

Aus dem Institut für Hygiene und Umweltmedizin
(Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. habil. Axel Kramer)
und der Klinik für Chirurgie, Abt. für Allgemeine, Viszeral-, Thorax- und
Gefäßchirurgie
(Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. habil. Claus-Dieter Heidecke)
der Universitätsmedizin der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald

**Mikroperforationsraten medizinischer Untersuchungshandschuhe in
Abhängigkeit von der Tragedauer und der medizinisch-pflegerischen
Tätigkeit**

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Medizin
(Dr. med.)
der
Universitätsmedizin
der
Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald

Greifswald

2012

vorgelegt von: Axel Mannerow
geboren am: 07.12.1984
in: Wismar

Dekan: Prof. Dr. rer. nat. H. K. Kroemer

1. Gutachter: Univ.-Prof. Dr. med. habil. A. Kramer

2. Gutachter: Prof. Dr. med. M. Exner

Tag der Disputation: 05.08.2013

Ort, Raum: Greifswald, Seminarraum L22.02 der Klinik für Chirurgie

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
Anz.	Anzahl
cm	Zentimeter
CI 0,95	95 %-Konfidenzintervall
Desinf.	Desinfektionen
DIN	Deutsche Industrienorm
DOI	Digital Object Identifier
EN	Europäische Norm
g	Gramm
HCW	Health Care Worker
HS	Handschuhe
ICU	Intensive Care Unit
ITA	Intensivtherapeutische Abteilung
Korr.	Korrelationskoeffizient
l	Liter
min	Minute
ml	Milliliter
µg	Mikrogramm
p	Zufallswahrscheinlichkeit
s	Sekunden
Tab.	Tabelle
UK	United Kingdom

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1 Einleitung und Problemstellung.....	6
1.1 Historisches zu Handschuhen in der Medizin.....	6
1.2 Mikroperforationen medizinischer Handschuhe.....	7
1.3 Die klinische Bedeutung von Handschuhen in der Medizin	8
1.4 Materialien medizinischer Handschuhe	9
1.5 Barrierefunktion medizinischer Handschuhe	10
1.6 Einflussfaktoren auf die Schutzfunktion medizinischer Handschuhe ...	11
1.7 Einfluss von Desinfektionsmitteln auf Erregerbelastung und Handschuhmaterial	12
1.8 Allergenes Potenzial medizinischer Handschuhe	13
1.9 Ziel der Studie.....	14
2 Material und Methode	15
2.1 Durchführung der Studie	15
2.2 Erhebung der Daten.....	16
2.3 Verwendete Handschuhmarken	17
2.4 Verwendete Körperwaschmittel.....	18
2.5 Verwendete Cremes	19
2.6 Verwendete Desinfektionsmittel	20
2.7 Wasserhaltetest nach DIN EN 455-1 zur Ermittlung der Mikro- perforationen.....	21
2.8 Ermittlung von Mikroperforationen mit Hilfe einer Nullprobe.....	23
2.9 Untersuchung des Einflusses von Desinfektionsmittel auf das Handschuhmaterial	23
2.10 Statistische Auswertung.....	25
3 Ergebnisse.....	26
3.1 Handschuhmarken und Perforationen.....	26
3.2 Lokalisation der Perforationen.....	27
3.3 Einfluss der Handschuhträger auf die Perforationsrate	30
3.4 Einfluss von Handschuhgröße und Handschuhsitz auf die Perforationsrate	31
3.5 Einfluss der Tragedauer auf die Perforationsrate	33
3.6 Auswirkungen der verrichteten Tätigkeiten auf die Perforationsrate	37

3.7	Benutzte Pflegemittel	38
3.8	Benutzung von Händedesinfektionsmittel	39
3.9	Benutzung von weiteren Desinfektionsmitteln	43
3.10	Probleme bei der Handschuhbenutzung aus Sicht der Pflegekräfte	43
3.11	Ermittelte Perforationen in der Nullprobe	45
3.12	Einfluss von Desinfektionsmittel auf das Handschuhmaterial	45
4	Diskussion	49
4.1	Methode.....	49
4.1.1	Dichtigkeitsprüfung	49
4.1.2	Auswertung der Dokumentationsbögen	49
4.2	Ergebnisse.....	49
4.2.1	Bedeutung des Handschuhmaterials	49
4.2.2	Anzahl der Perforationen	51
4.2.3	Lokalisation der Perforationen	52
4.2.4	Einfluss der Handschuhträger auf die Perforationsrate	54
4.2.5	Einfluss von Handschuhgröße und Handschuhsitz auf die Perforationsrate	55
4.2.6	Einfluss der Tragedauer auf die Perforationsrate	57
4.2.7	Einfluss der Tätigkeiten auf die Perforationsrate	61
4.2.8	Benutzte Pflegemittel.....	63
4.2.9	Einfluss von Desinfektionsmitteln auf die Handschuhqualität.....	63
4.2.10	Benutzung weiterer Desinfektionsmittel	68
4.2.11	Probleme bei der Handschuhbenutzung aus Sicht der Pflegekräfte	69
5.	Zusammenfassung	71
6.	Summary	73
7.	Literaturverzeichnis.....	75
	Anhang	86
	Danksagung.....	88

1 Einleitung und Problemstellung

1.1 Historisches zu Handschuhen in der Medizin

Bereits in der Mitte des 19. Jahrhunderts erkannte Ignaz Philipp Semmelweis, ein ungarischer Geburtshelfer, die Kontaktinfektion als Ursache für das Wochenbettfieber, das zur damaligen Zeit eine hohe Müttersterblichkeit zur Folge hatte. Er setzte sich für dessen Verhütung durch konsequentes Waschen und Desinfizieren der Hände ein [1]. Der britische Chirurg Thomas Foster befasste sich ebenfalls mit der Prävention übertragbarer Krankheiten. Er meldete 1878 als erster ein Herstellungspatent für Latexhandschuhe an mit der Intention, diese zur Infektionsprophylaxe von Chirurgen tragen zu lassen [2-3]. Seitdem auch der Gynäkologe Thomas Gaillard am Ende des 19. Jahrhunderts Schutzhandschuhe zum Schutz vor Kontakt mit fremden Körperflüssigkeiten trug und der Chirurg William Halsted begann, sie während seiner Operationen zu tragen [4-6], haben sich medizinische Schutzhandschuhe neben der hygienischen Händedesinfektion zur wichtigsten infektionsprophylaktischen Maßnahme in Kliniken und Praxen entwickelt [7].

Besonders angestiegen ist der Verbrauch von medizinischen Schutzhandschuhen, seit Anfang der 80er Jahre das HI-Virus als Auslöser des erworbenen Immundefektsyndroms seine weltweite Verbreitung fand, welches, genau wie Hepatitis B- und C-Virusinfektionen, allein durch Kontakt mit Blut oder anderen Körperflüssigkeiten eines Infizierten übertragbar ist [8-9]. Heutzutage gilt es, sich nicht nur vor diesen Krankheiten zu schützen, sondern auch vor der Verbreitung bakterieller Erreger, die nosokomiale Infektionen auslösen und somit zu schweren Komplikationen bei Patienten führen können.

Um zu untersuchen, ob medizinische Handschuhe adäquat vor Infektionsübertragungen schützen, hat sich 2007 die interdisziplinäre „Paul Friedrich-Arbeitsgruppe „Infektionsprävention in der Chirurgie“ gegründet. Es handelt sich hierbei um eine wissenschaftliche Kooperation zwischen dem Institut für Hygiene und Umweltmedizin und der Chirurgischen Klinik, Abteilung für Allgemeine Chirurgie, Viszeral-, Thorax- und Gefäßchirurgie, der Universitätsmedizin Greifswald. Paul Leopold Friedrich (1864 - 1916), nach dem die Arbeitsgruppe benannt wurde, war einer der ersten, die sich mit der

Prävention chirurgischer Infektionen und deren Therapie befassten. Er führte unter anderem die nach ihm benannte Friedrich'sche Wundausschneidung ein und leistete seinen Beitrag zur Einführung des ersten nahtlosen Gummihandschuhs für die Therapie chirurgischer Patienten [10-11]. Auch die hier vorliegende Arbeit wurde von der Arbeitsgruppe „Paul Friedrich“ betreut.

1.2 Mikroperforationen medizinischer Handschuhe

Da medizinische Schutzhandschuhe im täglichen Gebrauch sehr unterschiedlichen Beanspruchungen und Belastungen unterliegen, kommt es nicht selten zum Auftreten von Perforationen, wodurch die Schutzfunktion der Handschuhe gemindert wird. Es gibt zahlreiche Studien, die sich mit der Untersuchung von Perforationsraten medizinischer Handschuhe beschäftigen. Ein Großteil dieser Arbeiten untersucht das Auftreten von Mikroperforationen in OP-Handschuhen, die während operativer Eingriffe an Patienten entstehen [12-14]. Dahingegen existieren nur wenige Arbeiten, die sich detailliert mit der Häufigkeit von Mikroperforationen beschäftigen, die in Untersuchungshandschuhen von Pflegekräften auftreten, während sie ihre täglichen Aufgaben am Patienten erfüllen [3, 15]. Nach Muto et al. [16] finden sich mehr Mikroperforationen in Untersuchungshandschuhen als in OP-Handschuhen.

Über Perforationen in defekten Handschuhen kann es zur Übertragungen pathogener Erreger kommen [17-18]. So stellt die Übertragung multiresistenter Bakterien wie Methicillinresistenter *Staphylococcus aureus* oder Vancomycinresistenter Enterokokken eine große Gefahr für schwer kranke Patienten dar. Auch die zunehmende Prävalenz von viral übertragbaren Krankheiten wie Hepatitis und HIV in der allgemeinen Bevölkerung hat dazu geführt, dass das Infektionsrisiko für medizinisches Personal signifikant angestiegen ist [19]. Multiresistente Bakterien haben sich in den letzten Jahren immer stärker verbreitet und sind häufig die Ursache von nosokomialen Infektionen. Jedes Jahr treten in Deutschland circa 500.000 bis 800.000 solcher Infektionen in Zusammenhang mit einem Krankenhausaufenthalt auf. Viele davon wären bei ausreichend hygienischer Vorsorge vermeidbar [20-23]. Schon 1997 zeigte eine Studie von Weber et al. [3], dass es große Differenzen in der Perforationsrate zwischen verschiedenen Handschuhmarken nach ihrer

Benutzung für pflegerische Tätigkeiten gibt. Die Perforationsrate stieg mit zunehmender Tragedauer oder Belastung der Einmalhandschuhe stark an, was weitere Studien bewiesen [16, 24].

1.3 Die klinische Bedeutung von Handschuhen in der Medizin

Im klinischen Gebrauch befinden sich heutzutage eine Vielzahl verschiedener Schutzhandschuhe unterschiedlicher Hersteller, wobei sich besonders zwei Kategorien von Handschuhen voneinander abgrenzen lassen: Unsterile Untersuchungshandschuhe für Tätigkeiten bei denen es zu Kontakt mit Chemikalien oder Körperflüssigkeiten, und damit Krankheitserregern, kommen kann, und sterile Handschuhe für medizinische Eingriffe. Nach Pitten und Kramer [25] können Handschuhe, die im klinischen Alltag benutzt werden, entsprechend ihrer Verwendung unterschieden werden in:

Sterile Handschuhe

Chirurgische Handschuhe

- Standard-OP-Handschuhe
- Mikrochirurgische Handschuhe
- Handschuhe mit Perforationsindikatorsystem

Untersuchungshandschuhe

- Paarweise Handschuhe
- Einzeln verpackte Handschuhe (z.B. Folienhandschuhe)

Unsterile Handschuhe

- Handschuhe für einfache Tätigkeiten, die keine hohen Anforderungen an Tastvermögen oder Reißfestigkeit stellen.
- Handschuhe für Tätigkeiten, die hohe Anforderungen an Tastvermögen und mäßige Anforderungen an die Reißfestigkeit stellen.
- Handschuhe für Tätigkeiten, bei denen eine hohe Reißfestigkeit erforderlich ist (z.B. Notfall und Rettung).
- Schnittfeste Handschuhe (z.B. in der Pathologie oder bei manueller Aufbereitung von Instrumentarium mit Verletzungsgefahr wie z.B. durch Biopsiezangen).

Auf Grund ihrer Einsatzbreite werden diverse Anforderungen an die Qualität und Haltbarkeit medizinischer Handschuhe gemäß der durchzuführenden Aufgaben gestellt. So werden nicht nur ein passgenauer Sitz erwartet, der ein angenehmes Tragegefühl garantiert, sondern auch eine hohe Belastbarkeit vorausgesetzt, so dass die Schutzhandschuhe den Träger vor Erregertranslokationen schützen können. Handschuhe sollen weiterhin ungepudert und hautverträglich sowie schadstoffarm und damit umweltfreundlich zu entsorgen sein [26-27]. Medizinische Schutzhandschuhe stellen nicht nur eine Barriere dar, die die Erregertranslokation von Patient auf das Krankenhauspersonal verhindern soll, sie sollen ebenso verhindern, dass es umgekehrt zu Übertragungen von Erregern auf den Patienten und daraus resultierenden Wundkontaminationen kommt, die Folgeerkrankungen nach sich ziehen können [3, 28].

1.4 Materialien medizinischer Handschuhe

Seit der britische Chirurg Thomas Foster 1878 als erster ein Herstellungspatent für Latexhandschuhe anmeldete und diese von Chirurgen zum Schutz vor Infektionen tragen ließ [2-3], wurden die Materialeigenschaften von medizinischen Handschuhen stark verbessert und viele neue Materialien zu deren Herstellung entwickelt. So werden Schutzhandschuhe heutzutage aus Latex, Neopren, Nitril, Polyethylen, Polyvinylchlorid und anderen Stoffen hergestellt [25]. Einige Studien beschäftigen sich mit dem Vergleich von Handschuhen verschiedener Materialien hinsichtlich ihrer Qualität, ihrer Trageeigenschaften, ihrem Verhalten bei Belastung oder ihrer Perforationsanfälligkeit [16, 19, 29-30]. Die vorliegende Arbeit konzentriert sich insbesondere auf zwei Produkte, die aus Latex bzw. Nitril gefertigt wurden.

Zur Herstellung von Latexhandschuhen wird Naturkautschuklatex verwendet [31]. Handschuhe aus Latex zeichnen sich durch eine gute anatomische Passform aus, was unter anderem durch das relativ enge Anliegen der Stulpe begünstigt wird. Durch ihre große Dehnbarkeit von bis zu 820 % sowie durch eine Textur im Bereich der Finger, die besonders die Griffigkeit erhöht, gewährleisten Latexhandschuhe einen sehr hohen Tragekomfort [7].

Nitrilhandschuhe setzen sich aus Polymeren zusammen, die als Blausäurederivate häufig in Form von Acetonitril und Acrylnitril zur synthetischen Herstellung von Handschuhen aus Kunststoffen verarbeitet werden [32]. Ihre elastischen Eigenschaften wurden in den letzten Jahren bei gleichzeitig sinkenden Produktionskosten weitgehend verbessert, so dass sie inzwischen durchaus mit denen von Latexhandschuhen vergleichbar sind [7, 25].

1.5 Barrierefunktion medizinischer Handschuhe

Die Integrität des Handschuhmaterials ist zur Infektionsvermeidung essenziell. Ist diese Barriere gestört, kann es zu Übertragungen von Krankheitserregern zwischen medizinischem Personal und Patienten kommen. Einige Studien untersuchten die Möglichkeit einer Translokation von Keimen zwischen Arzt und Patient [17-18, 33]. Schwerin et al. [17] zeigten, dass mit zunehmender Materialbelastung die Durchlässigkeit der Handschuhe gegenüber Viren steigt.

Die Infektionskontrolle und Verhinderung von Neuinfektionen gehören zu den zentralen Aufgaben im Krankenpflagedienst. Daher besteht die wichtigste Funktion medizinischer Schutzhandschuhe darin, eine Barriere zu bilden, die die Übertragung von Krankheitserregern zwischen Patienten und dem betreuenden Personal verhindert oder bei Schnitt- und Stichverletzungen das Risiko einer Erregertranslokation senkt [34]. Eine Studie von Hayden et al. [35] zeigt, dass Untersuchungshandschuhe einen effektiven Schutz gegen eine Kontamination der Hände mit multiresistenten Erregern gewähren. Gleichzeitig ist aber die Gefahr von Translokationen solcher Erreger auf die Handschuhe des Personals abhängig von der Anzahl der Kontakte mit dem Patienten und seiner Umgebung. So konnte in dieser Studie trotz Benutzung von Untersuchungshandschuhen in wenigen Fällen eine Kontamination der Hände mit Vancomycinresistenten Enterokokken nachgewiesen werden. Auch das Tragen von Schutzhandschuhen kann somit keinen hundertprozentigen Schutz vor Erregertranslokationen gewährleisten.

1.6 Einflussfaktoren auf die Schutzfunktion medizinischer Handschuhe

Es gibt verschiedene Faktoren, die die Schutzfunktion medizinischer Untersuchungshandschuhe negativ beeinflussen können. Zum einen kann eine Belastung des Handschuhmaterials mit Chemikalien oder Körperflüssigkeiten die Barriereigenschaften beeinträchtigen. Zum anderen spielen aber auch die Motivation und Aufgeklärtheit der Träger eine wichtige Rolle.

Die Barrierefunktion von Latexhandschuhen kann durch Kontakt mit Lösungsmitteln und Ölen beeinträchtigt werden, wohingegen sie einen sehr guten Schutz gegenüber Säuren, Basen und Salzlösungen darstellen [25]. Weiterhin kann es nach längerem Kontakt mit Körperfett und Sekreten zu Erweichung und Ausdehnung des Latexfilms kommen [7]. Da Latex ein sehr poröses Material ist, kann es bei längerem Kontakt mit Flüssigkeiten zur Hydratation kommen, bei der sich Flüssigkeit in die Poren des Materials einlagert. Dadurch dehnen sich diese aus und es kann eine Herabsetzung der Barrierefunktion der Handschuhe resultieren [19]. Nitrilhandschuhe hingegen zeichnen sich durch eine hohe Reißfestigkeit aus und bieten einen befriedigenden Tragekomfort [25, 7], weiterhin sind sie sehr widerstandsfest bei diversen Kontakten mit Chemikalien [25, 36-37].

Die Exposition gegenüber ultraviolettem Licht und dadurch ausgelöste Oxidationsprozesse können zu einer Beeinträchtigung der Integrität insbesondere bei Latexhandschuhe führen [7]. Auch einige Bakterienarten können bei längerer Exposition durch oxidativen Abbau von Proteinen zu Strukturveränderungen im Handschuhmaterial führen [38]. Versuche, bei denen medizinische Handschuhe großer Hitze ausgesetzt waren, zeigten, dass hohe Temperaturen einen Einfluss auf deren Stabilität haben können [39].

Was die Compliance bei der Benutzung von Schutzhandschuhen wie auch bei anderer Schutzkleidung wie Schuhe und Brillen anbetrifft, ergeben sich einige Schwachstellen. Studien belegen, dass Krankenhausmitarbeiter nicht immer ausreichend Maßnahmen ergreifen, um sich optimal gegen mögliche Infektionen zu schützen, oder nicht ausreichend über mögliche Gefahren informiert sind [40-42]. So werden als Gründe für das Unterlassen von

adäquaten Schutzmaßnahmen unter anderem die Nichtverfügbarkeit sowie die Überzeugung angegeben, dass behandelte Patienten keine infektiösen Krankheiten in sich tragen [40]. Beltrami et al. [43] zeigten, dass viele Hautkontakte mit Blut vermeidbar wären, würden immer ausreichend präventive Maßnahmen getroffen.

1.7 Einfluss von Desinfektionsmitteln auf Erregerbelastung und Handschuhmaterial

Die Desinfektion gilt auch heutzutage als effektivste und günstigste Maßnahme, um die Rate nosokomialer Infektionen zu reduzieren [41]. Das Desinfizieren von Händen, Handschuhen oder anderer Oberflächen erfolgt immer mit dem Ziel, Krankheits- bzw. Fäulniserreger abzutöten und somit die Gefahr einer Infektionsübertragung zu minimieren [44]. Eine Studie von Pitten et al. [45] ergab, dass die Desinfektion der Untersuchungshandschuhe effizienter war als die direkte Desinfektion der Hände.

Dass Desinfektionsmittel auch einen Einfluss auf die Mikroperforationsrate von Untersuchungshandschuhen haben, zeigt eine weitere Studie von Pitten et al. [46], in der das Perforationsrisiko von Untersuchungshandschuhen anstieg, sofern das vor ihrer Benutzung aufgetragene Desinfektionsmittel von den Händen des Trägers nicht richtig abgetrocknet war. Der erforderliche Alkoholanteil eines Desinfektionsmittels für das Erzielen einer viruziden Wirkung scheint die Entstehung von Materialdefekten zu begünstigen [45]. Es existieren einige Studien, die sich mit der Resistenz von medizinischen Handschuhen gegenüber Desinfektionsmitteln, alkoholischen oder zytotoxischen Lösungen beschäftigen, wobei bei Latexhandschuhen häufiger als bei anderen Handschuhen Permeationen festgestellt wurden, die aus der Beeinträchtigung der Proteinbestandteile durch derartige Mittel resultieren [47-49].

Auch zur Benutzung von Desinfektionsmitteln wurden Studien durchgeführt, die sich mit der Compliance von Pflegekräften beschäftigen. So zeigten Kim et al. [41], dass diese sich während der Pflege eines Patienten nicht ausreichend die Hände desinfizieren, wenn sie die Körperregion des Patienten wechseln. Auch

die nötigen Einwirkzeiten bei der Händedesinfektion werden nicht immer eingehalten [50]. Dieses Verhalten birgt die Gefahr der Verbreitung von Erregern [20]. Interessanterweise aber erhöht sich die Bereitschaft zur Benutzung von Desinfektionsmitteln mit dem Tragen von Untersuchungshandschuhen [41, 51].

1.8 Allergenes Potenzial medizinischer Handschuhe

Medizinische Handschuhe werden häufig mit der Entstehung allergischer Reaktionen in Verbindung gebracht [52], wobei entsprechende Untersuchungen das allergene Potenzial der Handschuhe mit ihrem jeweiligen Gehalt an Latexproteinen in Verbindung setzen [9, 52-53]. Dass medizinische Angestellte oft unter dermatologischen Problemen leiden, zeigte eine Studie von Weisshaar et al. [54].

