

Gefährdung durch flüssigkeitsdichte Handschuhe?

Welche Erkenntnisse liegen vor? – Eine Übersicht

Manigé Fartasch , Thomas Brüning

In Deutschland werden jährlich über 20 000 beruflich bedingte Handekzeme durch sogenannte Hautarztberichte angezeigt. Die irritativen Kontaktekzeme der Hände stellen dabei die größte Gruppe der beruflich verursachten entzündlichen Hauterkrankungen. Welchen Einfluss die Feuchtarbeit beziehungsweise dabei das Tragen von flüssigkeitsdichten Handschuhen – auch Okklusion genannt – hat, wurde in verschiedenen aktuellen Studien untersucht, die in dieser Übersicht vorgestellt werden.

In Deutschland werden jährlich über 20 000 beruflich bedingte Handekzeme durch sogenannte Hautarztberichte angezeigt (DGUV 2016). Die irritativen Kontaktekzeme der Hände stellen dabei die größte Gruppe der beruflich verursachten entzündlichen Hauterkrankungen (Behroozy und Keegel 2014; Diepgen und Coenraads 1999; Nicholson et al. 2010). Mehr als zweidrittel der beruflich bedingten Handekzeme verteilen sich auf sechs Tätigkeiten beziehungsweise Tätigkeitsbereiche wie die Friseurbranche, die Reinigungsbranche, das Baugewerbe, die Metallverarbeitungsbranche, Gesundheitsberufe und die Nahrungsmittelbranche. Diese Berufe weisen Gefährdungen im Sinne von Feuchtarbeit auf. Nach heutigem Wissensstand stellt die Feuchtarbeit den Hauptrisikofaktoren für die Entstehung der überwiegenden irritativen Kontaktekzeme (IKE) der Hände dar.

Unter dem Begriff der Feuchtarbeit subsumieren sich jedoch eine Vielzahl von unterschiedlichen beruflichen Aktivitäten mit einem bestimmten Belastungsmuster. Die Feuchtarbeit beschränkt sich dabei nicht nur auf den direkten beziehungsweise indirekten Feuch-

tigkeitskontakt (sog. feuchtes Milieu) zu Wasser/ Lösungen und anderen flüssigen Substanzen sowie auf häufiges Händewaschen, sondern auch auf das Tragen von flüssigkeitsdichten Schutzhandschuhen. Letzteres kann zur Quellung der Hornschicht führen. Die unterschiedlichen Belastungen der Feuchtarbeit sollen die Entstehung eines IKE begünstigen. Unklar ist dabei, welchen Anteil beziehungsweise Wichtung die unterschiedlichen Aktivitäten der Feuchtarbeit dabei haben und wie sie zu bewerten sind.

Feuchtarbeit

Die meisten europäischen wissenschaftlichen Untersuchungen zur Feuchtarbeit orientieren sich an der erstmalig 2004 in Deutschland eingeführten Definition in der TRGS 501 (Technische Regel) der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV). Später wurde diese Definition in der TRGS 401 verankert (Tiedemann et al. 2016; Jungbauer et al. 2004a; Jungbauer et al. 2004b; Jungbauer et al. 2004c; Funke et al. 2001; Fartasch et al. 2012; Fartasch 2016; Fartasch 2009; Ochsmann et al. 2006). Die gesetzliche Verankerung der Definition der Feuchtarbeit in Deutschland galt und gilt als Novum in Europa (Fly-

Kurz gefasst

holm und Lindberg 2006). Die Dauer der Feuchtarbeit bestimmt nach TRGS 401 die präventiv- medizinischen Angebote, zu denen die Angebots- oder Pflichtvorsorge gehören: Die Angebotsvorsorge durch den Arbeitgeber erfolgt bei regelmäßig mehr als zwei Stunden anhaltender Feuchtarbeit, eine Pflichtvorsorge bei Feuchtarbeit ab vier Stunden pro Tag. Zeiten der Arbeiten im feuchten Milieu und Zeiten des Tragens von flüssigkeitsdichten Handschuhen sind dabei nach TRGS 401 zu addieren. Somit werden die Arbeit im feuchten Milieu und das Tragen von flüssigkeitsdichten Schutzhandschuhen als biologisch gleichwertig gefährdend eingeschätzt.

