Anhang 2.3 Komforthandschuhe: Inter-/Nationale Leitlinien und Handlungsempfehlungen zum Management der Atopie / von Kontaktdermatosen

Tabelle 48: Übersicht der in medizinischen Leitlinien vorzufindenden Angaben zum Einsatz von textilen Komforthandschuhen

Region	Guideline / Autoren	Angaben / Anmerkungen
Atopie		
Japan	<i>Japanese guidelines for atopic dermatitis 2020</i> (Katoh et al., 2020; Saeki et al., 2022)	<ul style="list-style-type: none"> „Irritation from scratching is extremely important as an exacerbation factor of AD. In addition to dermatitis treatment to reduce itch, cutting nails short, and wearing gloves, long sleeves and long pants while sleeping, if necessary, so that scratching does not cause skin damage, may be helpful in some cases.“ (Katoh et al., 2020, S. 365; Saeki et al., 2022, 338)
Europa (Wollenberg et al., 2018a, 2018b), Asien (Chow et al., 2018), Saudi-Arabien (Alakeel et al., 2022), Deutschland (Werfel et al., 2016), Italien (Damiani et al., 2019), Indien (Parikh et al., 2017; Rajagopalan et al., 2019) u. a.		<ul style="list-style-type: none"> Es erfolgt keine Nennung der Empfehlung, aber der Aspekt Bekleidung/Textilien wird thematisiert.
Brasilien (Aoki et al., 2019), Australien (Smith et al., 2020), Serbien (Popadić et al., 2016), Kanada (I. T. Y. Wong et al., 2017), Italien (Costanzo et al., 2022), Polen (Nowicki et al., 2020) u. a.		<ul style="list-style-type: none"> Es erfolgt keine Nennung der Empfehlung.
Kontaktdermatosen³⁴¹		
Spanien	<i>Guidelines for the Diagnosis, Treatment, and Prevention of Hand Eczema</i> (Salvador et al., 2020)	<ul style="list-style-type: none"> „Primary Prevention. (...) Cotton gloves should be worn for general housework that does not require contact with liquids (e.g., dusting) (...)“ (Salvador et al., 2020, S. 31) „General Measures: Gloves. (...) Use gloves suited to the type of material being handled: cotton gloves for cardboard or paper (...)“ (Salvador et al., 2020, S. 32)
Kanada	<i>Canadian hand dermatitis management guidelines</i> (Lynde et al., 2010)	<ul style="list-style-type: none"> „Primary Prevention. (...) Skin protection measures are very important, with different tasks or times of day. (...), cotton gloves for general use around the home or during the night, (...)“ (Lynde et al., 2010, S. 273)
England	<i>Consensus statement on the management of chronic hand eczema</i> (English et al., 2009)	<ul style="list-style-type: none"> „A full-strength potent topical steroid ointment should be applied, usually overnight and under cotton gloves, for a reasonable trial period (perhaps for 4 weeks). If there is no progress or if relapse occurs, referral for further assessment and treatment may be needed.“ (English et al., 2009, S. 767)

³⁴¹ Alle hier nicht genannten Leitlinien und vergleichbaren Referenzschriften (siehe vorhergehende Tabelle), enthalten keine Nennung der Empfehlung.

ANHANG 3 STUDIENÜBERSICHT

Im Folgenden finden sich tabellarische Übersichten aller in den Kapiteln II.5 bis II.7 wiedergegebenen Studien, in denen der Fokus auf der (vergleichenden) Evaluation der Effektivität semipermeabler und/oder textiler Materialien im Kontext der Handschuhverwendung lag.³⁴²

Anhang 3.1 Fokus: Textile Unterziehhandschuhe

Tabelle 49: Übersicht verschiedener Studien, in denen der Fokus auf der Effektivität textiler Unterziehhandschuhe lag

Autor/en, Studie, Ziel	Studienart	Kollektiv	Methodik	Ergebnisse	Schlussfolgerung
Jepsen et al., 1985: „Hand protection for car-painters“ Evaluation der Effektivität von Baumwoll-Unterziehhandschuhen ggü. der Anwendung von Hautschutzcreme	Anwendertestung berufliche Praxis, einfach verblindete Cross-over-Studie	N=64, Fahrzeuglackierer, hautgesunde Personen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Studiendauer: 1 Monat / Intervention ▪ Materialien: Baumwollhandschuhe (n. a. Materialstärke) / PE-Handschuhe (thermo welded seams) (30 µ) vs. Stoko Emulsion ▪ Evaluation: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ärztliche Begutachtung vor und nach den Erprobungen ▪ Anwenderbefragung (Interview) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hautschutz: Präferenz 59 % (n=38), Vorteile u. a. hinsichtlich Einfachheit der Nutzung ▪ Unterziehhandschuhe: Präferenz 33 % (n=21), höher bei Befragten mit Hyperhidrose, Nachteile u. a. hinsichtlich Flexibilität, Geschicklichkeit/Fingerfertigkeit, Wärmegefühl ▪ Hautbefund/-zustand: Verbesserung unter beiden Interventionen (z. B. Trockenheit, Fissuren) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hautschutzcreme als geeignete Alternative ggü. der Verwendung von Unterziehhandschuhen
Branson et al., 1988: „Effect of Glove Liners on Sweat Rate, Comfort, and Psychomotor Task Performance“ Evaluation der Leistungsfähigkeit / Funktionalität verschiedener Unterziehhandschuhe	Experiment / Labor, Trageversuch (Ø 21.6 °C)	N=16, militärisches Personal, hautgesunde Personen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Studiendauer: 4 Mal 2 Std. Tragedauer ▪ Materialien: Baumwolle (0.02 mm, Naht), Baumwolle (0.04 mm, Naht), Baumwolle (0.06 mm), Baumwolle/Acryl (0.06 mm) jeweils unter Butyl (0.36 mm) ▪ Evaluation: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Messungen/Tests ▪ Anwenderbefragung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Schwitz-/Flüssigkeitsmengen von 0.52-0.65 mg/cm²/min bei der Verwendung der Handschuhkombinationen ▪ Zunehmendes thermisches Unbehagen (klebrig, klamm und feucht) über Testdauer unabhängig von Art der Unterziehhandschuhe ▪ Keine signifikanten Unterschiede zw. Einzelmodellen: Hauttemperatur, manuelle Geschicklichkeit, thermischer Komfort, Schwitzrate 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Keine zwingende Übereinstimmung zw. objektiven Messwerten und subjektivem (Trage-)Empfinden ▪ Ggf. Überlagerung des Einflusses der Verwendung von Unterziehhandschuhen auf die Geschicklichkeit durch die überlegenen Materialstärke der Schutzhandschuhe

³⁴² Die Zuordnung der Studien erfolgte nach dem jeweiligen Untersuchungsschwerpunkt, die Reihenfolge nach dem Erscheinungsjahr. Nicht aufgeführt sind Studien mit anderen als o. g. Schwerpunkten oder ausschließlich ergänzendem Charakter der (Teil-)Ergebnisse. Handschuhe bzw. Handschuhmaterialien werden nur konkret benannt, wenn sie relevant für den Gesamtkontext der vorliegenden Arbeit sind. Die Darstellung erfolgt ohne Anspruch auf Vollständigkeit.

				<ul style="list-style-type: none"> ▪ Signifikante Unterschiede zw. einzelnen Modellen: Wasseraufnahmekapazität ▪ Verbesserung der Geschicklichkeit über Testdauer ▪ Differenzierte subjektive Bewertung einzelner Modelle hinsichtlich Tragegefühl, Schwitzempfinden, Rauheit, Schwere (s. Kap. II.5.4.3, s. Tabelle 18) 	
<p>Teixeira & Bensel, 1990: „<i>The Effects of Chemical Protective Gloves and Glove Liners on Manual Dexterity</i>“</p> <p>Evaluation des Einflusses von Handschuhen/-kombinationen verschiedener Materialstärken auf die manuelle Geschicklichkeit</p>	<p>Experiment / Labor, Trageversuch (12.8 °C, 50 % r.F.)</p>	<p>N=12, militärisches Personal, hautgesunde Personen</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Studiendauer: 3 Testungen über 7 Tage ▪ Materialien: Butyl (0.36 mm, 0.64 mm) / Baumwollhandschuhe (Nr. 1: 0.02 mm, Naht, kein Bund, knit fabric; Nr. 2: 0.06 mm, string-knit, knit fabric, mit Bund³⁴³) ▪ Evaluation: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Messungen/Tests (z. B. Purdue Peg-board Test) ▪ Anwenderbefragung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Beeinträchtigung der Performance/Geschicklichkeit mit Zunahme der Materialstärke, größte Problembereiche Fingerlänge und Volumen ▪ Verbesserung der allgemeinen Performance mit anhaltender Tragedauer der Handschuhkombinationen im Vergleich zu den nicht behandschuhten Händen ▪ Keine konsistenten Unterschiede zw. Unterziehhandschuhen, aber Modelle mit Naht führten zu stärkerem Gefühl der Rutschigkeit/Flüchtigkeit in Schutzhandschuhen ▪ Keine signifikanten Unterschiede in Präferenz der Unterziehhandschuhe: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ohne Naht (n=8/12): Höherer Tragekomfort, engere Passform, geringere Rutschgefahr ▪ Mit Naht (n=6/12): Bessere Taktilität, höherer Tragekomfort 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Beeinflussung der Performance durch Materialstärke der Handschuhe ▪ Keine wesentlichen Unterschiede zw. Leistung und Bewertung der Unterziehhandschuhe
<p>Bensel, 1993: „<i>The effects of various thicknesses of chemical protective gloves on manual dexterity</i>“</p> <p>Evaluation des Einflusses von Handschuhen verschiedener Materialstärken auf die manuelle Geschicklichkeit</p>	<p>Experiment / Labor, Trageversuch (18.3-21.1 °C)</p>	<p>N=12, militärisches Personal, hautgesunde Personen</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Studiendauer: 1 Testung/Tag über 14 Tage ▪ Materialien: Butyl (0.18 mm, 0.36 mm, 0.64 mm) / Baumwolle (0.02 mm, Naht)³⁴⁴, Testungen inkl. kompletter militärischer Uniform ▪ Evaluation: Messungen/Tests (z. B. Bennett Hand-Tool Dexterity Test) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Beeinträchtigung der Geschicklichkeit unter allen Kombinationen, Zunahme mit Materialstärke ▪ Verbesserung der allgemeinen Performance der nicht/behandschuhten Hände bei anhaltender Tragedauer 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Effizienteste Leistungen unter Auswahl der Handschuhe mit dünnster Materialstärke

³⁴³ Die beiden getesteten Baumwollhandschuhe entsprechen den Modellen Nr. 1 und Nr. 3 der Studie von Branson et al. 1988 (s. Kap. II.5.4.3, Tabelle 18).

³⁴⁴ Der getestete Baumwollhandschuh entspricht dem Modell Nr. 1 der Studie von Branson et al. 1988 (s. Kap. II.5.4.3, Tabelle 18).

<p>Tremblay-Lutter & Weirer, 1995: „<i>Functional Fit Evaluation to Determine Optimal Ease Requirements in Canadian Forces Chemical Protective Gloves</i>“</p>	<p>Experiment / Labor, Trageversuch</p>	<p>N=24, militärisches Personal, hautgesunde Personen</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Studiendauer: 2 Mal 4 Std., 14 Min/Handschuhkombination ▪ Materialien: Chloropren-Butyl (0.79 mm) mit/ohne Baumwolle-Viskose-Lycra (string knit liner, gerippter Bund, 1.0 mm), verschiedene Tragekonstellationen durch Variation der Größen ▪ Evaluation: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Messungen/Tests (z. B. Minnesota Rate of Manipulation Turning Test) ▪ Anwenderbefragung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Schutzhandschuhe: Größenauswahl in Orientierung an Anthropologie der menschlichen Hand ▪ Unterziehhandschuhe: Größenauswahl v. a. in Orientierung am Sitz an Fingerspitzen/-zwischenräumen ▪ Unterziehhandschuhe: Gute Passform, guter Tragekomfort, keine (erwartete) Beeinträchtigung der Performance unter Verwendung passender Schutzhandschuhe ▪ Keine signifikanten Unterschiede zw. singulären Schutzhandschuhen kleinerer Passform und Handschuhkombination optimaler Passform ▪ Beeinträchtigung der Performance stärker unter Verwendung von Schutzhandschuhen größerer Größe, keine Beeinflussung bei kleinerer Größe 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Selbstselektion geeigneter Handschuhgrößen führen zu guter/besserer Performance
<p>Evaluation der funktionalen Passform von Chemikalienschutzhandschuhen</p>					
<p>Tremblay-Lutter, Lang & Pichette, 1996: „<i>Evaluation of Candidate Glove Liners for Reduction of Skin Maceration in Chemical Protective Gloves</i>“</p>	<p>Experiment / Labor (20 ± 2 °C, 65 ± 2 % r.F.)</p>	<p>n. a.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Materialien (n=11): Kombinationen aus Baumwolle, Viskose, Lycra, Coolmax® (Polyester) (1.0 mm, Gauge 13) ▪ Evaluation: Messungen nach verschiedener Testmethoden/Normungen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Viskose: Höchste Werte Feuchtigkeitsgehalt und Absorptionsvermögen, längste Trocknungszeit ▪ Baumwolle und Coolmax®: Vergleichbare Werte, Baumwolle höhere Werte Feuchtigkeitsgehalt, Coolmax® höheres Absorptionsvermögen und bessere Trocknungszeit ▪ Baumwolle: Kein Kapillareffekt (wicking) in 15-minütiger Testung vor und nach Waschen ▪ Zugabe Lycra: Verbesserung Trocknungszeiten und Materialstärke (Passform) ▪ Differenzierter Einfluss der Waschung auf den Kapillareffekt ▪ Korrelation zw. Handschuhmaßen (u. a. Gewicht, Stärke) und Absorptionsvermögen sowie Trocknungszeit ▪ Korrelation zw. Feuchtigkeitsgehalt und Absorptionsvermögen (s. Kap. II.5.4.3, Tabelle 16) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Materialmischung aus Viskose/Polyester/Lycra als leistungsstärkste Kombination ▪ Forschungsbedarf hinsichtlich Material und Leistungsfähigkeit von Unterziehhandschuhen
<p>Evaluation der Effektivität von Unterziehhandschuhen verschiedener Materialien/-kombinationen für den Einsatz unter Chemikalienschutzhandschuhen</p>					
<p>Szlapetis et al., 1999: „<i>Degradation in Manual Dexterity Tasks</i>“</p>	<p>Experiment / Labor, Trageversuch</p>	<p>N=15, militärisches Personal,</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Studiendauer: 4 Std. ▪ Materialien: Latex (0.59 mm), Butyl (1.06 mm), Textilhandschuh 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Beeinträchtigung der Performanz durch alle Handschuhe/-kombinationen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ (Weitere) Beeinträchtigung der manuellen Geschicklichkeit unter Verwendung von Unterziehhandschuhen

<p><i>Attributable to the Mark 6 Prototype New Concept NBC Protective Glove - Final Report</i></p>	<p>hautgesunde Personen</p>	<p>(Arcyl/Viscose/Lycra, string knit, seamless, rib cuff, 1.0 mm) / Butyl (1.06 mm)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Evaluation: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Messungen/Tests (z. B. O'Connor Finger Dexterity Test) ▪ Anwenderbefragung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manuelle Geschicklichkeit: Gleichbleibende Leistung der Handschuhkombination über alle Testungen, nach Verringerung Stabilisierung unter singulären Handschuhen / an nicht behandschuhter Hand ▪ Anzeichen von Ermüdung, Diskomfort und Schmerzen (insbes. Bereich Daumenmuskulatur) unter Textil/Butyl und Butyl ▪ Textil/Butyl vs. Butyl: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Geringfügig schlechtere Bewertung der Gesamtpassform mit Unterziehhandschuhen, aber signifikant bessere Beurteilung des Handgelenkumfangs ▪ Geringfügig bessere Bewertung von Tragekomfort und Performance mit Unterziehhandschuhen ▪ Erleichtertes An- und Ausziehverhalten durch Unterziehhandschuhe 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forschungsbedarf hinsichtlich Material und Leistungsfähigkeit von (Unterzieh-) Handschuhen 	
<p>Evaluation des Einflusses von Handschuhen verschiedener Materialkombinationen auf die manuelle Geschicklichkeit und subjektive Wahrnehmung</p>					
<p>Ramsing & Agner, 1996a: „Effect of glove occlusion on human skin (II). Long-term experimental exposure“</p>	<p>Halbseiten-trageversuch Praxis, randomisiert</p>	<p>N=18, hautgesunde Personen</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Studiendauer: 14 Nächte, mind. 6 Std. / Tag ▪ Materialien: Elastyren (gepudert) vs. Elastyren/Baumwolle ▪ Evaluation: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hautphysiologische Messungen: TEWL, RHF, Erythem; Erfassungszeitpunkte: Tag 3, 8, 11, 14 ▪ Klinische Beobachtung / Bewertung des Hautzustandes 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ TEWL: Signifikanter Werteanstieg bzw. erhöhte Werte unter Elastyren über die gesamte Untersuchungsdauer ▪ RHF: Signifikanter höhere Werte unter Elastyren/Baumwolle an Tag 11; keine signifikanten Unterschiede zw. beiden Tragehänden an Tag 3, 8 und 14 ▪ Erythem: Keine signifikanten Unterschiede zw. beiden Tragehänden ▪ Klinische Beobachtung: Entwicklung von Hautreaktionen am Studienende unter Elastyren (Handrücken: Rötung, Papeln, leichte Infiltration) (n=3) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verminderung bzw. Verhinderung negativer Okklusionseffekte auf die Barrierefunktion der Haut durch die Verwendung von Baumwollhandschuhen
<p>(Studie B) Evaluation der Effekte von Baumwollhandschuhen unter okklusiven Handschuhen auf die Haut</p>					
<p>Kinoshita, 1999: „Effect of gloves on prehensile forces during lifting and holding tasks“</p>	<p>Experiment / Labor, Trageversuch</p>	<p>N=10, hautgesunde Personen</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Materialien: Gummihandschuh (n. a. Material, 0.24 mm) vs. Baumwollhandschuh (0.39 mm) / Gummihandschuh (n. a. Material, Stärke gesamt: 0.61 mm) vs. Baumwollhandschuh (0.39 mm) / Chemikalienschutzhandschuh (n. a. Material, Stärke gesamt: 1.02 mm) vs. Baumwollhandschuh (0.60 mm) vs. nicht behandschuhte Hand ▪ Evaluation: Messungen/Tests 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verbesserung der Greifkraft durch Behandlung im Vergleich zur nicht behandschuhten Hand ▪ Leichte Verlängerung der Leistungszeit/Bewegungsgeschwindigkeit durch Behandlung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anstieg der Griffkraft mit Zunahme der Materialstärke der Handschuhe
<p>Evaluation des Einflusses von Handschuhmaterial/-stärke auf Greifkraft und Leistungszeit beim Heben / Halten von Gegenständen</p>					

<p>Tremblay-Lutter, 2002: „<i>Comfort liners for chemical protective and other impermeable polymer gloves</i>“ (Patent)</p>	<p>Experiment / Labor (20 ± 2 °C, 65 ± 2 % r.F.)</p>	<p>n. a.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Materialien (n=16): Kombinationen aus Baumwolle, Viskose, Lycra, Acryl, Coolmax® (Polyester) (two knit structure) ▪ Evaluation: Messungen nach verschiedenen Testmethoden/Normungen 	<p>(s. Kap. II.5.4.3, Tabelle 17)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Materialmischung aus Viskose/Baumwolle/Lycra (Verbindung per plating oder speckling) als leistungsstärkste Kombination hinsichtlich Absorptionsvermögen, Trocknungszeit, Passform, Verbesserung der Geschicklichkeit der Hände
<p>Evaluation der Effektivität von Unterziehhandschuhen verschiedener Materialkombinationen für den Einsatz unter Schutzhandschuhen</p>					
<p>Scanlan et al., 2004: „<i>A Dexterity and Tactility Evaluation of the Australian Nuclear Biological Chemical (NBC) Glove</i>“</p>	<p>Experiment / Labor, Trageversuch</p>	<p>N=24, militärisches Personal, hautgesunde Personen</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Studiendauer: ca. 3 Std. ▪ Materialien: Nomex (Nomex® flying glove); Nitril (Ansell TNT® nitrile glove); Baumwolle, keine Nähte/Butyl (Canadian knitted cotton liner / Canadian NBC butyl rubber glove); Baumwolle, Nähte/Butyl (Australian sewn cotton liner / Australian inservice NBC butyl rubber glove, 0.635 mm) ▪ Evaluation: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Messungen/Tests (z. B. Purdue Peg Board) ▪ Anwenderbefragung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Präferenz der einlagigen, nahtlosen Schutzhandschuhe, da Beeinträchtigungen der Taktilität und Geschicklichkeit durch Kombinationen ▪ Präferenz der Unterziehhandschuhe in nahtloser Strickvariante im Vergleich mit der nicht nahtlosen, genähten Variante ▪ Ranking Funktionen Schutzhandschuhe (in absteigender Reihenfolge): Passform/Sitz, Geschicklichkeit, Griffigkeit, Chemikalienschutz, Taktilität, Komfort, Haltbarkeit/Beständigkeit, Integration/Anpassung, Schwitzverhalten/Schweißableitung, leichtes An- und Ausziehenverhalten, thermische Isolation, Packmaß/Volumen, Gewicht, Geruch, Lagerfähigkeit, Kosten 	
<p>Evaluation der Taktilität und Geschicklichkeit verschiedener Handschuhe</p>					
<p>J. Stone et al., 2005: „<i>Cotton Liners to Mediate Glove Comfort for Greenhouse Applicators</i>“</p>	<p>Anwendertestung berufliche Praxis</p>	<p>N=10, Angestellte in Gewächshäusern o. ä. / Kontakt Pflanzenschutzmittel, hautgesunde Personen</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Studiendauer: 2 Wochen, individuelle Nutzungshäufigkeit ▪ Materialien: Baumwolle (0.57 mm) / Nitril (0.381 mm) ▪ Evaluation: Anwenderbefragung (Interviews) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Textile Handschuhkombination: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Verbesserung von Größe/Passform, Geschicklichkeit, Schwitzverhalten, Tragekomfort ▪ Kein Mehraufwand und keine Beeinträchtigung der Tätigkeitsausführung ▪ Befürchtung eines finanziellen Mehraufwandes seitens der Arbeitgebenden bei regelmäßigem Einsatz 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Unterstützung der EPA-Empfehlung der Einmalverwendung von Unterziehhandschuhen ▪ Forschungsbedarf hinsichtlich der Beschaffenheit (z. B. Materialzusammensetzung), Einsetzbarkeit/Handhabung (z. B. Wiederaufbereitung) ▪ Ggf. Steigerung allgemeine Anwendungsbereitschaft von Chemikalienschutzhandschuhen durch Einsatz von Unterziehhandschuhen
<p>(Teiluntersuchung: Anwendertestung) Evaluation der Effektivität von Unterziehhandschuhen</p>					
<p>Hübner et al., 2016: „<i>Einsatz wiederaufbereiter textiler Unterziehhandschuhe für medizinische Tätigkeiten: eine</i></p>	<p>Anwendertestung berufliche Praxis</p>	<p>N=18, Pflegepersonal und Therapeuten in Krankenhaus</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Studiendauer: 3 Monate ▪ Materialien: Baumwollhandschuhe (Maximo, Fa. Strickmoden Bruno Barthel GmbH & Co. KG) / Nitril- 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trageverhalten Handschuhkombination: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Schwitzempfinden: Reduziertes Schwitzen 47.9 %, gar kein Schwitzen 33.3 % 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Routinemäßiger Einsatz textiler wiederaufbereiter Unterziehhandschuhe ist unter der Voraussetzung der Aufklärung der Anwendenden und