Latexproteine können Überempfindlichkeitsreaktionen sowohl vom Typ I als auch vom Typ IV auslösen [55-57], wobei es sich in den meisten Fällen um Typ IV Allergien handelt [58]. Heutzutage wird bei der Herstellung von medizinischen Handschuhen versucht, den Gehalt an Latexproteinen möglichst niedrig zu halten. Der Latexproteingehalt eines Handschuhs wird mit der Lowry Testmethode bestimmt, mit Hilfe derer ein Proteinanteil im µg-Bereich bestimmt werden kann. Weniger als 50 µg/g Latexproteine in Untersuchungshandschuhen gelten für die Haut des Trägers als gut verträglich [59-60]. Obwohl Nitrilhandschuhe synthetisch hergestellt werden, gibt es Studien, die ebenfalls einen Anteil von Latexproteinen in diesen Handschuhen nachwiesen [52]. In Nitrilhandschuhen, die vom Hersteller als puderfrei deklariert wurden, konnten sogar Spuren von Calciumcarbonat enthaltendem Puder nachgewiesen werden [61].

Der Einsatz von gepuderten medizinischen Handschuhen birgt weitere Probleme. So kann der darin enthaltene Puder zum einen zu einer Sensibilisierungsreaktion führen und somit Hautprobleme der medizinischen Angestellten bedingen [52]. Zum anderen können durch den Einsatz gepuderter Handschuhe in der Chirurgie postoperative Komplikationen wie Peritonitis, Granulombildung oder Wundheilungsstörungen resultieren [27]. Auch

bestimmte Zusatzstoffe wie 2-Mercaptobenzothiazole und Zink-Dialkyldithiocarbamate, die Schwefel enthalten und häufig zur Herstellung von Schutzhandschuhen als Akzeleratoren benutzt werden, um während des Vulkanisierungsprozesses die Vernetzung der Kautschukmoleküle zu beschleunigen, wurden mit allergischen Reaktionen assoziiert. Einer Studie von Depree et al. [62] zu Folge gab es große Unterschiede was den Gehalt von diesen Stoffen in unterschiedlichen Handschuhen betrifft. Dennoch treten heutzutage weniger Typ IV Allergien auf, seit diese Stoffe als Ersatz für früher verwendete Thiurame zur Herstellung der Handschuhe benutzt werden. Weiterhin wird heute versucht, möglichst wenige chemische Zusatzstoffe für die Herstellung medizinischer Schutzhandschuhe zu verwenden [25, 63].

1.9 Ziel der Studie

Das Ziel der Studie bestand darin, zu analysieren, wie häufig nicht bemerkte Mikroperforationen in Untersuchungshandschuhen von Pflegekräften auftreten und ob die Tragedauer von Untersuchungshandschuhen das Auftreten von Mikroperforationen begünstigt. Weiterhin sollte untersucht werden, welchen Einfluss die individuelle Passform der Handschuhe, der einzelne Träger und die ausgewählte Tätigkeit auf das Perforationsrisiko haben. Außerdem wurde der Einfluss von Körperwaschmitteln, Cremes, Flächen- und vor allem Händedesinfektionsmitteln analysiert. Schließlich wurde die Lokalisation der Perforationen differenziert, um Aufschlüsse darüber zu erhalten, ob bestimmte Handschuhareale besonders perforationsgefährdet sind. Untersucht wurden dafür zwei verschiedene Handschuhmarken, die durch die Pflegekräfte regelmäßig getragen wurden.

Diese Studie dient dem Zweck, mögliche Gefahrenquellen für das Auftreten von Mikroperforationen in medizinischen Schutzhandschuhen zu erkennen und Erkenntnisse zu gewinnen, wie damit verbundene Risiken, wie die Translokation multiresistenter Bakterien, reduziert werden können. Damit soll die Studie einen Beitrag zur Verbesserung des Personal- und Patientenschutzes leisten.

2 Material und Methode

2.1 Durchführung der Studie

Im Zeitraum vom 01.04. bis 31.05.2008 wurden auf zwei intensivmedizinischen Stationen der Ernst-Moritz-Arndt-Universität in Greifswald Untersuchungshandschuhe des Pflegepersonals eingesammelt. Zum einen auf der Weaningstation der Klinik und Poliklinik für Innere Medizin, zum anderen in der Intensivtherapeutischen Abteilung der Klinik für Chirurgie. Da auf beiden Stationen häufig Patienten in Isolation betreut werden, werden Untersuchungshandschuhe hier vom Pflegepersonal oft und konsequent getragen und dementsprechend auch häufig gewechselt. So wurden insgesamt 1500 Handschuhpaare vom Pflegepersonal eingesammelt. Jedes der getragenen Handschuhpaare wurde mit Hilfe eines Fragebogens erfasst, der später zur Auswertung herangezogen wurde.

Mit Zustimmung der Pflegerinnen und Pfleger der teilnehmenden Stationen wurden vor Beginn der Studie vereinbart, dass ihre getragenen Handschuhe eingesammelt werden. Es wurden keinerlei Vorgaben gemacht, die sich auf das Tragen der Handschuhe bezogen. Es wurde weder vorgeschrieben, welche Handschuhmarke die Pflegekräfte benutzen sollen, noch wie lange die Handschuhe zu tragen waren. Auch die Häufigkeit der Desinfektion der Handschuhe und die dabei verwendeten Mittel waren dem Personal freigestellt. Dadurch sollte gewährleistet werden, dass die Studie ein möglichst praxisnahes Bild der Handschuhbenutzung durch die Pflegekräfte erstellt. Da auf beiden Stationen in der täglichen Routine deutlich mehr Latex- als Nitrilhandschuhe getragen wurden, wurde das Personal im zweiten Untersuchungsabschnitt gebeten, Nitrilhandschuhe zu tragen, um auf vergleichbare Zahlen zu kommen. Insgesamt wurden auf der Weaningstation 1100 Paare und auf der ITA 400 Handschuhpaare eingesammelt, wobei jeweils die eine Hälfte Latexhandschuhe und die andere Hälfte Nitrilhandschuhe waren.

Die Handschuhe wurden wie auch sonst üblich durch Abstreifen ausgezogen, so dass die Innenseite sich nach außen kehrte. Sie wurden dann einzeln in Plastiktüten verpackt, die mit einem „L“ für links und einem „R“ für rechts beschriftet waren. Der Name des Trägers sowie die jeweilige Uhrzeit wurden

auf die Plastikbeutel geschrieben, um später die Handschuhe den Fragebögen eindeutig zuordnen zu können. Zu jedem Handschuhpaar, das eingesammelt wurde, wurde ein Begleitbogen ausgefüllt, der die gerade durchgeführten Aufgaben sowie Tragedauer und Desinfektionsverhalten erfasste. Für die Durchführung des Wasserhaltetestes wurden jeweils zehn Handschuhe pro Testdurchlauf untersucht und die Ergebnisse auf den Fragebögen wie auch auf einem Versuchsprotokoll vermerkt. Auch wenn die Handschuhe paarweise eingesammelt wurden, erfolgte die Auswertung aller 3000 untersuchten Handschuhe einzeln. Um die Anonymität aller Teilnehmer zu wahren, wurden die Pflegekräfte einer jeweiligen Nummer zugeordnet, die für die weitere statistische Auswertung benutzt wurde.

2.2 Erhebung der Daten

Im Vorfeld der Studie wurde mit Hilfe des Pflegepersonals eine Liste erarbeitet, die die Aufgaben, die täglich im routinemäßigen Stationsalltag zu bewältigen sind, möglichst exakt darstellt (siehe Anhang). Anhand dieser Übersicht wurde anschließend ein Dokumentationsbogen entwickelt, der alle Tätigkeiten sowie für bestimmte Tätigkeiten verwendete Mittel möglichst genau erfassen sollte (siehe Anhang). Der Dokumentationsbogen für die Handschuhbenutzung enthielt folgende Angaben:

- Datum
- Uhrzeit
- Träger
- Handschuhmarke
- Handschuhgröße
- Handschuhsitz
- Tragedauer der Handschuhe
- Ausgeführte Tätigkeit während des Tragens der Handschuhe
- Benutzte Pflegeschäume und Waschmittel
- Verwendete Cremes und Salben
- Desinfektionslösung auf Handschuhe aufgetragen ja/nein
- Besonderheiten
- Handschuhperforation bemerkt

Die jeweiligen Felder waren auszufüllen bzw. anzukreuzen. Wurden Angaben durch das Personal gemacht, die nicht durch Kreuze auf dem Fragebogen zu erfassen waren, wie die Angabe der Tätigkeit Staubwischen/Flächendesinfektion und die dafür benutzten Mittel, wurde das notiert und später in der Auswertung berücksichtigt.

Die Tragedauer wurde in 5 min-Schritten angegeben. Bis zu einer Tragedauer von 5 min erfolgte die Angabe in Ein-Minuten-Schritten. Um eine gewisse Verständlichkeit und Übersichtlichkeit zu erzielen, war es bei der Auswertung nötig, einige Diagramme in 10 min-Schritten zu erstellen. Die 10 min-Schritte wurden wie folgt berechnet (Tab.1):

Tab. 1: Zeitangaben der 10 min-Schritte

Zeitangabe im Diagramm (in min)	Zeitangaben der Dokumentations- bögen, die zu dieser Zeitangabe zusammengefasst wurden (in min)
0*	0*
10	1, 2, 3, 4, 5, 10
20	15, 20
30	25, 30
40	35, 40
50	45, 50
60	55, 60
>60	alle > 60

*sofortiges Ausziehen nach dem Anlegen

2.3 Verwendete Handschuhmarken

Im Rahmen der Studie wurden von den medizinischen Pflegekräften unsterile Einmalhandschuhe zweier Hersteller getragen und anschließend durch den Flurspringer eingesammelt:

Peha-Soft® Powderfree (Paul Hartmann AG; Heidenheim)

Bei den Handschuhen handelt es sich um puderfreie Untersuchungshandschuhe aus Naturkautschuklatex. Der Proteingehalt wird mit < 50µg/g angegeben.

Die Chargennummern der Verpackungen, aus denen die getragenen Peha-Soft® Handschuhe entnommen wurden, lauteten

- auf der Weaningstation: 81108182, 81008263, 81008162, 81008152, 81008125, 83637115, 83637108, 80908263, 80505362, 80405443, 80305211, 75103591, 74500333, B0658109, B0168105.
- auf der ITA: 81209822, 81108182, 80305443, B3637115, B2847314, B2847305, B2597115, B2597111, B0658109, B0108102, B0088111.

Nitra-Tex® EP Powderfree (Ansell; Tamworth, Staffordshire UK)

Die synthetisch hergestellten Nitrilhandschuhe enthalten keine Anteile von Latexproteinen.

Die Chargennummern der Verpackungen, aus denen die getragenen Nitra-Tex® EP Handschuhe entnommen wurden, lauteten

- auf der Weaningstation: 08015742ES, 08015712ES, 08015614ES, 07121812ES, 07100112ES.
- auf der ITA: 08036542ES, 08036514ES.

Gesammelt wurden auf beiden Stationen ausschließlich die zwei oben genannten Handschuhmarken. Wenn für besondere medizinische Einsätze am Patienten, wie das Absaugen der Atemwege mit Hilfe eines Bronchoskops, sterile Einmalhandschuhe benutzt wurden, wurden diese nicht in die Studie einbezogen. Des Weiteren wurden nur Handschuhe des medizinischen Pflegepersonals eingesammelt. Dazu gehörten die Pfleger und Pflegerinnen der beiden teilnehmenden Stationen wie auch weitere Pflegekräfte, die von anderen Stationen kamen, um Patienten zu versorgen. Darunter waren Mitarbeiter der Dialysestation, des Hol- und Bringdienstes und der Röntgenabteilung sowie Logopäden, Medizinstudenten im praktischen Jahr und ein Zivildienstleistender. Untersuchungshandschuhe, die von Ärzten getragen wurden, flossen nicht in die Studie ein.

2.4 Verwendete Körperwaschmittel

Als Waschmittel zur Körperpflege wurden sowohl auf der Weaningstation als auch auf der ITA verwendet:

Octenisan®

Bei Octenisan® handelt es sich um eine antimikrobielle Waschlotion für die hygienische Ganzkörperwaschung sowie zum Duschen und Haarewaschen. Sie wird vor allem bei Patienten angewandt, die Träger multiresistenter Erreger sind. Die Wirkstoffe Allantoin bzw. Octenidinhydrochlorid sorgen für pflegende bzw. antimikrobielle Eigenschaften [64].

Bactolin® Sensitive (wash)

Hierbei handelt es sich um eine Waschlotion, die besonders geeignet ist für die Anwendung auf trockener und sensibler Haut. Dafür sorgen vor allem die Inhaltsstoffe Bisabolol, Hamamelis und Urea. Der pH-Wert der Waschlotion wird mit 5,5 angegeben [65].

Andere Waschmittel

Wurden vom Personal andere Waschmittel als die bereits genannten zur Patientenpflege benutzt, teilten sie es dem Flurspringer mit, der sich den Namen des Waschmittels dann zusätzlich auf dem Begleitbogen vermerkte. Zu diesen Mitteln gehörten:

- Wasser
- Zitronensaft (zur Fiebersenkung)
- Feuchttücher (zur Körperpflege)
- Individuelle Pflegeprodukte, die vom Patienten persönlich mitgebracht wurden.

2.5 Verwendete Cremes

Zur Patientenpflege wurden auf der Weaningstation und auf der ITA folgende Cremes verwendet:

Bactolan® balm

Hierbei handelt es sich um einen Pflegebalsam, der gut für die Anwendung auf trockener und empfindlicher Haut geeignet ist und sich unter anderem aus Bisabolol, Allantoin, Panthenol und Vitamin E zusammensetzt [66].

Andere Cremes

Sofern das medizinische Personal Cremes oder Salben zur Patientenpflege benutzte, die der Begleitbogen nicht erfassen konnte, nannten die Pflegekräfte dem Flurspringer den Namen des entsprechenden Produkts, das auf dem Begleitbogen notiert und in der Auswertung zu Kategorie andere Cremes gezählt wurde. Zu diesen Produkten gehörten:

- Bepanten[®] (Nasensalbe)
- Bepanthol[®] (Körperlotion)
- Esamtan[®] (Körperlotion)
- Finalgon[®] Salbe (zur Durchblutungssteigerung vor Blutentnahme)
- Penaten[®] (Lotion)
- Stoma-Paste (Stoma-Versorgung)
- Vaseline[®] (Fettsalbe)
- Individuelle Pflegeprodukte, die vom Patienten persönlich mitgebracht wurden.

2.6 Verwendete Desinfektionsmittel

Zur Händedesinfektion vor oder nach dem Tragen von Untersuchungshandschuhen wurde sowohl auf der Weaningstation als auch auf der ITA **Softa-Man[®]** benutzt.

Softa-Man[®] ist ein alkoholisches Händedesinfektionsmittel, das als Gemisch 45 % Ethanol und 18 % 1-Propanol enthält [67]. Im Rahmen vieler pflegerischer Tätigkeiten trugen die Pflegekräfte dieses Desinfektionsmittel auch von außen direkt auf die Einmalhandschuhe auf, um die Handschuhe nicht komplett wechseln zu müssen. In diesem Fall wurde die Anzahl der Desinfektionsvorgänge auf dem begleitenden Fragebogen erfasst.

Des Weiteren wurden verschiedene Flächendesinfektionsmittel benutzt, um medizinisches Inventar und Ablageflächen in den Patientenzimmern zu desinfizieren:

Descocid[®]-N

100ml Descocid[®]-N enthalten 13,2g Benzalkoniumchlorid, 6,0g Didecyldimethylammoniumchlorid sowie 4,5g Ameisensäure [68]. Dieses

Desinfektionsmittel wurde in verdünnter Form benutzt, da es als Konzentrat vorlag.

Terralin[®] liquid

Terralin[®] liquid ist ein alkoholisches Schnelldesinfektionsmittel, bei dem 100 ml 25 g Ethanol (94 %ig) und 35 g 1-Propanol enthalten [69].

Andere Desinfektionsmittel

Wurden vom Personal andere Mittel als die bereits genannten zur Desinfektion benutzt, teilten sie es dem Flurspringer mit, der den Namen des Desinfektionsmittels zusätzlich auf dem Begleitbogen vermerkte. Hierzu gehörten folgende Produkte:

- Afid-Plus[®] (Instrumentendesinfizienz)
- Lysoformin[®] (Instrumenten-, Inventar- und Flächendesinfizienz)

2.7 Wasserhaltetest nach DIN EN 455-1 zur Ermittlung der Mikroperforationen

Die Untersuchung der Handschuhe auf Perforationen wurde mit Hilfe des Wasserhaltetestes entsprechend DIN EN 455-1 durchgeführt [70]. In einer Vorrichtung aus Plexiglas konnten auf zehn Röhren mit je einem Durchmesser von 6 cm gleichzeitig zehn Handschuhe getrennt voneinander auf Mikroperforationen untersucht werden. Zur Messung wurden die Handschuhe mit den Stulpen über die Röhren gestülpt, so dass maximal 4 cm überstanden. Anschließend wurden die Handschuhe mit Schlauchklemmen fixiert und 1000 ml \pm 50 ml 15 – 25 °C warmes Wasser eingefüllt (Abb. 1 und 2). Die dadurch gedehnten Handschuhe wurden dabei sofort und nach 3 min auf durchtretendes Wasser inspiziert. Anschließend wurde an den Fingerspitzen der Handschuhe gezogen, um kleinste Mikroperforationen sichtbar zu machen, die vorher durch Reste von Blut, Waschmitteln, Cremes oder Salben verklebt und dadurch verschlossen waren. Um besonders kleine Leckstellen lokalisieren zu können, wurden die Handschuhe anschließend mit Hilfe von Baumwollhandtüchern trocken gewischt. Die Lokalisationen der gefundenen Perforationen wurden auf Untersuchungsprotokollen exakt dokumentiert.

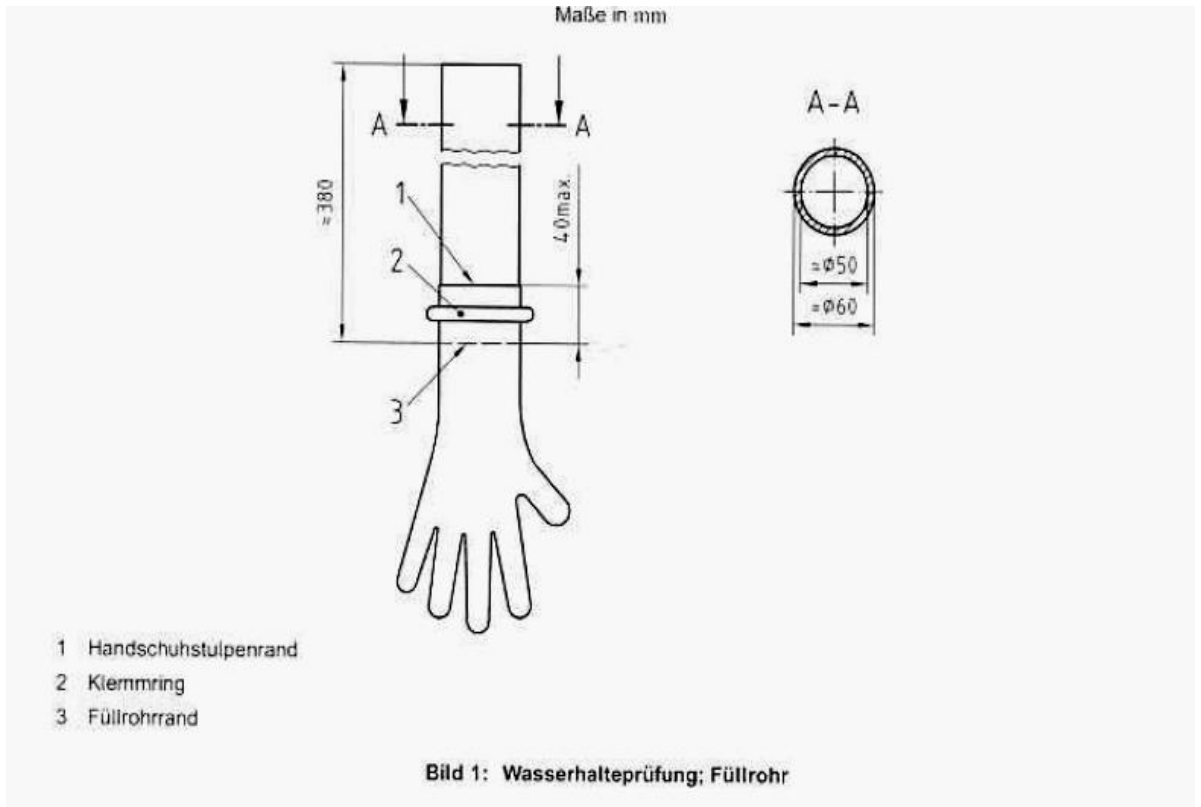


Abb. 1: Aufbau der Versuchsvorrichtung nach DIN EN 455-1

Die Vorrichtung, die für diese Studie genutzt wurde, um die Handschuhe zu untersuchen, wurde von der Feinmechanischen Werkstatt der Universitätsmedizin Greifswald gebaut. Sie entspricht in ihren Ausmaßen exakt den Maßvorgaben der DIN EN 455-1.

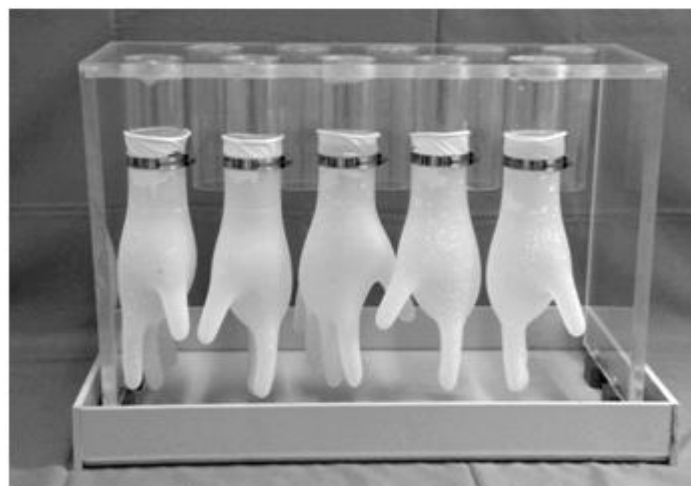


Abb. 2: Testvorrichtung zur Prüfung der Handschuhe auf Perforationen nach DIN EN 455-1

2.8 Ermittlung von Mikroperforationen mit Hilfe einer Nullprobe

Um einen vergleichbaren Ausgangswert für das Vorhandensein von Mikroperforationen in Untersuchungshandschuhen zu erhalten, wurden zwei Nullproben durchgeführt.