Flüssigkeitsdichte Handschuhe werden jedoch aufgrund von unterschiedlichen Indikationen auch als sogenannter „Handschutz“ in Feuchtberufen und anderen beruflichen Tätigkeitsfeldern, die überwiegend auch durch den Umgang mit flüssigen Substanzen charakterisiert sind, eingesetzt. So zum Beispiel zum Schutz beziehungsweise als Präventionsmaßnahme gegen Verschmutzung, Irritation und Verätzungen durch Kontakt zu chemischen Arbeitsstoffen und /oder im Rahmen von Hygienemaßnahmen/Infektionsschutz im Gesundheitswesen. Aber auch neue Arbeitsbereiche wie Tätigkeiten in Reinräumen zur Herstellung von elektronischen Leitern, gehören dazu.

Bereits seit Jahren werden unterschiedliche Aspekte der Feuchtarbeit durch experimentelle und epidemiologische Untersuchungen analysiert. Dabei ist zum größten Teil eine einzelne Wertung der unterschiedlichen Gefährdungen der Haut (wie durch die Dauer des Handschuhtragens, dem Wechsel zwischen Okklusion und direktem Kontakt zu Wasser (feuchtes Milieu) und die Frequenz des Händewaschens) noch nicht möglich. In letzter Zeit legen experimentelle Humanstudien und Feldstudien, zumindest ein Umdenken bezüglich der Einwirkungen durch Okklusion nahe.

Untersuchungen zur Okklusion durch Handschuhe

Die Mehrzahl der aktuellen klinisch-experimentellen Studien zur Analyse der Einwirkungen der Feuchtarbeit und Okklusion durch flüssigkeitsdichte Handschuhe werden mittels sogenannter bioengineering Verfahren (hautphysiologische Messverfahren) unter standardisierten Laborbedingungen untersucht. Der Versuchsaufbau hat dabei häufig das Ziel, berufsähnliche Situationen zu simulieren (Zhai und Maibach 2001; Tiedemann et al. 2016; Fartasch 2016). Als hautphysiologische Parameter werden die Barrierefunktion (Messung des TEWL (transepidermaler Wasserverlust)) oder Hinweise für Entzündungsreaktionen (z.B. Quantifizierung des Erythems) an Unterarmen, Händen oder des Rückens nach genau definierter Okklusion analysiert. Beginnende irritative Reaktionen der Haut werden durch die bioengineering Verfahren nicht invasiv erfasst und quantifiziert und mit klinischen Befunden verglichen. Dabei können auch subklinische Veränderungen – wie funktionelle Störung der Hautbarriere – durch die Messung des TEWL als Störung der Barrierefunktion erfasst werden. Andere Verfahren, wie das optische Verfahren der Kolorimetrie, quantifizieren die Entzündungsreaktionen, insbesondere das Erythem. Die experimentellen Studien zur Analyse des Einflusses der Okklusion auf

- In Branchen mit vermehrter Feuchtarbeit, ist das Risiko an einem beruflich bedingten Handekzem zu erkranken besonders groß.
- Welchen Einfluss das Tragen von flüssigkeitsdichten Handschuhen auf die Haut hat, wurde in verschiedenen Studien untersucht.
- In experimentellen Studien und Feldstudien konnten keine eindeutigen hautphysiologisch relevanten Störungen der Haut durch das Tragen von flüssigkeitsdichten Handschuhen (Okklusion) nachgewiesen werden.
- Allerdings gibt es Hinweise dafür, dass die Kombination Händewaschen (hier Kontakt zu Detergenzien) und Okklusion zu Schädigungen führt.

die Haut wurden mit sehr unterschiedlicher Intensität und Dauer der Okklusion an gesunden Probanden durchgeführt. Dabei erfolgten die Okklusionen mittels Handschuhtrageversuche, patch-Testungen mit Handschuhmaterialien oder durch Applikation von Folien aus ähnlichen Materialien.