<p><i>Machbarkeitsstudie“</i> (Ergänzung: Rubbert, 2014)</p> <p>Untersuchung des Einsatzes von wiederaufbereitbaren textilen Unterziehhandschuhen im stationären Pflegebereich (Trageeigenschaften, Logistik, Akzeptanz und Kosten)</p>	<p>(Intensivpflegestation), 17 % Hauterscheinungen Hände</p>	<p>Einmalhandschuhen (Nitril 300 Blue, Fa. Meditrade®)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Evaluation: Anwenderbefragungen nach täglicher Handschuhnutzung sowie am Studienbeginn/-ende 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sitz/Passform: Passgenau 51,2 %, locker 31.6 %, eng 17 %; Unterziehhandschuhe singulär: Passgenau 92.2 % ▪ Tragegefühl: Überwiegend angenehm 43.7 %, sehr angenehm 43.7 % ▪ Tastgefühl: Überwiegend befriedigend bis ausreichend (Note 3-4) ▪ Einfluss Hautzustand: Sehr gut 70.6 %, gut 29.4 % ▪ Zeitaufwand An- und Ausziehen: Gering 58.3 %, nicht empfunden (12.5 %) ▪ Logistik: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ø Dauer Wiederaufbereitung: 11 Tage (Abwurf bis erneute Anlieferung) ▪ Ø Dauer (erneute) Bereitstellung von Abwurf bis Wiederaufbereitung: 17 Tage ▪ Kosten Aufbereitung: 0.46 € pro Anwendung/Paar ▪ Materialverlust Aufbereitung: 9.5 % ▪ Anwendung Handschuhkombination: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ø Tagesverbrauch: 4 Paar/Person ▪ Ø Tragedauer: 28.6 Min. ▪ Gewohnte Tätigkeitsausführung: Zutreffend 80.9 %; Nutzen bei routinemäßigem Einsatz: Sehr gut 23.5 %, gut 23.5 %, befriedigend 47,1 % ▪ Häufigste Einsatz Tätigkeiten an Patienten/Patientinnen: Lagerung/Mobilisierung/allgemeine Tätigkeiten (86.8 %), Waschen (25.6 %) ▪ Einsatz: Dauerhaft denkbar 23.5 %, bei längeren Tragezeiten 35.3 %, Situationen ohne feinmotorischen Anspruch 35.3 % 	<p>Implementierung einer Aufbereitungslogistik grds. möglich</p>
<p>Heichel, Mertens et al., 2019: „Ergebnisse eines universitären Kleinprojekts: Anwenderakzeptanz von finger(kuppen)losen Unterziehhandschuhen im</p>	<p>Kurzzeit-Trainingsversuch berufliche Praxis N=15, Friseurhandwerk, 62 % Hauterscheinungen Hände</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Studiendauer: 1 Haarfärbbehandlung ▪ Materialien: (a) Fingerlose Baumwollhandschuhe (Glove Mate, Fa. BM Polycyco Ltd.), b) Fingerkuppenlose Baumwollhandschuhe (ABO Baumwollhandschuhe, Fa. Brickwedde Technischer Handel GmbH & Co. KG), c) Fingerkuppenlose Nylonhandschuhe (Fa. Sängler) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fingerlose Handschuhkombination: Bessere Bewertung hinsichtlich Schwitzempfinden, Tastgefühl, Tätigkeitsdurchführung, Passform, An- und Ausziehverhalten im Vergleich zu bisherigem Hand(schuh)schutz und fingerkuppenfreien Kombinationen ▪ Fingerkuppenfreie Kombinationen: Schlechtere Bewertung im Vergleich zu bisherigem 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Einschränkungen in der Taktilität durch Verwendung fingerkuppenloser Unterziehhandschuhe ▪ Einsatz fingerfreier Varianten in feinmotorischen Tätigkeitsbereichen als mögliche Alternativlösung

<p><i>Friseurgewerbe“</i> (Abstract/Poster)³⁴⁵</p>		<p>jeweils unter Nitril-Einmalhandschuhen (Nitril 300, Fa. New Gloves)</p>	<p>Hand(schuh)schutz und fingerloser Handschuhkombination</p>
<p>Evaluation der Anwenderakzeptanz von finger(kuppen)losen Unterziehhandschuhen an Beschäftigten im Friseurgewerbe</p>		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Evaluation: Anwenderbefragung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gutes bzw. verbessertes Hautgefühl nach Anwendung aller Kombinationen
<p>Sonsmann et al., 2019: „Eignung von Unterziehhandschuhen aus Baumwolle bei langen ununterbrochenen Tragezeiten okklusiver Schutzhandschuhe: Ergebnisse einer anwendungsorientierten, hautphysiologischen Studie“ (Abstract/Poster)³⁴⁶</p>	<p>Experiment / Labor, Trageversuch (inkl. leichter Tätigkeiten, Hand-training)</p>	<p>N=20, haut-gesunde Personen</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Studiendauer: 150 Min. ▪ Materialien: Baumwolle (BW) (Maximo, Fa. Strickmoden Bruno Barthel GmbH & Co. KG) / Polyisopren / Polyisopren (Double Gloving) vs. Polyisopren / Polyisopren (Double Gloving) ▪ Evaluation: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hautphysiologische Messungen (TEWL, SSWL, RHF, pH-Wert), Gewicht Baumwollhandschuhe; Erfassungszeitpunkte: T0 (nach Akklimatisierung), T1 (nach 150 Min. Tragezeit), T2/T3 (nach 30 bzw. 60 Min. Tragezeit, TEWL und RHF) ▪ Anwenderbefragung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ T1: Gewicht der Baumwollhandschuhe, SSWL- und pH-Wert der Tragekombination ohne Baumwolle signifikant erhöht; keine signifikanten Unterschiede RHF-Werte ▪ T2 / T3: Keine signifikanten Unterschiede zw. den Materialien hinsichtlich TEWL- und RHF-Werten ▪ Signifikant bessere Bewertung der Tragekombination mit Baumwolle: Tragekomfort (mit BW: MD 2, ohne BW: MD 3), Schwitzempfinden (mit BW: MD 2, ohne BW: MD 3,5) ▪ Signifikant schlechtere Bewertung der Tragekombination: Tastgefühl (mit BW: MD 4, ohne BW: MD 2), Beweglichkeit der Hände/Finger (mit BW: MD 3, ohne BW: MD 2) ▪ Keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich An- und Ausziehverhalten (jeweils MD 2), Passform (jeweils MD 2), Gesamtnote (mit BW: MD 2, ohne BW: MD 3)
<p>Evaluation der Einigung von Baumwoll-Unterziehhandschuhen bei langen Handschuhtragezeiten</p>			<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lange ununterbrochene Handschuhtragezeiten und mangelnde Wechselmöglichkeiten stellen keine eindeutige Kontra-/Indikation für die Empfehlung von Baumwollhandschuhen dar ▪ Ggf. Steigerung des subjektiven Tragekomforts (wenn Taktilität zweitrangig) trotz Erschöpfung des okklusionsvermindernden Effekts nach langen Tragezeiten
<p>Heichel et al., 2021: „Primärprävention arbeitsbedingter Kontaktexzeme: Einsatz und Anwenderakzeptanz von Unterzieh- und Schutzhandschuhen im</p>	<p>Kurzzeit-Trageversuch berufliche Praxis</p>	<p>N=34, Friseurhandwerk, 21 % Hauterscheinungen Hände</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Studiendauer: 2 Haarwäschen ▪ Materialien: Baumwolle (Maximo, Fa. Strickmoden Bruno Barthel GmbH & Co. KG) / Nitril-Einmalhandschuhe (Nitril 300, Fa. New Gloves) vs. bisher eingesetzter Hand(schuh)schutz ▪ Evaluation: Anwenderbefragung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Signifikant bessere Bewertung der Handschuhkombination: Schwitzempfinden ▪ Signifikant schlechtere Bewertung der Handschuhkombination: Tast- und Tragegefühl, Temperatureinschätzung, Bewegungsfreiheit, zeitlicher Zusatzaufwand
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stärkere Beeinträchtigung verschiedener Parameter der Anwenderakzeptanz (z. B. Taktilität) durch Handschuhkombination im Vergleich zu singulärer Handschuhverwendung 			

³⁴⁵ Hierbei handelte es sich um ein Kleinprojekt, durchgeführt im Rahmen einer Fach-/Studienabschlussarbeit an der Universität Osnabrück, Abteilung Dermatologie, Umweltmedizin und Gesundheitstheorie.

³⁴⁶ Hierbei handelte es sich um ein Kleinprojekt, durchgeführt im Rahmen einer Fach-/Studienabschlussarbeit an der Universität Osnabrück, Abteilung Dermatologie, Umweltmedizin und Gesundheitstheorie.

**Friseurhandwerk“
(Abstract/Poster)³⁴⁷**

Evaluation der Anwenderakzeptanz von Unterzieh- und Schutzhandschuhen an Beschäftigten im Friseurgewerbe

<p>Sayadi Shahraki et al., 2022: „Wearing Cotton-polyester Gloves Under Surgical Latex Gloves to Improve the Symptoms of Hand Dermatitis in Operating Room Staff“</p>	<p>Anwendertestung berufliche Praxis</p>	<p>OP-Bereich: Interventionsgruppe n=9, Kontrollgruppe n=9, 72.2 % Allergische Dermato-se, 5.6 % Irritative Dermato-se, 54.7 % Allergie ggü. Latexhandschuhen</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Studiendauer: 6 Monate ▪ Materialien Interventionsgruppe: Baumwolle/Polyester (ca. 20 g; OP-PER-FECT HARI, Iran Silk Gloves Company) / Latex ▪ Materialien Kontrollgruppe: Latex ▪ Evaluation: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Anwenderbefragung ▪ Ärztliche Untersuchung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Handschuhkombination / Intervention (vs. Kontrolle): <ul style="list-style-type: none"> ▪ Signifikante Abmilderung/Reduktion der Hautsymptome (z. B. Juckreiz, Brennen, Trockenheit, Rötungen) ▪ Abmilderung der Intensität der sozialen, psychischen und wirtschaftlichen Belastungen (z. B. Schlafstörungen, Depressionen, Angstzustände, allgemeiner Komfort) bzw. Erhöhung der Lebensqualität ▪ Keine Beeinflussung der Funktion der Hände
<p>Evaluation der Effektivität von textilen Unterziehhandschuhen auf die Prävalenz und Intensität von Dermatosen bei Beschäftigten im OP-Bereich</p>				

Anhang 3.2 Fokus: Textile Komforthandschuhe

Tabelle 50: Übersicht verschiedener Studien, in denen der Fokus auf der Effektivität textiler Komforthandschuhe lag

Autor/en, Studie, Ziel	Studienart	Kollektiv	Methodik	Ergebnisse	Schlussfolgerung
<p>Kuwatsuka et al., 2021: „Impact of daily wearing of fabric gloves on the management of hand eczema: A pilot study in health-care workers“</p>	<p>Teilstudie I Halbseiten-trageversuch Praxis</p>	<p>Gesundheitswesen (Gesundheits- und Kranken-pflegerinnen, Intensivstation)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Studiendauer: 4 Wochen über Nacht ▪ Kontrollgruppe – Erfassungszeitpunkte und Evaluation: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Keine Behandlung ▪ T0 (Studienbeginn): Barriereindex, Mikrobiom ▪ Interventionsgruppe – Erfassungszeitpunkte, Evaluation und Behandlung: 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Interventionsgruppe: <ul style="list-style-type: none"> ▪ EASI, HECSI: Signifikanter Werteabfall, keine signifikanten Unterschiede zw. Tragehänden ▪ RHF: Signifikanter Werteanstieg, keine signifikanten Unterschiede zw. Tragehänden 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reduktion des Schweregrads des HE durch feuchtigkeitsspendende Maßnahmen, unabhängig von der Art des Handschuhmaterials ▪ Verwendung textiler Handschuhe als unterstützende Maßnahme

³⁴⁷ Hierbei handelte es sich um ein Kleinprojekt, durchgeführt im Rahmen einer Fach-/Studienabschlussarbeit an der Universität Osnabrück, Abteilung Dermatologie, Umweltmedizin und Gesundheitstheorie.

Rahmen der Behandlung von HE	Neugeborene/Kinder): Interventionsgruppe n=8, mit HE; Kontrollgruppe n=8, ohne HE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ T0 (Studienbeginn): EASI, HECSI, RHF, Barriereindex, Mikrobiom, DLQI, NRS, TSQM-9 ▪ T1 (1 Woche Tragezeit): HECSI, RHF, Barriereindex ▪ T2 (Studienende): EASI, HECSI, RHF, Barriereindex, Mikrobiom, DLQI, TSQM-9, NRS ▪ Tägliche Behandlung mit Feuchtigkeitscreme (4 Mal/Tag, 1 Mal vor Verwendung der Handschuhe) ▪ Materialien: Baumwollhandschuhe (keine näheren Angaben) vs. feuchtigkeitsspendende Textilhandschuhe (Baumwolle, Polyester, Polyurethan, Apfelsäure; Raffinan®, Fa. Teijin)³⁴⁸, einer der Handschuhe an jeder Hand 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Barriereindex: Signifikante Unterlegenheit von Baumwolle zu T1 an Tragehand mit Raffinan gloves; vergleichbare Werte zu T2, keine signifikanten Unterschiede zw. Tragehänden ▪ DLQI, NRS, Mikrobiom: Keine signifikanten Unterschiede zw. Tragehänden ▪ TSQM-9: Therapiezufriedenheit (Komfort/Benutzerfreundlichkeit, Effektivität, Gesamtzufriedenheit) ▪ Interventions- vs. Kontrollgruppe: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mikrobiom: Keine signifikanten Unterschiede 	
<i>Teilstudie II</i>				
Halbseiten-trageversuch Praxis	N=7, Gesundheitswesen (Ärztliches Personal: n=4, Medizinische Assistenz: n=3), n. a. Hautzustand	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dauer: 4 Wochen über Nacht ▪ Bewertung/Messung: EASI, HECSI, RHF, Barriereindex ▪ Erfassungszeitpunkte: T0 (Studienbeginn) und T1 (Studienende) ▪ Materialien: Baumwollhandschuhe (n. a.) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Keine signifikanten Unterschiede in der Bewertung / Messung ▪ Behandschuhte Hand: Tendenziell höhere Werte HECSI, EASI, RHF; tendenziell geringere Werte Hautbarrierefunktion 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Keine Verbesserung des HE durch die Verwendung singulärer Baumwollhandschuhe

³⁴⁸ Bei der Fa. Teijin bzw. Teijin Frontier Co., Ltd. handelt es sich um ein japanisches Unternehmen, das technische Fasern/Produkte herstellt. Die Faser Raffinan® findet aufgrund der hautpflegenden Eigenschaften v. a. in sog. ‚wearable cosmetics‘ Anwendung; Details zu der Faser im Allgemeinen und den Handschuhen im Speziellen liegen nicht vor (TEIJIN FRONTIER CO., LTD., 2023). Auf der Website des Unternehmens Amazon sind verschiedene Produkte der herstellenden Firma (Brand: Raffinan, Manufacturer: Teijin) erwerbbar; die Handschuhe „Teijin Raffinan Beauty Hand Pack, Smartphone Compatible“ werden in verschiedenen Farben zu einem Preis von ca. 25-26 Singapur-Dollar (SGD) pro Paar angeboten (Amazon.com, Inc., 2023). Dies entspricht ca. 17-18 EUR pro Paar.

Anhang 3.3 Fokus: Semipermeable Membranen / Handschuhe

Tabelle 51: Übersicht verschiedener Studien, in denen der Fokus auf der Effektivität semipermeabler Membranen und/oder Handschuhe lag

Autor/en, Studie, Ziel	Studienart	Kollektiv	Methodik	Ergebnisse	Schlussfolgerung
<p>Welzel et al., 1996: „Skin permeability barrier and occlusion: no delay of repair in irritated human skin“</p>	<p>Experiment / Labor (20 ± 1 °C, 50 ± 5 %)</p>	<p>N=10, haut-gesunde Pro-banden</p>	<p>Übergreifende Methodik (Teilstudie I-III)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Studiendauer: 5 Tage ▪ Materialien: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Semipermeable, selbsthaftende Membranen (OpSite®, Smith & Nephew Medical Ltd; Tegaderm®, 3M, St.Paul) ▪ Semipermeable, nicht-selbsthaftende Membran (Gore-Tex®, W. L. Gore & Associates GmbH) ▪ Impermeable, nicht-selbsthaftende PE Membran (Melitta GmbH) ▪ Evaluation: Hautphysiologische Messungen: TEWL, VS (Erythem, Trockenheit); Erfassungszeitpunkte: T0 (Studienbeginn), T1 (nach Irritation), T2/T3 (1 Std. nach Abdeckung), T4 (nach 24 Std. ohne Behandlung) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Keine Verzögerungen der Barriereregeneration oder weitere Reizungen durch Anwendung verschieden okklusiv wirkender Abdeckungen (inkl. Externa) ▪ Membranunterschiede lassen sich eher auf Fähigkeit der Anhaftung als Stärke der Wasserdampfdurchlässigkeit zurückführen ▪ Eingeschränkte Übertragbarkeit und Verifikation der Ergebnisse zur Okklusion in Tierversuchen auf Untersuchungen der menschlichen Haut 	
			<p>Teilstudie I</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Studienablauf: 24 Std. Irritation mit 0,5 % NLS (6 Teststellen), 2 Mal 23-stündige Abdeckung mit vier verschiedenen Membranen + Leer-/Kontrollstelle ▪ TEWL: Keine signifikanten Unterschiede zw. abgedeckten Teststellen und Leer-/Kontrollstelle ▪ Effloreszenzen: Leichte Verbesserung durch semipermeable Abdeckungen 	
			<p>Teilstudie II</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Studienablauf: 24 Std. Irritation mit 0-5 % NLS (4 Teststellen), Behandlung von drei Testfeldern mit Vaseline, 2 Mal / 23 Std. Abdeckung mit PE oder Gore-Tex® + Leer-/Kontrollstelle ▪ TEWL: Keine signifikanten Unterschiede zw. eingecremten, abgedeckten Teststellen und Leerstelle 	
			<p>Teilstudie III</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Studienablauf: Irritation durch wiederholtes Tapestripping/Epikutanabriss (5 Teststellen), 2 Mal / 23 Std. Abdeckung mit PE oder Gore-Tex® oder OpSite + Leer-/Kontrollstelle ▪ TEWL: Verzögerung der Normalisierung der Werte durch OpSite, keine Beeinflussung des Werteabfalls durch Gore-Tex® oder PE 	
<p>Scherman & Osburn, 1997: „Use of a Breathable Glove Liner for Prevention of Delayed Hypersensitivity to Rubber Accelerators“</p>	<p>Experiment / Labor</p>	<p>N=13, haut-gesunde Personen mit Typ IV-Allergie ggü.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Studiendauer/-ablauf und Materialien: ECT über 48 Std. am oberen Rücken mit verschiedenen Testsubstanzen (Thiuram-Mix, Carba-Mix, Mercapto-Mix, Mercaptobenzothiazole) und 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Akzeleratoren mit semipermeablem Material: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Positive Reaktionen: n=33 ▪ Keine allergische Reaktion (Allergenblockade): 73 % (n=24/33) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Möglicher Einsatz semipermeabler Unterziehhandschuhe zum Schutz vor Typ-IV Allergenen in Handschuhen ▪ Keine Eignung zur Vermeidung von Typ-I Allergien ggü. Latex