Im ersten Versuch wurden 100 Latexhandschuhe der Marke Peha-Soft® (Chargennummer 81008152) sowie 100 Nitrilhandschuhe der Marke Nitra-Tex® EP (Chargennummer 08036542ES) dem Wasserhaltetest nach DIN EN 455 – 1 unterzogen. Dafür wurde jeweils eine noch verschlossene Handschuhpackung verwendet, die erst kurz vor Beginn des Wasserhaltetests geöffnet wurde. Somit wurde vermieden, dass Einflussfaktoren wie UV-Licht und Wärme die Qualität der Handschuhe bereits vor dem Test reduzieren konnten [7, 39].

In einem zweiten Versuch wurden 50 Studenten gebeten, während eines Histologiekurses für 60 min Untersuchungshandschuhe zu tragen. Dabei wurden 50 Latexhandschuhe (Chargennummer 910109008) und 50 Nitrilhandschuhe (Chargennummer 09030414ES) getragen. Jeweils 25 Studenten trugen den Latexhandschuh während dieser Zeit an der rechten Hand und den Nitrilhandschuh an der linken Hand, und 25 Studenten trugen den Latexhandschuh an der linken und den Nitrilhandschuh an der rechten Hand. Die anschließend eingesammelten Handschuhe wurden ebenfalls dem Wasserhaltetest gemäß der DIN EN 455 – 1 unterzogen.

2.9 Untersuchung des Einflusses von Desinfektionsmittel auf das Handschuhmaterial

Zur Untersuchung des Einflusses von Desinfektionsmittel auf das Handschuhmaterial wurden verschiedene Experimente durchgeführt. Da die Pflegekräfte auf beiden Stationen ausschließlich Softa-Man® zur Händedesinfektion und zur Desinfektion der Untersuchungshandschuhe benutzten, wurde nur der Einfluss dieses Mittels analysiert.

Ein erster Test sah vor, je 50 Latexhandschuhe und 50 Nitrilhandschuhe an der Haltevorrichtung aufzuhängen und von außen mit Desinfektionsmittel zu benetzen. Dabei wurden die Handschuhe mit jeweils einem Liter Wasser der

Temperatur zwischen 15 und 25 °C gefüllt und nach 3 min auf Perforationen überprüft. Anschließend wurden die Handschuhe 30 min lang alle 3 min mit der Außenseite in Softa-Man® getaucht und nach weiteren 3 min auf Perforationen überprüft. So wurden die Handschuhe je 10 mal mit Desinfektionsmittel befeuchtet. Zur Benetzung der Handschuhe wurde ein 1-Liter Messbecher benutzt, der mit 200 ml bis 300 ml Softa-Man® gefüllt wurde. Dort wurden die Handschuhe hineingetaucht, so dass eine gleichmäßige und schnelle Bedeckung der Oberfläche während des Versuches gewährleistet war. Da dieser Versuch sich nur bei Latexhandschuhen durchführen ließ (siehe 3.12 und 4.2.9), folgten nach 10 untersuchten Nitrilhandschuhen weitere Versuche mit Nitrilhandschuhen.

Hierfür wurden zunächst 10 Nitrilhandschuhe aufgehängt, mit Wasser befüllt und beobachtet, ob es sichtbare Veränderungen des Materials gab. Zunächst erfolgte eine Perforationskontrolle nach 3 min und eine weitere nach einer Zeit von 33 min. Anschließend wurden erneut 10 Nitrilhandschuhe aufgehängt, mit Wasser gefüllt und nach 3 und 33 min auf Perforationen untersucht. Danach wurden die Handschuhe von außen mit Softa-Man® benetzt und auf weitere Veränderungen geachtet.

Für einen weiteren Test wurden zehn Nitrilhandschuhe und zehn Latexhandschuhe mit jeweils einem Liter Softa-Man® gefüllt und auf Veränderungen untersucht. Sie wurden dann 30 min lang beobachtet, sowie nach dem Ablauf der Zeit auf Perforationen überprüft. Das geschah, in dem jeweils zwei Versuchsdurchgänge von je fünf Handschuhen ausgeführt wurden. Unter die Handschuhe wurde jeweils ein 1-Liter-Messbecher gestellt, um das Desinfektionsmittel aufzufangen und erneut verwenden zu können. Um das Abdampfen des Alkohols zu verhindern, wurde über die Röhren der Haltevorrichtung jeweils ein Petrischalendeckel gelegt.

Für die genannten Versuche wurden Latexhandschuhe der Chargennummer 937209002 in Größe M und Nitrilhandschuhe der Chargennummer 09104342ES in Größe M verwendet. Die Packungen, aus denen die

Handschuhe entnommen wurden, wurden jeweils kurz vor Beginn der Experimente geöffnet.

2.10 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe des Programmes SPSS für Windows. Es wurde der statistische Zusammenhang zwischen den gemessenen unabhängigen Faktoren (Tragedauer, Träger, Handschuhgröße, Handschuhsitz, Tätigkeiten, Pflegemittel, Desinfektionsmittel) und der Häufigkeit der Perforationen mittels partieller Korrelationen untersucht. Die Handschuhe wurden in Gruppen, basierend auf Tragedauer und Desinfektionshäufigkeit, eingeteilt und für jede Gruppe die Chancen (Odds) für das Auftreten von Perforationen berechnet. Der Effekt der Faktoren wurde durch die Berechnung der Odds Ratios und deren 95%-Konfidenzintervalle beschrieben. Die grafischen Darstellungen wurden mit den Programmen SPSS für Windows sowie Excel für Windows erstellt.

Zu einem Artikel über die Ergebnisse dieser Arbeit werden zur Zeit die Anmerkungen der Reviewer bearbeitet [114].

3 Ergebnisse

3.1 Handschuhmarken und Perforationen

Es wurden 3000 Handschuhe eingesammelt. Davon waren 1508 Latexhandschuhe und 1482 Nitrilhandschuhe. 10 Handschuhe konnten auf Grund von Übertragungsfehlern nicht ausgewertet werden. 308 von 3000 Handschuhen (10,3 %) zeigten im Wasserhaltetest eine oder mehrere Perforationen. Bei dem größten Teil der Handschuhe wurde nur jeweils eine Perforation gefunden. Einige zeigten jedoch mehrere Defekte, so dass insgesamt 389 Perforationen festgestellt werden konnten (Abb. 3).

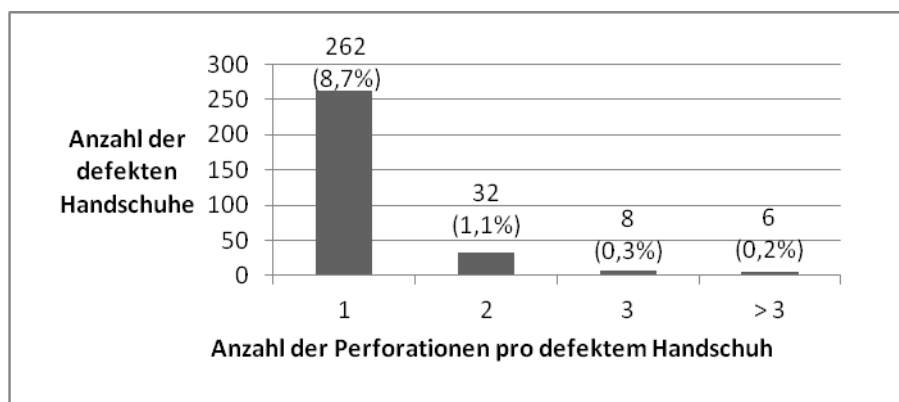


Abb. 3: Anzahl der Perforationen pro defektem Handschuh

Bei zwei untersuchten Latexhandschuhen war die gesamte Handfläche von zahlreichen Perforationen durchsetzt. Um das Gesamtbild der ermittelten Perforationen nicht zu verzerren, wurde in diesen beiden Fällen bei zehn Perforationen aufgehört zu zählen und diese Anzahl zur Auswertung herangezogen.

210 der defekten Handschuhe waren aus Latex. Da einige Handschuhe mehr als eine Perforation aufwiesen, ergab sich eine Gesamtzahl von 276 Perforationen in Latexhandschuhen. Für die 98 defekten Nitrilhandschuhe ergab sich eine Gesamtanzahl von 113 Perforationen. Insgesamt wiesen 13,9 % der Latexhandschuhe und 6,6 % der Nitrilhandschuhe Perforationen auf.

In 16 Fällen gaben die Pflegekräfte an, eine Perforation im Handschuh bemerkt zu haben. Somit wurde nur in 5,2 % der Fälle bemerkt, dass ein Handschuh perforiert war.

3.2 Lokalisation der Perforationen

Mit 92 Perforationen fanden sich am Daumen die meisten Defekte (23,7 %). An zweiter bis vierter Stelle folgten Handfläche (18,8 %), Stulpe (17,7 %) und Zeigefinger (17,2 %), mit nur sehr geringen Unterschieden in der Anzahl der Perforationen. Der Mittelfinger war in 11,8 % der Fälle betroffen, der kleine Finger in 4,1 %. Mit jeweils insgesamt nur 14 Perforationen wurden die wenigsten Perforationen am Ringfinger (3,6 %) bzw. zwischen zwei Fingern lokalisiert (3,6 %).

Werden die Perforationen nach den Handschuhmaterialien unterteilt, ließen sich an Latexhandschuhen insgesamt die meisten Lecks in Daumen (26 %) und Zeigefinger (19,2 %) ermitteln, wohingegen es bei Nitrilhandschuhe am häufigsten zu einem Durchtritt von Wasser an der Stulpe (38,1 %) und an der Handfläche (23,9 %) kam. Die folgenden Abbildungen unterscheiden zusätzlich zwischen den Perforationen, die jeweils im linken bzw. im rechten Handschuh gefunden wurden (Abb. 4 - 7).

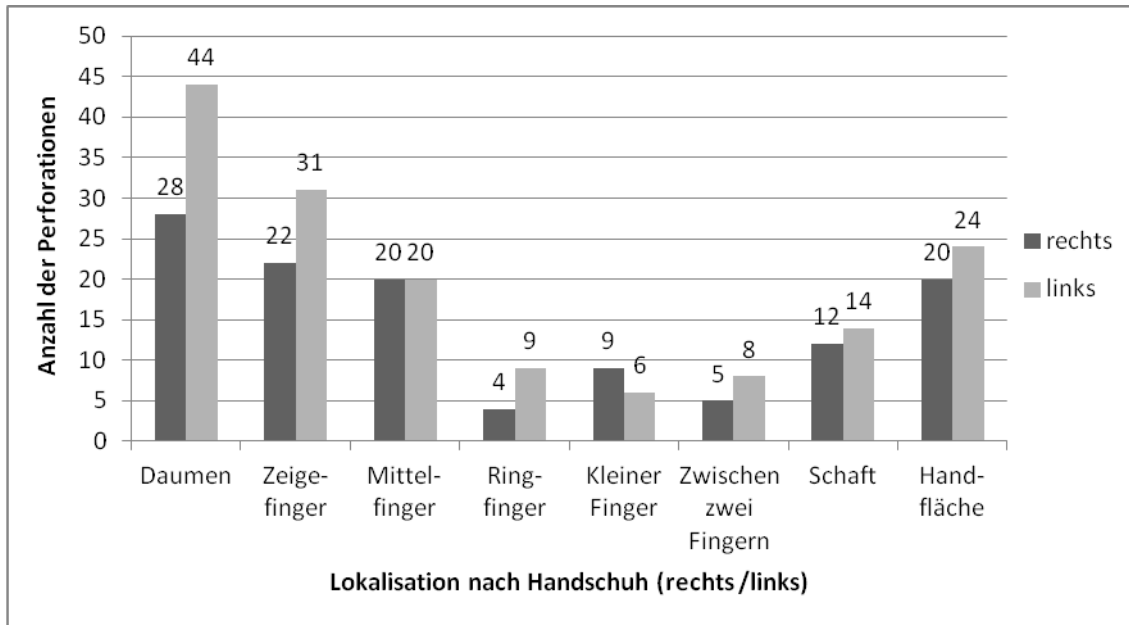


Abb. 4: Anzahl der Perforationen in Latexhandschuhen nach ihrer Lokalisation

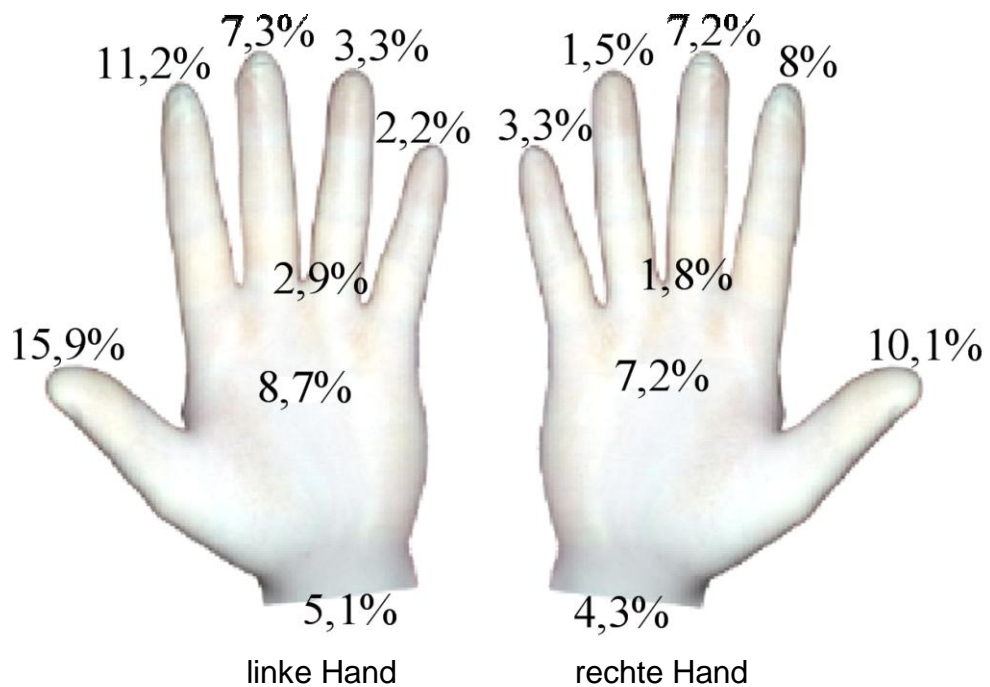


Abb. 5: Prozentuale Verteilung der Mikroperforationen in Latexhandschuhen nach ihrer Lokalisation

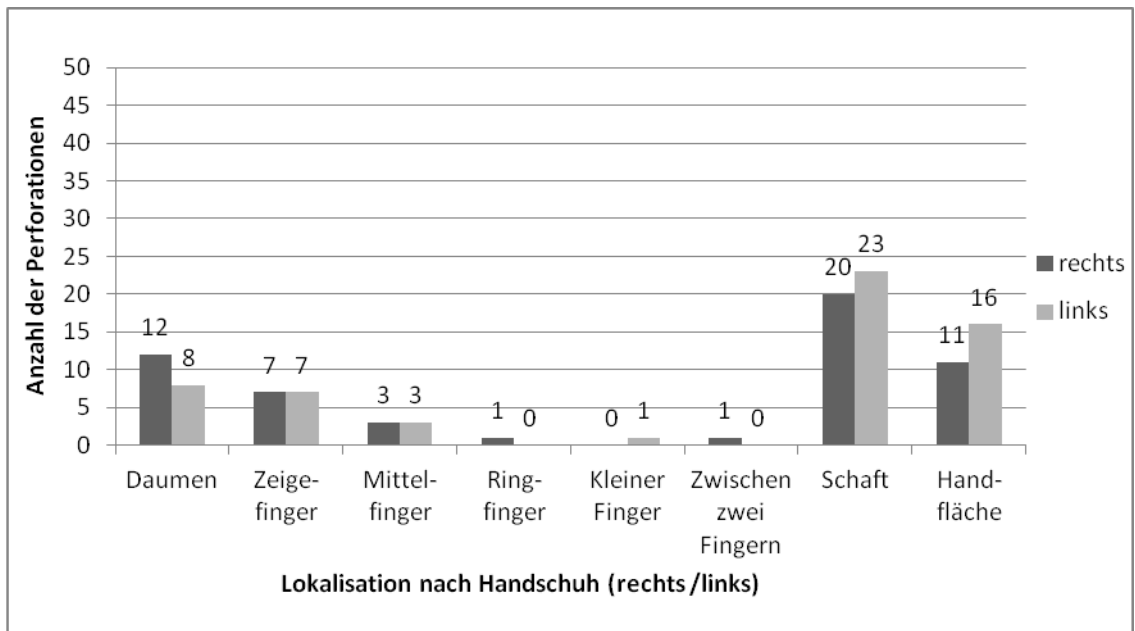


Abb. 6: Anzahl der Perforationen in Nitrilhandschuhen nach ihrer Lokalisation

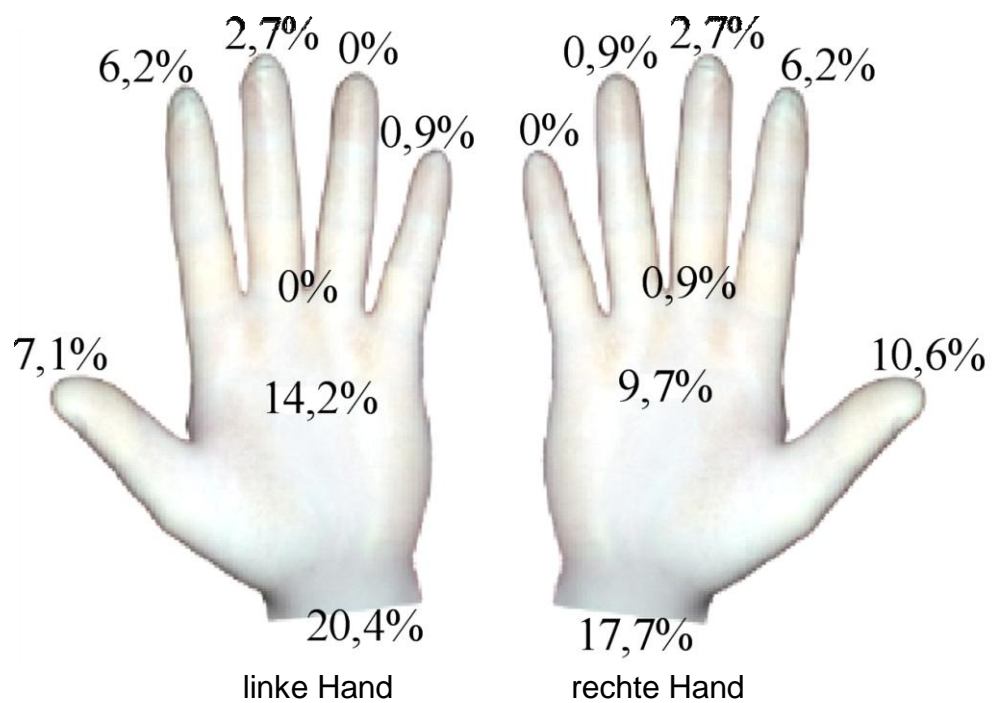


Abb. 7: Prozentuale Verteilung der Mikroperforationen in Nitrilhandschuhen nach ihrer Lokalisation

Von den Handschuhträgern der Studie gaben drei ihre linke Hand als dominante Hand an. Die übrigen 55 Teilnehmer waren Rechtshänder. In Latexhandschuhen wurden 118 Perforationen an der jeweils dominanten Hand des Trägers gefunden. Mit 158 Perforationen befanden sich mehr Perforationen an den Handschuhen der nichtdominanten Hand. Nitrilhandschuhe zeigten mit 58 Perforationen in der dominanten und 55 in der nichtdominanten Hand eine ausgeglichene Verteilung (Abb. 8 und 9).

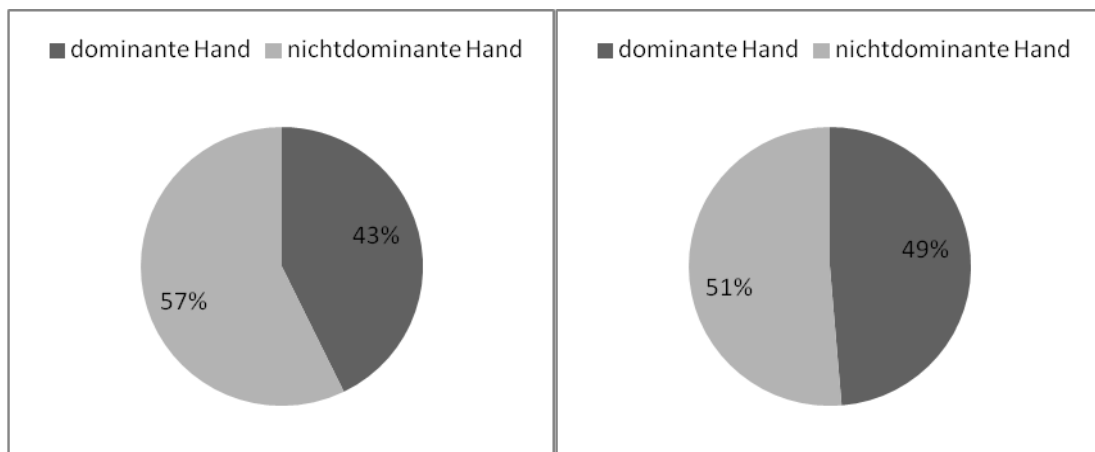


Abb. 8: Verteilung der Perforationen in Latexhandschuhen

Abb. 9 : Verteilung der Perforationen in Nitrilhandschuhen

3.3 Einfluss der Handschuhträger auf die Perforationsrate

Insgesamt beteiligten sich 58 Pflegekräfte an der Studie, die zwischen 2 und 332 Handschuhe abgaben. Träger 10 verbrauchte die meisten Handschuhe (332) und damit 11 % der Gesamtmenge an eingesammelten Handschuhen. Pflegekräfte, die weniger als 2 % der Gesamtmenge der Handschuhe verbrauchten, wurden in der Kategorie „Sonstige“ zusammengefasst. Das betraf 39 Pflegekräfte. Durchschnittlich gaben die Pflegekräfte 52 Handschuhe ab (Tab. 2).