Keine messbaren Veränderungen durch Okklusion

Hinweise für klinisch relevante Veränderungen der Haut sind anhaltende funktionelle Störungen der epidermalen Barriere durch Anstieg des TEWL ebenso wie die Zunahme der Durchblutung, die auf Entzündungsreaktionen hinweisen können. Diese müssen jedoch noch mehrere Stunden bis Tage nach der Exposition nachweisbar sein, um als relevant eingestuft werden zu können. In den meisten Studien wurden anhand der erwähnten bioengineering Verfahren die meist nicht okkludierte Haut mit okkludierter Haut intraindividuell verglichen. Die Okklusionsdauer konnte bei einmaliger Okklusion bis zu 72 Stunden betragen (Jungersted et al. 2010; Graves et al. 1995; Ramsing und Agner 1996a, 1996b; Wetzky et al. 2009; Fartasch et al. 2012). Bei wiederholten Okklu-

TRGS

Die TRGS (Gef StoffV) geben den Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Arbeitshygiene sowie sonstige gesicherte wissenschaftliche Erkenntnisse für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen, einschließlich deren Einstufung und Kennzeichnung, wieder. Sie werden vom Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) aufgestellt und von ihm der Entwicklung entsprechend angepasst.

TRGS 401 „Gefährdung durch Hautkontakt – Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen“ in ihrer Neufassung von 2008 (BAUA: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin 2008)

sionen bewegte sich die Dauer zwischen 20 Minuten bis acht Stunden täglich für drei bis 14 Tage. Bei der angegebenen Intensität der Okklusion konnten meist keine relevanten Veränderungen der epidermalen Barriere nachgewiesen werden (Wetzky et al. 2009; Fartasch et al. 2012; Jungersted et al. 2010; Antonov et al. 2013).

Okklusion und Detergenz – eine ungünstige Kombination

Wurde die Haut vor der Okklusion durch das anionische Modell-detergenz Natriumlaurylsulphat (SLS) oder durch mechanische Alteration (Klebstreifenstripping der oberen Hornschichtlagen) vorirritiert konnte eine Verzögerungen der Barriere-regeneration durch die Okklusion festgestellt werden (Ramsing und Agner 1996b; Welzel et al. 1995, 1996)(Ramsing und Agner 1996 A, Wetzky et al. 1995, 1996, Jungbauer et al. 2004b; Bock et al. 2009; Jungersted et al. 2010; Antonov et al. 2013).

In einer experimentellen Studie zeigte die Haut auch nach verschiedene Okklusionszeiten (2, 3, 4 Stunden) für eine Woche keine Veränderungen (Fartasch et al. 2012). Die Areale wurden dann mit SLS irritiert. Bei einer drei beziehungsweise vier Stunden täglichen Vorokklusion ließen sich stärkere Irritationsreaktionen auf das Detergenz nachweisen.

Irritatives Kontaktekzem

(Syn: *subtoxisch kumulatives Kontaktekzem, degenerativ-toxisches Kontaktekzem*)

Es entsteht durch wiederholte Expositionen gegenüber Schadstoffen, die über einen längeren Zeitraum in unterschiedlichen toxischen Konzentrationen auf die Haut einwirken. Bei Überanspruchung der Regulations- und Reparatur-mechanismen der Hautbarriere durch Schädigung der Zellen der Epidermis und erleichterten Penetration von Substanzen kommt es zu einer entzündlichen ekzematösen Reaktion der Haut (Ekzem, Dermatitis). Es handelt sich dabei um eine nicht immunologische Reaktion, wobei proinflammatorische Mediatoren und oxidativer Stress in der Initialphase wesentlich zu sein scheinen. Unterschiedliche Reaktionen der Haut auf struktureller Ebene als auch bezüglich der Zusammensetzung des entzündlichen dermalen Infiltrats und der Zytokin-expression sind irritationspezifisch Veränderungen (Willis 1973; Fartasch 1997; Fartasch et al. 1998).

Epidermale Barriere

Diese ist in der Hornschicht der Haut lokalisiert und besteht aus den proteinreichen hydrophilen Hornzellen und den dazwischen lamellär angeordneten hydrophoben Lipidlagen (Elias und Menon 1991; Fartasch et al. 1993).



Die
Autoren
kommen zu dem

Schluss, dass die Haut nach Okklusionen empfindlicher auf Detergenzienkontakt reagieren könnte, so dass auch im häuslichen Bereich nach beruflichen Handschuh-tragen auf Schutz bei Hausarbeit und ähnlichen Belastungen geachtet werden muss.