<p>Evaluation der Schutzwirkung semipermeabler Unterziehhandschuhe ggü. in Latexhandschuhen enthaltenen Beschleunigern</p>		<p>Vulkanisationsbeschleunigern (wahrscheinlich vulkanisationsbeschleunigerhaltigen) Latex-Handschuhen (Patches), einmal mit/ohne Gore-Tex® (Dermapor™ Glove, W.F. Gore and Associates, Elkton, MD) ▪ Evaluation: VS nach 72 Std.</p>	<p>▪ Verringerung der Intensität der allergischen Reaktion: 15 % (n=5/33) ▪ Latex-Handschuhe mit semipermeablem Material: ▪ Positive Reaktionen: n=11 ▪ Keine allergische Reaktion (Allergenblockade): 91 % (n=10/11)</p>	<p>▪ Vorteil semipermeabler ggü. bisher verfügbaren Unterziehhandschuhen aufgrund von Materialstärke, Wasserdichtigkeit, Atmungsaktivität, Wiederverwend-, Wasch- und Autoklavierbarkeit</p>
<p>Hamilton & Adkinson, 1997: „Validation of the latex glove provocation procedure in latex-allergic subjects“ Evaluation der Schutzwirkung semipermeabler Unterziehhandschuhe ggü. Latexhandschuhen</p>	<p>Experiment / Labor, Halbsseitentrageversuch</p>	<p>N=21, hautgesunde Personen mit Typ IV-Allergie ggü. Latex ▪ Studiendauer/-ablauf: Trageversuch auf nassen Händen, Punktion der Haut mittels Nadel und Kochsalzlösung zur Förderung der Allergenaufnahme bei n=17 inkl. 50-maliger Reibung über Einstichstelle (Hamilton, Peterson & Ownby, 2002) ▪ Materialien: Latex (gepudert) vs. Latex (gepudert) / Gore-Tex® (Dermapor ePTFE liner, W. L. Gore & Associates) ▪ Evaluation: VS über 30 Min.</p>	<p>▪ Latex: ▪ Ohne Punktion der Haut: Eher schwache Reaktion (Juckreiz) bei n=5/5 ▪ Mit Punktion der Haut: Eher starke Reaktion (Juckreiz, Quaddeln, Erythem) bei n=17/17 ▪ Gore-Tex®/Latex: ▪ Ohne / mit Punktion der Haut: Keine Reaktion</p>	<p>▪ Möglicher Einsatz semipermeabler Unterziehhandschuhe zum Schutz vor Allergenen in Latex-Handschuhen (Minimierung der Kontaktbelastung im Rahmen der Vermeidungstherapie) ▪ Einschränkung der Aussagekraft des angewandten Verfahrens, insbes. hinsichtlich Punktion (Hamilton et al., 2002)</p>
<p>Visscher et al., 2001: „Effect of semipermeable membranes on skin barrier repair following tape stripping“ Untersuchung der Barriereregeneration der Haut unter semipermeablen Wundabdeckungen nach Epikutanabrissen</p>	<p>Experiment / Labor (23 °C, 47-66 % r.F.)</p>	<p>N=20, hautgesunde Personen ▪ Studienablauf: ▪ Teilstudie I: Irritation durch Epikutanabriss bis zur Verdreifachung der TEWL-Ausgangswerte ▪ Teilstudie II: Irritation durch Epikutanabriss bis zur Verfünffachung der TEWL-Ausgangswerte ▪ 2 Mal / 48 Std. Abdeckung der Haut an den volaren Unterarmen (jeweils 3 Teststellen) mit verschiedenen Membranen + Leer-/Kontrollstelle ▪ Materialien (n=7): ▪ Semipermeabel, nicht selbstklebend: Exaire (Tredgar Corporation, carbonate Richmond, Va.), Gore-Tex® (W. L. Gore & Associates) ▪ Semipermeabel, selbstklebend: Flexzan (Dow Hickam Pharmaceuticals, Sugar Land, Tx.), Silon-TSR (Bio Med Sciences, Allentown, Pa.) ▪ Okklusiv, nicht selbstklebend: Saran Wrap (S.C. Johnson, Racine, Wis),</p>	<p>▪ Teilweise signifikant bessere Werteentwicklung (TEWL, RHF, prozentuale Barriereregeneration, Erythem, Feuchtigkeitsakkumulation) unter semipermeablen Abdeckungen im Vergleich zu okklusiven Abdeckungen oder Leer-/Kontrollstelle</p>	<p>▪ Verbindung zw. Barriereregeneration und Hydratationsstatus: Geringere Hydratation führt zu schnellerer Regeneration ▪ Ggf. schnellere Barriereregeneration bei höherer Feuchtigkeitsakkumulation und geringem TEWL ▪ Beschleunigung der Barriereregeneration durch optimierten Wasserdampfgradienten (Wieder-/Herstellung eines geeigneten NMF-Niveaus)</p>

		<p>Teflon (W. L. Gore & Associates, Elkton, Md.)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Okklusiv, hydratisierend, nicht selbstklebend: Vigilon (C.R. Bard, Covington, Ga.) ▪ Evaluation: Hautphysiologische Messungen (TEWL, RHF, Feuchtigkeitsakkumulation); VS (Erythem, Trockenheit/Schuppung); Erfassungszeitpunkte: Tag 1 (vor und nach Irritation), Tag 3 (nach 1. Abdeckung), Tag 5 (nach 2. Abdeckung), Tag 8 (Teilstudie I: 3 Tage nach Ende Okklusion, Gesamtdauer: 8 Tage) bzw. Tag 9 (Teilstudie II: 4 Tage nach Ende Okklusion, Gesamtdauer: 9 Tage) 		
<p>Wulfhorst et al., 2004: „Optimizing Skin protection with Semipermeable Gloves“</p> <p>Evaluation der Leistungsfähigkeit im- und semipermeabler Handschuhe für die Anwendung im Friseurhandwerk</p>	<p><i>Teilstudie I</i></p> <p>Experiment / Labor (Testung durch Fa. KCL, Eichenzell)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Studienablauf: AQL-Messungen gemäß EN 374, Teil 2/3: Permeation/Penetration friseurtypische Chemikalien durch verschiedene Handschuhmaterialien ▪ Chemikalien: Dauerwellflüssigkeit, Oxidationshaarfarbe, Blondierung und Oxidationsmittel ▪ Materialien: Nitril (Dermatril 740, Fa. KCL), Neopren (Derma Prene 85-1119-0, Fa. Ansell Professional Healthcare), Latex (Solo Plus 995, Fa. Mapa-Professional), Latex (Pro-Tech, Fa. Marigold Industrial), Gore-Tex® Membran (Prototyp, Fa. W. L. Gore) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Penetration: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nitril (Level 3; AQL 0.65) ▪ Neopren (Level 2; AQL 1.5) ▪ Latex, Gore-Tex® Membran und Latex (Level 1; AQL 4.0) ▪ Permeation: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nitril, Neopren, Latex: Alle Chemikalien 480 Min. (Level 6) ▪ Gore Tex®: Dauerwellflüssigkeit >480 Min. (Level 6), Blondierung / Oxidationsmittel 60 Min. (Level 3), Oxidationshaarfarbe 45 Min. (Level 2) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Möglicher Einsatz der semipermeablen Handschuhe im Friseurgewerbe unter Voraussetzung der Optimierung der Membran
	<p><i>Teilstudie II</i></p> <p>Experiment / Labor, Trageversuch (inkl. leichter Tätigkeiten, Aufgabenbearbeitung)</p>	<p>N=20, hautgesunde Probanden</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Studiendauer: 5 Mal 20 Min. ▪ Materialien: PVC, Nitril, Latex gepudert, Latex ungedudert, Gore-Tex® (Prototyp, W. L. Gore) ▪ Evaluation: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hautphysiologische Messungen am Handrücken (TEWL, RHF, pH-Wert); Erfassungszeitpunkte: T0 (Beginn 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ TEWL: Signifikante Werterhöhung unter allen Materialien mit Ausnahme von Gore Tex® 20 Min. nach Okklusion; keine signifikanten Unterschiede zw. Ausgangswerten und Werten 30 Min. nach Okklusion ▪ RHF: Signifikante Werterhöhung unter allen Materialien mit Ausnahme von Gore Tex® unmittelbar nach Okklusion; starker 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Temporäre Alkalisierung des pH-Wert als Folge der Loslösung/Verdünnung bestimmter Substanzen aus den Handschuhen durch vermehrte Schweißbildung ▪ Objektivierung der subjektiven Empfindungen hinsichtlich der Schweißneigung durch hautphysiologische Messungen

			<p>Tragezeit), T1-T4 (5, 10, 20, 30 Min. nach Tragezeit)</p> <ul style="list-style-type: none"> Anwenderbefragung 	<p>Werteabfall mit zunehmender Zeit nach Okklusion unter allen Materialien mit Ausnahme von Gore-Tex®; durchweg relativ konstante Wert unter Gore Tex®</p> <ul style="list-style-type: none"> pH-Werte: Signifikante Werterhöhung unter Latex und Nitril nach Okklusion; keine signifikante Beeinflussung der Werte unter PVC und Gore Tex® Passform: Latex (Ø 2,1), Latex (Ø 2,25), Nitril (Ø 2,5), PVC und Gore Tex® (Ø 3,85) Schwitzverhalten: Gore Tex® (gut/gering), Latex gepudert (gering), Latex ungepudert (moderat), PVC (stark) Gesamtbewertung: Latex (Ø 2,4), Nitril (Ø 2,55), Gore Tex® (Ø 2,98), PVC (Ø 4,75) 	<ul style="list-style-type: none"> Notwendigkeit der adäquaten Hand- schuhauswahl unter Berücksichtigung der durchzuführenden Tätigkeit Möglicher Einsatz der semipermeablen Handschuhe zur Minimierung der durch Schutzhandschuhe induzierten Reizun- gen
<p>M. Bock et al., 2009: „<i>Semipermeable glove membranes-effects on skin barrier repair following SLS irritation</i>“</p> <p>Evaluation des Einflusses von semipermeablen Membranen auf die Barriere- regeneration nach Irrita- tion</p>	<p>Experiment / Labor (20 ± 0.5 °C, 45 ± 2 % r.F.)</p>	<p>N=25, haut- gesunde Per- sonen</p>	<ul style="list-style-type: none"> Studiendauer/-ablauf: 5 Tage; 24 Std. Irritation mit 1 % NLS, 2 Mal 24 Std. Ab- deckung der Haut (4 Teststellen) am oberen Rücken mit Materialien + Leer- /Kontrollstelle Materialien: GoreTex® (W. L. Gore & Associates GmbH), Sympatex® (Fa. Sympatex® Technologies GmbH, Wuppertal, Germany), impermeable Membran (Meditrate Vinyl®, Rösner-Mautby Me- ditrate GmbH) Evaluation: Hautphysiologische Mes- sungen (TEWL, a*); Erfassungszeit- punkte: Tag 1 (vor Irritation), Tag 2 (nach Irritation), Tag 3 (nach 1. Abde- ckung), Tag 4 (nach 2. Abdeckung), Tag 5 (254 Std. nach 48 Std. Abdeckung) 	<ul style="list-style-type: none"> TEWL (Tag 3): Signifikanter Werteanstieg unter impermeabler Abdeckung und an Leer-/Kontrollstelle, signifikanter Werteab- fall unter semipermeablen Abdeckungen TEWL (Tag 4): Signifikanter Werteabfall an allen Teststellen a* (Tag 3): Signifikanter Werteanstieg an al- len abgedeckten Teststellen, signifikanter Werteanstieg an Leer-/Kontrollstelle a* (Tag 4): Signifikanter Werteabfall an Leer-/Kontrollstelle 	<ul style="list-style-type: none"> Beschleunigung der Barriere- regeneration durch semipermeable Materialien (Bereitstellung eines optimierten Was- serdampfgradienten) Einsatz von semipermeablen Handschu- hen im Rahmen der Prävention berufs- bedingter Hautkrankheiten zur Minimie- rung der durch Schutzhandschuhe indu- zierten Reizungen und Verstärkung der von Schutzhandschuhen ausgehenden Barriere- wirkung
<p>Sonsmann et al., 2011a: „<i>Einsatz semipermeabler Membranen in der Präven- tion und Kuration berufsbe- dingter Hauterkrankungen</i>“</p>	<p>Experiment / Labor</p>	<p>N=20, haut- gesunde Per- sonen mit AD</p>	<ul style="list-style-type: none"> Studiendauer/-ablauf: 5 Tage; Irritation der Haut am Unterarm mit NLS, 6 Std. / 3 Tage Abdeckung der Haut (6 Teststel- len inkl. Leer-/Kontrollstelle) mit ver- schiedenen Materialien (Patches 4x4 cm) Materialien: Semipermeable Polyethyl- englycol Membran (SPM) (Fa. 	<ul style="list-style-type: none"> Ohne Irritation: <ul style="list-style-type: none"> Keine signifikanten Veränderungen / Un- terschiede an bzw. zw. den Teststellen Tendenziell bessere Entwicklung der TEWL- und RHF-Werte unter SPM Mit Irritation: <ul style="list-style-type: none"> Signifikant geringere TEWL-, a*-, pH- Werte und bessere RHF-Werte und unter SPM im Vergleich zu PVC 	<ul style="list-style-type: none"> Keine negativen Auswirkungen semiper- meabler Membranen auf den symptom- freien Hautzustand von Personen mit AD Minimierung negativer Okklusionsef- fekte und Unterstützung der Barriere- regeneration durch semipermeable Hand- schuhe bei bestehenden Minimalformen einer irritativen Dermatitis (Schaffung optimaler Wasserdampfgradient)

<p>bei Personen mit atopischer Disposition³⁴⁹</p>			<p>Sympatex® Technologies GmbH), impermeable Polyvinylchlorid Membran (PVC)</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Evaluation: Hautphysiologische Messungen (TEWL, RHF, pH, a*); VS 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Signifikant geringere TEWL-Werte und bessere RHF-Werte unter SPM im Vergleich zu Leer-/Kontrollstelle ▪ Begünstige Bildung intraepidermaler Ödeme (erhöhte TEWL- / RHF-Werte), Verzögerung der Barriereregeneration und verstärkte Schuppung unter PVC 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entwicklung semipermeabler Schutzhandschuhe als Möglichkeit der Prävention von Berufsdermatosen 	
<p>Evaluation des Einflusses verschiedener Membranabdeckungen auf den (nicht) irritierten Hautzustand und Regenerationsverlauf der Haut von Personen mit AD</p>	<p>Strunk et al., 2015: „Barriere-regenerierende Effekte durch die Verwendung semipermeabler Handschuhmembranen unter okklusiven Schutzhandschuhen“ (Abstract/Poster)³⁵⁰</p>	<p>Experiment / Labor</p> <p>N=24, hautgesunde Personen</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Studiendauer: 24 Std. Irritation der Haut mit 0.5 % NLS, 6 Std. / 3 Tage teil-/okklusive Abdeckung der Haut (Gesamtdauer: 10 Tage) + Leer-/Kontrollstelle ▪ Materialien: Sympatex® vs. Vinyl vs. Sympatex®/Vinyl (teilokklusiv sowie okklusiv) ▪ Evaluation: Hautphysiologische Messungen (TEWL, RHF, pH, a*); Erfassungzeitpunkte: T0 (vor Irritation), T1 (nach Irritation), T2/T3/T4 (nach 1./2./3. Abdeckung) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ TEWL und Hautrötung (a*): Geringste Werte an Teststellen mit semipermeablen Materialkombinationen (okklusiv/teilokklusiv), höchste Werte an der okklusiv (Vinyl) abgedeckten Teststelle ▪ RHF: Signifikant höhere Werte an allen abgedeckten Teststellen im Vergleich zu Leer-/Kontrollstelle ▪ pH-Wert: Signifikant niedrigste pH-Werte an Teststellen mit semipermeablen Materialkombinationen (okklusiv/teilokklusiv) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Positive Beeinflussung der Barriereregeneration durch semipermeable Handschuhmaterialien (Schaffung optimaler Wasserdampfgradient) ▪ Minimierung des Risikos von Okklusionseffekten durch semipermeable Handschuhmaterialien ▪ Unterstützung der Barriereregeneration bei bestehenden Minimalformen einer irritativen Dermatitis durch semipermeable Handschuhmaterialien ▪ Einsatz von Sympatex® Handschuhen im Rahmen sekundär- und tertiärpräventiver Maßnahmen als sinnvolle Ergänzung eines funktionellen Hautschutzes bei gleichzeitiger Unterstützung der Heilung präexistenter berufsbedingter Hauterkrankungen 	
<p>Evaluation des regenerativen Potentials semipermeabler Handschuhe bei der Verwendung als Unterziehhandschuhe</p>	<p>Sonsmann, John, Gediga et al., 2015: „Überprüfung der Anwenderakzeptanz von semipermeablen Unterziehhandschuhen – Ergebnisse einer Vorstudie“ (Abstract/Poster)³⁵¹</p>	<p>Halbseiten-trageversuch berufliche Praxis</p>	<p>N=72, hautgesunde Personen, verschiedene Berufsbereichen (Reinigung, Hauswirtschaft,</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Studiendauer: 5 Tage ▪ Materialien: Sympatex®-Unterziehhandschuhe (Sympatex® Technologies GmbH) vs. bisher verwendeter Handschuhschutz ▪ Evaluation: Anwenderbefragung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sympatex®-Handschuhe: Problemlose Kombination mit protektiver Schutzausrüstung (83.7 %), signifikant bessere Bewertung von Klima und Schwitzempfinden, Abzüge Passform 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gute Anwenderakzeptanz der Sympatex®-Unterziehhandschuhe ▪ Vorteile der Sympatex®-Unterziehhandschuhe bei langen Tragezeiten impermeabler Schutzhandschuhe und in Tätigkeitsbereichen mit hohen Anforderungen an die Taktilität

³⁴⁹ Ergänzung der Angaben durch Daten aus unveröffentlichtem Projektbericht (Pilot-/Vorstudie *Hautschutz durch semipermeable Handschuhe*, HSH).

³⁵⁰ Teilprojekt der Studie ProTectio 0: Überprüfung der Anwenderakzeptanz und Wirksamkeit von SympaTex®-Handschuhen (2012-2014).

³⁵¹ Teilprojekt der Studie ProTectio 0: Überprüfung der Anwenderakzeptanz und Wirksamkeit von SympaTex®-Handschuhen (2012-2014).

Evaluation der Einsetzbarkeit semipermeabler Handschuhe als Unterziehhandschuhe im arbeitspraktischen Kontext

Gesundheitswesen, Montage, Friseurhandwerk)

Anhang 3.4 Fokus: Vergleich textiler und semipermeabler Membranen / Handschuhe

Tabelle 52: Übersicht verschiedener Studien, in denen der Fokus auf dem Vergleich der Effektivität textiler und semipermeabler Membranen und/oder Handschuhe lag

Autor/en, Studie, Ziel	Studienart	Kollektiv	Methodik	Ergebnisse	Schlussfolgerung
<p>Baack et al., 1996: „Use of a semipermeable Glove during Treatment of Hand Dermatitis“</p> <p>Evaluation der Effektivität von Baumwollhandschuhen und semipermeablen Handschuhen im Rahmen therapeutischer Behandlungen</p>	<p>Halbseiten-trageversuch Praxis, Kohortenstudie</p>	<p>N=46, Follow up n=30 Patienten/Patientinnen mit mäßigen bis schweren Dermatosen an den Händen aus verschiedenen Berufsbereichen (z. B. Maschinen-/Labor-/Büro-/Textilarbeit, Zahnmedizin)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Studiendauer: 15-70 Tage, Ø 31 Tage ▪ Studienablauf: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tägliche Behandlung mit topischen Steroiden und/oder Feuchtigkeitscremes (moisturizer) ▪ Verwendung der Handschuhe als Komforthandschuhe (Unterstützung der Externatherapie, n=mind. 12) oder als Unterziehhandschuhe im Berufsalltag (n=11) oder als Komfort- und Unterziehhandschuhe ▪ Materialien: Baumwollhandschuhe (n. a. Materialstärke) vs. semipermeable Handschuhe (Dermapor Glove® glove, W. L. Gore & Associates) ▪ Evaluation: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ärztliche Bewertung des Hautzustandes (Effloreszenzen: Erythem, Fissur, Lichenifikation, Schuppung); Erfassungszeitpunkte: T0 (Studienbeginn), T1 (Studienende) ▪ Anwenderbefragung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hautbefund/-zustand: Verbesserung unter beiden Handschuhen, keine Differenzen zw. den Interventionen ▪ Anwenderbefragung: Präferenz des semipermeablen Handschuhs u. a. hinsichtlich Haut- und Handkomfort (Kühlegefühl, Trockenheit, Reduktion Pruritus), Geschicklichkeit/Fingerfertigkeit (dexterity), Sauberkeit, Einfachheit Anwendung/Benutzerfreundlichkeit, Taktilität, Anziehverhalten 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erhöhte Toleranz und Compliance der semipermeablen Handschuhe ggü. den textilen Handschuhen ▪ Bedeutung der semipermeablen Handschuhe im Rahmen der Prävention und des Managements chronischer Dermatosen an den Händen als Ergänzung traditioneller Therapieformen
<p>Bishu & Chin, 1998: „Inner Gloves: How Good Are They?“ (Ergänzung: Bishu</p>	<p>Experiment / Labor, Trageversuch</p>	<p>N=9, hautgesunde Personen</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dauer: 10 Min. pro Aufgabe für 1 Std. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vergleichbare Leistungen der nicht behandschuhten Hand und der unterschiedlichen Handschuhkombinationen ▪ Allgemeine Abnahme von Leistungsfähigkeit/Ermüdung (fatigue) und Tragekomfort unter zeitlich andauernder 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verbesserung der Geschicklichkeit/Performanz unter Einsatz von Unterziehhandschuhen (Pegboard Test)

<p>& Muralidhar, 2003; Bishu et al., 2006)³⁵²</p>		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Materialien (n=8): u. a. Latex vs. Latex/Latex vs. Baumwolle/Latex vs. PTFE/Latex vs. Kontrolle³⁵³ ▪ Evaluation: Kontrollierte Kurz- und Langzeittestungen (z. B. Pegboard Test) 	<p>Handschuhverwendung, für welche zweite innere Handschuhlage als ursächlich angesehen wird</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Verschlechterung der Taktilität unter Einsatz von Unterziehhandschuhen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Weniger starke Einschränkung der Leistungsfähigkeit/Ermüdung³⁵⁴ und Taktilität durch Kombinationen aus Unterziehhandschuhen/Latex im Vergleich zu Kombinationen aus Baumwolle/Latex und Latex/Latex
<p>Damer, 2006: „<i>Epidermale Permeabilitätsbarriere Irritabilität und Regeneration in Abhängigkeit von psychischen Faktoren. Regeneration unter impermeablen und semipermeablen Handschuhmaterialien. Psychologische und hautphysiologische Untersuchungen.</i>“ (Dissertation)</p>	<p><i>Teilstudie I</i> Experiment / Labor (19.5 ± 0.5 °C, 48 ± 2 % r.F.)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Studiendauer/-ablauf: 9 Tage; 24 Std. Irritation der Haut mit 1 % NLS, 2 Mal 24 Std. Abdeckung der Haut (8 Teststellen am oberen Rücken) mit verschiedenen Handschuhmaterialien/-kombinationen + Leer-/Kontrollstelle ▪ Materialien: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Impermeable Membranen: Vinyl-Handschuhe/Vinyl 2000 PF (Fa. Meditrade®), Ethyl-Methylacrylat/ Ethiparat® (EMA, Fa. Ansell) ▪ Semipermeable Membranen: Gore Tex® (Fa. W. L. Gore & Associates GmbH), Sympatex® (Sympatex® Technologies GmbH) ▪ Textile Membran: Maximo-Baumwollhandschuhe (Fa. Bruno Barthel GmbH & Co.KG) ▪ Handschuhkombinationen: 1) Leerstelle, 2) EMA, 3) Sympatex®, 4) GoreTex®, 5) Vinyl, 6) Vinyl/ Sympatex®, 7) EMA/Sympatex®, 8) Vinyl/Baumwolle ▪ Evaluation: Hautphysiologische Messungen (TEWL, RHF, pH, Hautfarbe); 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Höhere RHF-Werte, niedrigere TEWL-, a*- und pH-Werte an den mit semipermeablen und textilen Materialien/-kombinationen abgedeckten Teststellen im Vergleich zu den mit impermeablen Materialien abgedeckten Teststellen und Leer-/Kontrollstelle, teilweise signifikant ▪ Tendenzielle Überlegenheit von Sympatex® (singulär und/oder kombiniert) ggü. Gore Tex® und Baumwolle/Vinyl 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Keine Störung des Regenerationsverlaufs durch semipermeable Materialien bei irritativen Hautveränderungen ▪ Kompensation der nachteiligen Wirkungen impermeabler Materialien in Form von Untermaterialien (Sympatex®)
<p>(Teiluntersuchung B: Hautphysiologie) Evaluation der Wirkungen im- und semipermeabler Schutzhandschuhmaterialien auf den Regenerationsverlauf der experimentell irritierten Haut</p>				
<p>(Teiluntersuchung B: Anwenderuntersuchung) Untersuchung der Wirkung von wasserdampfdurch-</p>				

³⁵² Die der bzw. den Untersuchungen zugrunde liegenden (Projekt-)Berichte sind nicht verfügbar; die bibliographischen Angaben finden sich bei Bishu und Goodwin (1997).