Tab. 2: Anzahl und Perforationen der von den Trägern abgegebenen Handschuhe

Träger (Verschlüsselungs- Nr.)	Anzahl Hand- schuhe	Anteil an Gesamt- menge der Handschuhe (%)	Anzahl perforierter Handschuhe	Perforierte Handschuhe (%)
8	174	5,8	18	10,3
10	332	11	28	8,4
12	172	5,7	16	9,3
13	198	6,6	19	9,6
15	86	2,9	24	27,9
17	64	2,1	11	17,2
19	86	2,8	16	18,6
20	158	5,3	21	13,3
24	92	3,1	18	19,6
26	188	6,3	13	6,9
27	60	2	6	10
28	158	5,3	13	8,2
30	64	2,1	6	9,4
33	66	2,2	5	7,5
36	74	2,5	8	10,8
40	72	2,4	6	8,3
48	98	3,3	8	8,2
50	74	2,5	2	2,7
54	66	2,2	3	4,5
Sonstige	718	23,9	67	9,3
Gesamt	3000	100	308	10,3

Die Ermittlung der partiellen Korrelationen zwischen dem jeweiligen Träger und der Häufigkeit auftretender Perforationen lieferte keinen Hinweis darauf, dass ein statistischer Zusammenhang dieser beiden Variablen besteht (Korr. = -0,14, $p = 0,441$).

3.4 Einfluss von Handschuhgröße und Handschuhsitz auf die Perforationsrate

Die Pflegekräfte wurden gebeten, die Handschuhe wie gewohnt zu tragen. Die Größen S, M und L standen auf beiden Stationen zur Verfügung. 1423 Handschuhe der Größe M (47,4 %) wurden eingesammelt. Somit wurde diese

Größe am häufigsten getragen. Weiterhin gaben die Pflegekräfte 979 Handschuhe der Größe S (32,6 %) und 594 Handschuhe der Größe L (19,8 %) ab.

Werden die Werte für die ausgewählten Handschuhgrößen einander gegenüber gestellt, wird deutlich, dass Nitrilhandschuhe häufiger in größeren Passformen getragen wurden als Latexhandschuhe. Die Größe M wurde zwar von beiden Handschuhmarken am häufigsten ausgewählt, Nitrilhandschuhe wurden jedoch deutlich häufiger in Größe L (32,3 %) getragen als Latexhandschuhe (Tab. 3).

Tab. 3: Anzahl und Perforationen der Handschuhe nach getragenen Größen

Größe der Handschuhe	Anzahl Handschuhe	Anteil an Handschuhen der jeweiligen Marke (%)	Anzahl perforierter Handschuhe	Perforierte Handschuhe (%)
S				
Latex	564	37,4	93	16,5
Nitril	409	27,9	31	7,6
M				
Latex	828	54,9	108	13
Nitril	595	40,1	30	5
L				
Latex	116	7,7	9	7,8
Nitril	478	32,3	37	7,7

Die Größe der Handschuhe hatte keinen statistisch signifikanten Einfluss auf die Perforationsrate der Handschuhe (Korr. = 0,001; $p = 0,972$).

Was den Sitz der Handschuhe betrifft, wurden 65,4 % der getragenen Handschuhe als passgenau angegeben. Fast jedes vierte Paar (24,2 %) wurde als zu locker sitzend empfunden, jedes zehnte Paar (10,3 %) als zu eng anliegend.

Auch beim Sitz ergaben sich Unterschiede bezüglich der Handschuhmarken. Es wurde weniger als ein Viertel der Latexhandschuhe als zu „locker“ oder zu „eng“ empfunden, während die Pflegekräfte fast die Hälfte der Nitrilhandschuhe mit diesen Eigenschaften bewerteten (Tab. 4).

Tab. 4: Anzahl und Perforationen der Handschuhe nach Sitz

Sitz der Handschuhe	Anzahl Handschuhe	Anteil an Handschuhen der jeweiligen Marke (%)	Anzahl perforierter Handschuhe	Perforierte Handschuhe (%)
locker				
Latex	332	22	58	17,5
Nitril	393	26,5	27	6,9
passgenau				
Latex	1170	77,6	151	12,9
Nitril	785	53	50	6,4
eng				
Latex	6	0,4	1	16,7
Nitril	302	20,4	21	7

Zwischen dem Sitz der Handschuhe und der Perforationsrate zeigte sich ein statistisch signifikanter Zusammenhang. So war die Wahrscheinlichkeit, Perforationen aufzuweisen, für unpassende Handschuhe größer als für passgenau sitzende Handschuhe (Korr. = 0,04; $p = 0,032$).

Auch zwischen der Handschuhmarke und dem Handschuh Sitz ließ sich ein statistischer Zusammenhang ermitteln. So zeigt sich, dass Nitrilhandschuhe häufiger als schlecht sitzend angegeben wurden als Latexhandschuhe (Korr. = 0,248; $p < 0,001$).

3.5 Einfluss der Tragedauer auf die Perforationsrate

Von den 3000 eingesammelten Handschuhen wurde für 700 Handschuhe eine Tragedauer von 10 min angegeben. Diese machen einen Großteil der untersuchten Handschuhe aus. Bei einer Durchschnittstragedauer von 14 min betrug die kürzeste registrierte Tragedauer weniger als 1 min und die längste Tragedauer 135 min (Abb. 10).

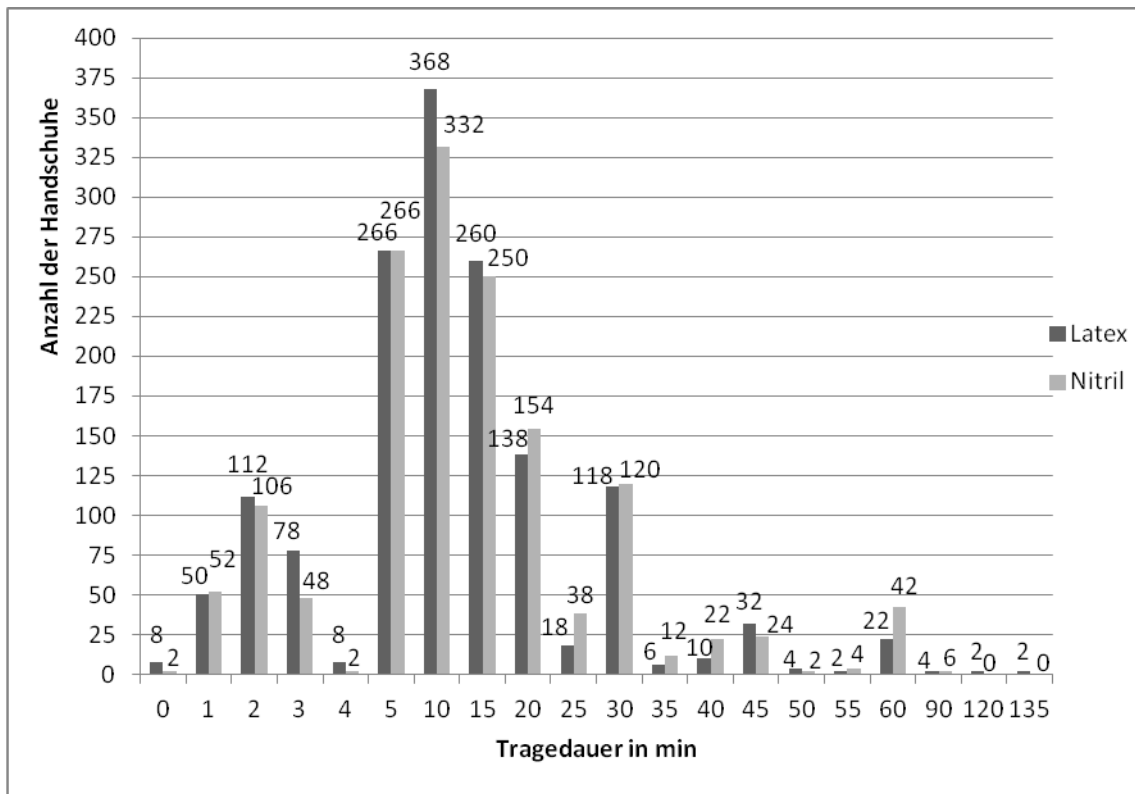


Abb. 10: Tragedauer der Untersuchungshandschuhe

Bei der Berechnung der Tragedauer zeigte sich, dass Nitrilhandschuhe im Schnitt 14,8 min getragen wurden (CI 0,95 = [14,1; 15,4]), Latexhandschuhe 13,7 min (CI 0,95 = [13; 14,3]). Somit wurden Nitrilhandschuhe tendenziell etwas länger getragen als Latexhandschuhe.

Die Tragedauer stand in einem hoch signifikanten Zusammenhang mit der Perforationsrate. Je länger die Handschuhe getragen wurden, desto höher war die Wahrscheinlichkeit, dass die getragenen Handschuhe auch eine Perforation aufwiesen (Korr. = 0,079; $p < 0,001$).

Einen Überblick über die getragenen Handschuhe pro Tragedauer sowie die Perforationsraten in Abhängigkeit von der Tragedauer liefert Tabelle 5. Weiterhin werden die kumulativen Häufigkeiten der getragenen Handschuhe als prozentualer Anteil an der Gesamtzahl der getragenen Handschuhe (2990) sowie die kumulativen Häufigkeiten der perforierten Handschuhe als prozentualer Anteil an der Gesamtzahl der perforierten Handschuhe (308) dargestellt (Tab. 5).

Tab. 5: Perforationshäufigkeit der Handschuhe in Abhängigkeit von der Tragedauer und kumulative Häufigkeiten

Tragedauer (min)	Anzahl getragene Handschuhe	Perforierte Handschuhe (%)	Getragene Handschuhe kumulativ (%)	Perforierte Handschuhe kumulativ (%)
0	10	30	0,3	1
10	1688	7,1	56,8	39,9
20	802	10,5	83,7	67,2
30	294	18,4	93,5	84,7
40	50	8	95,2	86
50	62	27,4	97,3	91,6
60	70	30	99,6	98,4
> 60	14	35,7	100	100
Gesamt	2990	10,3	100	100

Werden die Perforationen der beiden Handschuhmarken getrennt voneinander betrachtet, wiesen Latexhandschuhe mit Ausnahme bei einer Tragedauer von 40 min stets höhere Perforationsraten als Nitrilhandschuhe auf (Tab. 6).

Verglichen wurden auch die Chancen (Odds) der beiden Handschuhtypen dafür, dass sie Perforationen aufwiesen. Bis auf das Zeitintervall von 31 bis 40 min waren die Odds für Latexhandschuhe durchgehend höher als für Nitrilhandschuhe. Besonders deutlich war das für die Zeitintervalle der Tragedauer bis 10, 20, 30 und 60 min. Hier schließen die 95 %-Konfidenzintervalle die „Eins“ nicht ein, was für einen deutlichen Unterschied spricht. Für eine Tragedauer von 40, 50 und mehr als 60 min schließen die 95 %-Konfidenzintervalle die „Eins“ ein. Hier besteht kein signifikanter Unterschied. Die Grundchance, eine Perforation aufzuweisen, betrug für alle Handschuhe 0,11. Diese wird von Latexhandschuhen ab einer Tragedauer von mehr als 20 min kontinuierlich übertroffen. Nitrilhandschuhe übertreffen diesen Wert erstmalig für die Tragedauer von 21 bis 30 min und kontinuierlich ab einer Tragedauer von mehr als 50 min (Tab. 6).

Tabelle 6: Perforationshäufigkeiten und Odds Ratios für Perforationen in Abhängigkeit von Handschuhmaterial und Tragedauer

Tragedauer (min)	Latex			Nitril			Odds Ratio L/N	CI 0,95
	Anz. HS	perf. HS in %	Odds	Anz. HS	perf. HS in %	Odds		
0	8	37,5	0,6	2	0	0	/	/
10	882	9	0,1	806	5,1	0,05	2	1,35 - 2,95
20	398	15,6	0,18	404	5,4	0,06	3	1,81 - 4,99
30	136	27,2	0,37	158	10,8	0,12	3,1	1,65 - 5,8
40	16	6,3	0,07	34	8,8	0,1	0,7	0,06 - 7,31
50	36	30,6	0,44	26	23,1	0,3	1,4	0,44 - 4,44
60	24	54,2	1,18	46	17,4	0,21	5,6	1,85 - 16,95
>60	8	50	1	6	16,7	0,2	5	0,23 - 64,01
Gesamt	1508	13,9	0,16	1482	6,6	0,07	2,3	1,79 - 2,96

Anz. = Anzahl; CI 0,95 = 95 %-Konfidenzintervall; HS = Handschuhe; perf. = perforiert; L = Latex; N = Nitril

Mit zunehmender Tragedauer stieg nicht nur die Zahl der defekten Handschuhe, sondern auch die Anzahl der Perforationen in einem defekten Handschuh. Das zeigt die Berechnung der 95 %-Konfidenzintervalle der mittleren Anzahl von Perforationen in defekten Handschuhen. Defekte Latexhandschuhe wiesen in Abhängigkeit von der Tragedauer mehr Perforationen auf als perforierte Nitrilhandschuhe. Besonders deutlich erschien dieser Unterschied im Bereich der Tragezeiten von 20, 30 und 60 min. Hier bestanden deutliche Unterschiede zwischen den berechneten 95 %-Konfidenzintervallen. So zeigen die Grenzen der Intervalle, die die jeweiligen Mittelwerte der festgestellten Perforationen enthalten, für die Tragedauer von 20, 30 und 60 min keinerlei Überschneidungen. Dass die dort errechneten Mittelwerte für Latexhandschuhe jeweils höher sind als für Nitrilhandschuhe, deutet darauf hin, dass Latexhandschuhe mit Zunahme der Tragedauer stärker als Nitrilhandschuhe dazu tendierten, mehr als eine Perforation aufzuweisen (Abb. 11).

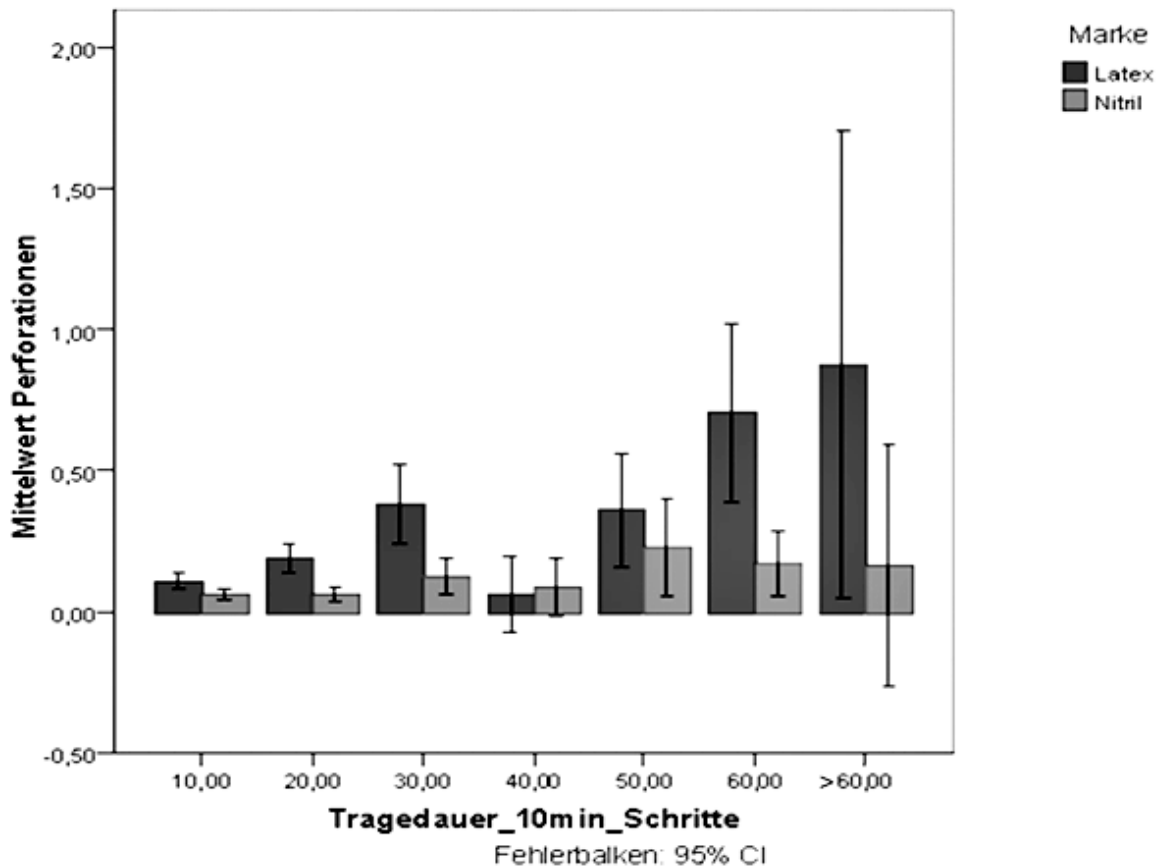


Abb. 11: Anzahl der Perforationen pro defektem Handschuh je Zeiteinheit der Tragedauer

3.6 Auswirkungen der verrichteten Tätigkeiten auf die Perforationsrate

Von den Tätigkeiten, die der Fragebogen erfasste, wurde mit 70,5 % am häufigsten „Lagerung/Mobilisierung und allgemeine Tätigkeiten am Patienten“ angegeben. Den kleinsten Anteil machte die „Unterstützung bei der Nahrungsaufnahme“ aus. Bei den Tätigkeiten waren Mehrfachnennungen möglich (Tab. 7).

Tab. 7: Anzahl und Perforationen der Handschuhe nach durchgeführten Tätigkeiten

Tätigkeit	Anzahl Handschuhe	Anteil an Gesamtmenge der Handschuhe (%)	Anzahl perforierte Handschuhe	Perforierte Handschuhe (%)
Medikamentenvorbereitung und -applikation sowie Blutentnahme	436	14,5	51	11,7
Lagerung/Mobilisierung und allgemeine Tätigkeiten am Patienten	2116	70,5	215	10,2
Verbandwechsel	252	8,4	30	11,9
Unterstützung bei der Nahrungsaufnahme	32	1,1	14	43,75
Waschen des Patienten	506	16,9	79	15,6

Für die Tätigkeiten „Medikamentenvorbereitung und -applikation sowie Blutentnahme“ (Korr. = 0,027; $p = 0,136$), „Lagerung/Mobilisierung und allgemeine Tätigkeiten am Patienten“ (Korr. = 0,027; $p = 0,148$) und „Verbandwechsel“ (Korr. = 0,012; $p = 0,5$) bestand kein statistischer Zusammenhang mit der Perforationsrate. Bei den Tätigkeiten „Unterstützung bei der Nahrungsaufnahme“ (Korr. = 0,081; $p < 0,001$) und „Waschen des Patienten“ (Korr. = 0,039; $p = 0,034$) konnte eine Korrelation ermittelt werden. Die Durchführung der beiden letztgenannten Tätigkeiten begünstigte also das Auftreten von Perforationen in den Untersuchungshandschuhen.

3.7 Benutzte Pflegemittel

„Waschen des Patienten“ wurde in 16,9 % aller Fälle als Tätigkeit angegeben, wobei oft bestimmte Waschmittel und Cremes zu Pflege der Patienten benutzt wurden, die im Krankenhaus vorrätig waren. Die absoluten Häufigkeiten der Benutzung dieser Mittel sowie deren Prozentanteil an der Gesamtmenge der untersuchten Handschuhe geben Tab. 8 und 9 wieder.

Tab. 8: Anzahl und Perforationen der Handschuhe nach benutzten Waschmitteln

Waschmittel	Anzahl Handschuhe	Anteil an Gesamtmenge der Handschuhe (%)	Anzahl perforierte Handschuhe	Perforierte Handschuhe (%)
Octenisan®	185	6,2	42	22,3
Bactolin Sensitive (wash)®	114	3,8	11	9,6
andere Waschmittel	148	4,9	12	8

Tab. 9: Anzahl und Perforationen der Handschuhe nach benutzten Cremes

Creme	Anzahl Handschuhe	Anteil an Gesamtmenge der Handschuhe (%)	Anzahl perforierte Handschuhe	Perforierte Handschuhe (%)
Bactolan® balm	150	5	26	17,3
andere Cremes	138	4,6	12	8,7

Für die benutzten Waschmittel konnten keine statistisch relevanten Einflüsse auf die Perforationsrate ermittelt werden. (Octenisan®: Korr. = 0,013; p = 0,489, Bactolin Sensitive (wash)®: Korr. = -0,004; p = 0,814, andere Waschmittel: Korr. = -0,013; p = 0,488)

Auch die verwendeten Cremes standen nicht in einem signifikanten Zusammenhang mit der Perforationsrate (Bactolan® balm: Korr. = 0,002; p = 0,916, andere Cremes: Korr. = -0,037; p = 0,045).

3.8 Benutzung von Händedesinfektionsmittel

Während der Patientenpflege trugen die Pflegekräfte oft das Händedesinfektionsmittel Softa-Man® auf die Untersuchungshandschuhe auf, um die Handschuhe zu desinfizieren und nicht wechseln zu müssen. Bei 1840 Handschuhen wurde eine Desinfektion mit Softa-Man® durchgeführt, was 61,3 % der untersuchten Handschuhe entspricht. Auf 1150 Handschuhe

(38,3 %) wurde kein Desinfektionsmittel aufgetragen. 0,4 % der Handschuhe konnten nicht zur Auswertung herangezogen werden.