Direkter Wasserkontakt führt schneller zu Hautbelastungen

Wird Wasser okklusiv oder in nicht okklusiver Form appliziert können Veränderungen der Hautphysiologie schon nach Kurzzeitkontakten dokumentiert werden (Tsai und Maibach 1999; Fartasch et al. 2012; Fartasch 2016). Morphologische Veränderungen im Bereich der Hautbarriere durch Wasserkontakt konnte auch durch ultrastrukturelle Studien bestätigt werden (Warner et al. 2003). In einer experimentellen Studie (Fartasch et al. 2012) wurden die Effekte der Okklusion mit den Effekten durch Wasserexposition beziehungsweise feuchten Milieu intraindividuell verglichen. Nach bereits dreistündiger täglicher Applikation über sieben Tage war der TEWL im Gegensatz zu den Vergleichsarealen mit reiner Okklusionsbehandlung signifikant erhöht. Für die Prävention bedeutet dies, dass dem Handschuhtragen der Vorrang vor dem direkten Wasserkontakt zu geben ist, da der hautschützende Effekt durch Handschuhe größer als der hautschädigende Effekt durch Okklusion ist.

Ergebnisse von Feldstudien

Einige wenige Feldstudien analysierten speziell den Einfluss des Tragens von Handschuhen auf den Hautbefund im Beruf (Hamnerius et al. 2017; Weistenhöfer et al. 2017; Minamoto et al. 2016; Nichol et al. 2016; Weistenhöfer et al. 2015; Visser et al. 2014a; Visser et al. 2014b; Ibler et al. 2012; Lysdal et al. 2012; Dulon et al. 2009; Flyvholm et al. 2007; Bogner und Worm 2005; Skoet et al. 2004; Boyle et al. 2002; Held et al. 2002; Nettis et al. 2002; Lee et al. 2013; Bregnhøj et al. 2012; Luk et al. 2011). Es handelte sich dabei überwiegend um Studien in den Berufsgruppen aus dem Gesundheitswesen, der Friseurbranche sowie der Reinigungsbranche. Diese Tätigkeiten sind jedoch durch eine sogenannte Mischexposition gekennzeichnet. Das bedeutet häufiges Händewaschen

wechselt sich ab mit Kontakt zu unterschiedlichen Irritantien meist in flüssiger Form (z.B. Detergenzien, Desinfektionsmittel) und dem Tragen von Handschuhen.

In Studien, bei denen die unterschiedlichen Belastungen durch Fragebögen ermittelt wurden und die damit auf Selbsteinschätzungen basierten, oder bei retrospektiven Datenauswertungen von Kontaktezempatienten fanden sich vermehrt Hinweise darauf, dass hier ein Zusammenhang zwischen der Dauer des Handschuhtragens und dem Auftreten von HE bestehen könnte (Bogner und Worm 2005; Flyvholm et al. 2007; Lee et al. 2013) (Nettis et al. 2002). In Beobachtungsstudien mit Kontrollgruppen und in Kohortenstudien wurde dagegen keine Risikoerhöhung durch das Handschuhtragen festgestellt (Boyle et al. 2002; Ibler et al. 2012; Visser et al. 2014b; Luk et al. 2011; Mirabelli et al. 2012). Im Gegensatz dazu zeigten Interventionsprogramme, dass es zu einer Reduktion der Kontaktezemhäufigkeit durch das Handschuhtragen kommt (Jungbauer et al. 2004d; Bregnhøj et al. 2012). Erhöhte Risiken wurden jedoch besonders durch häufiges Händewaschen dokumentiert (Lee et al. 2013; Visser et al. 2014b).

Lagen bereits Hauterscheinungen vor, wurde von den Betroffenen über eine Verschlimmerung der HE durch das Handschuhtragen berichtet (Bogner und Worm 2005). Auch war damit die Tendenz zu einem häufigeren Wechsel der Handschuhe – eventuell um die Handschuhtragedauer zu verkürzen - verbunden (Nichol et al. 2016). Diese Beobachtungen, dass es zu Verschlimmerungen bereits bestehender Hauterscheinungen kommen kann, werden durch die Erkenntnisse aus experimentellen Studien untermauert.