³⁵³ In dem Artikel von Bishu und Chin (1998) finden sich keine detaillierten Angaben zu den verwendeten Materialien, da es sich teilweise um Produkte von Sponsoren handelte. Den Ausführungen kann jedoch entnommen werden, dass Latex singulär (gekennzeichnet mit „L“), eine Kombination aus reinem Latex (Latex/Latex, „LL“), eine textile Kombination (Baumwolle/Latex, „CL“), Latex in Kombination mit drei weiteren nicht genannten Untermaterialien („L2, L3, L4“) sowie ein weiteres Untermaterial mit einer anderen Latex-Marke („AL3“) zur Anwendung kamen. Aus den Artikeln von Bishu und Muralidhar (2003) und Bishu et al. (2006) lässt sich entnehmen, dass sich unter den, bei Bishu und Chin (1998) drei weiteren nicht genannten Untermaterialien PTFE befand.

³⁵⁴ In den Artikeln bzw. Kapiteln von Bishu & Muralidhar (2003) und Bishu, Gnareswaran & Muralidhar (2006) finden sich unterschiedliche Aussagen bzw. Abbildungen zu diesem Aspekt.

und -undurchlässigen Handschuhmaterialien auf die irritativ geschädigte Haut

Erfassungszeitpunkte: Tag 1 (vor Irritation), Tag 2 (nach Irritation), Tag 3 (nach 1. Abdeckung), Tag 4 (nach 2. Abdeckung), Tag 5 (24 Std. nach Materialabdeckung), Tag 8/9 (4/5 Tage nach Ende Okklusion)

Teilstudie II

<p>Experiment / Labor, Halbseitentrageversuch (inkl. leichter Tätigkeiten, Texteingabe Tastatur) (19.5 ± 0.5 °C, 48 ± 2 % r.F.)</p>	<p>N=25, hautgesunde Personen</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Studiendauer: 60 Min. ▪ Materialien: Sympatex®-Handschuh (Sympatex® Technologies GmbH) vs. Vinyl-Einmalhandschuh ▪ Evaluation: Anwenderbefragung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sympatex®-Handschuh (jeweils Angabe der Mehrheit): Schwitzempfinden Note 1 (n=14/25), Passform Note 4 bzw. 5 (jeweils n=9/25), Tastgefühl Note 4 (n=11/25) ▪ Vinyl-Handschuh (jeweils Angabe der Mehrheit): Schwitzempfinden Note 4 (n=12/25), Passform Note 2 (n=12/25), Tastgefühl Note 2 (n=14/25) ▪ Präferenz: Vinyl-Handschuh (n=15/25), Sympatex®-Handschuh (9/25) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gutes Handschuhinnenklima (Verhinderung übermäßigen Schwitzens) ▪ Passform und Tastgefühl in Handschuhen stellen elementare Parameter der Anwenderakzeptanz dar ▪ Unterstützung sekundär- und tertiärpräventive Maßnahmen (Reduktion Rezidive) durch Einsatz von Schutzhandschuhen aus semipermeablen Membranen
<p>Kinaciyan et al., 2009: „<i>Efficiency of a new barrier glove in the treatment of chronic hand eczema</i>“ (Poster)</p> <p>Evaluation der Effektivität eines semipermeablen Handschuhs und einer Kombination aus einem semipermeablen und antimikrobiellen Handschuh im Vergleich zu einer Standardtherapie zur Behandlung von HE</p>	<p>Anwenderuntersuchung Praxis, Nicht-Unterlegenheitsstudie</p> <p>N=59, mit HE</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Studiendauer: 3 Wochen ▪ Kohorten, Handschuhmaterialien und Anwendungen: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Intervention 1 (n=30): Standardtherapie mit Glukokortikoiden (Diflucortolone valerate, Nerisona® Ointment) ▪ Intervention 2 (n=29) (Halbseitentrageversuch, 8 Std/Tag) <ul style="list-style-type: none"> ▪ a) Semipermeabler Handschuh (Polyester/mikroporöse Membran, Microair® In-Between, Fa. AL.PRE.TEC. S.r.l.) ▪ b) Antimikrobieller Handschuh (Seide/Silber, DermaSilk®, AL.PRE.TEC. S.r.l.) unter semipermeablem Handschuh ▪ Alle Kollektive: Basistherapie mit Locobase® Repair nach Bedarf ▪ Evaluation: SCORAD, HECSI, QoL, Mikrobiom; Erfassungszeitpunkte: T0 (Studienbeginn), T1 (1 Woche), T2 (2 Wochen), T3 (3 Wochen/Studienende) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ SCORAD: Besserung des Hautbefundes unter beiden Behandlungen, Überlegenheit der Intervention mit Handschuhen zu T2 und T3, keine statistisch signifikanten Unterschiede ▪ Gute Anwenderakzeptanz der Handschuhe und Basistherapie ▪ Verstärkung der Effekte der semipermeablen (Überzieh-)Handschuhe durch antimikrobielle (Unterzieh-)Handschuhe 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Äquivalente Therapieeffekte auf das milde bis chronische HE durch beide Interventionen ▪ Verstärkung der Therapieeffekte durch Kombination von Handschuhen und Behandlung möglich

<p>Kinaciyan et al., 2010: „<i>A new barrier glove shows comparable efficacy to a potent steroid in the treatment of mild to moderate severe chronic hand eczema</i>“ (Poster)</p>	<p>Anwenderuntersuchung, Nicht-Unterlegenheitsstudie</p>	<p>N=65, mit HE</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Studiendauer: 3 Wochen ▪ Kohorten, Materialien und Anwendungen: ▪ Intervention 1 (n=33): Standardtherapie mit Glukokortikoiden (Diflucortolone valerate, Nerisona® Ointment) ▪ Intervention 2 (n=32) (Halbseitentrageversuch, 8 Std/Tag) <ul style="list-style-type: none"> ▪ a) Semipermeabler Handschuh (Polyester/mikroporöse Membran, Microair® Barrier Glove, Fa. AL.PRE.TEC. S.r.l.) ▪ b) Textiler, antimikrobieller Handschuh (Seide/Silber, DermaSilk®, AL.PRE.TEC. S.r.l.) unter semipermeablem Handschuh ▪ Alle Kollektive: Basistherapie mit Locobase® Repair nach Bedarf ▪ Evaluation: SCORAD, HECSI, QoL, Mikrobiom: T0 (Studienbeginn), T1 (1 Woche), T2 (2 Wochen), T3 (3 Wochen/Studienende) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ SCORAD/HECSI: Besserung des Hautbefundes unter beiden Behandlungen, Überlegenheit der Intervention mit Handschuhen zu T2 und T3, keine statistisch signifikanten Unterschiede ▪ HECSI: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bessere Werteentwicklung unter Handschuhen bei Teilnehmenden mit moderatem ggü. denen mildem HE ▪ Bessere Werteentwicklung unter Handschuhen bei Teilnehmenden mit allergischem ggü. irritativen oder atopischem HE ▪ Guter Tragekomfort der Handschuhe (80 %), nachlassende Probleme (nicht definiert) mit fortschreitender Studiendauer ▪ Gute Anwenderakzeptanz der Basistherapie 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Äquivalente Therapieeffekte durch beide Interventionen auf mildes bis chronisches HE ▪ Verstärkung der Therapieeffekte durch Kombination von Handschuhen und Behandlung möglich ▪ Effektivität der semipermeablen Handschuhe bei allen Handekzemtypen (allergisches HE > atopisches HE > irritatives HE) ▪ Beschleunigte Abheilung von S. aureus positiven HE durch zusätzliche textile (Unterzieh-)Handschuhe
<p>Evaluation der Effektivität eines semipermeablen Handschuhs und einer Kombination aus einem semipermeablen und antimikrobiellen Handschuh im Vergleich zu einer Standardtherapie zur Behandlung von HE</p>	<p>Experiment / Labor, Trageversuch (inkl. Würfel-/Taktilitätstest)</p>	<p>N=20, hautgesunde Personen</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Studiendauer: 150 Min. ▪ Handschuhmaterialien: Polyethylenglycol (PUH) (Fa. Sympatex® Technologies GmbH) oder Baumwolle (BW) unter zwei Lagen chirurgischer OP-Handschuhe (Double Gloving) ▪ Evaluation: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hautphysiologische Messungen (SSWL, RHF, pH, a*) und Hauttemperatur; Erfassungszeitpunkte: T0 (Beginn Tragezeit) und T1 (nach Tragezeit) ▪ Anwenderbefragung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Semipermeable Handschuhkombination <ul style="list-style-type: none"> ▪ Signifikant niedrigere Hauttemperatur und RHF-Werte ▪ Signifikant höhere pH-Werte ▪ Signifikant bessere Bewertung von Beweglichkeit (PUH: Ø 2.35; BW: Ø 3.2), Taktilität (PUH: Ø 2.7; BW: Ø 3.7), Gesamtbeurteilung ▪ Keine signifikanten Unterschiede: Passform (PUH/BW: Ø 2.45), Tragekomfort (PUH: Ø 2.65; BW: Ø 2.8), Schwitzempfinden (PUH: Ø 2.75; BW: Ø 2.7), An- und Ausziehverhalten (PUH: Ø 2.4; BW: Ø 2.35) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erhöhung der Anwenderakzeptanz zum Tragen von Schutz- und Unterziehhandschuhen durch die Anwendung von semipermeablem Unterziehmaterial ▪ Beitrag zur Primärprävention von Berufsdermatosen ▪ Übertragbarkeit auf andere Berufsgruppen
<p>Evaluation der Eignung von Unterziehhandschuhen verschiedener Materialien für die Anwendung im OP-Bereich</p>	<p>Kurzzeit-Trageversuch berufliche Praxis</p>	<p>N=20, Friseurhandwerk,</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Studiendauer: 3 Tage / Unterziehhandschuh 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Semipermeable Handschuhkombination: Tastgefühl (Ø 2.65), Passform (Ø 3.44), Beweglichkeit (Einschränkung eher ‚gering‘), Feuchtegefühl (Ausprägung eher ‚gering bis mäßig‘), Missempfindungen/Unverträglichkeitsreaktionen (nein bei n=20/20) 	

³⁵⁵ Ergänzung der Angaben durch Daten aus unveröffentlichtem Projektbericht (Pilot-/Vorstudie *Hautschutz durch semipermeable Handschuhe*, HSH).

(HSH Phase 3) - Evaluation und Einsetzbarkeit als Unterziehhandschuh³⁵⁶

Evaluation der Anwenderakzeptanz von Unterziehhandschuhen aus Baumwolle und Sympatex® an Beschäftigten im Friseurgewerbe

hautgesunde Personen

- Materialien: Sympatex®-Unterziehhandschuhe (Fa. Sympatex® Technologies GmbH), Baumwollhandschuhe, Vinyl-Einmalhandschuhe
- Evaluation: Anwenderbefragung (Schulnotensystem)
- Textile Handschuhkombination: Tastgefühl (Ø 3.00), Passform (Ø 2.75), Beweglichkeit (Einschränkung eher ‚mäßig‘), Feuchtegefühl (Ausprägung eher ‚gering‘), Missempfindungen/Unverträglichkeitsreaktionen („nein“ bei n=17/20)
- Präferenz: Sympatex® (n=12), Baumwolle (n=8) aufgrund der Parameter Tragekomfort, Schweißbildung, Tastgefühl

³⁵⁶ Daten aus unveröffentlichtem Projektbericht (Pilot-/Vorstudie *Hautschutz durch semipermeable Handschuhe*, HSH).

ANHANG 4 EXEMPLARISCHE ÜBERSICHTEN TEXTILER HANDSCHUHE

In den nachfolgenden Tabellen finden sich exemplarische Übersichten textiler Handschuhe verschiedener Funktionen, Materialien und Ausstattungen.

Anhang 4.1 Unterzieh-/Komforthandschuhe ohne antimikrobielle Ausstattung

Tabelle 53: Exemplarische Übersicht textiler (Unterzieh-)Handschuhe aus verschiedenen Materialien bzw. Materialkombinationen

Nr.	Handschuhmodell	Unternehmen	Normung	Form / Stulpe	Material	Struktur	Größe / Länge	Farbe	Stärke / Gauge	Naht	Wäsche / Sterilisation	VPE / UVP ³⁵⁷
Baumwolle												
1	Fünffingerstrickhandschuh sehr leichte Qualität, ohne Bündchen (Art.-Nr. 56101-495) ³⁵⁸	Fa. Strickmoden Bruno Barthel GmbH & Co.KG (DEU)	EN 420 Kat. I (Öko-Tex)	Fünffinger, gesäumter Stulpenrand	100 % Baumwolle	Strick	7-11	Weiß	n. a.	Nein	Wäsche: Ja, 60 °C; Chemische Reinigung: PCE, Kohlenwasserstoff	10 Paar; n. a. Preis
2	Fünffingerstrickhandschuh sehr leichte Qualität (Art.-Nr. 56101-022) ³⁵⁹	Fa. Strickmoden Bruno Barthel GmbH & Co.KG (DEU)	EN 420 Kat. I (Öko-Tex)	Fünffinger, Strickbund	100 % Baumwolle	Strick	7-11	Weiß	SFG13 13 Gauge, Nm. 34/2 ³⁶⁰	Nein	Wäsche: Ja, 60 °C; Sterilisation: Ja; Chemische Reinigung: PCE, Kohlenwasserstoff	10 Paar; n. a. Preis
3	Fünffingerstrickhandschuh sehr leichte Qualität, langer Rand	Fa. Strickmoden Bruno Barthel GmbH & Co.KG (DEU)	EN 420 Kat. I (Öko-Tex)	Fünffinger, Strickbund	100 % Baumwolle	Strick	7-11	Weiß	SFG13 13 Gauge, Nm. 34/2 ³⁶⁰	Nein	Wäsche: Ja, 60 °C; Sterilisation: Ja; Chemische Reinigung:	10 Paar; n. a. Preis

³⁵⁷ Aufgeführt sind nur Modelle, die seitens der herstellenden bzw. vertreibenden Firmen explizit für die Anwendung als Unterzieh- und/oder Schutz-/Komforthandschuh angeboten bzw. ausgelobt werden. Die Angaben zur Verpackungseinheit (VPE) bzw. unverbindlichen Preisempfehlung (UVP) beziehen sich auf das Datum der Recherche (s. jeweilige Fussnote). Ggf. notwendige Umrechnungen erfolgten über den statischen Währungsrechner der Europäischen Kommission (URL: https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/procedures-guidelines-tenders/information-contractors-and-beneficiaries/exchange-rate-infoeuro_de).

³⁵⁸ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.maximo-arbeitsschutz.de/produkte/baumwoll-handschuhe/index.html> (Stand: 12.07.2022).

³⁵⁹ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.maximo-arbeitsschutz.de/produkte/baumwoll-handschuhe/index.html> (Stand: 12.07.2022).

³⁶⁰ Nach Angaben der Fa. Strickmoden Bruno Barthel GmbH & Co.KG (Auskunft per E-Mail vom 28.05.2021).

Nm bezeichnet die metrische Nummer eines Spinnfasergarnes und ist Bestandteil eines alten Garn-(Längen-)Nummerierungssystems, das trotz verbindlicher Etablierung des SI-Einheiten-Systems (dtex/tex) noch immer im Gebrauch ist (Gries, Veit & Wulfhorst, 2019; Kleinhansl & Reumann, 2000). Die Nummer eines Garns verhält sich dabei reziprok zur Feinheit, d. h., dickere bzw. gröbere Garne haben kleine und feinere Garne höhere Zahlwerte bzw. metrische Nummern (Kleinhansl & Reumann, 2000; H. Thomas, Reumann & Kleinhansl, 2000). Die Nm-Feinheit errechnet sich aus der Länge eines Garns in m, bezogen auf sein Gewicht in g (H. Thomas, Reumann & Kleinhansl, 2000).

Nm 34/2: 34 m dieses Materials (Garn) wiegen 1 g. Die Zahl 2 steht für die Anzahl der Garne im Zwirn, welche miteinander verzwirnt werden und zusammen 2 g wiegen (Meyer zur Capellen, 2012).

Nr.	Handschuhmodell	Unternehmen	Normung	Form / Stulpe	Material	Struktur	Größe / Länge	Farbe	Stärke / Gauge	Naht	Wäsche / Sterilisation	VPE / UVP ³⁵⁷
	(Art.-Nr. 56101-036) ³⁶¹										PCE, Kohlenwasserstoff	
4	Kinderfingerstrickhandschuh sehr leichte Qualität (Art.-Nr. 58101-019) ³⁶²	Fa. Strickmoden Bruno Barthel GmbH & Co.KG (DEU)	EN 420 Kat. I (Öko-Tex)	Halbfinger, gesäumter Stulpenrand	100 % Baumwolle	Strick	6, 8	Weiß	SFG13 13 Gauge, Nm. 34/2 ³⁶⁰	Nein	Wäsche: Ja, 60 °C; Sterilisation: Ja; Chemische Reinigung: PCE, Kohlenwasserstoff	10 Paar; n. a. Preis
5	Baumwollhandschuh ohne Fingerkuppen (Art.-Nr. 86101-000-708-) ³⁶³	Fa. Strickmoden Bruno Barthel GmbH & Co.KG (DEU)	EN 420 Kat. I (Öko-Tex)	Fingerkuppenlos, Strickbund	100 % Baumwolle	Strick	6, 7/8, 9/10	Weiß	SFG13 13 Gauge, Nm. 34/2 ³⁶⁰	Nein	Wäsche: Ja, 60 °C; Sterilisation: Ja; Chemische Reinigung: PCE, Kohlenwasserstoff	10 Paar; n. a. Preis
6	Baumwollhandschuh ohne Fingerkuppen (Art.-Nr. 86101-001-708-)	Fa. Strickmoden Bruno Barthel GmbH & Co.KG (DEU)	EN 420 Kat. I (Öko-Tex)	Fingerkuppenlos, Strickbund	100 % Baumwolle, Leika-Bündchen (kein Latex)	Strick	6, 7/8, 9/10	Weiß (farbiges Bündchen)	SFG13 13 Gauge, Nm. 34/2 ³⁶⁰ , Strickung mit 2-fach Garn	Nein	Wäsche: Ja, 60 °C; Sterilisation: Ja; Chemische Reinigung: PCE, Kohlenwasserstoff	10 Paar; n. a. Preis
7	Zwirnhandschuhe, steril (weiß, Art.-Nr. 3113/-ST) (grün, Art.-Nr. 3113Grün/-ST) ³⁶⁴	Fa. Aichele Medico AG (CHE)	n. a.	Fünffinger, gesäumter Stulpenrand	100 % Baumwolle	Gewirk	Weiß: 12 (7.0) -17 (9.5); grün: 11 (6.5) - 17 (9.5)	Weiß, Grün	n. a.	Ja	Sterilität: Ja; Wäsche/ Sterilisation: Nein	50 Paar; n. a. Preis
8	Zwirnhandschuhe, unsteril (weiß, Art.-Nr. 3113/-) (grün, Art.-Nr. 3113Grün/-) ³⁶⁵	Fa. Aichele Medico AG (CHE)	n. a.	Fünffinger, gesäumter Stulpenrand	100 % Baumwolle	n. a.	Weiß: 12 (7.0) -17 (9.5); grün: 11 (6.5) - 17 (9.5)	Weiß, Grün	n. a.	Ja	Sterilität: Nein; Wäsche/Autoklavierbarkeit: Nein	12 Paar; n. a. Preis
9	Zwirnhandschuhe, unsteril (Art.-Nr. 3230-) ³⁶⁶	NOBAMED Paul Danz AG (DEU)	MP Kat. I	Fünffinger, gesäumter Stulpenrand	100 % Baumwolle	n. a.	5.5-9	Weiß	n. a.	Ja	Sterilität: Nein, Wäsche/Sterilisation: Nein	1 Paar; 8.81 €/Paar

³⁶¹ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.maximo-arbeitsschutz.de/produkte/baumwoll-handschuhe/index.html> (Stand: 12.07.2022).

³⁶² Mehr Informationen unter der URL: <https://www.maximo-arbeitsschutz.de/produkte/baumwoll-handschuhe/index.html> (Stand: 12.07.2022).

³⁶³ Maximo Strickmoden Bruno Barthel GmbH & Co.KG (o.J.).

³⁶⁴ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.aichele-medico.ch/index.php?id=14&L=442> (Katalog für OP-Bereich Spital, S. 48) (Stand: 12.07.2022).

³⁶⁵ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.aichele-medico.ch/index.php?id=38&L=594> (Katalog für ZSVA / Sterilisation, S. 128) (Stand: 12.07.2022).

³⁶⁶ Mehr Informationen unter der URL: https://www.nobamed.com/de/op-handschuhe/260-3531-zwirnhandschuhe.html#/1293-massezvirnhandschuhe-op_gr_55/2860-vpe_zwirnhandschuhe-1_paar (Stand: 12.07.2022).