Je länger die Untersuchungshandschuhe getragen wurden, umso wahrscheinlicher war es, dass die Pflegekräfte eine größere Anzahl von Desinfektionen durchführten. Auch die Zahl der ermittelten Perforationen stieg mit zunehmender Tragedauer. Die Abb. 12 und 13 stellen die Perforationsrate der Handschuhe in Abhängigkeit von der Desinfektionshäufigkeit und der Tragedauer dar. Hierzu wurden die Zeitintervalle 10, 20 und 30 min gewählt.

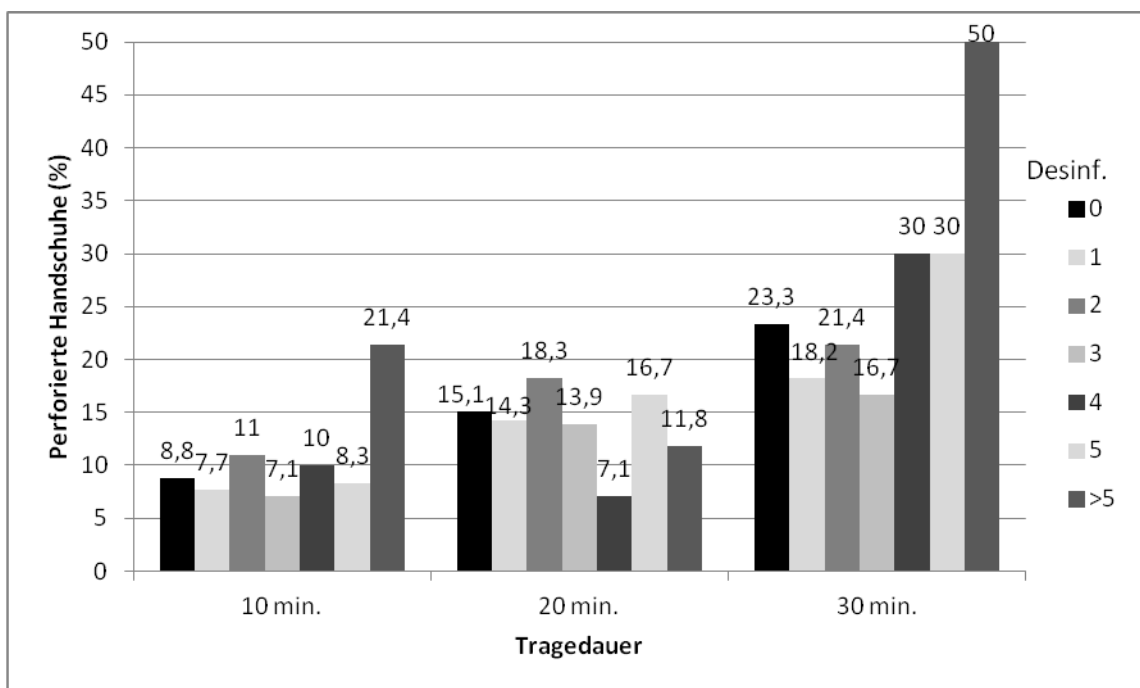


Abb. 12: Perforationen in Latexhandschuhen nach Tragedauer und Desinfektionshäufigkeit (Desinf.)

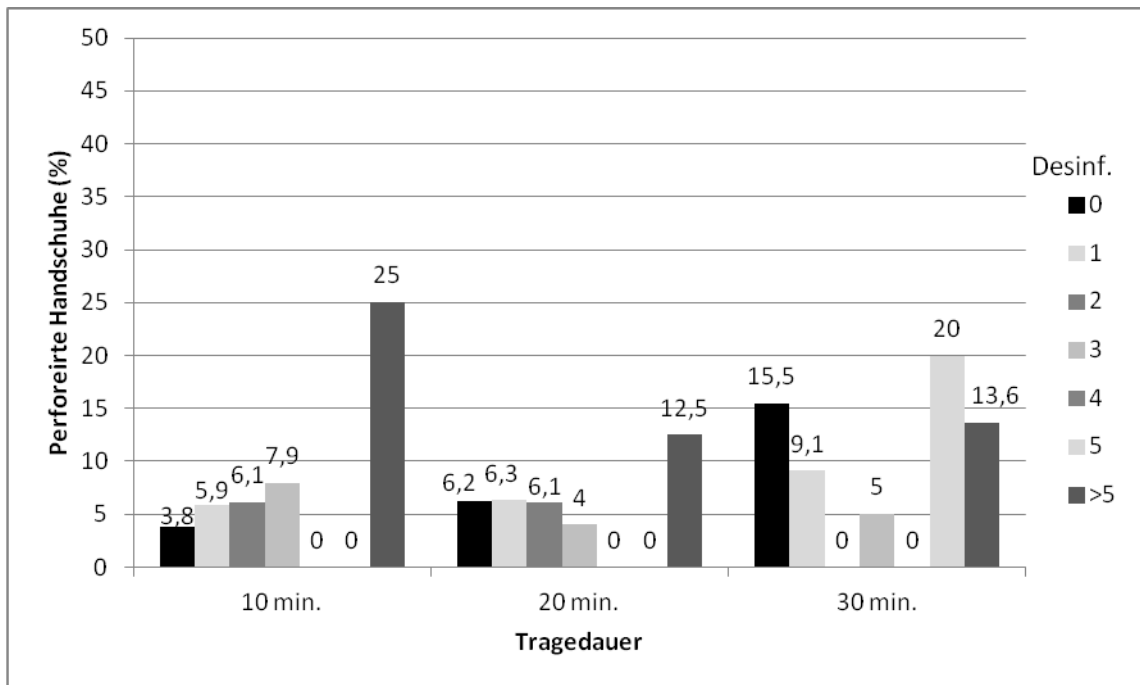


Abb. 13: Perforationen in Nitrilhandschuhen nach Tragedauer und Desinfektionshäufigkeit (Desinf.)

Sowohl bei Latex- als auch bei Nitrilhandschuhen wiesen die Handschuhe, die ein, zwei, drei oder vier Mal desinfiziert wurden, ähnliche Perforationsraten auf wie die Handschuhe, die nicht desinfiziert wurden. Die Perforationsraten der desinfizierten Handschuhe lagen für diese Häufigkeiten sogar teilweise unter der Perforationsrate der nicht desinfizierten Handschuhe. Bei beiden Handschuhtypen jedoch waren die Perforationsraten der Handschuhe, die fünf Mal oder mehr als fünf Mal desinfiziert wurden, oftmals höher als die der nicht desinfizierten Handschuhe. Die Perforationsraten der Latexhandschuhe waren insgesamt höher als die der Nitrilhandschuhe.

Passend zu den Abbildungen 12 und 13 zeigt Tabelle 10 die Chancen (Odds) dafür, dass in Latex- oder Nitrilhandschuhen Perforationen auftreten. Diese wurden getrennt nach der Tragedauer und der Häufigkeit der Handschuhdesinfektion berechnet. Die Tabellenspalte „Grundchance pro Tragedauer“ gibt die Chance dafür an, dass ein Handschuh der dazugehörigen Tragedauer eine Perforation aufweist. Dieser Wert bezieht sich auf alle Handschuhe der bestimmten Tragedauer, beachtet aber nicht die Desinfektionshäufigkeit. Mit den Werten der Tab. 10 wurden Odds Ratios und die dazugehörigen 95 %-Konfidenzintervalle berechnet (Tab. 11).

Tab. 10: Odds für das Auftreten von Perforationen in Untersuchungshandschuhen nach Desinfektionshäufigkeit und Tragedauer (TD)

TD	Odds für Perforationen pro Desinfektionshäufigkeit							Grundchance pro TD
	0	1	2	3	4	5	>5	
10 min								
Latex	0,1	0,08	0,12	0,07	0,11	0,09	0,27	0,1
Nitril	0,04	0,06	0,06	0,09	0	0	0,33	0,05
20 min								
Latex	0,18	0,17	0,22	0,16	0,08	0,2	0,13	0,18
Nitril	0,07	0,08	0,06	0,04	0	0	0,14	0,06
30 min								
Latex	0,3	0,22	0,27	0,2	0,43	0,43	1	0,37
Nitril	0,18	0,1	0	0,05	0	0,25	0,16	0,12

Für beide Handschuhtypen lässt sich beobachten, dass die berechneten Odds bei fünf und mehr Desinfektionsvorgängen in den meisten Fällen merklich ansteigen.

Tab. 11: Odds Ratios (Latex-/Nitrilhandschuhe) und die dazugehörigen Konfidenzintervalle (CI 0,95) nach Desinfektionshäufigkeit und Tragedauer (TD)

TD	Odds Ratios und [CI 0,95] pro Desinfektionshäufigkeit							gesamt Odds Ratio [CI 0,95] pro TD
	0	1	2	3	4	5	>5	
10 min	2,5 [1,3-4,2]	1,3 [0,7-2,6]	2 [0,8-4,9]	0,8 [0,15-4,3]	/	/	0,82 [0,06-10,9]	2 [1,4-3]
20 min	2,6 [1,1-6,1]	2,1 [0,7-6,8]	3,7 [1,3-10,7]	4 [0,7-21,9]	/	/	0,92 [0,15-5,6]	3 [1,8-5]
30 min	1,7 [0,6-5]	2,2 [0,4-13,5]	/	4 [0,4-38,7]	/	1,7 [0,2-13,3]	6,25 [1,5-26,4]	3,1 [1,7-5,8]

Auch hier sind die Odds Ratios in den meisten Fällen größer als eins, was dafür spricht, dass Latexhandschuhe bei gleicher Tragedauer und gleicher Desinfektionshäufigkeit eher perforieren als Nitrilhandschuhe. Da die Konfidenzintervalle gleichzeitig aber in den allermeisten Fällen die „Eins“

einschließen, zeigen nur wenige der berechneten Odds Ratios signifikante Unterschiede an.

3.9 Benutzung von weiteren Desinfektionsmitteln

Zur Reinigung von Ablagen und Oberflächen in den Patientenzimmern sowie auf Station benutzten die Pflegekräfte die Flächendesinfektionsmittel Descocid®-N, Terralin® Liquid und andere Desinfektionsmittel (Tab. 12).

Tabelle 12: Anzahl und Perforationen der Handschuhe nach benutzten Desinfektionsmitteln

Desinfektionsmittel	Anzahl Handschuhe	Anteil Gesamtmenge Handschuhe (%)	Perforierte Handschuhe	Perforierte Handschuhe (%)
Descocid®-N	228	7,6	44	19,3
Terralin® Liquid	70	2,3	9	12,9
andere Desinfektionsmittel	20	0,7	1	5

Von den benutzten Desinfektionsmitteln konnte nur für Descocid®-N eine Korrelation mit der Perforationsrate nachgewiesen werden. Die Benutzung dieses Flächendesinfektionsmittels scheint also das Auftreten von Mikroperforationen zu begünstigen (Descocid®-N: Korr. = 0,86, $p < 0,001$; Terralin® Liquid: Korr. = 0,12, $p = 0,501$; andere Desinfektionsmittel: Korr. = -0,14, $p = 0,43$).

3.10 Probleme bei der Handschuhbenutzung aus Sicht der Pflegekräfte

Unter den Punkt „Besonderheiten“ des Fragebogens wurden Bemerkungen aufgenommen, die von Pflegekräften direkt an den Flurspringer gerichtet waren und sich entweder auf die gerade getragenen Handschuhe bezogen oder solche, die generelle Probleme beim Tragen der Handschuhe ansprachen. Insgesamt wurden 34 Anmerkungen von 17 Pflegekräften notiert. Hierbei wurden beim Tragen der Latexhandschuhe von Peha-Soft® folgende Besonderheiten notiert:

- Die Handschuhe ließen sich schwer anziehen.

- Die Handschuhe wurden als extrem dünn empfunden und vermittelten den Eindruck, die Hände nicht ausreichend vor Körperflüssigkeiten schützen zu können.
- Nach dem Auftragen von Desinfektionsmittel wurden die Finger der Handschuhe sehr schnell klebrig und rau und schränkten somit Beweglichkeit und Gefühl der Finger stark ein.
- Das Aufkleben von Pflastern oder EKG-Pads am Patienten begünstigten ebenfalls ein Verkleben der Fingerspitzen.
- Bei der Benutzung von Pflastern gingen die Handschuhe sehr schnell kaputt.
- Pflaster klebten an Latexhandschuhen mehr als an Nitrilhandschuhen.
- Das Bündchen war zu kurz und zu locker.

Eine Pflegerin trug auf Grund einer Latexallergie nur Nitrilhandschuhe.

Beim Tragen der Nitrilhandschuhe Nitra-Tex[®] EP wurden folgende Besonderheiten angegeben:

- Pflaster klebten sehr stark an den Fingern.
- Die Handschuhe passten gut, aber trugen sich sehr unangenehm („eklig“), teilweise wurden sie als zu eng empfunden.
- Nach dem Auftragen von Desinfektionsmittel auf die Handschuhe saßen sie ungenau.
- Nitrilhandschuhe wurden wegen zu großer Schweißentwicklung nicht gern getragen.
- Sie saßen an der Hand zu fest und an den Fingern zu locker.
- Das Material war sehr fest.
- Das Bündchen war zu kurz und zu locker.
- Eine Pflegerin benutzte lieber eine größere Größe, da sie mit desinfizierten Händen nicht mehr in die Größe M hineinpasste.
- Wenn eine Perforation bemerkt wird, haben Nitrilhandschuhe oftmals größere Löcher als Latexhandschuhe.

3.11 Ermittelte Perforationen in der Nullprobe

Bei den durchgeführten Nullproben wurde im ersten Vorversuch, bei dem die Handschuhe direkt aus der Packung entnommen und dem Wasserhaltetest unterzogen wurden, nur bei einem von einhundert Latexhandschuhen ein Defekt gefunden, der am kleinen Finger lokalisiert war. Die 100 getesteten Nitrilhandschuhe wiesen keine Perforationen auf. Laut der „Medizin Produkte Direktive“ dürfen medizinische Untersuchungshandschuhe, die direkt aus einer verschlossenen Verpackung stammen, eine Defektrate von 1,5 % aufweisen [71]. Dass die untersuchten Handschuhe diesen Qualitätsvorgaben entsprachen, lässt die Schlussfolgerung zu, dass die im Rahmen der Studie gefundenen Perforationen während des Tragens durch die Pflegekräfte entstanden sind.

Im zweiten Vorversuch wurden die Untersuchungshandschuhe nach einer Tragedauer von jeweils 60 min dem Wasserhaltetest unterzogen. Hierbei ließ sich in 50 Latexhandschuhen nur eine Perforation am Zeigefinger ermitteln (2 %). Bei den 50 untersuchten Nitrilhandschuhen fanden sich zwei Perforationen jeweils am Daumen (4 %). Die Tätigkeit der Studenten ist vergleichbar mit leichter Büroarbeit, da die Handschuhe nur beim Bedienen eines Mikroskops, beim Auflegen von Präparaten und während des Schreibens beansprucht wurden. Diese Untersuchung zeigt, dass die Qualität beider Handschuhmaterialien sich durch das bloße Tragen der Handschuhe und das Durchführen leichter Tätigkeiten nicht wesentlich verschlechtert. Beide getesteten Handschuhmarken lagen nach einer Tragedauer von 60 min deutlich unter den Perforationsraten, die bei den Handschuhen der Pflegekräfte nach vergleichbarer Tragedauer ermittelt wurden. Diese betragen bei Latexhandschuhen nach 60 min 54,2 %, bei Nitrilhandschuhen 17,4 %.

3.12 Einfluss von Desinfektionsmittel auf das Handschuhmaterial

Um den Einfluss des Desinfektionsmittels Softa-Man[®] auf das Handschuhmaterial zu untersuchen, wurden verschiedene Beobachtungsstudien durchgeführt.

In einem ersten Versuch, in dem 50 Latexhandschuhe mit je einem Liter Wasser gefüllt wurden und anschließend über die Dauer von 30 min jeweils zehnmal von außen mit Desinfektionsmittel benetzt wurden, wies am Ende nur ein einziger Handschuh eine Perforation auf. Diese bestand allerdings schon, nachdem der Handschuh aus der Packung entnommen wurde. Die Perforation ist also nicht in Folge der Einwirkung von Softa-Man[®] entstanden. Insgesamt erschien die Oberfläche der untersuchten Latexhandschuhe nach zehn Desinfektionsvorgängen etwas rauer als vor dem Beginn des Experiments. Letztendlich aber führte die Desinfektion weder zu Formveränderungen der Handschuhe, noch zu zusätzlichen Perforationen, so dass kein Einfluss von Softa-Man[®] auf das Perforationsrisiko festgestellt wurde.

Der gleiche Versuch sollte auch mit Nitrilhandschuhen erfolgen. Nach einem ersten Untersuchungsdurchgang wurde aber entschieden, dass die weitere Versuchsdurchführung hier nicht sinnvoll war. Es wurden zunächst zehn Nitrilhandschuhe an der Haltevorrichtung aufgehängt, mit Wasser befüllt, nach 3 min auf bestehende Perforationen untersucht, sowie anschließend alle 3 min mit Desinfektionsmittel benetzt. Es zeigten sich bereits nach dem ersten Desinfektionsvorgang leichte Veränderungen der Handschuhform, die sich mit jeder weiteren Desinfektion steigerten. Die Handschuhe begannen durchzuhängen. Die Stulpe dehnte sich nach und nach, bis die Finger und schließlich auch der Bereich der Handfläche des Handschuhs den Boden der Haltevorrichtung berührten. Die Handschuhe verloren ihre Form, so dass sich zwischen den Handschuhfingern, wo die Schwerkraft des Wassers am stärksten wirkte, „Beulen“ von Wasser bildeten. Bereits nach vier Desinfektionsvorgängen riss der erste Handschuh zwischen Mittel- und Ringfinger ein, nach acht Desinfektionsvorgängen ein Zweiter zwischen Zeige- und Mittelfinger und nach neunmaliger Desinfektion ein Dritter ebenfalls zwischen Mittel- und Ringfinger. An den Lokalisationen, an denen die Risse in den Handschuhen festgestellt wurden, zeigten sich zusätzlich gelblich-bräunliche Veränderungen, die darauf hinweisen, dass die Struktur des Handschuhmaterials durch Softa-Man[®] stark beeinträchtigt wurde.

Dadurch, dass die Handschuhe bis auf den Boden der Haltevorrichtung reichten, war es nicht mehr möglich, sie gleichmäßig zu benetzen und somit replizierbare Ergebnisse zu erzielen. Deswegen wurden weitere Versuche durchgeführt, die sich mit der Fragestellung beschäftigten, welchen Anteil die Benetzung mit Softa-Man® an der Formveränderung der Handschuhe hatte. Hierzu wurden zunächst zehn Nitrilhandschuhe aufgehängt, mit je einem Liter Wasser befüllt und nach 3 min auf Perforationen überprüft. Dann wurden sie 30 min hängen gelassen und erneut auf Perforationen überprüft. Am Ende des Versuchs (nach 33 min) zeigten die Nitrilhandschuhe keine Formveränderungen. Die Handschuhe hingen nicht durch und es gab keine Hinweise auf Elastizitätsverluste. Es wurde allerdings eine Perforation festgestellt, die erneut zwischen Mittel- und Ringfinger eines Handschuhs lokalisiert war. Dieser Versuch wurde ein zweites Mal wiederholt, wobei sich nach 33 min erneut keine Veränderungen der Form oder Elastizität zeigten und sich keine Perforation nachweisen ließ. Nachdem die Handschuhe auf Perforationen untersucht waren, wurde damit begonnen, sie mit Hilfe des mit Softa-Man® gefüllten Messbechers gleichmäßig zu benetzen. Dabei wurde nur darauf geachtet, dass alle Handschuhe dauerhaft befeuchtet waren, ohne dass bestimmte Zeiten eingehalten wurden. Bereits nach dem ersten Befeuchten der Handschuhe zeigten sich Formveränderungen. Sie begannen wieder zwischen den Handschuhfingern durchzuhängen und beulten sich im Laufe weiterer Desinfektionsvorgänge aus, bis sie den Boden der Haltevorrichtung berührten. Schon nach 15 min hingen alle zehn Nitrilhandschuhe bis auf den Boden durch, so dass weitere Untersuchungen nicht mehr sinnvoll waren.

Im zweiten Versuch, für den zehn Latexhandschuhe und zehn Nitrilhandschuhe mit je einem Liter Softa-Man® gefüllt wurden, ließen sich an den Latexhandschuhen nach der Einwirkzeit von 30 min keine Veränderungen feststellen. Es traten keine Formveränderungen oder Perforationen auf. Hier schien das Desinfektionsmittel Softa-Man® keinen Einfluss auf das Handschumaterial zu haben.

Das Ergebnis bei den untersuchten Nitrilhandschuhen stellte sich jedoch anders dar. So hingen im ersten Teilversuch zwei von fünf Handschuhen bereits nach

5 min bis auf den Boden des Becherglases, das zum Auffangen des Desinfektionsmittels diente, durch. Nach 15 min hingen alle Handschuhe bis auf den Boden des Becherglases durch. Die Messbecher stützten hierbei die herunterhängenden Handschuhe etwas ab, so dass sich vermuten lässt, dass ohne diese Stütze die Handschuhe noch etwas mehr belastet worden wären. Im zweiten Teilversuch zeichnete sich ein ähnliches Bild ab, wieder hingen zwei von fünf Handschuhen bereits nach 5 min bis auf den Boden des Becherglases durch und nach 15 min betraf dies erneut alle fünf Nitrilhandschuhe. Nach 18 min riss ein Handschuh zwischen Mittel- und Ringfinger und nach 29 min riss ein weiterer an der gleichen Stelle, so dass am Ende alle Nitrilhandschuhe in ihrer Form deutlich beeinträchtigt waren und zwei von zehn perforierten.