Bei den bisherigen Feldstudien wurden nur sogenannte Mischexpositionen untersucht. Nun liegt eine große Querschnittstudie mit einer Kontrollgruppe vor, die den Effekt des längeren Tragens von

flüssigkeitsdichten Handschuhen ohne zusätzliche Einwirkung anderer Gefahrstoffe auf den Hautzustand analysiert (Weistenhöfer et al. 2017; Weistenhöfer et al. 2015). Weistenhöfer et al. untersuchten Reinraumarbeiter in der Halbleiterproduktion. Diese trugen vollschichtig feuchtigkeitsdichte Handschuhe. Beim Vergleich mit anderen Beschäftigten aus der Verwaltung als Kontrollen konnte keine Zunahme der Hauterscheinungen trotz mehr als sechsständiger Handschuhtragedauer beobachtet werden.

Fazit

Weder längere kontinuierliche noch repetitive Okklusionsbelastungen führen zu klinischen oder hautphysiologisch relevanten Veränderungen der Haut. Experimentell wurde nach Okklusion jedoch eine erhöhte Empfindlichkeit der Haut auf Detergenzienkontakt festgestellt. Die Rückbildung einer Entzündung, die durch Detergenzien induziert wurde, war ebenfalls durch Okklusionsbelastungen verzögert.

Beim Vergleich der beiden Formen der Feuchtbelastung „Okklusion“ versus „Wasserkontakt“ führte der Wasserkontakt zu einer früheren und stärkeren Barrierschädigung als die Okklusion. Die bisherigen Studien legen nahe, dass beim Vergleich der Feuchtbelastungsarten das feuchte Milieu im Vergleich zur Handschuhokklusion eine andere biologische Wirkung aufweist. Die in der TRGS 401 vorgeschlagene Addition der beiden Expositionsformen zu einer Gesamtdauer sollte daher nochmals überprüft werden.

Die ausführliche Literaturliste finden Sie in der Online-Version des IPA-Journals unter www.ipa-dguv.de.

Die Autoren:

Prof. Dr. Thomas Brüning, Prof. Dr. Manigé Fartasch
IPA



Literatur Okklusion

01. Antonov, Dimitar; Kleesz, Peter; Elsner, Peter; Schliemann, Sibylle (2013): Impact of glove occlusion on cumulative skin irritation with or without hand cleanser-comparison in an experimental repeated irritation model. In: *Contact dermatitis* 68 (5), S. 293–299. DOI: 10.1111/cod.12028.
02. BAUA: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2008): TRGS 401: Gefährdung durch Hautkontakt - Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen. Online verfügbar unter <https://www.baua.de/DE/Angebote/Rechtstexte-und-Technische-Regeln/Regelwerk/TRGS/TRGS-401.html>.
03. Behroozy, Ali; Keegel, Tessa G. (2014): Wet-work Exposure. A Main Risk Factor for Occupational Hand Dermatitis. In: *Safety and health at work* 5 (4), S. 175–180. DOI: 10.1016/j.shaw.2014.08.001.
04. Bock, Meike; Damer, Klaus; Wulfhorst, Britta; John, Swen Malte (2009): Semipermeable glove membranes--effects on skin barrier repair following SLS irritation. In: *Contact dermatitis* 61 (5), S. 276–280. DOI: 10.1111/j.1600-0536.2009.01622.x.
05. Bogner, L.; Worm, Margitta (2005): Handekzeme in der Zahnarztpraxis - Auswertung einer fragebogengestützten Analyse. In: *Dermatologie in Beruf und Umwelt* 53, 2005, S. 183–188.
06. Boyle, D. K.; Forsyth, A.; Bagg, J.; Stroubou, K.; Griffiths, C. E. M.; Burke, F. J. T. (2002): An investigation of the effect of prolonged glove wearing on the hand skin health of dental health-care workers. In: *Journal of dentistry* 30 (5-6), S. 233–241.
07. Bregnhøj, Anne; Menné, Torkil; Johansen, Jeanne Duus; Søsted, Heidi (2012): Prevention of hand eczema among Danish hairdressing apprentices. An intervention study. In: *Occupational and environmental medicine* 69 (5), S. 310–316. DOI: 10.1136/oemed-2011-100294.
08. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (2016): Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit 2015.
09. Diepgen, T. L.; Coenraads, P. J. (1999): The epidemiology of occupational contact dermatitis. In: *International archives of occupational and environmental health* 72 (8), S. 496–506.
10. Dulon, M.; Pohrt, U.; Skudlik, C.; Nienhaus, A. (2009): Prevention of occupational skin disease. A workplace intervention study in geriatric nurses. In: *The British journal of dermatology* 161 (2), S. 337–344. DOI: 10.1111/j.1365-2133.2009.09226.x.
11. Elias, P. M.; Menon, G. K. (1991): Structural and lipid biochemical correlates of the epidermal permeability barrier. In: *Advances in lipid research* 24, S. 1–26.
12. Fartasch, M. (1997): Epidermal barrier in disorders of the skin. In: *Microsc.Res.Tech.* 38 (4), S. 361–372.
13. Fartasch, M. (2009): Hautschutz. Von der TRGS 401 bis zur Leitlinie „Berufliche Hautmittel“. In: *Der Hautarzt; Zeitschrift für Dermatologie, Venerologie, und verwandte Gebiete* 60 (9), S. 702–707. DOI: 10.1007/s00105-008-1704-y.
14. Fartasch, M.; Bassukas, I. D.; Diepgen, T. L. (1993): Structural relationship between epidermal lipid lamellae, lamellar bodies and desmosomes in human epidermis: an ultrastructural study. In: *Br.J.Dermatol.* 128 (1), S. 1–9.
15. Fartasch, M.; Schnetz, E.; Diepgen, T. L. (1998): Characterization of detergent-induced barrier alterations -- effect of barrier cream on irritation. In: *J.Investig.Dermatol Symp.Proc.* 3 (2), S. 121–127.
16. Fartasch, Manigé (2016): Wet Work and Barrier Function. In: *Current problems in dermatology* 49, S. 144–151. DOI: 10.1159/000441590.
17. Fartasch, Manigé; Taeger, Dirk; Brodning, Horst C.; Schöneweis, Sandra; Gellert, Beatrix; Pohrt, Ute; Brüning, Thomas (2012): Evidence of increased skin irritation after wet work. Impact of water exposure and occlusion. In: *Contact dermatitis* 67 (4), S. 217–228. DOI: 10.1111/j.1600-0536.2012.02063.x.
18. Flyvholm, Mari-Ann; Bach, Bodil; Rose, Marcel; Jepsen, Karen Frydendall (2007): Self-reported hand eczema in a hospital population. In: *Contact dermatitis* 57 (2), S. 110–115. DOI: 10.1111/j.1600-0536.2007.01134.x.
19. Flyvholm, Mari-Ann; Lindberg, Magnus (2006): OEESC-2005--summing up on the theme irritants and wet work. In: *Contact dermatitis* 55 (6), S. 317–321. DOI: 10.1111/j.1600-0536.2006.00991.x.
20. Funke, U.; Fartasch, M.; Diepgen, T. L. (2001): Incidence of work-related hand eczema during apprenticeship. First results of a prospective cohort study in the car industry. In: *Contact dermatitis* 44 (3), S. 166–172.