Nr.	Handschuhmodell	Unternehmen	Normung	Form / Stulpe	Material	Struktur	Größe / Länge	Farbe	Stärke / Gauge	Naht	Wäsche / Sterilisation	VPE / UVP ³⁵⁷
10	Zwirnhandschuhe, steril (Art.-Nr. 9192-) ³⁶⁷	NOBAMED Paul Danz AG (DEU)	MP Kat. I	Fünffinger, gesäumter Stulpenrand	100 % Baumwolle	n. a.	6-9	Weiß	n. a.	Ja	Sterilität: Ja; Wäsche/Sterilisation: Nein	25 Paar; 354.00 €/25 Paar
11	Unterzieh-Handschoener, fingerlos (Art.-Nr. 000110) ³⁶⁸	Fa. Fitzner GmbH & Co.KG Arbeitsschutz (DEU)	EN 420 Kat. I	Fingerlos, kein Bund	100 % Baumwolle	Trikot	Einheitsgröße	Natur	n. a.	Ja	Wäsche: Ja, 30 °C	250 Stück; 24.92€/ 125 Paar, zzgl. MwSt.
12	SOFT line Baumwollhandschuhe (Art.-Nr. MEG 13000-) ³⁶⁹	Fa. Franken-Medical Löffler GmbH (DEU)	n. a.	Fünffinger, gesäumter Stulpenrand	100 % Baumwolle	n. a.	XS-XXL	Weiß	n. a.	Ja	Wäsche: Ja; Sterilisation: Ja, bis 121 °C	5 Paar; n. a. Preis
13	Baumwollhandschuhe nero (Art.-Nr. 271-) ³⁷⁰	Fa. Franz Mensch GmbH (DEU)	EN 420 Kat. I	Fünffinger, geschichtet, gesäumter Stulpenrand	Baumwollmischung	Stoffartige Oberfläche	7-10 bzw. S-XL; 23-28 cm	Schwarz	n. a.	Ja	Wäsche: Nein	25x12 Paar; 81.10€/100 Paar, zzgl. MwSt.
14	Baumwollhandschuhe Cuff Light, nahtlos, natur (Art.-Nr. 2718-) ³⁷¹	Fa. Franz Mensch GmbH (DEU)	EN 420 Kat. I	Fünffinger, ungeschichtet, Strickbund	Baumwollmischung	Stoffartige Oberfläche	8-9 bzw. M-L; 23-24 cm	Weiß	n. a.	Nein	Wäsche: Nein	50x12 Paar; 59.25 €/100 Paar, zzgl. MwSt.
15	Baumwollhandschuhe Nature (Art.-Nr. 272-) ³⁷²	Fa. Franz Mensch GmbH (DEU)	EN 420 Kat. I, Lebensmitteleignung	Fünffinger, ungeschichtet, gesäumter Stulpenrand	Baumwollmischung	Stoffartige Oberfläche	7-10 bzw. S-XL; 25 cm	Natur	n. a.	Ja	Wäsche: Nein	50x24 Stück; 17.05 €/100 Stück, zzgl. MwSt.
16	Baumwollhandschuhe Nature Long (Art.-Nr. 27209-) ³⁷³	Fa. Franz Mensch GmbH (DEU)	EN 420 Kat. I, Lebensmitteleignung	Fünffinger, ungeschichtet, gesäumter Stulpenrand	Baumwollmischung	Stoffartige Oberfläche	8-10 bzw. M-XL; 35 cm	Natur	n. a.	Ja	Wäsche: Nein	25x24 Stück; 21.65 €/100 Stück, zzgl. MwSt.
17	Baumwollhandschuhe BLANC EXTRA	Fa. Franz Mensch GmbH (DEU)	EN 420 Kat. I	Fünffinger, geschichtet, gesäumter Stulpenrand	Baumwollmischung	Stoffartige Oberfläche	9/L; 35 cm	Weiß	n. a.	Ja	Wäsche: Nein	25x12 Paar; 77.70 €/100 Paar, zzgl. MwSt.

³⁶⁷ Mehr Informationen unter der URL: https://www.nobamed.com/de/op-handschuhe/261-3540-zwirnhandschuhe-steril.html#/1302-massezvirnhandschuhe_steril-op_grosse_7/2861-vpe_zwirnhandschuhe_steril-25_paar (Stand: 12.07.2022).

³⁶⁸ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.fitzner.de/Handschuhe/PRO-FIT-Handschuhe/Unterzieh-Handschoener-fingerlos-100-Baumwolle-250-Stueck-im-Beutel-oxid.html> (Stand: 12.07.2022).

³⁶⁹ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.franken-medical.de/de/artikelgruppen/hygiene/handschuhe-baumwolle-zwirn.html> (Stand: 12.07.2022).

³⁷⁰ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.franz-mensch.de/baumwollhandschuhe-nero> (Stand: 12.07.2022).

³⁷¹ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.franz-mensch.de/baumwollhandschuhe-cuff-light> (Stand: 12.07.2022).

³⁷² Mehr Informationen unter der URL: <https://www.franz-mensch.de/baumwollhandschuhe-nature> (Stand: 12.07.2022).

³⁷³ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.franz-mensch.de/baumwollhandschuhe-nature-long> (Stand: 12.07.2022).

Nr.	Handschuhmodell	Unternehmen	Normung	Form / Stulpe	Material	Struktur	Größe / Länge	Farbe	Stärke / Gauge	Naht	Wäsche / Sterilisation	VPE / UVP ³⁵⁷
	LONG (Art.-Nr. 2720) ³⁷⁴											
18	Baumwollhandschuhe Nature Extra Long (Art.-Nr. 27208) ³⁷⁵	Fa. Franz Mensch GmbH (DEU)	EN 420 Kat. I, Lebensmitteleig-	Fünffinger, gesäumter Stulpenrand	Baumwollmischung	Stoffartige Oberfläche	9/L; 45 cm	Natur	n. a.	Ja	Wäsche: Nein	25x24 Stück; 60.75 €/100 Stück, zzgl. MwSt.
19	Baumwollhandschuhe Cuff Light (Art.-Nr. 2719-) ³⁷⁶	Fa. Franz Mensch GmbH (DEU)	EN 420 Kat. I	Fünffinger, Strickbund	Baumwollmischung	Strick	8-9 bzw. M-L; 24 cm	Natur	n. a.	Nein	Wäsche: Nein	50x12 Paar; 58.50 €/100 Paar, zzgl. MwSt.
20	BODY&SOUL TOOLS Baumwollhandschuh (Müller-Art.-Nr. 2670596) ³⁷⁷	Fa. Müller Drogerie GmbH + Co. KG (Vertrieb) (DEU)	Nein	Fünffinger, gesäumter Stulpenrand	100 % Baumwolle	n. a.	Einheitsgröße; 19 cm	Weiß	n. a.	Ja	Wäsche: Ja, 30 °C	1 Paar; 2.99 €/Paar
21	Baumwollhandschuhe Cotton Gloves (dm-Art.-Nr. 628376) ³⁷⁸	Fa. dm-drogerie markt GmbH + Co. KG (DEU)	Nein	Fünffinger, gesäumter Stulpenrand	100 % Baumwolle	n. a.	Einheitsgröße	Rosa	n. a.	Ja	Wäsche: Ja, 60 °C	1 Paar; 1.95 €/Paar
22	Baumwollhandschuh (dm-Art.-Nr. 628376) ³⁷⁹	Fa. dm-drogerie markt GmbH + Co. KG (DEU)	Nein	Fünffinger, gesäumter Stulpenrand	100 % Baumwolle	n. a.	Einheitsgröße	Weiß	n. a.	Ja	Wäsche: Ja, 60 °C; Sterilisation: Ja, Dampf 121 °C	1 Paar; 2.75 €/Paar
23	tg® Handschuh (Fertigverband) (Art.-Nr. 24749 -24752) ³⁸⁰	Fa. Lohmann & Rauscher, GmbH & Co. KG (DEU)	MP Kat. I	Fünffinger, gesäumter Stulpenrand	100 % ungebleichte Baumwolle, Polyester (Nähgarn)	n. a.	4-5, 6-7, 7.5-8.5, 9-10	n. a.	n. a.	Ja	Wäsche: Ja, ≤ 95 °C; Sterilisation: Ja, Ethylenoxid, Strahlen, Dampf (134 °C, 7 Min.)	n. a.
24	Well B4 Care Textilhandschuh ³⁸¹	Well B4 / Jahns Onlinehandel (DEU)	n. a.	Fünffinger, Strickbund	100 % Baumwolle, Elastan Bündchen	Engmaschiges Gewebe	XS-XL	Schwarz, weiß	n. a.	Nein	Wäsche: Ja	1 Paar; 9.90 €/Paar

³⁷⁴ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.franz-mensch.de/baumwollhandschuhe-blanc-extra-long?number=2720> (Stand: 12.07.2022).

³⁷⁵ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.franz-mensch.de/baumwollhandschuhe-nature-extra-long> (Stand: 12.07.2022).

³⁷⁶ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.franz-mensch.de/baumwollhandschuhe-cuff-light/l-natur-27194> (Stand: 05.09.2022).

³⁷⁷ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.mueller.de/p/body-soul-tools-baumwollhandschuh-weiss-2670596/> (Stand: 11.07.2022).

³⁷⁸ Marke: trend It up. Mehr Informationen unter der URL: <https://www.dm.de/mivolis-baumwoll-handschuhe-p4058172323485.html> (Stand: 11.07.2022).

³⁷⁹ Marke: Mivolis: Mehr Informationen unter der URL: <https://www.dm.de/mivolis-baumwoll-handschuhe-p4058172323485.html> (Stand: 11.07.2022).

³⁸⁰ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.lohmann-rauscher.com/de-de/produkte/niedergelassener-bereich/dermatologie/tg-handschuh/?%20L=0> (Stand: 11.07.2022).

³⁸¹ Mehr Informationen unter der URL: <https://wellb4.de/well-b4-care-baumwollhandschuhe-eng-m/> (Stand: 11.07.2022) bzw. <https://www.amazon.de/WELL-B4-Dermatest-Baumwollhandschuhe-Schutzhandschuhe/dp/B098FCH2J3> (Stand: 22.02.2023).

Nr.	Handschuhmodell	Unternehmen	Normung	Form / Stulpe	Material	Struktur	Größe / Länge	Farbe	Stärke / Gauge	Naht	Wäsche / Sterilisation	VPE / UVP ³⁵⁷
25	Well B4 Care Textilhandschuh (Art.-Nr. 90129) ³⁸²	Well B4 / Jahns Onlinehandel (DEU)	n. a.	Fünffinger, gesäumter Stulpenrand	100 % Baumwolle	Engmaschiges Gewebe	XS-XXL; 21-31 cm	Schwarz, weiß, grau	n. a.	Ja	Wäsche: Ja	2 Paar; 9.90 €/2 Paar
26	Baumwoll-Strickhandschuhe (Art.-Nr. 014-) ³⁸³	Sänger GmbH (DEU)	EN 420 Kat. I	Fünffinger, Strickbund	100 % Baumwolle	Strick	7-11, S-XXL	Weiß	n. a.	Ja	n. a.	1 Paar; 0.87 €/Paar
27	GUT Baumwollhandschuhe (Art.-Nr. 5542) ³⁸⁴	Finnimort GmbH (DEU)	n. a.	Fünffinger, gesäumter Stulpenrand	100 % Baumwolle	Strick, mittelstarke Qualität	8 (Damen), 10 (Herren)	Weiß	n. a.	n. a.	n. a.	600 Paar; 0.61 €/Paar zzgl. MwSt.
28	5-Fg. Baumwoll-Trikot weiß mit Verstärkung (Art.-Nr. 580-6-PE12) ³⁸⁵	Leathertex Gloving (Pvt) Ltd. (PAK); Vertrieb: Fa. JAH GmbH (DEU)	EN 420 Kat. I, Lebensmittel, Öko-Tex 100	Fünffinger, Schichtel, gesäumter Stulpenrand	100 % Baumwolle	Trikot	6-13	Weiß	n. a.	n. a.	Wäsche: Nein	12 Paar; ab 15.71 €/12 Paar
29	Glattgestrickter Handschuh (Art.-Nr. A050) ³⁸⁶	Portwest Clothing Ltd (GBR)	CE Kat I.	Fünffinger, Strickbund	100 % Baumwolle (Polyester)	strick	XL	Beige	18 Gauge	Nein	n. a.	600 Paar; n. a. Preis
Nylon												
30	EDGE 76-200 (ex Stringknits) (Art.-Nr. 76-200) ³⁸⁷	Fa. Ansell (BEL)	EN 420 Kat. II, EN388 2016: 214X4	Fünffinger, Strickbund	100 % Nylon	Strickgewebe	7-10; 18-24 cm	Weiß	13 Gauge	Nein	Wäsche: Ja, 40 °C	12 Paar; n. a. Preis
31	Medical Nylon Glove Liner (Art.-Nr. M115) ³⁸⁸	Fa. Wells Lamont Industrial, LLC (USA)	n. a.	Fünffinger, Strickbund	100 % Nylon	Endlosfilamente	S-L	Weiß	n. a.	n. a.	Wäsche: Ja, 60 °C	25 Paar; n. a. Preis
32	Fisherbrand™ Low-Lint Nylon Men's Inspection Gloves (Art.-Nr. 19-013621) ³⁸⁹	Fa. Thermo Fisher Scientific (USA)	n. a.	Fünffinger, gesäumter Stulpenrand	100 % Nylon	Trikot	S-XL; 23 cm	Weiß	10 Denier	Ja	n. a.	12 Paar, ca. 3.00 €/Paar

³⁸² Mehr Informationen unter der URL: <https://wellb4.de/well-b4-care-baumwollhandschuhe-m/> (Stand: 11.07.2022) bzw. <https://www.amazon.de/Well-Baumwollhandschuhe-Stoffhandschuhe-Zwirnhandschuhe-Trikothandschuhe/dp/B07K8HPPF9Z> (Stand: 22.02.2023).

³⁸³ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.sanger.de/catalog/product/view/id/5151/s/strick/> (Stand: 11.07.2022).

³⁸⁴ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.finnimport.de/b2b/gut-baumwollhandschuhe> (Stand: 05.09.2022).

³⁸⁵ Mehr Informationen unter der URL: https://www.jah-gmbh.de/handschuhe/5-fg-baumwoll-trikot-weiss-mit-verstaerkung-gr-9_3203_1483/ (Stand: 05.09.2022).

³⁸⁶ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.portwest.com/products/view/A050/BER> (Stand: 04.11.2022)

³⁸⁷ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.ansell.com/de/de/products/edge-76-200> (Stand: 11.07.2022).

³⁸⁸ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.wellslamontindustrial.com/product/medical-nylon-liner-regular-cuff-full-finger-m115/> (Stand: 14.02.2023).

³⁸⁹ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.fishersci.com/shop/products/fisherbrand-low-lint-nylon-inspection-gloves-9/19013621#?keyword=glove%20liner> (Stand: 14.02.2023).

Nr.	Handschuhmodell	Unternehmen	Normung	Form / Stulpe	Material	Struktur	Größe / Länge	Farbe	Stärke / Gauge	Naht	Wäsche / Sterilisation	VPE / UVP ³⁵⁷
33	BioClean™ Halfingers (S-)BGHF, sterile und unsterile Variante	Fa. Nitritex Ltd (GBR)	Sterile Variante: ISO 11137-1:2006, ISO-Klasse 4	Fingerkuppenlos, Strickbund	100 % Nylon	Knitted	Einheitsgröße; 14.5 cm	Weiß	280 Denier	Nein	Nein; Sterile Variante: Reinraum-Kompatibilität	10 Paar; n. a. Preis
34	teXXor® Handschuh NYLON schwer (Art.-Nr. 1575) ³⁹⁰	BIG Arbeitsschutz GmbH (DEU)	EN 420 Kat. I	Fünffinger, mit Schichtel, gesäumter Stulpenrand	100 % Nylon	Strickgewebe	6-13; 20-27 cm	Weiß	n. a.	Ja	Wäsche: Nein	600 Paar; n. a. Preis
35	Nylon-Strickhandschuhe mit offenen Fingerspitzen (Art.-Nr. 01 588) ³⁹¹	Sänger GmbH (DEU)	EN 420 Kat. I	Fingerkuppenlos, Strickbund	100 % Nylon	Strick	Einheitsgröße	Weiß	Gauge 15	Nein	n. a.	1 Paar; 0.88 €/Paar
36	Halbfinger-Unterziehhandschuh (Art.-Nr. 330117) ³⁹²	Fa. IAB Reinraum-Produkte GmbH (DEU)	Kat. I	Fingerkuppenlos, Strickbund	100 % Nylon	n. a.	Einheitsgröße; 16 cm	Weiß, grün	n. a.	Nein	Wäsche: Ja	10 Paar; n. a. Preis
37	Nylon-Handschuh SimLite Fit (Art.-Nr. 331801) ³⁹³	Fa. IAB Reinraum-Produkte GmbH (DEU)	EN 388:2016: 0120X, ISO 7/8/9, Kat. II	Fingerkuppenlos, Strickbund	100 % Nylon	Strick	6-11 bzw. S-XX; 20-25 cm	Weiß	0.08±0.00 2 mm, 18 Gauge	Nein	Wäsche: Nein	10 Paar; n. a. Preis
38	Nylon Arbeitshandschuhe Flexlite (Art.-Nr. NYBL) ³⁹⁴	Fa. JBerger GmbH (CH)	PSA Kat. I, lebensmiteltauglich	Fünffinger, Schichtel, gesäumter Stulpenrand	100 % Nylon / Polyamid	n. a.	8, 10	Blau	n. a.	Ja	Wäsche: Ja	12 Paar; 24.00 €/Paar
39	Glove Liners (Fingerless Gloves) ³⁹⁵	Fa. FLEXOMATIC SDN BHD (MYS)	n. a.	Fingerlos, kein Bund	100 % Nylon	n. a.	Einheitsgröße; 120 ± 10 mm	Weiß	n. a.	Nein	Wäsche: Ja	50 Paar, n. a. Preis
Polyester												
40	teXXor® Feinstrickhandschuh POLYESTER (Art.-Nr. 2407) ³⁹⁶	BIG Arbeitsschutz GmbH (DEU)	EN 420 Kat. I	Fünffinger, Strickbund	100 % Polyester	Feinstrick	6-11; 19-24 cm	Weiß	13 Gauge (1,828 mm)	Ja	Wäsche: Nein	240 Paar; n. a. Preis

³⁹⁰ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.big-arbeitsschutz.de/texxor-handschuh/item-2-1575-nylon-.html> (Stand: 11.07.2022).

³⁹¹ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.sanger.de/catalog/product/view/id/4130/s/unterziehhandschuhe/> (Stand: 11.07.2022).

³⁹² Mehr Informationen unter der URL: <https://www.iab-reinraumprodukte.de/handschutz/mehrweg-handschutz/halbfinger-unterziehhandschuh> (Stand: 11.07.2022).

³⁹³ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.iab-reinraumprodukte.de/handschutz/mehrweg-handschutz/nylon-handschuh-simlite-fit> (Stand: 18.10.2022).

³⁹⁴ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.stoffhandschuhe.ch/Arbeitshandschuhe/Nylonhandschuhe/Nylon-Arbeitshandschuhe-FlexLite-blau::48.html> (Stand: 02.11.2022).

³⁹⁵ Mehr Informationen unter der URL: <https://flexomatik.com/products/glove-liners/> (Stand: 04.11.2022).

³⁹⁶ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.big-arbeitsschutz.de/texxor-feinstrickhandschuh/item-2-2407-feinstrick-.html> (Stand: 11.07.2022).

Nr.	Handschuhmodell	Unternehmen	Normung	Form / Stulpe	Material	Struktur	Größe / Länge	Farbe	Stärke / Gauge	Naht	Wäsche / Sterilisation	VPE / UVP ³⁵⁷
41	ESD-Handschuh MAY-Fit ECO (Art.-Nr. 33116-) ³⁹⁷	Fa. IAB Reinraum-Produkte GmbH (DEU)	Kat. II ESD	Fünffinger, elastischer Bund	Polyester, Antistatikum	Gewebe	7-11 bzw. S-XXL; 10-26 cm	Grau	n. a.	Nein	n. a.	10 Paar; n. a. Preis
Coolmax® (Materialgemische, Gruppe der Polyester)												
42	Coolmax® Glove Mitt (Art.-Nr. grb001) ³⁹⁸	Fa. GRB Gloves (GBR)	n. a.	Fünffinger, Strickbund	89 % Coolmax®, 7 % Nylon, 4 % Polyester	n. a.	S-L	Schwarz, weiß	n. a.	n. a.	n. a.	1 Paar; ca. 5.71 €/Paar
43	AirBoss® Defense Coolmax® Liner ³⁹⁹	AirBoss Defense Group, AirBoss) (USA); Vertrieb: Evolve Technologies Corporation	n. a.	Fünffinger, Strickbund	Coolmax®, Lycra, Viskose	Strick	S-L bzw. 6.5-10.5; 15.5-21.1 cm	Weiß	n. a.	Nein	n. a.	n. a.
Thermolite / Thermax (Materialgemische, Gruppe der Polyester)												
44	ActivArmr® 78-101 (ehemals: Therm-A-Knit®78-101) ⁴⁰⁰	Fa. Ansell (BEL)	EN 388:2016: 214X4, EN 407: X1XXXX, EN 511: 010	Fünffinger, Strickbund	Thermolite, Latex	Strickgewebe	7, 9; 22.4-25.4 cm		13 Gauge	Nein	Wäsche: Ja, 40 °C	144 Paar; n. a. Preis
45	Thermolite® Fingerless Mitt (Art.-Nr. grb008) ⁴⁰¹	Fa. GRB Gloves (GBR)	n. a.	Fingerlos, Strickbund	89 % Thermolite, 7 % Nylon/Lycra, 4 % Polyester/Lycra	n. a.	Einheitsgröße	Blau	n. a.	n. a.	n. a.	1 Paar; ca. 6.40 €/Paar
46	Portwest Thermolite (Unterzieh-)Handschuhe (art.-Nr. A115NAR) ⁴⁰²	Portwest Clothing Ltd (GBR)	PSA Kat I.	Fingerlos, Strickbund	Fünffinger, Strickbund	Gestrick	7-11	Marine	13 Gauge	n. a.	n. a.	1 Paar; 2.74 €/Paar
47	Seamless Knit Thermax® Glove (Art.-Nr. 41-001) ⁴⁰³	Fa. PROTECTIVE INDUSTRIAL PRODUCTS, INC. (USA)	Nein	Fünffinger, Strickbund	Thermax	Strick	M-L	Schwarz, weiß, blau	13 Gauge	Nein	Wäsche: Ja	24 Paar; n. a. Preis

³⁹⁷ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.iab-reinraumprodukte.de/handschutz/mehrweg-handschutz/esd-handschuh-mayfit-eco> (Stand: 11.07.2022).