4 Diskussion

4.1 Methode

4.1.1 Dichtigkeitsprüfung

Die Dichtigkeitsprüfung erfolgte mit dem 1000 ml Wasserhaltetest und wurde entsprechend der DIN EN 455-1 durchgeführt [70]. Da der Wasserhaltetest allein auf der visuellen Inspektion der Handschuhe beruht, und so nur Perforationen entdeckt werden, die mit dem bloßen Auge sichtbar sind, wurde der Wasserhaltetest für diese Studie erweitert. Bei pflegerischen Tätigkeiten kam es des Öfteren zum Kontakt mit Körperflüssigkeiten oder Pflegemitteln. Eingetrocknete Rückstände solcher Pflegemittel oder koaguliertes Blut können kleine Perforationen verschließen, so dass diese im Wasserhaltetest nicht mehr sichtbar sind. Deshalb erfolgte die Ermittlung der Perforationen nicht nur durch Sichtkontrolle mit dem bloßen Auge und durch Abwischen ausgetretener Wassertröpfchen mit Hilfe eines Handtuchs, sondern auch durch Ziehen an den Fingern der aufgehängten Handschuhe. Die Perforationen wurden dabei nach ihrer Lokalisation unterschieden.

4.1.2 Auswertung der Dokumentationsbögen

Es wurden 1500 Dokumentationsbögen erstellt, die Angaben über die 3000 gesammelten Handschuhe ermöglichen. Jeweils ein Paar Handschuhe wurde von einem Dokumentationsbogen erfasst und zur Auswertung herangezogen. Insgesamt konnten nur 5 Bögen nicht vollständig in die Auswertung einfließen, weil sie fehlerhaft ausgefüllt waren und damit eine eindeutige Zuordnung zu Handschuhen nicht zuließen. Das betraf 0,3 % der Handschuhe. Wenn zu Handschuhen nur bestimmte Angaben fehlten, wurden die vorhandenen Angaben zur Auswertung verwendet und die Ergebnisse an die entsprechend kleinere Zahl der Daten angepasst.

4.2 Ergebnisse

4.2.1 Bedeutung des Handschuhmaterials

In einigen Studien, die sich mit dem Perforationsrisiko unterschiedlicher Handschuhmaterialien unter verschiedenen Bedingungen befassen [24, 39, 75-76], zeigt sich, dass Latex- und Nitrilhandschuhe vergleichbare Stabilität aufweisen und einen ähnlich guten Schutz gegenüber Pathogenen

gewährleisten können. Die Trageeigenschaften von Latexhandschuhen werden oft als angenehmer empfunden [39]. So zeigt eine Studie von Sawyer et al. [29], dass das Feingefühl der Finger in Handschuhen von Nitrilhandschuhen signifikant schlechter ist als in Latexhandschuhen, was auch dadurch bedingt ist, dass Nitrilhandschuhe aus einem festeren Material hergestellt sind als Handschuhe aus Latex. Es wurde vermutet, dass sich durch mangelndes Feingefühl die Zahl der Unfälle, die sich im Rahmen pflegerischer Tätigkeiten ereignen, erhöhen kann.

Fisher et al. [77] zeigten, dass Nitrilhandschuhe, obwohl sie aus dünnerem Material bestehen, durch ihre höhere Stabilität einen besseren Schutz vor Stich- und Schnittverletzungen liefern können als Latexhandschuhe. Auch weitere Studien attestierten Nitrilhandschuhen eine höhere Resistenz gegenüber Mikroperforationen [24, 74, 78]. Patel et al. [39] und Mansouri et al. [78] vermuteten jedoch, dass die höhere Elastizität der Latexhandschuhe, die einen Wiederverschluss von Mikroperforationen ermöglicht, diesen Nachteil relativiert und sogar einen Sicherheitsvorteil zu Gunsten der Latexhandschuhe bedeuten kann. Ein nicht unerhebliches Problem mit Latexhandschuhen besteht darin, dass sie häufig zur Entstehung von Allergien beitragen [31, 79], was bei Nitrilhandschuhen nur sehr selten der Fall ist.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass die untersuchten Nitrilhandschuhe deutlich weniger Perforationen aufwiesen als Latexhandschuhe und so einen besseren Schutz vor Erregertranslokationen gewährleisten können. Als Konsequenz daraus bleibt es in Erwägung zu ziehen, den Einsatzbereich der bis heute sehr viel häufiger verwendeten Latexhandschuhe zu Gunsten synthetischer Handschuhe aus Nitril zu reduzieren. Bei hochinfektiösen Patienten könnten nur Nitrilhandschuhe getragen werden. Alternativ müssten die Materialeigenschaften der Untersuchungshandschuhe verbessert werden oder es könnte „double gloving“ praktiziert werden. Dabei ist es wünschenswert, den Tragekomfort der Nitrilhandschuhe weiter zu steigern sowie das Pflegepersonal über die Vorteile der möglichen Risikoreduktion aufzuklären. So könnte sowohl die Akzeptanz gegenüber den Nitrilhandschuhen als auch die Bereitschaft, sie während der Arbeit zu tragen, erhöht werden.

4.2.2 Anzahl der Perforationen

Die Anzahl der defekten Handschuhe in dieser Studie betrug insgesamt 308 (10,3 %). In 2692 Handschuhen wurde keine Perforation festgestellt (89,7 %). Aus den Ergebnissen bezüglich der Anzahl der Perforationen in den Handschuhen der jeweiligen Marken lässt sich erkennen, dass Latexhandschuhe häufiger Perforationen aufwiesen als Nitrilhandschuhe. Dabei war zum einen die Zahl der defekten Latexhandschuhe deutlich höher als die Zahl der defekten Nitrilhandschuhe, zum anderen hatten defekte Latexhandschuhe ein höheres Risiko, mehr als eine Perforation pro defekten Handschuh aufzuweisen. So ergab die Berechnung der 95 %-Konfidenzintervalle einen Mittelwert von 0,18 Perforationen pro Latexhandschuh (CI 0,95 = [0,1525; 0,214]) und 0,08 Perforationen für Nitrilhandschuhe (CI 0,95 = [0,0611; 0,0934]). Nitrilhandschuhe hatten also ein deutlich geringeres Perforationsrisiko als Latexhandschuhe. Die Ergebnisse stehen durchaus im Konsens mit Studien über Perforationsraten in Untersuchungshandschuhen. So wies eine Studie von Korniewicz et al. [24] nach, dass Latexhandschuhe höhere Perforationsraten hatten als Nitrilhandschuhe.

Insgesamt bemerkten die jeweiligen Träger der Handschuhe nur in 5,2 % der Fälle, wenn ein Handschuh eine Perforation aufwies. Ein ähnliches Ergebnis fanden Hansen et al. [80], die sich mit Perforationen in chirurgischen Handschuhen bei interventionellen radiologischen Eingriffen beschäftigten. Dabei wurden nur 6 % der Perforationen vom Handschuhträger bemerkt. In einer Studie von Harnoss et al. [18] bemerkten die Chirurgen 18 % der Perforationen ihrer OP-Handschuhe. Diese geringen Werte zeigen, dass die Sicherheitsfunktion der Handschuhe schon deutlich beeinträchtigt ist, bevor sichtbare Perforationen auftreten. Auch wenn der jeweilige Träger noch keine Anzeichen einer Handschuhperforation wahrnimmt, sollte er sich an empfohlene kurze Tragezeiten der Handschuhe halten und sie dementsprechend häufig wechseln. Dass das Risiko einer Erregerübertragung durch Mikroperforationen in Handschuhen hoch ist, zeigten bereits Hübner et al. [81] sowie Harnoss et al. [18] für chirurgische Handschuhe.

4.2.3 Lokalisation der Perforationen

Wird die Gesamtzahl der im Wasserhaltetest ermittelten Perforationen betrachtet, fanden sich die meisten Leckstellen in der Region des Daumens (23,7 %), gefolgt von Handfläche (18,8 %), Stulpe (17,7 %) und Zeigefinger (17,2 %), nur wenige im Mittelfinger (11,8 %), kleinem Finger (4,1 %), Ringfinger (3,6 %) oder zwischen zwei Fingern (3,6 %).

Werden Latexhandschuhe und Nitrilhandschuhe gesondert betrachtet, ergeben sich deutliche Unterschiede in der Perforationsverteilung. Während Latexhandschuhe mit 26,1 % die meisten Perforationen im Daumen aufwiesen, fand sich mit deutlichem Abstand zu anderen Lokalisationen die größte Anzahl der Perforationen in Nitrilhandschuhen in der Stulpe (38,1 %). Ein Erklärungsversuch hierfür könnte bei Elastizitätsunterschieden der beiden Handschuhmaterialien ansetzen. Nitrilhandschuhe sind, da ihr Material nicht so elastisch ist wie das der Latexhandschuhe, insgesamt von festerer Beschaffenheit. So zeigen sich in den Regionen der Finger und der Handfläche weniger Perforationen als in Latexhandschuhen. Die dünneren Latexhandschuhe perforierten eher an den Fingern, die während der Tätigkeiten am Patienten der größten Beanspruchung ausgesetzt sind. Die große Anzahl der festgestellten Perforationen in der Stulpe von Nitrilhandschuhen könnte dadurch bedingt sein, dass beim Anziehen bzw. Ausziehen der Handschuhe daran gezogen wurde und es durch den Mangel an elastischen Eigenschaften zu Einrissen in dieser Region kam. Wie bereits unter dem Punkt 3.10 erwähnt, beklagten die Pflegekräfte oft einen zu lockeren Sitz der Stulpe sowohl bei Nitril- als auch bei Latexhandschuhen. So musste während der Tätigkeit am Patienten des öfteren an der Stulpe gezogen werden, um ein Abrutschen des Handschuhs zu verhindern. Diese Belastung könnte die Ermüdung des Handschuhmaterials und das gehäufte Auftreten von Perforationen in diesem Bereich erklären.

Bei Nitrilhandschuhen folgt an zweiter Stelle die Handfläche (23,8 %), was ebenfalls auf eine gute Stabilität des Materials im Bereich der Finger hinweist. Die Anzahl der gefundenen Perforationen im Daumen (17,7 %) folgt erst an dritter Stelle. An vierter und fünfter Stelle folgen Zeige- (12,4 %) und Mittelfinger

(5,3 %), an sechster Stelle mit jeweils nur 0,9 % der Perforationen Ringfinger, kleiner Finger und die Regionen zwischen den Fingern. In Latexhandschuhen fanden sich am zweithäufigsten Perforationen im Zeigefinger (19,2 %), gefolgt von Handfläche (16 %), Mittelfinger (14,5 %), kleinem Finger (5,4 %), Ringfinger (4,7 %) und der Region zwischen zwei Fingern (4,7 %). Die Fingerregionen von Latexhandschuhen scheinen also deutlich anfälliger gegenüber Perforationen zu sein als von Nitrilhandschuhen.

Viele Studien, die sich mit Perforationen in chirurgischen Handschuhen beschäftigen, wiesen die meisten Perforationen im Zeigefinger nach. Danach folgten der Daumen, die Handfläche oder der Mittelfinger [18, 26, 72, 82-83]. Für die Untersuchungshandschuhe aus Latex ergab sich ein ähnliches Bild der Perforationsverteilung. Das Verteilungsmuster der Perforationen in Nitrilhandschuhen unterscheidet sich jedoch stark von den Ergebnissen der oben genannten Studien.

Laut Patel et al. [39] perforieren Untersuchungshandschuhen am häufigsten an den ersten drei Fingern, besonders in der Region des Daumens. Da circa 80 % der Infektionen durch die Hände übertragen werden und zudem die meisten Benetzungslücken nach der Händedesinfektion am Daumen zu finden sind [84], ergibt sich gerade in dieser Region die Möglichkeit einer Erregertranslokation von den Pflegekräften auf den Patienten.

In einer Studie von Goerdts [26], die sich mit der Häufigkeit und Lokalisation von Mikroperforationen in chirurgischen Handschuhen beschäftigte, befanden sich ungefähr zwei Drittel der entdeckten Perforationen in der jeweils nicht dominanten Hand des Operateurs. Auch Eklund et al. [85] und Barbosa et al. [86] wiesen in der linken bzw. nicht dominanten Hand des jeweiligen Trägers von Operationshandschuhen mehr Perforationen nach. In unserer Studie befanden sich in Nitrilhandschuhen 51 % der Perforationen in der nicht dominanten Hand und 49 % in der dominanten Hand. Diese Werte sprechen für eine Gleichverteilung der Perforationen. In Latexhandschuhen fanden sich 57 % der Perforationen an der nichtdominanten und 43 % an der dominanten Hand. Hier zeigt sich ein geringer Unterschied in der Perforationslokalisierung.

Chirurgische Handschuhe werden für filigrane Arbeiten benutzt, bei denen eine Hand die Instrumente führt und die andere, meist nicht dominante Hand, Gewebe ertastet und so einer etwas höheren Beanspruchung unterliegt. Während der Patientenpflege, wie beim Betten machen oder Waschen von Patienten, werden beide Hände relativ gleichmäßig belastet. Das könnte der Grund dafür sein, dass die Perforationen in Untersuchungshandschuhen auf beide Hände ähnlich häufig verteilt sind.

4.2.4 Einfluss der Handschuhträger auf die Perforationsrate

Um ein reales Bild von der täglichen Praxis zu gewinnen, wurden den Mitarbeitern keinerlei Vorschriften gemacht, die das Tragen der Handschuhe beeinflussten. So wurde nicht explizit auf die Länge der Fingernägel geachtet und auch keine Angabe über die maximale Tragedauer der Handschuhe gemacht. Die höchste Perforationsrate (27,9 %) trat bei den Handschuhen von Träger 15 auf, die geringste Anzahl von perforierten Handschuhen hatte Träger 50 (2,7 %). Die Vermutung, dass das individuelle Trageverhalten oder die Nagelpflege einen Einfluss auf die Perforationsrate der Untersuchungshandschuhe haben, konnte diese Studie nicht bestätigen. Die Ermittlung der partiellen Korrelationen zeigte keinen statistischen Zusammenhang zwischen den Trägern und dem Auftreten von Perforationen (Korr. = -0,14, $p = 0,441$). Auch Murray et al. [87], der sich mit Perforationsraten von Nitril- und Latexhandschuhen in der Zahnmedizin beschäftigte, konnte keinen Zusammenhang zwischen den einzelnen Handschuhträgern und der Perforationsrate erkennen. Ein Erklärungsversuch für den Unterschied zwischen Träger 15 und 50 könnte sein, dass Träger 15 die Handschuhe oft für eine lange Tragedauer getragen hat. Träger 15 trug seine Handschuhe durchschnittlich 22,1 min, wohingegen es bei Träger 50 nur 6,5 min waren. Hierbei wird also nicht das individuelle Verhalten von Träger 15 für die zahlreichen Perforationen verantwortlich gewesen sein, sondern die Tragedauer, die den Hauptfaktor für das Auftreten von Perforationen darstellt.

4.2.5 Einfluss von Handschuhgröße und Handschuhsitz auf die Perforationsrate

Die Untersuchungshandschuhe waren auf beiden Stationen in den Standardgrößen S, M und L vorhanden. Für die meisten Pflegekräfte reichte dieses Angebot aus, einen Handschuh zu finden, der für die durchzuführenden Aufgaben einen angemessenen Sitz und somit auch Tragekomfort lieferte. Es gab jedoch auch Ausnahmen, so saßen bei Träger 15 auch Handschuhe der Größe S immer locker, da die Handschuhfinger für die Finger der Hand von Träger 15 zu lang waren. Dabei spielte die Handschuhmarke keine Rolle.

Insgesamt empfanden es die Pflegekräfte als deutlich angenehmer, Latexhandschuhe zu tragen. Diese wurden als sehr bequem passend beschrieben und auch bevorzugt für pflegerische Tätigkeiten am Patienten benutzt. Nitrilhandschuhe wurden oft als sehr starr beschrieben, wobei die Stulpe meist als zu locker und gleichzeitig die Finger in ihrer Passform als zu fest wahrgenommen wurden. Für feine Aufgaben am Patienten, wie das Aufkleben von Pflastern, das Bedienen eines Computers oder die Blutentnahme, präferierten die Pflegekräfte in den meisten Fällen Latexhandschuhe. Eine Studie von Sawyer et al. [29] zeigte ähnliche Ergebnisse. Hier bevorzugten zwei Drittel der Träger Latexhandschuhe und nur 21 % favorisierten Nitrilhandschuhe, was mit einem deutlich angenehmeren Sitz der Latexhandschuhe begründet wurde. Auch eine Studie von Korniewicz et al. [88], die die Eigenschaften chirurgischer Handschuhe untersuchte, zeigte, dass die Trageeigenschaften von Latexhandschuhen als deutlich angenehmer empfunden wurden.

Die Pflegekräfte gaben oft an, dass sie mit feuchten Händen nicht mehr in die richtige Handschuhgröße passen würden, sofern sie Nitrilhandschuhe benutzten. Deshalb entschieden sie sich häufig für die nächst höhere Größe. Die Problematik der feuchten Hände resultierte insbesondere auf der Weaningstation daraus, dass die Handschuhe sehr oft gewechselt werden mussten und die Hände sehr häufig desinfiziert wurden, um die Hygienevorschriften auf dieser Isolierstation einzuhalten. Dabei wurde die nötige Einwirkzeit von 30 s bis zur Trocknung des Desinfektionsmittels aus

Zeitgründen nicht immer eingehalten. Dass die korrekte Dauer händehygienischer Maßnahmen einem großen Teil der Pflegekräfte nicht bekannt ist, zeigte schon eine Studie von Aiello et al. [89]. Mit Latexhandschuhen ergaben sich deutlich seltener Probleme beim Sitz der Handschuhe als bei Nitrilhandschuhen. Es gab in der Vergangenheit bereits Studien, die sich mit dieser Problematik beschäftigten. So zeigten bereits Jackson et al. [90], dass Nitrilhandschuhe sich mit feuchten Händen wesentlich schwerer anziehen lassen als Latexhandschuhe, indem die dafür benötigten Kräfte mit Hilfe einer entsprechenden Versuchsvorrichtung bestimmt wurden. Auch Côté et al. [91] zeigten für einige Latexhandschuhe, dass sie sich mit feuchten Händen schwerer anziehen ließen als mit trockenen Händen. Lassen sich Untersuchungshandschuhe schwerer anziehen, folgt daraus, dass mehr Kraft aufgewandt werden muss, um sie über die Hände zu ziehen. Dabei muss verstärkt an der Stulpe gezogen werden, wodurch diese einreißen kann und Perforationen auftreten können. Dass die Pflegekräfte auf Grund dieser Schwierigkeiten lieber größere Handschuhe auswählten, hatte wiederum einen Einfluss auf den Sitz der Handschuhe. So wurden nicht nur feuchte Hände, sondern für kurze Tätigkeiten am Patienten häufig ein zu lockerer Sitz in Kauf genommen, wenn sich der Zeitaufwand für die zu verrichtenden Aufgaben verringerte.

Bei der Ermittlung der partiellen Korrelationen konnte ein statistischer Zusammenhang zwischen der Perforationsrate und dem Sitz der Handschuhe festgestellt werden. Saßen die Handschuhe nicht passend, erhöhte sich die Wahrscheinlichkeit dafür, dass die Handschuhe Perforationen aufwiesen (Korr. = 0,04; $p = 0,032$). Um aussagekräftige Werte zu erhalten, wurden passende und unpassende Handschuhe unterschieden, wobei den unpassenden sowohl zu locker als auch zu eng sitzende Handschuhe zugeordnet wurden. Die Berechnung der partiellen Korrelationen zwischen Handschuhmarke und Handschuhsitz zeigte, dass Nitrilhandschuhe signifikant häufiger als unpassend empfunden wurden als Latexhandschuhe (Korr. = 0,248; $p < 0,001$). Es wurde kein Zusammenhang zwischen Handschuhgröße und Perforationshäufigkeit gefunden (Korr. = 0,001; $p = 0,972$).

Es existieren einige Studien, die sich mit den Gründen mangelnder Compliance von medizinischem Pflegepersonal gegenüber Hygienemaßnahmen, wie das Tragen von Handschuhen oder das Benutzen von Händedesinfektionsmitteln, in der täglichen Praxis beschäftigen [92-94]. Neben Gründen wie schlechter Zugänglichkeit von Waschbecken und Desinfektionsmittelspendern, hoher Arbeitsbelastung, Unwissen gegenüber Hygienemaßnahmen und das falsche Einschätzen potenziell gefährlicher Situationen wird vor allem der zunehmende Zeitdruck während der Patientenpflege als Ursache für eine mangelnde Compliance angegeben [95-98]. Wie bereits im vorangegangenen Absatz diskutiert, wählten die Pflegekräfte während dieser Studie des Öfteren schlecht sitzende Handschuhe zur Durchführung ihrer Tätigkeiten, um Zeit zu sparen, was sich auf die Perforationsrate der Handschuhe auswirkte. Auch hier sollten die Pflegekräfte darüber aufgeklärt werden, dass sich die Wahrscheinlichkeit einer Handschuhperforation durch das Tragen von ungenau passenden Handschuhen erhöht, damit sie die bestmöglichen Arbeitsschutzmaßnahmen ergreifen können.

4.2.6 Einfluss der Tragedauer auf die Perforationsrate

Bei der Erfassung der Tragezeiten wurden solche, die kürzer als 5 min waren, in Ein-Minuten-Schritten erfasst. Alle weiteren Angaben erfolgten in Fünf-Minuten-Schritten. Insgesamt wurden die meisten Handschuhe über einen Zeitraum von 10 min getragen und nur sehr wenige eine Stunde oder länger. Zur Berechnung der durchschnittlichen Tragedauer von 14 min wurden die Werte von 1, 2, 3, und 4 min sowie die folgenden Fünf-Minuten-Schritte von mindestens 5 - maximal 135 Minuten genutzt. Im Diagramm der Tragedauer fallen zwei Peaks auf, einer bei 2 min und einer bei 10 min. Hieraus lässt sich erkennen, dass viele Handschuhe für Tätigkeiten getragen wurden, die nur 1 – 3 min dauerten. Danach wurden sie gewechselt oder entsorgt. Beispielsweise benötigten die Pflegekräfte ungefähr 2 min, um ein Kapillarröhrchen mit darin enthaltenem Patientenblut zum Messgerät für die Bestimmung des Säure-Basen-Haushalts zu transportieren, wo dann die Blutwerte errechnet wurden. Der größte Teil der Handschuhe entfiel auf die Tragedauer von 10 min. Über diesen Zeitraum wurden die Handschuhe dann

getragen, wenn die Pflegekräfte Aufgaben am Patienten erledigten, die ihnen entsprechende Zuwendungszeiten abverlangten.