21. Graves, C. J.; Edwards, C.; Marks, R. (1995): The effects of protective occlusive gloves on stratum corneum barrier properties. In: *Contact dermatitis* 33 (3), S. 183–187.
22. Hamnerius, N.; Svedman, C.; Bergendorff, O.; Björk, J.; Bruze, M.; Pontén, A. (2017): Wet work exposure and hand eczema among healthcare workers - a cross-sectional study. In: *The British journal of dermatology*. DOI: 10.1111/bjd.15813.
23. Held, E.; Mygind, K.; Wolff, C.; Gyntelberg, F.; Agner, T. (2002): Prevention of work related skin problems. An intervention study in wet work employees. In: *Occupational and environmental medicine* 59 (8), S. 556–561.
24. Ibler, Kristina S.; Jemec, Gregor B. E.; Agner, Tove (2012): Exposures related to hand eczema. A study of healthcare workers. In: *Contact dermatitis* 66 (5), S. 247–253. DOI: 10.1111/j.1600-0536.2011.02027.x.
25. Jungbauer, F. H. W.; Lensen, G. J.; Groothoff, J. W.; Coenraads, P. J. (2004a): Exposure of the hands to wet work in nurses. In: *Contact dermatitis* 50 (4), S. 225–229. DOI: 10.1111/j.0105-1873.2004.0314.x.
26. Jungbauer, F. H. W.; van der Harst, J. J.; Groothoff, J. W.; Coenraads, P. J. (2004b): Skin protection in nursing work. Promoting the use of gloves and hand alcohol. In: *Contact dermatitis* 51 (3), S. 135–140. DOI: 10.1111/j.0105-1873.2004.00422.x.
27. Jungbauer, F. H. W.; van der Harst, J. J.; Schuttelaar, M. L.; Groothoff, J. W.; Coenraads, P. J. (2004c): Characteristics of wet work in the cleaning industry. In: *Contact dermatitis* 51 (3), S. 131–134. DOI: 10.1111/j.0105-1873.2004.00421.x.
28. Jungbauer, F. H. W.; van der Vleuten, P.; Groothoff, J. W.; Coenraads, P. J. (2004d): Irritant hand dermatitis. Severity of disease, occupational exposure to skin irritants and preventive measures 5 years after initial diagnosis. In: *Contact dermatitis* 50 (4), S. 245–251. DOI: 10.1111/j.0105-1873.2004.00347.x.
29. Jungersted, Jakob Mutanu; Høgh, Julie K.; Hellgren, Lars I.; Jemec, Gregor B. E.; Agner, Tove (2010): Skin barrier response to occlusion of healthy and irritated skin. Differences in trans-epidermal water loss, erythema and stratum corneum lipids. In: *Contact dermatitis* 63 (6), S. 313–319. DOI: 10.1111/j.1600-0536.2010.01773.x.
30. Lee, Sang W.; Cheong, Seung H.; Byun, Ji Y.; Choi, You W.; Choi, Hae Y. (2013): Occupational hand eczema among nursing staffs in Korea. Self-reported hand eczema and contact sensitization of hospital nursing staffs. In: *The Journal of dermatology* 40 (3), S. 182–187. DOI: 10.1111/1346-8138.12036.
31. Luk, Nai-Ming T.; Lee, Hau-Chi S.; Luk, Chi-Kong D.; Cheung, Yuk-Yin A.; Chang, Mang-Chi; Chao, Vai-Kiong D. et al. (2011): Hand eczema among Hong Kong nurses. A self-report questionnaire survey conducted in a regional hospital. In: *Contact dermatitis* 65 (6), S. 329–335. DOI: 10.1111/j.1600-0536.2011.01961.x.
32. Lysdal, Susan Hovmand; Johansen, Jeanne Duus; Flyvholm, Mari-Ann; Søsted, Heidi (2012): A quantification of occupational skin exposures and the use of protective gloves among hairdressers in Denmark. In: *Contact dermatitis* 66 (6), S. 323–334. DOI: 10.1111/j.1600-0536.2012.02050.x.
33. Minamoto, Keiko; Watanabe, Takeshi; Diepgen, Thomas L. (2016): Self-reported hand eczema among dental workers in Japan - a cross-sectional study. In: *Contact dermatitis* 75 (4), S. 230–239. DOI: 10.1111/cod.12656.
34. Mirabelli, María C.; Vizcaya, David; Martí Margarit, Anna; Antó, Josep María; Arjona, Lourdes; Barreiro, Esther et al. (2012): Occupational risk factors for hand dermatitis among professional cleaners in Spain. In: *Contact dermatitis* 66 (4), S. 188–196. DOI: 10.1111/j.1600-0536.2011.02023.x.
35. Nettis, Eustachio; Colanardi, Maria Cristina; Soccio, Anna Lucia; Ferrannini, Antonio; Tursi, Alfredo (2002): Occupational irritant and allergic contact dermatitis among healthcare workers. In: *Contact dermatitis* 46 (2), S. 101–107.
36. Nichol, K.; Copes, R.; Spielmann, S.; Kersey, K.; Eriksson, J.; Holness, D. L. (2016): Workplace screening for hand dermatitis. A pilot study. In: *Occupational medicine (Oxford, England)* 66 (1), S. 46–49. DOI: 10.1093/occmed/kqv126.
37. Nicholson, Paul J.; Llewellyn, Diane; English, John S. (2010): Evidence-based guidelines for the prevention, identification and management of occupational contact dermatitis and urticaria. In: *Contact dermatitis* 63 (4), S. 177–186. DOI: 10.1111/j.1600-0536.2010.01763.x.
38. Ochsmann, Elke; Drexler, Hans; Schaller, K. H.; Korinth, G. (2006): Feuchtarbeit versus okklusiver Schutzhandschuh – der Versuch einer evidenzbasierten Bewertung der beiden potentiell hautschädigenden Einflüsse. In: *Dermatologie in Beruf und Umwelt* 54, 2006, S. 3–12.