³⁹⁸ Empfohlen für den Einsatz als Unterziehhandschuh unter NBC-Anzügen. Mehr Informationen unter der URL: <https://www.grbgloves.co.uk/product/coolmax-glove/> (Stand: 28.09.2021).

³⁹⁹ Empfohlen für bzw. typischerweise verwendet mit „AirBoss Defense Molded CBRN Gloves“. Mehr Informationen unter der URL: <https://evolve-ep.com/products/airboss-defense-coolmax-liner/> (Stand: 04.11.2022).

⁴⁰⁰ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.ansell.com/de/de/products/activarmr-78-101> (Stand: 04.11.2022).

⁴⁰¹ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.grbgloves.co.uk/product/thermolite-fingerless-mitt/> (Stand: 04.11.2022).

⁴⁰² Mehr Informationen unter der URL: <https://www.oxwork.com/de/portwest-thermolite-handschuhe-oder-unterziehhandschuhe.html> (Stand: 07.11.2022).

⁴⁰³ Mehr Informationen unter der URL: <https://us.pipglobal.com/en/products/?sclD=2560&cclD=11587&slD=28311&sslD=80228&pID=1502> (Stand: 15.02.2023).

Nr.	Handschuhmodell	Unternehmen	Normung	Form / Stulpe	Material	Struktur	Größe / Länge	Farbe	Stärke / Gauge	Naht	Wäsche / Sterilisation	VPE / UVP ³⁵⁷
Polyamid												
48	Polyamid-Stretch-Reinraum-Handschuhe, Fit (Art.-Nr. 12025) ⁴⁰⁴	Fa. MUNITEC Vertriebs-GmbH (DEU)	n. a.	Fünffinger, Strickbund	Polyamid	Strickware	S-XXL; 22-26 cm	Weiß	(extra dünn)	Nein	Wäsche: Ja, 40 °C	10 Paar; n. a. Preis
Viskose												
49	Gloves in silk for women/men ⁴⁰⁵	Dermacea Ltd (GBR)	n. a.	Fünffinger, kein Bund (Stretch)	Viskose	n. a.	S-L	Natur, Beige, Grau	n. a.	Nein	Wäsche: Ja	ca. 12 €/Paar
Lyocell / Tencel												
50	Prevent Handschuhe aus Lyocell (Art.-Nr. LY-H-) ⁴⁰⁶	Fa. Allcon GmbH (DEU)	N. A. (Oeko- Tex)	Fünffinger, gesäumter Stulpenrand	93 % Lyocell, 7 % Elastan	n. a.	XS-XXL	Weiß	n. a.	Ja, Außen-seite	Wäsche: Ja	1 Paar; 29.90 €/Paar
51	Prevent Zink-Handschuhe (Art.-Nr. ZI-H-) ⁴⁰⁷	Fa. Allcon GmbH (DEU)	N. A. (Oeko- Tex)	Fünffinger, gesäumter Stulpenrand	Lyocell, Zink/-oxid	n. a.	S-XXL	Weiß	n. a.	Ja, Außen-seite	n. a.	1 Paar; 29.90 €/Paar
52	DermaCura-Ekzemverband (Handschuhe) ⁴⁰⁸	BTO Products (DEU)	MP, Kat. I	Fünffinger, gesäumter Stulpenrand	98 % Tencel, 2 % Elastan	n. a.	n. a.	Weiß	n. a.	Ja	Wäsche: Ja, 60 °C	n. a.
Bambus (Viskose)												
53	Eczema Gloves Bamboo® (Art.-Nr. 110.0160) ⁴⁰⁹	Fa. Granberg AS (NOR)	EN ISO 21420:2020, CE Cat.I	Fünffinger, gesäumter Stulpenrand	Bambus/Viskose, Lycra	n. a.	XS-XL; 20-23 cm	Weiß	n. a.	Ja	Wäsche: Ja, 60 °C	n. a.
54	Adult Bamboo Eczema Gloves ⁴¹⁰	Fa./Plattform Skinshare.Sg (SGP)	n. a.	Fünffinger, gesäumter Stulpenrand	95 % Bambus, 5 % Lycra	n. a.	S-L; 21-23 cm	Weiß	n. a.	Ja	Wäsche: Ja, 60 °C	1 Paar; ca. 18.00 €/Paar

⁴⁰⁴ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.munitec-gmbh.de/polyamid-reinraum-handschuhe-glatt.html> (Stand: 18.10.2022).

⁴⁰⁵ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.skinniesuk.com/eczema-psoriasis/viscose> bzw. <https://www.skinniesuk.com/gloves-in-viscose-for-women?search=glove> (Stand: 11.07.2022).

⁴⁰⁶ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.allergieprodukte.de/handschuhe-lyocell> (Stand: 11.07.2022).

⁴⁰⁷ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.allergieprodukte.de/artikel-219?number=ZI-H-S> (Stand: 11.07.2022).

⁴⁰⁸ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.dermacura.de/> bzw. <https://www.dermacura.de/assortiment-2/> (Stand: 11.07.2022).

⁴⁰⁹ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.granberg.no/catalog/110.0160> (Stand: 11.07.2022). Laut Aussage des herstellendn Unternehmens handelt es sich hierbei um ein Modell, dass von der *Norwegian Asthma and Allergy Association (NAAF)* empfohlen wird.

⁴¹⁰ Mehr Informationen unter der URL: <https://skinshare.sg/product/adult-bamboo-gloves/> (Stand: 11.07.2022).

Nr.	Handschuhmodell	Unternehmen	Normung	Form / Stulpe	Material	Struktur	Größe / Länge	Farbe	Stärke / Gauge	Naht	Wäsche / Sterilisation	VPE / UVP ³⁵⁷
55	Bamboo Gloves for Adults ⁴¹¹	Allergy Shop Pty Ltd (AUS)	n. a.	Fünffinger, gesäumter Stulpenrand	95 % Bambus, 5 % Lycra	n. a.	XS-XL	Weiß	n. a.	Ja	n. a.	1 Paar; ca. 16.00 €/Paar
56	Bambusfaserhandschuh ⁴¹²	Singer Frères SAS, Vertrieb: Singer Safety (FRA)	PSA Kat. I	Fünffinger, Strickbund	80 % Bambusfaser, 15 % Elasthan, 5 % elastischer Faden (Handgelenk)	Strick (ein Faden)	Einheitsgröße	Blau	Gauge 13	Nein	Wäsche: Nein	10 Paar; n. a. Preis
57	Bamboo Finger-less Gloves ⁴¹³	Allergy Shop Pty Ltd (AUS)	n. a.	Fingerkuppenlos, Strickbund	92 % Bambus, 8 % Lycra		XS-L	Weiß	n. a.	Nein	Handwäsche	1 Paar; ca. 9.00 €/Paar
Seide												
58	Gloves in silk for women/men ⁴¹⁴	Dermacea Ltd (GBR)	n. a.	Fünffinger, gesäumter Stulpenrand	Seide, antimikrobielle Ausstattung	Woven	S-L	Natur, Beige, Grau	n. a.	Nein	Wäsche: Ja	1 Paar; ca. 33.00 €/Paar
59	SENSI-TOUCH® Silk Glove Liners ⁴¹⁵	Sentinel Laboratories Ltd (GBR)	n. a.	Fünffinger, ohne Bund	Seide	Ultra fine knitted	6.5-7.0 bis 8.5-9.0	Weiß	n. a.	n. a.	Wäsche: Ja, Handwäsche	1 Paar; kurz ca. 14.00 €/Paar, lang oder mit Bund ca. 16 €/Paar
60	Silk Gloves Light, Baselayer-Handschuh ⁴¹⁶	ESBT GmbH (DEU)	n. a.	Fünffinger, Strickbund	80 % Seide, 10 % Nylon, 10 % Elasthan	n. a.	XS-XL; 17-21 cm	Schwarz	n. a.	n. a.	Wäsche: Ja, Handwäsche	1 Paar; 14.95 €/Paar
Polacryl												
60	Unterzieh-Handschuh (Art.-Nr. FG631) ⁴¹⁷	Fortdress Group GmbH (DEU)	n. a.	Fünffinger, Strickbund	100 % Polyacryl	n. a.	Einheitsgröße	Schwarz	n. a.	Nein	n. a.	12 Paar; 2.95 €/Paar zzgl. Mwst.

⁴¹¹ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.theallergyshop.com.au/bamboo-gloves-for-adults> (Stand: 11.07.2022).

⁴¹² Mehr Informationen unter der URL: <https://www.singer.fr/de/p/feiner-bambusfaserhandschuh-gestricktunbeschichtet/FROST> (Stand: 18.10.2022).

⁴¹³ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.theallergyshop.com.au/bamboo-fingerless-gloves> (Stand: 12.07.2022).

⁴¹⁴ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.skinniesuk.com/eczema-psoriasis/silk-silk-eczema> bzw. <https://www.skinniesuk.com/eczema-psoriasis/silk-silk-eczema/silk-clothing-for-women/gloves-in-silk-for-women> (Stand: 11.07.2022).

⁴¹⁵ Variationen verfügbar. Mehr Informationen unter der URL: https://www.sentinel-laboratories.com/products/silk-glove-liners-range-sensi-touch-regular-length?_pos=4&_sid=6df5dfd59&_ss=r bzw. https://www.sentinel-laboratories.com/products/silk-glove-liners-range-sensi-touch-cuffed-silk-glove-liners?_pos=3&_sid=6df5dfd59&_ss=r (Stand: 11.07.2022).

⁴¹⁶ Marke: Hirzl. Mehr Informationen unter der URL: <https://www.hirzl.one/de/outdoor-de/silk-gloves-light-de> (07.11.2022).

⁴¹⁷ Mehr Informationen unter der URL: <https://fortdress-shop.de/de/unterzieh-handschuh.html> (Stand: 07.11.2022).

Nr.	Handschuhmodell	Unternehmen	Normung	Form / Stulpe	Material	Struktur	Größe / Länge	Farbe	Stärke / Gauge	Naht	Wäsche / Sterilisation	VPE / UVP ³⁵⁷
61	Thermal Black Acrylic Fingerless Gloves (Art.-Nr. PBK7FL) ⁴¹⁸	WorkGloves.co.uk (GBR)	PSA Kat. I	Fingerkuppenlos, Strickbund	Acryl	Strick	Einheitsgröße	Schwarz	n. a.	Nein	n. a.	1 Paar; ca. 1.00 €/Paar
62	CLASSIC ACRYLIC LINER GLOVE (Art.-Nr. FG301) ⁴¹⁹	JGM International t/as FlexiTog (GBR)	PSA Kat. I	Fünffinger, Strickbund	Acryl	Strick	XS-XXL; 15-30 cm	Schwarz	13 Gauge	n. a.	n. a.	1 Paar; ca. 4.10 €/Paar zzgl. Mwst.
Polypropylen (Materialgemische)												
63	Meraklon® Glove Mitt (Art.-Nr. grb009) ⁴²⁰	Fa. GRB Gloves (GBR)	n. a.	Fünffinger, Strickbund	90 % Polypropylen, 6 % Nylon/Elastan, 4 Polyester/Lycra	n. a.	Einheitsgröße	Rot	n. a.	n. a.	n. a.	1 Paar; ca. 4.60 €/Paar
64	Rothco G.I. Polypropylene Glove Liners (Art.-Nr. 8413) ⁴²¹	Fa. Rothco (GBR)	Mil-Spec A-A-52087A	Fünffinger, Strickbund	100 % Polypropylen	n. a.	Einheitsgröße	Schwarz, grün	n. a.	n. a.	n. a.	1 Paar; ca. 12.60 €/Paar
65	Seamless Knit Polypropylene Glove (Art.-Nr. 41-005) ⁴²²	Fa. PROTECTIVE INDUSTRIAL PRODUCTS, INC. (USA)	Nein	Fünffinger, Strickbund	Thermal Yarn / Polypropylen	Strick	XS-XL	Weiß	13 Gauge	Nein	Wäsche: Ja	24 Paar; n. a. Preis
66	Light Cold ⁴²³	Fa. PROCOVES (FRA)	EN388:2016 : 114X4, EN511:2006 : X1X, Lebensmittel-leignung	Fünffinger, Strickbund	Polypropylen, Lycra	Strick	9	Blau	13 Gauge	Nein	Wäsche: Ja, 40 °C	250 Paar; n. a. Preis
Polyurethan (Materialgemische)												
67	Seamless Knit Thermal Yarn/Elastane Glove (Art.-Nr. 41-002) ⁴²⁴	Fa. PROTECTIVE INDUSTRIAL PRODUCTS, INC. (USA)	Nein	Fünffinger, Strickbund	Thermal Yarn (Thermal Yarn/Lycra), Elastan	Strick	L	Weiß	13 Gauge	Nein	Wäsche: Ja	24 Paar; n. a. Preis
Materialgemische mit Baumwolle												
68	Baumwoll/Nylon-Strickhandschuh	Fa. JAH GmbH (DEU)	EN 420, Kat. 1	Fünffinger, Strickbund	30 % Baumwolle, 70 % Polyamid	Feinstrick	7-10	Weiß	10 Gauge	Nein	Wäsche: Nein	12 Paar; 2.70 €/Paar

⁴¹⁸ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.workgloves.co.uk/thermal-black-acrylic-fingerless-pbk7fl-gloves.html> (Stand: 22.02.2023).

⁴¹⁹ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.flexitog.eu/shop/fg301-classic-acrylic-liner-glove-fg301-4896?category=26#attr=6273> (Stand: 17.02.2023).

⁴²⁰ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.grbgloves.co.uk/product/meraklon-glove/> (Stand: 04.11.2022).

⁴²¹ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.rothco.com/product/rothco-gi-polypropylene-glove-liners> (Stand: 04.11.2022).

⁴²² Mehr Informationen unter der URL: <https://us.pipglobal.com/en/products/?scID=2560&ccID=11587&slID=28311&ssID=80227&pID=1507> (Stand: 15.02.2023)

⁴²³ Mehr Informationen unter der URL: <https://wleiprocovs.com/de/produkt/light-cold/> (Stand: 18.04.2023).

⁴²⁴ Mehr Informationen unter der URL: <https://us.pipglobal.com/en/products/?scID=2560&ccID=11587&slID=28311&ssID=80228&pID=1506> (Stand: 15.02.2023)

Nr.	Handschuhmodell	Unternehmen	Normung	Form / Stulpe	Material	Struktur	Größe / Länge	Farbe	Stärke / Gauge	Naht	Wäsche / Sterilisation	VPE / UVP ³⁵⁷
	(Art.-Nr. SG-2200-8-PE12) ⁴²⁵											
69	PAS-Handschuhe (Art.-Nr. 56101-025) ⁴²⁶	Fa. maximo Strickmoden Bruno Barthel GmbH & Co.KG (DEU)	EN 420, EN236	Fünffinger, Strickbund	Polyamidseide, Baumwolle	Strick	7-11	Weiß	n. a.	Nein	Wäsche: Ja, 40 °C	10 Paar; n. a.
70	teXXor® topline Feinstrick-Handschuh BAUMWOLLE/NYLON (Art.-Nr. 1920) ⁴²⁷	BIG Arbeitsschutz GmbH (DEU)	EN 420:2003+A 1:2009, EN 388:2016: 214XX	Fünffinger, Strickbund	65 % Nylon, 35 % Baumwolle	Feinstrick	7-10; 23-26 cm	Beige	13 Gauge (1.828 mm)	Ja	Wäsche: Nein	240 Paar; n. a. Preis
71	Tiger Paw® 76-301 (Art.-Nr. 76-301) ⁴²⁸	Fa. Ansell (BEL)	EN 388:2016: 214XB	Fünffinger, Strickbund	Polycotton (Polyester / Baumwolle), PVC Beschichtung, Bund Latex	Plattiertes Strickgewebe	7-10; 23.5-27.1 cm	Weiß, blau	13 Gauge	Ja	Wäsche: Nein	12 Paar; n. a. Preis
72	Polyamid-Baumwoll-Feinstrickhandschuh (Art.-Nr. 540) ⁴²⁹	Fa. Fitzner GmbH & Co.KG Arbeitsschutz (DEU)	EN 388:2016: 1140X	Fünffinger, Strickbund	Baumwolle (innen), Polyamid (außen)	Plattiertes Feinstrickgewebe, Rundstrick	6-10	Weiß	13 Gauge	Nein	Wäsche: Nein	12 Paar; 0.89 €/Paar zzgl. Mwst.
73	Supertouch Fingerless Polycotton Stockinet Glove Liners 252W4 ⁴³⁰	Allied International Trading Ltd T/As Supertouch; Vertrieb: Health and Care Ltd (GBR)	PSA Kat. I	Fingerkuppenlos, Strickbund	Polyester, Baumwolle (Polycotton)	Strick	Einheitsgröße	Natur	n. a.	n. a.	Wäsche: Ja	10 Paar; ca. 1.37 €/Paar zzgl. Mwst.
74	Three-Quarter Glove Liner (Art.-Nr. 501-00) ⁴³¹	Impacto Protective Products Inc. (CAN)	EN 420, EN 388:2003:32 31	Fingerkuppenlos, gesäumter Stulpenrand	Polycotton, Polsterung: Viskoelastisches Polymer	Vier-Wege-Stretch	XS-XXL; 15-28 cm	Blau	n. a.	Ja	n. a.	1 Paar; ca. 21.50 €/Paar

⁴²⁵ Mehr Informationen unter der URL: https://www.jah-gmbh.de/handschuhe/5-fg-feinstrick-gr-9_3438_2124/ (Stand: 11.07.2022).

⁴²⁶ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.maximo-arbeitsschutz.de/produkte/pas-handschuhe/index.html> (Stand: 11.07.2022).

⁴²⁷ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.big-arbeitsschutz.de/texxor-topline-feinstrick-handschuh/item-1-1920-180.html> (Stand: 11.07.2022).

⁴²⁸ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.ansell.com/de/de/products/tiger-paw-76-301> (Stand: 11.07.2022).

⁴²⁹ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.fitzner.de/handschuhe/Polyamid-Baumwoll-Feinstrickhandschuh-ohne-Punktbenopfung-oxid.html?listtype=search&searchparam=Pro-Fit%20540&&order=> (Stand: 18.10.2022).

⁴³⁰ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.safetygloves.co.uk/supertouch-fingerless-polycotton-stockinet-glove-liners-252w4.html> (Stand: 04.11.2022).

⁴³¹ Verschiedene Ausführungen. Mehr Informationen unter der URL: <https://www.impacto.ca/products/the-original-liner/> (Stand: 14.02.2023).

Nr.	Handschuhmodell	Unternehmen	Normung	Form / Stulpe	Material	Struktur	Größe / Länge	Farbe	Stärke / Gauge	Naht	Wäsche / Sterilisation	VPE / UVP ³⁵⁷
Materialgemische mit Wolle												
75	Handschuhe 1/2 Finger (Art.-Nr. 373-200) ⁴³²	Medima® - Peters GmbH (DEU)	n. a. (Oeko-Tex)	Fingerkuppenlos, Strickbund	35 % Angora, 35 % Polyamid, 27 % Wolle, 3 % Elastan	n. a.	Einheitsgröße	Haut (beige), schwarz	n. a.	n. a.	Wäsche: Ja, 40 °C	1 Paar; 26.50 €/Paar
76	Merino Wool Liner Glove Mitt (Art.-Nr. grb007) ⁴³³	Fa. GRB Gloves (GBR)	n. a.	Fünffinger, Strickbund	92 % Merinowolle, 4 % Nylon/Elastan, 4 % Polyester/Gummi	n. a.	Einheitsgröße	Blau, rot, schwarz, grün	n. a.	n. a.	n. a.	1 Paar; ca. 10.30 €/Paar
77	SEALSKINZ Merino Glove Liner Fingerless (Art.-Nr. 9933) ⁴³⁴	RIEHL Military & Outdoor Equipment (DEU)	n. a.	Fingerlos, Strickbund	98 % Merinowolle, 2 % Elastan	n. a. (einlagig)	Einheitsgröße	Schwarz	n. a.	n. a.	Wäsche: Ja, 30 °C	1 Paar; 12.95€/Paar zzgl. MwSt.
78	SEALSKINZ Merino Glove Liner (Art.-Nr. 13547) ⁴³⁵	RIEHL Military & Outdoor Equipment (DEU)	n. a.	Fünffinger, Strickbund	98 % Merinowolle, 2 % Elastan	n. a. (einlagig)	Einheitsgröße	Schwarz	n. a.	n. a.	Wäsche: Ja, 30 °C	1 Paar; 12.95€/Paar zzgl. MwSt.

Anhang 4.2 Unterzieh-/Komforthandschuhe mit antimikrobieller Ausstattung

Tabelle 54: Exemplarische Übersicht textiler Unterzieh-/Komforthandschuhe mit antimikrobieller Ausstattung⁴³⁶

Nr.	Handschuhmodell	Unternehmen	Normung	Form / Stulpe	Material	Struktur	Größe / Länge	Farbe	Stärke / Gauge	Naht	Wäsche / Sterilisation	VPE / UVP
SeaCell / Algen												
1	Metz Seastar (Art.-Nr. 8444042) ⁴³⁷	Fa. Hase Safety Gloves GmbH (DEU)	EN 21420 Kat. I	Fünffinger, Strickbund	52 % Polyester 36 % Baumwolle, 12 % SeaCell®	n. a.	6-13	Natur	n. a.	n. a.	n. a.	300 Paar; n. a. Preis

⁴³² Mehr Informationen unter der URL: <https://www.medima.de/shop/handschuhe-1-2-finger.html> bzw. https://www.careshop.de/Gesundheit/Waesche/Waermewaesche/Medima-Handschuhe-1-2-Finger?sCategory=111&number=CAR16133&utm_source=google&utm_medium=organic&utm_content=surfaces (Stand: 03.11.2022).

⁴³³ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.grbgloves.co.uk/product/merino-wool-liner-glove/> (Stand: 04.11.2022).

⁴³⁴ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.riehl-military.com/detail/index/sArticle/23437> (Stand: 04.11.2022).

⁴³⁵ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.riehl-military.com/detail/index/sArticle/26153> (Stand: 04.11.2022).

⁴³⁶ Aufgeführt sind nur Modelle, die seitens der herstellenden bzw. vertreibenden Firma explizit für die Anwendung als Unterzieh- und/oder Schutz-/Komforthandschuh angeboten werden. Die Angaben zur Verpackungseinheit (VPE) bzw. unverbindlichen Preisempfehlung (UVP) beziehen sich auf das Datum der Recherche (s. jeweilige Fussnote).