Die Tragedauerdiagramme zeigen für beide Handschuhmarken eine ähnliche Verteilung. Nitrilhandschuhe wurden im Schnitt 14,8 min getragen (CI 0,95 = [14,1; 15,4]) und damit etwas länger als Latexhandschuhe mit durchschnittlich 13,7 min (CI 0,95 = [13; 14,3]). Dieser Unterschied war allerdings nicht signifikant. Dass Nitrilhandschuhe etwas länger getragen wurden, könnte daraus resultieren, dass die Pflegekräfte sich in ihnen geschützter fühlten als in Latexhandschuhen. Wie unter dem Punkt 3.10 erwähnt, gaben sie manchmal an, dass sich die Latexhandschuhe extrem dünn anfühlten. Daher befürchteten die Pflegekräfte, dass Latexhandschuhe sie nicht ausreichend vor Erregern schützen könnten, wohingegen diese Problematik sich nicht bei Nitrilhandschuhen ergab.

Der Einfluss der Tragedauer auf die Perforationsrate ist statistisch signifikant. Insgesamt betrug die Perforationsrate von Handschuhen, die 10 min getragen wurden 7,1 %, nach 20 min 10,5 %, nach 30 min 18,4 %, nach 40 min 8 %, nach 50 min 27,4 %, nach 60 min 30 % und nach mehr als 60 min 35,7 %. Lediglich bei Handschuhen, die 31 bis 40 min lang getragen wurden, sank die Perforationsrate im Vergleich zu den kürzer getragenen Handschuhen. Ansonsten lässt sich aus diesen Ergebnissen erkennen, dass es mit zunehmender Tragedauer zu einem kontinuierlichen Anstieg der Perforationsraten kam.

Die ermittelten kumulierten Häufigkeiten der getragenen Handschuhe ergeben, dass 0,3 % der Handschuhe weniger als 1 min getragen wurden. 56,8 % der Handschuhe wurden nicht länger als 10 min getragen, 83,7 % nicht länger als 20 min, 93,5 % bis 30 min, 95,2 % bis 40 min, 97,3 % bis 50 min und 99,6 % der Handschuhe wurden nicht länger als 60 min getragen. Die berechneten kumulierten Häufigkeiten der perforierten Handschuhe pro Tragedauer ergaben, dass 1 % der perforierten Handschuhe weniger als 1 min getragen wurde. 39,9 % der perforierten Handschuhe wurden bis 10 min getragen, 67,2 % wurden bis 20 min getragen, 84,7 % bis 30 min, 86 % bis 40 min,

91,6 % bis 50 min, 98,4 % bis 60 min und die restlichen 1,6 % der perforierten Handschuhe wurden länger als 60 min getragen. Werden die Perforationsraten von Nitrilhandschuhen und Latexhandschuhen miteinander verglichen, ergeben sich verschiedene Werte. Für Nitrilhandschuhe betrug die Perforationsrate nach 10 min 5,1 %, nach 20 min 5,4 %, nach 30 min 10,8 %, nach 40 min 8,8 %, nach 50 min 23,1 %, nach 60 min 17,4 % und 16,7 % für eine Tragedauer von mehr als 60 min. Von den Latexhandschuhen waren 9 % nach 10 min, 15,6 % nach 20 min, 27,2 % nach 30 min, 6,3 % nach 40 min, 30,6 % nach 50 min, 54,2 % nach 60 min und bei einer Tragedauer von mehr als 60 min 50 % der Handschuhe perforiert. Für zehn Handschuhe wurde eine Tragedauer von 0 vermerkt, wenn der jeweilige Träger das Handschuhpaar sofort nach dem Anziehen wieder auszog, weil er eine Perforation vermutete oder bemerkt hatte. Von den acht untersuchten Latexhandschuhen mit einer Tragedauer von 0 wiesen drei Handschuhe Perforationen auf. Die zwei Nitrilhandschuhe mit der Tragedauer von 0 wiesen keine Perforation auf.

Die Berechnung der Odds Ratios zwischen Latex- und Nitrilhandschuhen zeigte, dass Latexhandschuhe bei fast jeder Tragedauer eine größere Chance dafür haben, Perforationen aufzuweisen. Bis auf eine Ausnahme für die Tragedauer von 40 min ergab sich für alle übrigen Tragezeiten ein Odds-Ratio-Wert von > 1 (Tab. 6). Auch die Anzahl der Perforationen, die in defekten Handschuhen gefunden wurde, nahm mit der Tragedauer zu, wobei Latexhandschuhe erneut mehr Perforationen aufwiesen als Nitrilhandschuhe. Das zeigt die Berechnung der Fehlerbalken für das 95 %-Konfidenzintervall besonders deutlich für die Tragedauer von 20, 30 und 60 min. Durchschnittlich hatten defekte Latexhandschuhe 1,3 und Nitrilhandschuhe 1,2 Perforationen (Abb. 11).

Die Ergebnisse unserer Studie zeigen, dass Nitrilhandschuhe bei längerer Tragedauer Latexhandschuhen in ihrer Qualität überlegen waren. Bei der Benutzung der Handschuhe zur Patientenpflege scheint die Tragedauer die wichtigste Einflussgröße auf die Perforationsrate von Untersuchungshandschuhen zu sein. Auch andere Studien zeigen, dass die Rate von Mikroperforationen in medizinischen Handschuhen mit zunehmender

Tragedauer ansteigt [18, 81, 99]. Wallemaqc et al. [100] führten weiterhin an, dass es viele weitere Faktoren zu berücksichtigen gilt, die die Qualität des Handschuhmaterials beeinflussen können, wie die Temperatur, der Haut-pH-Wert oder der Kontakt mit Flüssigkeiten. Diese Thesen werden durch den für die Studie durchgeführten Vorversuch unterstützt, in dem 50 Studenten 60 min lang Latex- und Nitrilhandschuhe während des Histologiekurses trugen. Die hierbei ermittelten Perforationsraten von 2 % bei Latexhandschuhen und 4 % bei Nitrilhandschuhen waren kaum höher als bei den ungetragenen Handschuhen, die für die Nullprobe untersucht wurden. Die leichte Beanspruchung der Handschuhe während des Histologiekurses führte nicht zu einer Erhöhung der Perforationsrate, so dass angenommen werden kann, dass es außer der Tragedauer noch weitere Faktoren gibt, die die Materialeigenschaften von Untersuchungshandschuhen beeinflussen, während sie zur Patientenpflege getragen werden. Eine lange Tragedauer begünstigt in jedem Fall die Zahl der Faktoren, welche einen Einfluss nehmen können, wie auch die Zeit, in der das Handschuhmaterial diesen Einflüssen ausgesetzt ist. Laut Girou et al. [101] erhöht sich bei der Durchführung vieler verschiedener Aufgaben am Patienten, bei denen Handschuhe lange getragen werden, auch das Risiko einer Erregerübertragung.

Es sollte in Erwägung gezogen werden, eine Richtlinie einzuführen, die die maximale Tragedauer von Untersuchungshandschuhen festlegt, wie es bereits für chirurgische Handschuhe gefordert wird [18, 72, 102]. Dadurch soll das Risiko für das Auftreten unbemerkter Perforationen sowie die Gefahr einer Erregertranslokation von Pflegekräften auf den Patienten, wie auch umgekehrt, minimiert werden. Bei der Festlegung einer solchen Richtlinie sollte die Sicherheit der Pflegekräfte und der Patienten eine größtmögliche Rolle spielen. Allerdings muss diese Empfehlung auch im klinischen Alltag realisierbar sein. 56,8 % der hier untersuchten Untersuchungshandschuhe wurden nicht länger als 10 min getragen. 39,9 % der Handschuhe, die Perforationen aufwiesen, entfielen auf diese Zeitspanne. Wird die Tragedauer auf 10 min beschränkt, wirkt sich das auf 43,2 % der Vorgänge aus, bei denen Handschuhe getragen werden. 56,8 % der Vorgänge wären nicht betroffen. Gleichzeitig könnten aber bis zu 60,1 % der erwarteten Perforationen vermieden werden. Die Empfehlung

einer Tragedauer von maximal 20 min würde bedeuten, dass 83,7 % der Vorgänge, bei denen Handschuhe getragen werden, nicht beeinflusst würden und noch bis zu 32,8 % der Perforationen vermieden werden könnten. Im Sinne der größtmöglichen Sicherheit würde sich für die hier untersuchten Arbeitsbereiche eine Beschränkung der Tragedauer von Untersuchungshandschuhen auf 10 min empfehlen, da nach dieser Zeit bereits 9 % der Latexhandschuhe und 5,1 % der Nitrilhandschuhe perforierten. Aus Gründen der Praktikabilität sollte die Tragedauer jedoch auf 15 min bis maximal 20 min ausgeweitet werden. 73,8 % (2208/2990) der Handschuhe wurden nicht länger als 15 min getragen (siehe Abb. 10). Insgesamt könnte ein Handschuhwechsel nach 15 min einen Kompromiss zwischen größtmöglicher Sicherheit und der guten Durchführbarkeit im klinischen Alltag darstellen.

Um eine generell gültige Richtlinie zur Maximaltragedauer von Untersuchungshandschuhen festzulegen, reichen die hier ermittelten Daten nicht aus, da zu viele Faktoren die Perforationsrate beeinflussen und hier nur zwei Handschuhtypen unter sehr speziellen Arbeitsbedingungen untersucht wurden. Trotzdem sollten solche Empfehlungen gegeben werden und das Krankenpflegepersonal sollte die Bedeutung der Tragedauer für das Auftreten von Mikroperforationen kennen. Andere Arbeitsbereiche und Gesundheitseinrichtungen sollten individuelle Empfehlungen zur Tragedauer der Handschuhe geben, basierend auf der Einschätzung individueller Risiken sowie der Durchführbarkeit. Weiterhin ist die hier verwendete Methode nicht dazu geeignet, den genauen Perforationszeitpunkt eines Handschuhs zu bestimmen. Sie erlaubt vielmehr nur eine konservative Schätzung, weshalb die Zeit, in der ein Handschuh frei von Perforationen ist, eher kürzer ist, als die hier ermittelten Zeiten. Zur Auswirkung der Tragedauer auf die Perforationsrate von Untersuchungshandschuhen sollten weitere Untersuchungen durchgeführt werden.

4.2.7 Einfluss der Tätigkeiten auf die Perforationsrate

Bei den erfassten Aufgaben am Patienten war die Angabe mehrerer Tätigkeiten möglich. Dadurch sollte gewährleistet werden, dass die Studie das Trageverhalten der Pflegekräfte für die Handschuhe nicht beeinflusst und sich auf die Ergebnisse auswirkt. Bei längerer Tragedauer wurden häufig mehrere

Tätigkeiten durchgeführt. Mit Abstand am häufigsten genannt wurde die Tätigkeit „Lagerung/Mobilisierung und allgemeine Tätigkeiten am Patienten“, wobei in dieser Kategorie jede Tätigkeit erfasst wurde, die nicht in eine der übrigen vier Kategorien passte. Hierzu gehörten die physiotherapeutische Betreuung der Patienten, Transportaufgaben, Staubwischen im Patientenzimmer oder das Bedienen eines Computers.

Ein signifikanter Einfluss auf die Perforationsrate konnte nur bei der „Unterstützung bei der Nahrungsaufnahme“ sowie für das „Waschen des Patienten“ gefunden werden. Das relativ überraschende Ergebnis für die „Unterstützung bei der Nahrungsaufnahme“ kommt höchstwahrscheinlich dadurch zu Stande, dass insgesamt nur 32 Handschuhe eingesammelt wurden, mit denen diese Tätigkeit durchgeführt wurde. Da außerdem oft mehrere Tätigkeiten mit den Handschuhen ausgeführt wurden, kann nicht davon ausgegangen werden, dass allein durch diese Tätigkeit die Perforationsrate steigt. Dafür ist die Anzahl der untersuchten Handschuhe zu gering. Der statistisch signifikante Einfluss der Tätigkeit „Unterstützung bei der Nahrungsaufnahme“ auf die Perforationsrate hat daher keine praktische Bedeutung.

Dass das „Waschen des Patienten“ in Zusammenhang mit der Perforationsrate steht, war weniger überraschend, zumal es einige Studien gibt, die zeigen, dass Kontakt mit Flüssigkeiten die Barrierefunktion der Handschuhe herabsetzen kann. Das wurde insbesondere für Latexhandschuhe nachgewiesen, bei denen es durch Einlagerung von Wasser in die Poren des Materials zu einer Hydratation kommen kann und so die Stabilität des Materials reduziert wird [19]. Jamal et al. [103] vermuteten sogar, dass sich hierdurch „wässrige Brücken“ entstehen können, über die Viren und Bakterien das Handschuhmaterial durchdringen können. Ob dieser Effekt auch für Nitrilhandschuhe nachweisbar ist, bleibt in weiteren Studien zu klären.

Die Ergebnisse der zweiten Nullprobe, für die 50 Studenten 60 min lang Untersuchungshandschuhe trugen, lassen vermuten, dass die Art der Tätigkeit einen großen Einfluss auf Perforationsrate hat. So erhöhte das Durchführen

„einfacher Bürotätigkeiten“ die Wahrscheinlichkeit, dass die getragenen Handschuhe perforieren, nicht wesentlich. Tätigkeiten, bei denen die Handschuhe mechanisch sehr belastet werden, Handlungen, bei denen es zu Kontakt mit Körperflüssigkeiten, Reinigungsmitteln oder Desinfektionsmitteln kommt, oder ein schlechter Sitz der Handschuhe, scheinen mit zunehmender Tragedauer das Auftreten von Perforationen zu begünstigen. Bei der Erhöhung der Perforationsrate spielen also immer mehrere Faktoren eine Rolle.

4.2.8 Benutzte Pflegemittel

Für die Körperpflege der Patienten wurden Waschmittel und Cremes benutzt, von denen keine in Zusammenhang mit der Perforationsrate gesetzt werden konnte. Da die Waschmittel Octenisan®, Bactolin Sensitive (wash)® und „andere Waschmittel“ aber nur angegeben wurden, wenn die Tätigkeit „Waschen des Patienten“ durchgeführt wurde, kann angenommen werden, dass geringe positive Korrelationen dieser Tätigkeiten mit der Perforationsrate nicht durch das angewendete Waschmittel bedingt wird, sondern allein dadurch, dass die Handschuhe durch den Kontakt mit Wasser an Qualität verlieren.

4.2.9 Einfluss von Desinfektionsmitteln auf die Handschuhqualität

Das Auftragen des Händedesinfektionsmittels Softa-Man® auf die Untersuchungshandschuhe, die von den Pflegekräften getragen wurden, war sowohl auf der Weaningstation als auch auf der ITA gängige Praxis. Insgesamt wurden 1840 Handschuhe eingesammelt, bei denen eine Desinfektion mit Softa-Man® durchgeführt wurde (61,3 %).

Durch den hohen Aufwand der Patientenpflege und dem daraus resultierenden Zeitdruck für die Pflegekräfte fanden diese oft nicht die Zeit, sich ein Paar Handschuhe auszuziehen, dann die Hände zu desinfizieren, danach das Desinfektionsmittel mindestens 30 s einwirken zu lassen und sich anschließend neue Handschuhe anzuziehen. Es war mit wesentlich weniger Aufwand verbunden, das Desinfektionsmittel auf die Handschuhe aufzutragen und kurz einwirken zu lassen. Die Pflegekräfte berichteten auch, dass sie ihre Handschuhe vor Beginn einer pflegerischen Tätigkeit anziehen würden, ohne sich vorher die Hände zu desinfizieren. Stattdessen wurden die Handschuhe

während der Tätigkeit mehrmals desinfiziert und die Hände erst, nachdem die Handschuhe am Ende einer Tätigkeit wieder ausgezogen wurden. Einen Grund für dieses Verhalten sahen Pan et al. [104] darin, dass die Pflegekräfte hygienische Maßnahmen vor allem als Selbstschutz wahrnehmen und nicht als Schutz der Patienten. Askarian et al. [105] zeigten an Hand einer Studie in einem iranischen Krankenhaus, dass weniger als die Hälfte des Krankenpflegepersonals sowohl vor als auch nach dem Tragen von Handschuhen händehygienische Maßnahmen durchführt, wie es laut Kramer et al. [106] zur Infektionsprophylaxe indiziert ist. Sollte es zu Erregerausbreitung über Mikroperforationen in den Handschuhen kommen, stellt sich hier ein Risiko der Infektionsübertragung dar.

Werden die Perforationsraten der Untersuchungshandschuhe in Abhängigkeit von der Desinfektionshäufigkeit dargestellt, fällt auf, dass diese mit zunehmender Anzahl der Desinfektionen steigen. Insgesamt schienen Latexhandschuhe nach dem Auftragen von Desinfektionsmittel häufiger zu perforieren als Nitrilhandschuhe. Die Abbildungen 12 und 13 (siehe 3.8) stellen die Perforationsraten der Handschuhe in Abhängigkeit von der Tragedauer und der Desinfektionshäufigkeit dar. Dass dafür die Tragezeiten von 10, 20 und 30 min verwendet wurden, begründet sich darin, dass 93,5 % der untersuchten Handschuhe nicht länger als 30 min getragen wurden. Mit den verbliebenen 6,5 % der Handschuhe konnten für die übrigen Tragezeiten von 40, 50, 60 und > 60 min keine statistisch relevanten Aussagen getroffen werden. Aus den Abbildungen 12 und 13 lässt sich erkennen, dass die Perforationsraten der Handschuhe für Desinfektionshäufigkeiten von 1, 2, 3 oder 4 sich in den meisten Fällen nur wenig von denen der nicht desinfizierten Handschuhe unterscheiden. Erst ab 5 und mehr Desinfektionsvorgängen scheinen die Perforationsraten deutlich anzusteigen. Auch hier stiegen die Perforationsraten bei Latexhandschuhen stärker an als bei Nitrilhandschuhen. Zusätzlich wurden ergänzend zu den Abbildungen 12 und 13 die Tabellen 10 und 11 erstellt. Tabelle 10 zeigt die Chancen (Odds) für das Auftreten von Perforationen für die Tragedauer von 10, 20 und 30 min in Abhängigkeit von der Desinfektionshäufigkeit. Es wird deutlich, dass die Chancen dafür, Perforationen aufzuweisen, für beide Handschuhtypen ab einer Desinfektionshäufigkeit ≥ 5

deutlich ansteigen. Für diese Häufigkeiten wurden in den meisten Fällen höhere Chancen ermittelt, als die Grundchance pro Tragedauer der jeweiligen Tragedauer in Abhängigkeit von der Handschuhmarke ergab. Die in der Tabelle 11 dargestellten Odds Ratios waren in den meisten Fällen > 1 . Auch hier zeigte sich, dass Latexhandschuhe bei gleichlanger Tragezeit der Handschuhe und bei gleicher Häufigkeit der Desinfektionen höhere Chancen dafür haben, zu perforieren als Nitrilhandschuhe. Die Berechnung der Konfidenzintervalle zeigte hier jedoch nur wenige signifikante Unterschiede.

Die Odds und Odds Ratios wurden hier berechnet, um die Entwicklung der Perforationen nach Desinfektion der Handschuhe zu beschreiben. So lassen sich die unterschiedlichen Werte gut miteinander vergleichen und der Einfluss von Desinfektionsmittel auf die Handschuhe, unabhängig von vielen anderen Faktoren, darstellen. Nach diesen Ergebnissen lässt sich vermuten, dass das Auftragen von Desinfektionsmittel einen Einfluss auf die Entstehung von Mikroperforationen in Untersuchungshandschuhen hat. Dieser ist bei wenigen Desinfektionsvorgängen gering, bei 5 oder mehr Desinfektionen scheint der Einfluss allerdings zu steigen, so dass die Qualität des Handschuhmaterials beeinträchtigt und ihre Schutzfunktion deutlich gemindert wird. Dazu passen auch die Aussagen der Pflegekräfte, die sich darüber beschwerten, dass Latexhandschuhe nach dem Auftragen von Softa-Man[®] klebrig und rau wurden, und dass Nitrilhandschuhe, nachdem sie mit Desinfektionsmittel in Kontakt gekommen waren, ungenau saßen. Eine Untersuchung der Desinfizierbarkeit von Latexhandschuhen durch Pitten et al. [45] zeigte bereits ähnliche Ergebnisse. Außerdem zogen die Pflegekräfte oft Handschuhe an, obwohl das Desinfektionsmittel noch nicht richtig von den Händen abgetrocknet war. Auch hier besteht die Gefahr, dass das Desinfektionsmittel dauerhaft auf die Handschuhe einwirkt und das Auftreten von Perforationen begünstigt.

Einen Hinweis darauf, welchen Einfluss das Händedesinfektionsmittel Softa-Man[®] auf die Perforationsrate von Untersuchungshandschuhen hat, sollten die für die Studie durchgeführten Zusatzversuche liefern. Unter den Laborbedingungen schien Softa-Man[®] keinen Einfluss auf die Perforationsrate von Latexhandschuhen zu haben. Allerdings wurde beobachtet, dass der

Kontakt mit Desinfektionsmittel dazu führte, dass die Oberfläche der Handschuhe rauer wurde. Auch die Pflegekräfte empfanden Latexhandschuhe nach mehrmaliger Desinfektion als klebrig und rau. Für die Praxis ist das von großer Bedeutung, denn die Beobachtungen deuten darauf hin, dass die Oberfläche der Handschuhe sich durch das Desinfizieren verändert. Da die Handschuhe im täglichen Gebrauch während der Patientenpflege sehr unterschiedlichen Belastungen ausgesetzt sind und eine Strukturbeeinträchtigung des Handschuhmaterials sich negativ auf die Elastizität der Handschuhe auswirkt, lässt die Schutzeigenschaft der Handschuhe nach und das Auftreten von Perforationen wird begünstigt.

Bei Nitrilhandschuhen wurden im Laborversuch gravierende Auswirkungen auf die Form und Materialstruktur beobachtet. So dehnte sich nach mehrmaliger Desinfektion nicht nur die Stulpe der Nitrilhandschuhe, auch die Zwischenfingerregionen der Handschuhe gaben dem Druck des Wassers bei mehrfacher Desinfektion zunehmend nach. Sie begannen einzureißen und die gelblich-braunen Verfärbungen an den Rissstellen sind ein Hinweis darauf, dass Softa-Man[®] die Strukturen des Handschuhmaterials beeinträchtigt. Dagegen beobachteten die Pflegekräfte in der täglichen Praxis jedoch nur, dass Nitrilhandschuhe bei mehrmaliger Desinfektion ungenau saßen. Da an Handschuhen, die nicht passgenau sitzen, andererseits häufig gezogen wird, um ein Verrutschen zu verhindern, stellt das bereits ein Risiko für die Entstehung von Perforationen dar. Kommt es vorher zu einer Degradation des Handschuhmaterials durch Desinfektionsmittel und somit zu einer Qualitätsminderung, steigt das Risiko für die Entstehung einer Perforation zusätzlich an.