39. Ramsing, D. W.; Agner, T. (1996a): Effect of glove occlusion on human skin (II). Long-term experimental exposure. In: *Contact dermatitis* 34 (4), S. 258–262.
40. Ramsing, D. W.; Agner, T. (1996b): Effect of glove occlusion on human skin. (I). short-term experimental exposure. In: *Contact dermatitis* 34 (1), S. 1–5.
41. Skoet, Rikke; Olsen, Jorn; Mathiesen, Bent; Iversen, Lars; Johansen, Jeanne Duus; Agner, Tove (2004): A survey of occupational hand eczema in Denmark. In: *Contact dermatitis* 51 (4), S. 159–166. DOI: 10.1111/j.0105-1873.2004.00423.x.
42. Tiedemann, Daniel; Clausen, Maja Lisa; John, Swen Malthe; Angelova-Fischer, Irena; Kezic, Sanja; Agner, Tove (2016): Effect of glove occlusion on the skin barrier. In: *Contact dermatitis* 74 (1), S. 2–10. DOI: 10.1111/cod.12470.
43. Tsai, T. F.; Maibach, H. I. (1999): How irritant is water? An overview. In: *Contact dermatitis* 41 (6), S. 311–314.
44. Visser, Maaïke J.; Verberk, Maarten M.; Campbell, Linda E.; McLean, W. H. Irwin; Calkoen, Florentine; Bakker, Jan G. et al. (2014a): Filaggrin loss-of-function mutations and atopic dermatitis as risk factors for hand eczema in apprentice nurses. Part II of a prospective cohort study. In: *Contact dermatitis* 70 (3), S. 139–150. DOI: 10.1111/cod.12139.
45. Visser, Maaïke J.; Verberk, Maarten M.; van Dijk, Frank J. H.; Bakker, Jan G.; Bos, Jan D.; Kezic, Sanja (2014b): Wet work and hand eczema in apprentice nurses; part I of a prospective cohort study. In: *Contact dermatitis* 70 (1), S. 44–55. DOI: 10.1111/cod.12131.
46. Warner, Ronald R.; Stone, Keith J.; Boissy, Ying L. (2003): Hydration disrupts human stratum corneum ultrastructure. In: *The Journal of investigative dermatology* 120 (2), S. 275–284. DOI: 10.1046/j.1523-1747.2003.12046.x.
47. 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. In: *The British journal of dermatology* 172 (4), S. 1058–1065. DOI: 10.1111/bjd.13481.
48. Weistenhöfer, Wobbeke; Uter, Wolfgang; Drexler, Hans (2017): Protection during production. Problems due to prevention? Nail and skin condition after prolonged wearing of occlusive gloves. In: *Journal of toxicology and environmental health. Part A*, S. 1–9. DOI: 10.1080/10937404.2017.1304741.
49. Welzel, J.; Wilhelm, K. P.; Wolff, H. H. (1995): Occlusion does not influence the repair of the permeability barrier in human skin. In: *Current problems in dermatology* 23, S. 180–186.
50. Welzel, J.; Wilhelm, K. P.; Wolff, H. H. (1996): Skin permeability barrier and occlusion. No delay of repair in irritated human skin. In: *Contact dermatitis* 35 (3), S. 163–168.
51. Wetzky, Ulrike; Bock, Meike; Wulfhorst, Britta; John, Swen Malte (2009): Short- and long-term effects of single and repetitive glove occlusion on the epidermal barrier. In: *Archives of dermatological research* 301 (8), S. 595–602. DOI: 10.1007/s00403-009-0980-4.
52. Willis, I. (1973): The effects of prolonged water exposure on human skin. In: *The Journal of investigative dermatology* 60 (3), S. 166–171.
53. Zhai, H.; Maibach, H. I. (2001): Effects of skin occlusion on percutaneous absorption. An overview. In: *Skin pharmacology and applied skin physiology* 14 (1), S. 1–10.