⁴³⁷ Hase Safety Gloves (2022).

Nr.	Handschuhmodell	Unternehmen	Normung	Form / Stulpe	Material	Struktur	Größe / Länge	Farbe	Stärke / Gauge	Naht	Wäsche / Sterilisation	VPE / UVP
2	Heilhandschuhe Seacell ⁴³⁸	TSR-MediteX (DEU)	n. a. (Öko- Tex)	Fünffinger, gesäumter Stulpenrand	7 % Baumwolle, 23 % Cellulose, 6 % Algen, 1 % Silber	n. a.	S-L	Weiß	n. a.	n. a.	Wäsche: Ja, 60 °C	1 Paar; 21.75 €/Paar
Silber / Silberverbindungen												
3	Silberhandschuhe, kurze Stulpe (Art.-Nr. 21200, 21201, 21202) ⁴³⁹	Fa. BestSilver GmbH & Co. KG (DEU)	Nein (Öko- Tex)	Fünffinger, Strickbund	88 % Baumwolle, 3 % Polyamid, 8 % Silberfaser, 1 % Elasthan	n. a.	X-S bis L-XXL bzw. 6-6.5 bis 9-10.5	Silbergrau	n. a.	Ja	Wäsche: Ja, Handwäsche, 30 °C (BestSilver KG, o.J.b)	2 Paar; 25.95 €/2 Paar; 23.36 €/ab 3 Packungen
4	Silberhandschuhe, fingerlos (Art.-Nr. 21222-, 21221-) ⁴⁴⁰	Fa. BestSilver GmbH & Co. KG (DEU)	Nein (Öko- Tex)	Fingerkuppenlos, Strickbund	88 % Baumwolle, 3 % Polyamid, 8 % Silberfaser, 1 % Elasthan	n. a.	S-M bis L-XXL bzw. 7-8.5 bis 9-10.5	Silbergrau	n. a.	Ja	Wäsche: Ja, Handwäsche, 30 °C (BestSilver KG, o.J.b)	2 Paar; 28.75 €/2 Paar; 25.87 €/ab 3 Paar
5	Klinik Reinraum Handschuhe (Art.-Nr. 21241-MED) ⁴⁴¹	Fa. BestSilver GmbH & Co. KG (DEU)	Nein (Öko- Tex)	Fünffinger, Strickbund	93 % Polyamid, 5 % Silberfaser (aus 99,9 % igem reinen Silber und 3 % Elasthan)	n. a.	S-M bis L-XXL bzw. 7-8.5 bis 9-10.5	Ivory	n. a.	Nein	Wäsche: Ja, Handwäsche, 30 °C (BestSilver KG, o.J.b)	1 Paar; 25.95 €/ Paar; 23.36 €/ab 2 Paar
6	Raynaud Handschuhe nahtlos Viskose/Silber (Art.-Nr. 21205-RAY) ⁴⁴²	Fa. BestSilver GmbH & Co. KG (DEU)	Nein (Öko- Tex)	Fünffinger, Strickbund	75 % Viscose, 12 % Silberfaser, 10 % Polyamid, 3 % Elasthan	n. a.	XS bis XXXL bzw. 6-6.5 bis 11+	Schwarz	n. a.	Nein	Wäsche: Ja, Handwäsche, 30 °C (BestSilver KG, o.J.b)	1 Paar; 25.95 €/ Paar; 23.36 €/ab 2 Paar
7	BINAMED® - Fingerhandschuhe ⁴⁴³	Fa. Binamed Moll GmbH (DEU)	MP Kat. I	Fünffinger, Strickbund	14 % Silbergarn (reines Silber), 79 % Micromodal, 7 % Lycra	n. a.	S-XXL	Grau	n. a.	Nein	Wäsche: Ja, 60 °C	1 Paar; 67.90 €/Paar
8	BINAMED® - Fingerhandschuhe ohne Kuppen ⁴⁴⁴	Fa. Binamed Moll GmbH (DEU)	MP Kat. I	Fingerkuppenlos, Strickbund	14 % Silbergarn (reines Silber), 79 % Micromodal, 7 % Lycra	n. a.	S-XXL	Grau	n. a.	Nein	Wäsche: Ja, 60 °C	1 Paar; 67.90 €/Paar
9	Silver25-Handschuhe für Damen bei Neurodermitis	Fa. Silver25 (DEU)	n. a. (Öko- Tex)	Fünffinger, Strickbund	75 % Baumwolle, 25 % Silberfaser (silberummantelter Polyamidkern)	n. a.	S-L	Grau	n. a.	Ja, Außen-seite	n. a.	1 Paar; ab 40.00 €/Paar

⁴³⁸ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.shop-mediteX.de/home/Heilhandschuhe-Seacell-p270155153> (Stand: 11.07.2022).

⁴³⁹ Mehr Informationen unter der URL: <https://bestsilver.de/sport-reise-freizeit/silberhandschuhe/8/silber-handschuhe-nahtlos-2-paar?number=21200> (Stand: 16.06.2023).

⁴⁴⁰ Mehr Informationen unter der URL: <https://bestsilver.de/sport-reise-freizeit/silberhandschuhe/19/fingerlose-silber-handschuhe-2-paar?number=21221> bzw. <https://bestsilver.de/arbeit-beruf/fuer-kaufleute/22/silber-berufhandschuhe-fingerlos-2-paar> (Stand: 16.06.2023).

⁴⁴¹ Mehr Informationen unter der URL: <https://bestsilver.de/arbeit-beruf/aerzteklippflege/76/klinik-reinraum-handschuhe> (Stand: 07.11.2022).

⁴⁴² Mehr Informationen unter der URL: <https://bestsilver.de/vorbeugung-hilfe/bei-raynaud/203/raynaud-handschuhe-nahtlos-viskose/silber> (Stand: 07.03.2023).

⁴⁴³ Binamed® Moll GmbH (2021a).

⁴⁴⁴ Binamed® Moll GmbH (2022).

Nr.	Handschuhmodell	Unternehmen	Normung	Form / Stulpe	Material	Struktur	Größe / Länge	Farbe	Stärke / Gauge	Naht	Wäsche / Sterilisation	VPE / UVP
	(Art.-Nr. S25-DA-611-2-1) ⁴⁴⁵											
10	Well B4 Care Textilhandschuh (Art.-Nr. 20662) ⁴⁴⁶	Well B4 / Jahns Onlinehandel (DEU)	n. a.	Fünffinger, Strickbund	100 % Baumwolle, Silberfäden; Touchscreen kompatibel	Engmaschiges Gewebe, Trikot	XS-XL	Grau	n. a.	Nein	Wäsche: Ja	ca. 16.90 €/Paar (Ver-/Kauf über Amazon)
11	PADY CARE® Handverband ohne Fingerspitzen (Art.-Nr. 708-) ⁴⁴⁷	TEXAMED GmbH (DEU)	MP Kat. I	Fingerkuppenlos, gesäumter Stulpenrand	100 % versilberte Polyamidfasern	n. a.	3/4/6/7.5/9/10/12/14	Grau / Silber	n. a.	n. a.	Wäsche: Ja, 30 °C	1 Paar; ab 66.43 €/Paar (Preisliste: 11/2017)
12	PADY CARE® Handverband (Art.-Nr. 70-) ⁴⁴⁸	TEXAMED GmbH (DEU)	MP Kat. I	Fünffinger, gesäumter Stulpenrand	100 % versilberte Polyamidfasern	n. a.	3/4/6/7.5/9/10/12/14	Grau / Silber	n. a.	n. a.	Wäsche: Ja, 30 °C	1 Paar; ab 51.78 €/Paar (Preisliste: 11/2017)
13	Shieldex® Hygiene-Handschuhe ⁴⁴⁹	Fa. Statex Produktions- und Vertriebs GmbH (DEU)	n. a. (Öko-Text)	Fünffinger, gesäumter Stulpenrand	78 % versilbertes Polyamid 6 (Nylon), 22 % Elastomer	n. a.	XS-L	Grau / Silber	n. a.	Ja	Wäsche: Ja, 30 °C, Handwäsche	1 Paar; 39.95 €/Paar
14	Handschuhe aus Med-tex ⁴⁵⁰	Fa. Statex Produktions- und Vertriebs GmbH (DEU)	n. a. (Öko-Text)	Fünffinger, gesäumter Stulpenrand	100 % Polyamid, oberflächenversilbert mit 99.9 % Silber	n. a.	S-L	Grau / Silber	n. a.	Ja	n. a.	1 Paar; 49.90-53.90 €/Paar
15	Baumwolle mit Silberfasern, Halbfinger (Art.-Nr. 300600100) ⁴⁵¹	Fa. Dastex Reinraumzubehör GmbH & Co. KG (DEU)	n. a.	Fingerkuppenlos, Strickbund	88 % Baumwolle, 8 % Silberfaden (Shieldex), 3 % Polyamid, 1 % Elastan	Gestrick	XS-L bzw. 6/6.5-9/10.5; 16.5-28 cm	Hellbraun meliert	n. a.	n. a.	n. a.	2 Paar; n. a. Preis
16	Alice™ Hamilton Antimicrobial Gloves ⁴⁵²	Fa. AmorSui (USA)	16CFR1303	Fünffinger, zweifach gesäumter Stulpenrand	Polyester, Silvadur™ (Silberionen, bis zu 50 Wäschen); Touchscreen kompatibel	Strick	XS/S, M/L	Schwarz, grau, pink	n. a.	Ja	Wäsche: Ja	1 Paar; ca. 75.00 €/Paar

⁴⁴⁵ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.silver25.de/Neurodermitiswaesche/Damen/Handschuhe/Handschuhe-fuer-Damen-mit-Neurodermitis-grau::3262.html> (Stand: 11.07.2022).

⁴⁴⁶ Mehr Informationen unter der URL: <https://wellb4.de/well-b4-care-baumwollhandschuhe-eng-silber-m/> (Stand: 11.07.2022).

⁴⁴⁷ Mehr Informationen unter der URL: <http://www.texamed.de/> (Stand: 11.07.2022).

⁴⁴⁸ Mehr Informationen unter der URL: <http://www.texamed.de/> (Stand: 11.07.2022).

⁴⁴⁹ Marke Silverell. Statex Produktions- und Vertriebs GmbH (2021b, 2022b).

⁴⁵⁰ Marke Silverell. Statex Produktions- und Vertriebs GmbH (2021a).

⁴⁵¹ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.dastex.de/produktportfolio/handschuhe-fingerlinge/textile-handschuhe/handschuhe-fuer-basisanforderungen/baumwolle-mit-silberfasern-unterzieh-handschuhe-300600100/> (Stand: 11.07.2022).

⁴⁵² Mehr Informationen unter der URL: <https://www.amorsui.com/products/alice-hamilton-antimicrobial-gloves?variant=32807976108129> (Stand: 17.02.2023).

Nr.	Handschuhmodell	Unternehmen	Normung	Form / Stulpe	Material	Struktur	Größe / Länge	Farbe	Stärke / Gauge	Naht	Wäsche / Sterilisation	VPE / UVP
17	SafetyApplied® Antimicrobial Glove (Art.-Nr. IT11957) ⁴⁵³	DayMark Safety Systems (USA)	n. a.	Fünffinger, Strickbund	Microban®-Silbertech- nologie; Touchscreen kompatibel	n. a.	SM, L/XL	Schwarz	13 Gauge	Ja	Wäsche: Ja	1 Paar; ca. 8.00 €/Paar
18	Antimicrobial Protective Glove (Art.-Nr. 93590-9100-S) ⁴⁵⁴	Zanier-Sport Gesellschaft m.b.H. (AUT)	ISO 20743	Fünffinger, gesäumter Stulpenrand	Silberionen-Technologie und Biozid (mind. 20 Wäschen)	n. a.	S-L	Schwarz, weiß, silber	n. a.	n. a.	n. a.	1 Paar; 14.99 €/Paar
Tepso												
19	Neurodermitis Handschuhe Premium (Tageshandschuhe) ⁴⁵⁵	Fa. TEP SO GmbH (AUT)	n. a. (Öko- Tex)	Fünffinger, Strickbund, Nähte/Etiketten an Außenseite	51 % Tepso, 44 % Polyamid, 5 % Elastan	Gewebe	S (19-22 cm), L (23-27 cm)	Beige, anthrazit, weiß	2 mm	Ja, Außenseite	Wäsche: Ja, eher Handwäsche	1 Paar; 39.50 €/Paar
20	Neurodermitis Handschuhe (Nachthandschuhe) ⁴⁵⁶	Fa. TEP SO GmbH (AUT)	n. a. (Öko- Tex)	Fünffinger, Strickbund, Nähte/Etiketten an Außenseite	90 % Tepso, 8 % Polyamid, 2 % Elastan	Gewebe	S (16-19 cm), L (20-27 cm)	Anthrazit, weiß	1.5 mm	Ja, Außenseite	Wäsche: Ja, eher Handwäsche	1 Paar; 39.50 €/Paar
Smartcel / Zink(oxid)												
21	Handschuhe „Basel“ mit smartcel™ sensitive Faser (Art.-Nr. 8000-519) ⁴⁵⁷	Fa. benevit van Clewe (DEU)	n. a. (Öko- Tex u. a.)	Fünffinger, gesäumter Stulpenrand	74 % Lyocell, 19 % Smartcel sensitiv, 7 % Elastan	n. a.	3 (XS), 5 (S), 7 (M), 9 (L), 11 (XL), 15 (XXL)	Natur	n. a.	n. a.	Wäsche: Ja, 60 °C	1 Paar; 19.30 €/Paar
22	Edenswear Zinc Infused Tencel Eczema Seamless Gloves For Adult ⁴⁵⁸	Fa. Edenswear (TWN)	n. a.	Fünffinger, Strickbund	65 % Lyocell (Zink, Smartcel), 27 % Polyester, 8 % Spandex; Touchscreen kompatibel	n. a.	L-XL; 20.5-22 cm	Weiß, schwarz	n. a.	Nein	Wäsche: Ja	1 Paar; 22.99 €/Paar
23	Edenswear Zinc Infused Tencel Eczema Gloves For Adult ⁴⁵⁹	Fa. Edenswear (TWN)	n. a. (Öko- Tex)	Fünffinger, gesäumter Stulpenrand	75 % Tencel, 19 % smartcel sensitive, 6 %	n. a.	L-XL; 21.5-24.5 cm	Weiß/schwarz,	n. a.	Ja	Wäsche: Ja	1 Paar; 32.99 €/Paar

⁴⁵³ Informationen unter der URL: <https://www.daymarksafety.com/safetyapplied-antimicrobial-glove/> bzw. <https://www.amazon.com/DayMark-IT119575-Safety-Applied-Antimicrobial/dp/B08B7VJWB9> (Stand: 15.02.2023).

⁴⁵⁴ Mehr Informationen unter der URL: <https://zanier.com/products/accessoires/headwear-functional-accessoires/93590-antimicrobialprotectiveglove> (Stand: 17.02.2023).

⁴⁵⁵ Tepso (2021c).

⁴⁵⁶ Tepso (2021a).

⁴⁵⁷ Benevit van Clewe GmbH & Co. KG (2019a, 2019b).

⁴⁵⁸ Mehr Informationen unter der URL: <https://edenswear.com/collections/frontpage/products/copy-of-edenswear-zinc-infused-tencel-eczema-gloves-for-adult> (Stand: 11.07.2022).

⁴⁵⁹ Mehr Informationen unter der URL: <https://edenswear.com/collections/frontpage/products/edenswear-zinc-infuse-tencel-eczema-gloves-for-adult> (Stand: 11.07.2022).

Nr.	Handschuhmodell	Unternehmen	Normung	Form / Stulpe	Material	Struktur	Größe / Länge	Farbe	Stärke / Gauge	Naht	Wäsche / Sterilisation	VPE / UVP
					Spandex; Touchscreen kompatibel			grau/schwarz				
24	Remedywear™ Gloves for Adults ⁴⁶⁰	YoRo Naturals (USA)	n. a. (Öko- Tex)	Fünffinger	64 % Tencel (Lyocell), 16 % Smartcel sensitive (Tencel/Lyocell + Zink), 16 % Baumwolle, 4 % Elastan	n. a.	XS-XL; 16.5-21.6 cm	Weiß, schwarz, grau, blau	n. a.	n. a.	Wäsche: Ja, 40 °C	1 Paar; 28.42 €/Paar
25	Remedywear™ Adult Fingerless Gloves ⁴⁶¹	YoRo Naturals (USA)	n. a. (Öko- Tex)	Fingerlos (stulpenartig)	64 % Tencel (Lyocell), 16 % Smartcel sensitive (Tencel/Lyocell + Zink), 16 % Baumwolle, 4 % Elastan	n. a.	S-M, L-XL; 17.5-24.4 cm	Weiß, schwarz, grau, blau	n. a.	Nein	Wäsche: Ja, 40 °C	1 Paar; 28.42 €/Paar
26	Glove ⁴⁶²	Fa. Clover (NLD)	n. a. (Öko- Tex)	Fünffinger, keine Etiketten	78 % Tencel, 20 % smartcel sensitive, 2 % Lycra	n. a.	S-L	n. a.	n. a.	n. a.	Wäsche: Ja, 30 °C	1 Paar; 47.00 €/Paar
Seide / Quaternäre Ammoniumverbindungen												
27	DermaSilk Handschuhe (Art.-Nr. Art. DGXX) ⁴⁶³	Fa. Alpretec (ITA)	MP Kat. I	Fünffinger, Strickbund	100 % Dermasilk	n. a.	S-XL	Weiß	n. a.	Ja	Wäsche: Ja, 30 °C	1 Paar; 39.00 €/Paar; 108.00 €/3 Paar
28	Dermasilk Handschuhe Open Finger (Art.-Nr. DOFG-XX) ⁴⁶⁴	Fa. Alpretec (ITA)	MP Kat. I	Fingerkuppenlos, Strickbund	100 % Dermasilk	n. a.	S-XXL	Weiß	n. a.	n. a.	Wäsche: Ja, 30 °C	3 Paar; 108.00 €/3 Paar
29	Adult Gloves DreamSkin® ⁴⁶⁵	Fa. DreamSkin® Health Ltd (GBR)	n. a.	Fünffinger, Strickbund	100 % DreamSkin	n. a.	S-XL	Natur	n. a.	Nein	Wäsche: Ja, 40 °C, Handwäsche	1 Paar; ca. 22.00 €/Paar
X Static												
30	Skafit Baumwoll-Silberhandschuhe ⁴⁶⁶	Fa. Skafit (NLD)	n. a.	Fünffinger, Strickbund	89 % Baumwolle, 8 % X-Static, 2 % NR, 1 % Polyamide	Strick	S bis XL bzw. 6-6.5 bis 11-13	Grau	n. a.	n. a.	Wäsche: Ja, 40 °C	1 Paar; 23.90 €/Paar

⁴⁶⁰ 35-50+ UV-Schutz enthalten. Laut Angaben des herstellenden Unternehmens ausgezeichnet durch das *Seal of Acceptance™ Program* der *National Eczema Association* (NEA). Mehr Informationen unter der URL: https://yoronaturals.com/products/gloves-for-adults?_pos=3&_sid=0aaf2844c&_ss=r (Stand: 15.02.2023).

⁴⁶¹ 35-50+ UV-Schutz enthalten. Laut Angaben des herstellenden Unternehmens ausgezeichnet durch das *Seal of Acceptance™ Program* der *National Eczema Association* (NEA). Mehr Informationen unter der URL: https://yoronaturals.com/products/adult-fingerless-gloves?_pos=1&_sid=0aaf2844c&_ss=r (Stand: 15.02.2023).

⁴⁶² Mehr Informationen unter der URL: <https://cloverlover.co/products/gloves?variant=41645963542705> (Stand: 07.11.2022).

⁴⁶³ Ferdinand Menzl Medizintechnik GmbH (2012, 2022b).

⁴⁶⁴ Ferdinand Menzl Medizintechnik GmbH (2012, 2022b).

⁴⁶⁵ DreamSkin® Health Ltd (2018, 2022a).

⁴⁶⁶ In verschiedenen Variationen erhältlich. Skafit (2023a).

Nr.	Handschuhmodell	Unternehmen	Normung	Form / Stulpe	Material	Struktur	Größe / Länge	Farbe	Stärke / Gauge	Naht	Wäsche / Sterilisation	VPE / UVP
31	Skafit Silberhandschuhe ⁴⁶⁷	Fa. Skafit (NLD)	n. a.	Fünffinger, Strickbund	85 % Polyamide, 12 % X-Static, 3 % Elastan	Strick	S bis XL bzw. 6-6.5 bis 11-13	Schwarz, grau	n. a.	n. a.	Wäsche: Ja, 40 °C	1 Paar; 39.90 €/Paar
32	Reusable X-STATIC® Gloves ⁴⁶⁸	(Vertrieb) Fa. Threads (USA)	n. a. (Öko-Tex)	Fünffinger, gesäumter Stulpenrand	88 % Polyamide, 9 % Elastan, 6 % X-STATIC®; Touchscreen kompatibel	Strick	S-L	Schwarz	n. a.	n. a.	Wäsche: Ja	1 Paar; 18.95 €/Paar
33	RelaxSan UNIMAGO Gloves ⁴⁶⁹	Calze G.T. S.r.l. (ITA)	n. a.	Fünffinger, Strickbund	67 % Polypropylen, 15 % Elastan, 10 % Silber, 8 % Polyamid	Strick	SM-L/XL	Schwarz	n. a.	n. a.	Wäsche: Ja, 40 °C	n. a.
HeiQ Viroblock												
34	ElephantSkin Classic (Art.-Nr. 9120112541923) ⁴⁷⁰	Fa. Elephantskin (AUT)	ISO 18184, ISO 20743	Fünffinger, gesäumter Stulpenrand	96 % Bio Baumwolle, 4 % Elastan; HeiQ Viroblock (Silberchlorid); Touchscreen kompatibel	n. a.	S-XL	Schwarz, weiß, grau	n. a.	Ja	Wäsche: Ja, 40 °C (mind. 30 Mal)	1 Paar; 11.95 €/Paar
35	uvex phynomic silv-air - Hygieneschutzhandschuh (Art.-Nr. 60085) ⁴⁷¹	UVEX Arbeitsschutz GmbH (DEU)	PSA Kat. I, ISO 18184, ISO 20743	Fünffinger, Strickbund	Obermaterial: Polyamid (PA), Elastan; Beschichtung: HeiQ Viroblock; Touchscreen kompatibel	Strick	6-11	Grau	n. a.	Nein	Wäsche: Ja (5 Mal)	1 Paar; 15.40 €/Paar
Weitere Fasern / Technologien												
36	Kut Gard® (Art.-Nr. 40-235BK) ⁴⁷²	PROTECTIVE INDUSTRIAL PRODUCTS, INC. (USA)	ANSI A2	Fünffinger, Strickbund	Polyester, Proprietary Pritex™	Strick	S-XXL	Schwarz	n. a.	Nein	Wäsche: Ja, 55 °C	12 Paar; n. a. Preis

⁴⁶⁷ Skafit (2023c).

⁴⁶⁸ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.yourthreads.co/products/reusable-xstatic-gloves> (Stand: 21.02.2023).

⁴⁶⁹ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.relaxsan.it/en/unima-go-gloves-with-dryarn-and-x-static-silver-fibre/> (Stand: 21.02.2023).

⁴⁷⁰ In verschiedenen Variationen erhältlich. Mehr Informationen unter der URL: <https://elephantskin.com/products/classic?variant=41370032930992> (Stand: 17.02.2023).

⁴⁷¹ Mehr Informationen unter URL: <https://www.uvex-safety.com/de/produkte/schutzhandschuhe/uvex-phynomic-silv-air-hygieneschutzhandschuh/> bzw. https://www.uvex-safety-shop.de/produkt/Gesamtkatalog/Handschutz/Mechanische-Risiken/Praezision-Allround/60085_uvex-phynomic-silv-air-Montagehandschuh?gv_refer=catsearch (Stand: 27.07.2022).

⁴⁷² Mehr Informationen unter URL: <https://ca.pipglobal.com/en/products/?scID=2561&cclD=11553&pID=84930> (Stand: 17.02.2023).

Anhang 4.3 Unterzieh-/Schutzhandschuhe aus dem Bereich Sport

 Tabelle 55: Exemplarische Übersicht textiler Unterzieh-/Schutzhandschuhe aus dem Bereich Sport⁴⁷³

Nr.	Handschuhmodell	Unternehmen	Eignung	Form / Stulpe	Material / Ausstattung	Größe / Länge	Farbe	Naht, Stärke / Gauge	Wäsche	UVP
1	Roeckl Kapela Unterziehhandschuhe (Art.-Nr. 20-602063) ⁴⁷⁴	Fa. Roeckl (DEU)	Trekking, Wandern etc.	Fünffinger, Strickbund	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Innenhand: 49 % Modal, 48 % Baumwolle, 3 % sonstige Fasern; Obermaterial: 49 % Modal, 48 % Baumwolle, 3 % sonstige Fasern; Kupfergarn ▪ Touchscreen kompatibel ▪ Wasserabweisende Ausrüstung 	XS-L	Grau	Nein	Wäsche: Ja, 30 °C	14.95 €/Paar
2	Roeckl Meririno Unterziehhandschuhe (Art.-Nr. 20-602012) ⁴⁷⁵	Fa. Roeckl (DEU)	Marathon, All Mountain etc.	Fünffinger, Strickbund	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Innenhand und Obermaterial: 100 % Merinowolle 	S-XL	Schwarz	Ja	n. a.	24.95 €/Paar
3	Roeckl Silk Unterziehhandschuhe (Art.-Nr. 20-602062) ⁴⁷⁶	Fa. Roeckl (DEU)	Mountainbike, Urban Lifestyle Biking etc.	Fünffinger, Strickbund	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Innen-/Oberhand: 100 % Seide; Bund: 89 % Polyamid, 11 % Elasthan 	S-XXL	Schwarz	Ja	n. a.	19.95 €/Paar
4	Merino Wool Liner Gloves ⁴⁷⁷	Fa. GribGrab ApS (DNK)	Mountainbike etc.	Fünffinger, Strickbund	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 68 % Merinowolle, 22 % Polyamid, 7 % Elasthan, 3 % Kupfer ▪ Touchscreen kompatibel 	XS/S, M/L, XL/XXL	Schwarz, grau	n. a.	Wäsche: Handwäsche	20.95 €/Paar
5	Roeckl Kopenhagen Unterziehhandschuhe (Art.-Nr. 20-602087) ⁴⁷⁸	Fa. Roeckl (DEU)	Urban Lifestyle Outdoor, Athleisure etc.	Fünffinger, Strickbund	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Obermaterial: 70 % Polyacryl, 24 % Polyamid, 4 % Elasthan, 2 % sonstige Fasern ▪ Touchscreen kompatibel 	XS-XL	Grau	Nein	Wäsche: Ja, 30 °C	12.95 €/Paar
6	ASSOS Spring Fall Liner Gloves ⁴⁷⁹	ASSOS ProShop (DEU)	Eignung: Radfahren etc.	Fünffinger, offenkantiger Bund	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 44 % Polypropylen, 44 % Polyamid, 12 % Elasthan 	O-II	Schwarz	Nein	n. a.	40.00 €/Paar

⁴⁷³ Aufgeführt sind nur Modelle, die seitens der herstellenden bzw. vertreibenden Firmen explizit für die Anwendung als Schutz- und Unterziehhandschuhe angeboten werden. Die Angaben zur unverbindlichen Preisempfehlung (UVP) beziehen sich auf das Datum der Recherche (s. jeweilige Fussnote).

⁴⁷⁴ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.roeckl.de/#Multi:B2C/article/20/20-602063> (Stand: 16.02.2023) bzw. <https://www.campz.de/roeckl-kapela-unterziehhandschuhe-M110067.html?vgid=G523915> (Stand: 17.02.2023).

⁴⁷⁵ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.roeckl.de/#Multi:B2C/article/20/20-602012> bzw. <https://www.campz.de/roeckl-merino-unterziehhandschuhe-M290259.html?vgid=G326312> (Stand: 17.02.2023).

⁴⁷⁶ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.roeckl.de/#Multi:B2C/article/20/20-602062> bzw. <https://www.fahrrad.de/roeckl-silk-handschuhe-M110066.html> (Stand: 17.02.2023).

⁴⁷⁷ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.gripgrab.com/collections/cycling-gloves/products/merino-wool-liner-gloves> (Stand: 17.02.2023).

⁴⁷⁸ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.roeckl.de/#Multi:B2C/article/20/20-602087> bzw. <https://www.campz.de/roeckl-kopenhagen-innenhandschuh-M139935.html?vgid=G834193#cgid=b1178> (Stand: 17.02.2023).

⁴⁷⁹ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.assos-onlineshop.de/p/assos-spring-fall-liner-gloves> (Stand: 17.02.2023).

Nr.	Handschuhmodell	Unternehmen	Eignung	Form / Stulpe	Material / Ausstattung	Größe / Länge	Farbe	Naht, Stärke / Gauge	Wäsche	UVP
7	Unisex Handschuhe (Art.-Nr. 37651_6177) ⁴⁸⁰	Fa. FALKE KGaA (DEU)	n. a.	Fünffinger, gesäumter Stulpenrand	▪ 44 % Polyamid, 44 % Polypropylen, 12 % Elastan	S-M, M-L, L-XL; 195-210 mm	Schwarz, blau	Nein	Wäsche: Ja, 40 °C	45.00 €/Paar
8	Unterziehhandschuhe Erwachsene Merinowolle ⁴⁸¹	DECATHLON Deutschland SE & Co. KG (DEU)	Langlauf, Tourenski etc.	Fünffinger, gesäumter Stulpenrand	▪ Hauptgewebe: 86 % Merinowolle, 10 % Polyamid, 4 % Elastan; Einsatz: 82 % Polyethylenterephthalat, 18 % Elastan; Beschichtung: 48 % Polybutylenterephthalat, 45 % Polyethylenterephthalat, 7 % Elastan	XXXS/XXS, XS/S, M/L, XL/XXL	Grau, rot	Ja; Faden-durchmesser 18.5 Mikron	Wäsche: Ja, 30 °C	11.99 €/Paar
9	Unterziehhandschuhe Erwachsene nahtlos ⁴⁸²	DECATHLON Deutschland SE & Co. KG (DEU)	Trekking etc.	Fünffinger, gesäumter Stulpenrand	▪ 64 % Acryl, 33 % Polyamid, 2 % Elastan, 1 % Polyethylenterephthalat	XS/S, M/L, XL/XXL	Schwarz, rot	Nein	n. a.	5.99 €/Paar
10	Unterziehhandschuhe Fleece ⁴⁸³	DECATHLON Deutschland SE & Co. KG (DEU)	Trekking etc.	Fünffinger, gesäumter Stulpenrand	▪ Recyclingpolyester	XXS/XXS, S/M, L/XL, XXL/XXXL	Schwarz	Ja	n. a.	2.99 €/Paar
11	Rooster Handschuhe PolyPro Glove Liner ⁴⁸⁴	Vertrieb: Aqua-Equip GmbH (DEU)	Segeln, Ski- oder Snowboard etc.	Fünffinger, Saum/Bund	▪ 6 % Elastan, 94 % Polypropylen	XXXS-XXL	Schwarz	Ja	n. a.	34.95 €/Paar
12	Solo Merino Liner-Handschuh ⁴⁸⁵	Sealskinz Ltd (GBR)	Ski, Jagd, Wanderrung etc.	Fünffinger, Strickbund	▪ 98 % Merinowolle, 2 % Elastan	S-XXL	Schwarz	Nein	Wäsche: Ja, 30 °C	12.00 €/Paar
13	Very light liner glove Malin (Art.-Nr. 7021-400-01.151) ⁴⁸⁶	W+R PRO GmbH (DEU)	Multisport, Radsport etc.	Fünffinger, gesäumter Stulpenrand	▪ Polyester; Beschichtung: Silikon	XS-XXL	Grau, gelb, schwarz	Ja	n. a.	22.99 €/Paar
14	Infinium Skin Unterziehhandschuh (Art.-Nr. 022230) ⁴⁸⁷	Held GmbH (DEU)	n. a.	Fünffinger, gesäumter Stulpenrand	▪ Obermaterial: 92 % Polyester, 8 % Elastan ▪ GORE-TEX INFINIUM™ WINDSTOPPER® Technologie	Damen: D6-D8, Herren: 7-12	Schwarz	Ja	n. a.	37.95 €/Paar
15	Glove Liners (Art.-Nr. SGL99-S black) ⁴⁸⁸	Marle/Linie Cocoon, Fa. Design	Feinarbeiten (Fotografieren)	Fünffinger, Schichtel,	▪ 100 % Seide	S-XL bzw. 6/7-11	Schwarz	n. a.	Wäsche: Ja, 30 °C	n. a.

⁴⁸⁰ Mehr Informationen unter der URL: https://www.falke.com/de_de/p/unisex-handschuhe/37651_3000/ (Stand: 17.02.2023).

⁴⁸¹ Marke / herstellende Firma: Forclaz. Mehr Informationen unter der URL: https://www.decathlon.de/p/unterziehhandschuhe-erwachsene-merinowolle-mt500/_/R-p-311676?mc=8555763&c=GRAU (Stand: 17.02.2023).

⁴⁸² Marke / herstellende Firma: Forclaz. Mehr Informationen unter der URL: https://www.decathlon.de/p/unterziehhandschuhe-trek-500-unisex-touchscreen-geeignet/_/R-p-173114?mc=8390734 (Stand: 17.02.2023).

⁴⁸³ Marke / herstellende Firma: Forclaz. Mehr Informationen unter der URL: https://www.decathlon.de/p/unterziehhandschuhe-fleece-mt100-schwarz/_/R-p-335229?mc=8655817 (Stand: 17.02.2023).

⁴⁸⁴ Marke / herstellende Firma: Rooster. Mehr Informationen unter der URL: <https://www.aquaequip.de/rooster-handschuhe-polypro> (Stand: 17.02.2023).

⁴⁸⁵ In verschiedenen Variationen erhältlich. Mehr Informationen unter der URL: <https://eu.sealskinz.com/de/products/solo-merino-liner-glove> (Stand: 17.02.2023).

⁴⁸⁶ Marke: KinetiXx. Mehr Informationen unter der URL: <https://www.kinetixx.de/langlaufhandschuhe/malin-black> (Stand: 17.02.2023).

⁴⁸⁷ Mehr Informationen unter der URL: <https://shop.held.de/bekleidung/funktionsunterbekleidung/1010/infinium-skin-unterziehhandschuh?number=022230-00-1-DM6> (Stand: 17.02.2023).

⁴⁸⁸ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.cocoon.at/produkte/glove-liners-e71030791dbc784d42bd8448b96644a3> (Stand: 25.10.2022).

Nr.	Handschuhmodell	Unternehmen	Eignung	Form / Stulpe	Material / Ausstattung	Größe / Länge	Farbe	Naht, Stärke / Gauge	Wäsche	UVP
		Salt Outdoor GmbH (AUT)	auf Skitouren etc.)	gesäumter Stulpenrand						
16	Unterziehhandschuh Se- amless (Art.-Nr. 2000- 004-TU) ⁴⁸⁹	Fa. Biotex Srl (ITA)	Laufen, Winter- sport, Radsport etc.	Fünffinger, ge- säumter Stul- penrand	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Multi-Stretchgewebe ▪ Polypropylen 	Ein- heitsgröße	Schwarz, grün etc.	Nein	Wäsche: Ja, 40 °C	25.00 €/Paar
17	Shield ST Thermax® Glove Liner ⁴⁹⁰	Fa. Seirus Innova- tive Accessories, Inc. (USA)	n. a.	Fünffinger, Strickbund	<ul style="list-style-type: none"> ▪ HeiQ®, Thermax® ▪ Touchscreen kompatibel 	SM/MD- LG/XL	Schwarz	Ja	Wäsche: Handwä- sche	ca. 24.00 €/Paar

⁴⁸⁹ Mehr Informationen unter der URL: <https://www.biotex.it/shop/de/herren/260-unterziehhandschuh-seamless> (Stand: 18.04.2023).

⁴⁹⁰ Mehr Informationen unter URL: <https://www.seirus.com/evo-st-thermax-glove-liner> (Stand: 17.02.2023).

ANHANG 5 ZUSÄTZLICHE STUDIENERGEBNISSE

In Ergänzung zu Kapitel III.1 und Kapitel IV.2 (Untersuchung/Artikel I) finden sich im Folgenden für einzelne Berufsgruppen aus dem Gesundheitswesen die Arbeitstätigkeiten aufgelistet, bei denen der Einsatz der jeweiligen Unterziehhandschuhe für un-/geeignet eingeschätzt wurde.⁴⁹¹ Im Wesentlichen zeigte sich hierbei eine Übereinstimmung mit den Angaben, die bereits auf die Frage nach den, am häufigsten mit den jeweiligen Unterziehhandschuhen durchgeführten Arbeitstätigkeiten gemacht wurden. Weiterführend wird deutlich, dass die Eignung der Unterziehhandschuhe für wesentlich mehr Tätigkeiten bejaht als verneint wurde.

Tabelle 56: Übersicht un-/geeigneter Arbeitstätigkeiten mit Unterziehhandschuhen/-kombinationen aus Baumwolle oder Sympatex® im Bereich der Physiotherapie

Baumwolle	Eignung (n=45)	Nichteignung (n=20)
Massagen / Einreibungen	13	6
Lymphdrainage	9	2
Reinigungstätigkeiten / Flächendesinfektion	8	2
Manuelle Therapie	3	2
Mund-/Kieferbehandlungen	3	1
Mobilisation / Lagerung	2	-
Instrumentenaufbereitung / -desinfektion	1	2
Weichteiltechniken	1	1
Eis-/Kryotherapie	1	1
Hauswirtschaft / Lebensmittelkontakt	1	-
Arbeiten in Isolationszimmern	1	-
(Auf-)Räumarbeiten	1	-
Weitere physiotherapeutische Anwendungen	1 ^a	3 ^b
Unspezifische Tätigkeiten / Nennungen	2	-
Sympatex	Eignung (n=48)	Nichteignung (n=16)
Massagen / Einreibungen	13	5
Weitere physiotherapeutische Anwendungen	7 ^c	-
Reinigungstätigkeiten / Flächendesinfektion	5	-
Arbeiten in Isolationszimmern	4	-
Manuelle Therapie	3	7 ^d
Lymphdrainage	3	1
Mobilisation / Lagerung	2	-
Krankengymnastik	2	1
Hauswirtschaft / Lebensmittelkontakt	1	-
Instrumentenaufbereitung / -desinfektion	1	-
Unspezifische Tätigkeiten / Nennungen	7	2

^a „Aktive Behandlung / Durchbewegen mit Hautkontakt“ (n=1); ^b Allgemein Krankengymnastik“ (n=1), „Cronio sacral Therapie“ (n=1), „Gesichtsbehandlungen“ (n=1); ^c „Atemtherapie“ (n=2), „Mund-/Kieferbehandlungen“ (n=3), „Durchbewegen“ (n=1), „Gangschule“ (n=1); ^d Einschließlich „Manuelle Mobilisation der Finger“

⁴⁹¹ In die Datenauswertung wurden nur Teilnehmende mit einer Testdauer von 10 ± 2 Wochen einbezogen, die gemäß ihrer Angaben eindeutig einem der drei o. g. Berufsbereiche zugeordnet werden konnten. Nicht ausgeschlossen wurden die Teilnehmenden, die bereits vor Studienbeginn textile Unterziehhandschuhe verwendeten.

Tabelle 57: Übersicht un-/geeigneter Arbeitstätigkeiten mit Unterziehhandschuhen/-kombinationen aus Baumwolle oder Sympatex® im Bereich der Gesundheits- und Krankenpflege

Baumwolle	Eignung (n=41)	Nichteignung (n=35)
Grund-/Körperpflege	15	7
Reinigungstätigkeiten / Flächendesinfektion	8	3
Behandlungspflege		
· Verbandswechsel / Wundversorgung	2	5
· Umgang mit Medikamenten / Infusionen	2	5
· Weitere Maßnahmen	1 ^a	3 ^b
Hauswirtschaft / Lebensmittelkontakt	2	1
Arbeiten in Isolationszimmern	1	1
Labortätigkeiten	1	-
Endoskopieassistenz	1	2
(Auf-)Räumarbeiten / Sortierarbeiten	1	2
Mobilisation / Lagerung	1	2
Instrumentenaufbereitung / -desinfektion	1	1
Unspezifische Tätigkeiten / Nennungen	5	3
Sympatex	Eignung (n=32)	Nichteignung (n=12)
Grund-/Körperpflege	13	3
Behandlungspflege		
· Verbandswechsel / Wundversorgung	5	2
· Blutabnahme	2	-
Reinigungstätigkeiten / Flächendesinfektion	4	1
Arbeiten in Isolationszimmern	3	1
Mobilisation / Lagerung	2	1
Hauswirtschaft / Lebensmittelkontakt	2	-
Notfälle	-	2
Unspezifische Tätigkeiten / Nennungen	1	2

^a Unspezifische Tätigkeiten / Nennungen (n=1); ^b „Blutabnahme“ (n=1), Unspezifisch (n=2)

Tabelle 58: Übersicht un-/geeigneter Arbeitstätigkeiten mit Unterziehhandschuhen/-kombinationen aus Baumwolle oder Sympatex® im Bereich der Altenpflege

Baumwolle	Eignung (n=26)	Nichteignung (n=17)
Grund-/Körperpflege	16	5
Behandlungspflege		
· Verbandswechsel / Wundversorgung	2	6 ^a
· Umgang mit Medikamenten / Infusionen	1	1
· Spritzen / Blutzucker messen	1	2
Hauswirtschaft / Lebensmittelkontakt	2	1
Reinigungstätigkeiten / Flächendesinfektion	2	1
(Auf-)Räumarbeiten / Sortierarbeiten	1	-
Instrumentenaufbereitung / -desinfektion	-	1
Unspezifische Tätigkeiten / Nennungen	1	-
Sympatex	Eignung (n=31)	Nichteignung (n=14)
Grund-/Körperpflege	15	4
Behandlungspflege		
· Verbandswechsel / Wundversorgung	3	4
· Weitere Maßnahmen	1 ^b	1 ^c
Reinigungstätigkeiten / Flächendesinfektion	3	1
Mobilisation / Lagerung	1	-
Instrumentenaufbereitung / -desinfektion	1	-
Arbeiten in Isolationszimmern	1	-
Hauswirtschaft / Lebensmittelkontakt	-	2
Unspezifische Tätigkeiten / Nennungen	6	2

^a Einschließlich „Trachealkanülenwechsel“ (n=1); ^b Unspezifische Tätigkeiten / Nennungen (n=1); ^c „Umgang mit Medikamenten / Infusionen“ (n=1)

ANHANG 6 UNTERSUCHUNG I IM VOLLTEXT

Der Volltext von Untersuchung I ist an folgender Stelle publiziert:

Heichel T, Brans R, John SM, Nienhaus A, Nordheider K, Wilke A, Sonsmann FK. Acceptance of semipermeable glove liners compared to cotton glove liners in health care workers with work-related skin diseases: Results of a quasi-randomized trial under real workplace conditions. Contact Dermatitis. 2021; 85(5): 543-553. <https://doi.org/10.1111/cod.13929>

Dieser Artikel wurde Open Access (OA) im Rahmen des Projektes DEAL unter den Bedingungen einer Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz bei dem Verlag John Wiley & Sons Ltd. veröffentlicht.

ANHANG 7 UNTERSUCHUNG II IM VOLLTEXT

Der Volltext von Untersuchung I ist an folgender Stelle publiziert:

Heichel T, Sonsmann FK, John SM, Krambeck K, Maurer J, Nienhaus A, Nordheider K, Stasielowicz L, Wilke A, Brans R. Effects and acceptance of semipermeable gloves compared to cotton gloves in patients with hand dermatoses: Results of a controlled intervention study. Contact Dermatitis. 2022; 87(2): 176-184. doi:10.1111/cod.14123

Dieser Artikel wurde Open Access (OA) im Rahmen des Projektes DEAL unter den Bedingungen einer Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz bei dem Verlag John Wiley & Sons Ltd. veröffentlicht.

ANHANG 8 UNTERSUCHUNG III IM VOLLTEXT

Der Volltext von Untersuchung I ist an folgender Stelle publiziert:

Heichel T, Brans R, John SM, Nienhaus A, Nordheider K, Wilke A, Sonsmann FK. Effects of impermeable and semipermeable glove materials on resolution of inflammation and epidermal barrier impairment after experimental skin irritation. Contact Dermatitis. 2023; 89(1): 26-36. doi:10.1111/cod.14317

Dieser Artikel wurde Open Access (OA) im Rahmen des Projektes DEAL unter den Bedingungen einer Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz bei dem Verlag John Wiley & Sons Ltd. veröffentlicht.