Im Gegensatz zu den Laborversuchen zeigen die Ergebnisse der im Krankenhaus durchgeführten Studie, dass Softa-Man[®] im Zusammenhang mit der Perforationsrate von Untersuchungshandschuhen steht. Es wurde beobachtet, dass bei gleichbleibender Tragedauer, die Perforationsraten der Untersuchungshandschuhe mit der Häufigkeit der Desinfektionen stiegen. Dabei ist jedoch aufgefallen, dass die Anzahl von 1 - 4 Desinfektionsvorgängen kaum eine Auswirkung auf die Perforationsrate von Latex- oder

Nitrilhandschuhen hatte. Lediglich bei Latexhandschuhen, die bis zu 30 min getragen wurden, stiegen die Chancen für eine Perforation nach 4 Desinfektionen deutlich. 5 oder > 5 Desinfektionsvorgänge begünstigten bei beiden Handschuhmaterialien das vermehrte Auftreten von Perforationen. Latexhandschuhe wiesen stets höhere Perforationsraten auf als Nitrilhandschuhe.

Aus diesen Ergebnissen lässt sich schließen, dass eine Desinfektionsanzahl von 1 - 3 für die hier untersuchten Handschuhe vertretbar wäre. Danach sollten die Handschuhe gewechselt werden. Laut Pitten et al. [45] gilt unter anderem als Voraussetzung dafür, dass Untersuchungshandschuhe desinfiziert werden können, dass die Dichtheit und weitere Gebrauchseigenschaften der Handschuhe wie Griffigkeit und Perzeption durch die Desinfektion nicht beeinflusst werden dürfen. Die Pflegekräfte klagten darüber, dass Latexhandschuhe schon nach wenigen Desinfektionsvorgängen rau und klebrig wurden, und dass Nitrilhandschuhe nach mehrmaliger Desinfektion ungenau saßen. Auch die Laborbeobachtungen zeigten, dass sich die Materialeigenschaften der Handschuhe unter dem Einfluss des Desinfektionsmittels verschlechterten. Somit wäre die oben genannte Bedingung von Pitten nicht erfüllt.

Die Handschuhe für diese Studie wurden auf einer Isolierstation und einer Intensivtherapeutischen Abteilung eingesammelt. Das sind Stationen, auf denen hochinfektiöse Patienten behandelt werden und der Schutz vor nosokomialen Erregern eine besonders wichtige Rolle spielt. Jede Erregertranslokation gilt es zum Schutz der Patienten wie auch des Personals zu vermeiden. Dafür ist es wichtig, dass die Untersuchungshandschuhe, die vom Pflegepersonal während der Patientenpflege getragen werden, einen größtmöglichen Schutz vor der Übertragung solcher Erreger bieten. Einflüsse, die sich negativ auf die Schutzfunktion der Handschuhe auswirken, sollten möglichst vermieden werden. Deswegen ist grundsätzlich von einer Desinfektion der Untersuchungshandschuhe abzuraten, wie es auch schon von anderen Autoren empfohlen wird [84]. Aus Gründen der Praktikabilität muss aber darüber nachgedacht werden, eine gewisse Anzahl von

Desinfektionsvorgängen zuzulassen. Wie die Ergebnisse dieser Studie zeigen, wäre es vertretbar, die Handschuhe bei kurzer Tragedauer bis maximal drei Mal zu desinfizieren. Das sollte aber nur dann praktiziert werden, wenn Tätigkeiten durchgeführt werden, bei denen der physische Kontakt mit den Patienten minimal ist und keine besondere Gefahr der Erregertranslokation besteht, wie beim Bedienen eines Computers im Patientenzimmer. Außerdem sollte jeder verwendete Handschuhtyp vor der Verwendung auf seine Desinfizierbarkeit überprüft werden. Zur Handschuhverträglichkeit anderer Händedesinfektionsmittel sollten weitere Untersuchungen erfolgen. Das generelle Desinfizieren von Untersuchungshandschuhen zur Kostenreduktion ist obsolet [107-108]. Zusätzlich ist es wichtig, dass eine gründliche Aufklärung der Pflegekräfte über diese Risiken erfolgt. Das sollte sie dazu motivieren, ihre eigene Sicherheit zu erhöhen und das Infektionsrisiko von Patienten zu senken, indem hygienische Regeln strenger eingehalten werden. Wie bekannt ist, verbessert insbesondere das Wissen über bestimmte Risiken die Compliance gegenüber Hygienemaßnahmen [109-111]. Dass eine bessere Ausbildung auf dem Gebiet der Hygiene und mehr Informationen über arbeitsbedingte Risiken auch vom Pflegepersonal durchaus erwünscht sind, berichteten Shimokora et al. [112] und Jang et al. [113].

4.2.10 Benutzung weiterer Desinfektionsmittel

Wurde eine Flächendesinfektion durchgeführt, wurde das auf den Fragebögen notiert und der Tätigkeit „Lagerung/Mobilisierung und allgemeine Tätigkeiten am Patienten“ zugeordnet. Von den benutzten Flächendesinfektionsmitteln stand nur Descocid[®]-N im Zusammenhang mit dem gehäuften Auftreten von Perforationen.

Wie bereits diskutiert, begünstigte das mehrmalige Auftragen von Softa-Man[®] auf die Untersuchungshandschuhe das Auftreten von Perforationen. Im Gegensatz dazu stellt sich jedoch die Frage, ob das nichtalkoholische Desinfektionsmittel Descocid[®]-N der Hauptgrund für die hier festgestellte signifikante Erhöhung der Perforationsrate ist. Wenn die Pflegekräfte eine Flächendesinfektion durchführten, verwendeten sie dafür Lösungen von Descocid[®]-N in Wasser. Die zu desinfizierenden Oberflächen wurden mit

Lappen abgewischt. Wie diese Studie feststellte, stand die Tätigkeit „Waschen des Patienten“ ebenfalls in Zusammenhang mit einer erhöhten Perforationsrate, was hauptsächlich durch den Kontakt der Handschuhe mit Wasser begründet wurde. Während die Flächendesinfektion mit nassen Lappen durchgeführt wurde, standen die Handschuhe ebenfalls in ständigem Kontakt mit Wasser. Außerdem wurden die Handschuhe beim Befeuchten der Lappen in die Lösung getaucht. Nach den Ergebnissen, die diese Studie lieferte, könnte der Einfluss des Wassers auf die Handschuhe hier ebenfalls eine Rolle spielen. Die Perforationsrate für Handschuhe, bei denen Descocid®-N zur Flächendesinfektion verwendet wurde, war dennoch höher als die Perforationsrate bei der Benutzung anderer Flächendesinfektionsmittel. Da diese allerdings nur in wenigen Fällen benutzt wurden, konnte der Einfluss dieser Mittel lediglich an wenigen Handschuhen untersucht werden.

Die Flächendesinfektion mit Descocid®-N scheint das Auftreten von Perforationen zu begünstigen, statistisch hochwertige Aussagen lassen sich allerdings nicht mit Sicherheit treffen. Gewiss ist die Flächendesinfektion mit Descocid®-N einer von vielen kleinen Einflussfaktoren, die in ihrer Gesamtheit eine Erhöhung der Perforationsrate bewirken. Zur Handschuhverträglichkeit von Flächendesinfektionsmitteln sollten jedoch weitere Untersuchungen erfolgen.

4.2.11 Probleme bei der Handschuhbenutzung aus Sicht der Pflegekräfte

Es stand den Pflegekräften frei, sich über Probleme mit Handschuhen zu äußern. Ein wesentlicher Kritikpunkt war der Sitz der Nitrilhandschuhe. Diese wurden von den Trägern weniger gern getragen als Latexhandschuhe. In einer Studie von Sawyer et al. [29] gaben die Teilnehmer ebenfalls an, dass Nitrilhandschuhe an der Hand eher fest und an den Fingern eher locker sitzen würden.

Neben einigen unterschiedlichen Kommentaren gab es auch Kritikpunkte, die beide Handschuhmarken gleichermaßen betrafen. So wurde zum einen erwähnt, dass es bei der Benutzung von Pflastern schnell zu Defekten der Handschuhe kam, zum anderen, dass das Bündchen, also die Stulpe, sowohl bei Latex- als auch Nitrilhandschuhen zu kurz war. Die Pflegekräfte würden

lieber Handschuhe tragen, bei denen die Stulpen so lang sind, dass sie über die Ärmel der Schutzkittel ragen, ohne zu verrutschen und so den Unterarm beziehungsweise das Handgelenk ausreichend verdecken. Hier bleibt zu überdenken, ob sich der Tragekomfort und damit auch der Schutz vor Erregertranslokationen dadurch verbessern lassen, dass auf den Stationen Handschuhe mit längeren Stulpen zum Tragen angeboten werden.

Zu ähnlichen Ansichten kommt eine Studie von Gottrup et al. [73], bei der untersucht wurde, welche Handschuheigenschaften den Krankenhausmitarbeitern während ihrer Arbeiten mit den Patienten am wichtigsten sind. Guter Schutz, lange Haltbarkeit und ein hohes Feingefühl in den behandschuhten Händen wurden hierbei als die wichtigsten Eigenschaften genannt. Gottrup et al. stellten allerdings auch fest, dass es schwer ist, diese Eigenschaften in einem einzigen Handschuhtyp zu vereinen. Daher sollten auf den Stationen verschiedene Handschuhtypen bereit stehen, die die Pflegekräfte je nach Bedarf und Tätigkeit auswählen können.

5 Zusammenfassung

Von 3000 Untersuchungshandschuhen, die von Pflegekräften auf einer Intensiv- und einer Weaningstation getragen wurden, waren 308 perforiert (10,3 %). Insgesamt wurden 389 einzelne Perforationen in den defekten Handschuhen gefunden. Latexhandschuhe (13,9 %) wiesen höhere Perforationsraten auf als Nitrilhandschuhe (6,6 %). Nur 5,2 % der Perforationen wurden durch den jeweiligen Träger bemerkt.

Lange Tragedauer, Desinfizieren der Handschuhe, schlechter Sitz der Handschuhe, Waschen des Patienten sowie Desinfizieren von Flächen begünstigten das Auftreten von Perforationen. Keinen Einfluss auf die Perforationsrate hatten dagegen der jeweilige Träger und die Größe der Handschuhe. Auch für die verwendeten Waschmittel und Cremes wurde kein Einfluss auf das Perforationsrisiko festgestellt.

Die Tragedauer hatte den wichtigsten Einfluss auf die Perforationsrate. Für die hier untersuchten Arbeitsbereiche könnte eine Beschränkung der Tragedauer auf 15 min einen Kompromiss zwischen Sicherheit und Realisierbarkeit im klinischen Alltag darstellen. Für eine generelle Empfehlung zur Maximaltragedauer von Untersuchungshandschuhen reichen die ermittelten Daten nicht aus, da zu viele Faktoren die Perforationsrate beeinflussen. Gesundheitseinrichtungen sollten, basierend auf individuellen Risiken, eigene Empfehlungen formulieren.

Die niedrigere Perforationsrate bei Nitrilhandschuhen spricht dafür, dass diese vermehrt getragen werden sollten. Zumindest im Umgang mit hochinfektiösen Patienten könnte der Gebrauch auf Nitrilhandschuhe beschränkt werden. Alternativ sollte für Latexhandschuhe double gloving praktiziert werden. Insgesamt sollten medizinische Einrichtungen sorgfältig auf die Qualität ihrer Handschuhe achten.

Das wiederholte Auftragen von Desinfektionsmitteln auf die Handschuhe scheint das Auftreten von Perforationen zu begünstigen. Generell sollte davon abgeraten werden, Untersuchungshandschuhe zu desinfizieren. Aus Gründen

der Praktikabilität ist es aber in bestimmten Situationen vertretbar, bis zu drei Desinfektionen der Handschuhe durchzuführen. Weiterhin sollte stets auf den passgenauen Sitz der Handschuhe geachtet werden.

Überdies ist es wichtig, das Pflegepersonal über die Gefahr der Infektionsverbreitung durch Erregertranslokation durch Mikroperforationen in Handschuhen aufzuklären und dadurch die Compliance gegenüber Hygienevorschriften zu fördern. Dazu sollte eine konkrete Einweisung zum Gebrauch von Untersuchungshandschuhen stattfinden.

6 Summary

308 out of 3000 examination gloves worn by HCWs in an ICU and a weaning unit showed perforations (10.3 %). Altogether 389 perforations were found. The rate of perforations found in latex gloves (13.9 %) was higher than in nitrile gloves (6.6 %). In only 5.2 % of the cases perforations were noticed by the HCWs.

Long duration of wearing, disinfection of the gloves, poor fitting of the gloves, washing patients and disinfection of the surfaces in a patient's room with gloved hands were associated with higher perforation rates. Neither the carrier nor the size of the gloves and the used washing agents or creams had an influence on the number of microperforations.

The duration of wearing of examination gloves was found to be the most important factor in increasing the risk of microperforations. Thus a maximum time of wearing of 15 min could be a compromise between safety and feasibility in these specific settings. The data are not seen to be sufficient for a general recommendation for a specific time for routine glove change, as too many factors do influence the perforation rate. Health care providers therefore should define own recommendations based on individual risk and feasibility assessments.

The perforation rate found in nitrile gloves was lower than in latex gloves. This implies that nitrile gloves should be preferred. Particularly in care of highly infectious patients only nitrile gloves could be used. Alternatively for latex gloves double gloving should be practiced. Overall medical institutions should carefully pay attention to the quality of the gloves being used.

Repeated disinfection of the gloves seems to lead to higher numbers of perforated gloves. Generally examination gloves should not be disinfected. Considering practicality disinfecting gloves can be justifiable in particular situations. A number of 3 disinfections should not be exceeded. Furthermore HCW should pay attention to a proper fitting of the gloves.

Moreover it is important to teach HCWs about the risks of transmission of infectious agents through microperforations in gloves. This is supposed to improve the compliance with hygienic instructions. A precise advice of the way of using examination gloves should take place for all HCWs.

7. Literaturverzeichnis

1. Weiß J: Die Zeit. Das Lexikon. 1. Auflage. Hamburg: Bucerius; 2005; Band 13: 313.
2. McCallum JE: Military Medicine. From Ancient Times to the 21st Century. Surgical Gloves. Santa Barbara, California: ABC-CLIO; 2008; 312.
3. Weber LW, Sato N, Zimmermann C, Fliedner TM: Untersuchungen zur Dichtigkeit von medizinischen Schutzhandschuhen nach Gebrauch am Patienten bzw. im Labor. Krankenh hyg Infektionsverhüt 1997; 19(2): 52-59.
4. Rotter M, Scopec M: Entwicklung der Händehygiene und die Bedeutung der Erkenntnisse von Ignaz Ph. Semmelweis. In: Kampf G: Hände-Hygiene im Gesundheitswesen. Berlin: Springer; 2003; 1-11.
5. Tsang S: William Halsted. William Halsted (1852–1922). MD 1877. Father of Surgical Subspecialities. 2004.
http://c250.columbia.edu/c250_celebrates/your_columbians/william_halsted.html. Stand: 01.12.2011.
6. Spirling LI, Daniels IR: William Stewart Halsted - surgeon extraordinaire: a story of 'drugs, gloves and romance'. J R Soc Promot Health 2002; 122(2): 122-124.
7. AWMF: Leitlinien zur Hygiene in Klinik und Praxis. Anforderungen an Handschuhe zur Infektionsprophylaxe im Gesundheitswesen. 3. Auflage. Wiesbaden: mhp; 2004; 191 ff.
<http://www.uni-duesseldorf.de/awmf/II/029-021.htm>. Stand: 21.08.2010.
8. Hof H, Dörries R: Medizinische Mikrobiologie. Humanes Immundefizienz-Virus (HIV). 3. Auflage. Stuttgart: Thieme; 2005; 224-229.
9. Tesiorowski CC: Latex allergies in the health care worker. J Perianesth Nurs 2003; 18(1): 18-31.
10. Friedrich AW: Geheimer Medizinalrat Professor Dr. Paul Leopold Friedrich. Zu seinem 100. Geburtstag am 26. Januar 1964. 2007.
http://www.taiji-online.de/inform/genealogie/DrPL_Friedrich.html. Stand: 01.12.2011
11. Worm V: Das chirurgische Erbe. Zbl Chir 1976; Heft 9.
http://www.deboor.org/paul_leopold_friedrich1864_1916.htm. Stand: 29.11.2011

12. Aarnio P, Laine T: Glove perforation rate in vascular surgery – a comparison between single and double gloving. *Vasa* 2001; 30(2): 122-124.
13. Al-Maiyah M, Bajwa A, Mackenney P, Port A, Gregg P J, Hill D, Finn P: Glove perforation and contamination in primary total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br* 2005; 87(4): 556-559.
14. Manjunath A, Shepherd J, Barton D, Bridges JE, Ind T: Glove perforations during open surgery for gynaecological malignancies. *Bjog* 2008; 115(8): 1015-1019
15. Kupres K, Rasmussen SE, Albertini JG: Perforation rates for nonsterile examination gloves in routine dermatologic procedures. *Dermatol Surg* 2002; 28(5): 388-389.
16. Muto CA, Siström MG, Strain BA, Farr BM: Glove leakage rates as a function of latex content and brand: caveat emptor. *Arch Surg* 2000; 135(8): 982-985.
17. Schwerin MR, Walsh DL, Coleman Richardson D, Kisielewski RW, Kotz RM, Routson LB, David Lytle CI: Biaxial flex-fatigue and viral penetration of natural rubber latex gloves before and after artificial aging. *J Biomed Mater Res* 2002; 63(6): 739-745.
18. Harnoss JC, Partecke LI, Heidecke CD, Hübner NO, Kramer A, Assadian O: Concentration of bacteria passing through puncture holes in surgical gloves. *Am J Infect Contr* 2010; 38(2): 154-158.
19. Hentz RV, Traina GC, Cadossi R, Zucchini P, Muglia MA, Giordani M: The protective efficacy of surgical latex gloves against the risk of skin contamination: how well are the operators protected? *J Mater Sci Mater Med* 2000; 11(12): 825-832.
20. Geffers C, Gastmeier P, Rüden H: Nosokomiale Infektionen. In: Robert-Koch-Institut: Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Berlin: Robert-Koch-Institut; 2002; Heft 8: 5-18.
21. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention: Präambel zum Kapitel D. Hygienemanagement der Richtlinie für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention. *Bgbl Gesundheitsforsch Gesundheitssch* 2009; 52(9): 949-950.
22. Holst, S: Krankenhausinfektionen: Hygiene schützt!. *TK aktuell* 2008; Nummer 2: 20.

23. Pitten FA, Panzig B, Schröder G, Tietze K, Kramer A: Transmission of a multiresistant *Pseudomonas aeruginosa* strain at a German University Hospital. *J Hosp Infect* 2001; 47(2): 125-130.
24. Korniewicz DM, El-Masri M, Broyles JM, Martin CD, O'Connell KP: Performance of latex and nonlatex medical examination gloves during simulated use. *Am J Infect Contr* 2002; 30(2): 133-138.
25. Pitten FA, Kramer A: Schutzhandschuhe im Gesundheitswesen. In: Kampf G: Hände-Hygiene im Gesundheitswesen. Berlin: Springer; 2003; 201-220.
26. Goerdts AM: Mikroperforationsrate bei Operationshandschuhen in der Viszeralchirurgie in Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren. Diss Med Fak Univ Greifswald, 2007.
27. Zimmermann C: Handschuhe im medizinischen und pflegerischen Bereich. *Zentr Steril* 1997; 5(3): 195-206.
28. Tanner J, Parkinson H: Double gloving to reduce surgical cross-infection. *Cochrane Database Syst Rev* 2006; Issue 3, Artikelnummer CD003087: 1-50. DOI: 10.1002/14651858.CD003087.pub2.
29. Sawyer J, Bennett A: Comparing the level of dexterity offered by latex and nitrile safe skin gloves. *Ann Occup Hyg* 2006; 50(3): 289-296.
30. Walsh DL, Schwerin MR, Kisielewski RW, Kotz RM, Chaput MP, Varney GW, To TM: Abrasion resistance of medical glove materials. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2004; 68(1): 81-87.
31. Yip E, Cacioli P: The manufacture of gloves from natural rubber latex. *J Allergy Clin Immunol* 2002; 110(2): 3-14.
32. Microsoft Encarta Enzyklopädie: Nitrile. 2004.
33. Arnold SG, Whitman JE, Fox CH, Cottler-Fox MH: Latex gloves not enough to exclude viruses. *Nature* 1988; 335(6185): 19.
34. Krikorian R, Lozach-Perlant A, Ferrier-Rembert A, Hoerner P, Sonntag P, Garin D, Crane JM: Standardization of needlestick injury and evaluation of a novel virus-inhibiting protective glove. *J Hosp Infect* 2007; 66(4): 339-345.
35. Hayden MK, Blom DW, Lyle EA, Moore CG, Weinstein RA: Risk of hand or glove contamination after contact with patients colonized with vancomycin-resistant enterococcus or the colonized patients' environment. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2008; 29(2): 149-154.

36. Andersson T, Bruze M, Bjorkner B: In vivo testing of the protection of gloves against acrylates in dentin-bonding systems on patients with known contact allergy to acrylates. *Contact Derm* 1999; 41(5): 254-259.
37. Monticello MV, Gaber DJ: Glove resistance to permeation by a 7.5% hydrogen peroxide sterilizing and disinfecting solution. *Am J Infect Contr* 1999; 27(4): 364-366.
38. Bode HB, Kerkhoff K, Jendrossek D: Bacterial degradation of natural and synthetic rubber. *Biomacromolecules* 2001; 2(1): 295-303.
39. Patel HB, Fleming GJ, Burke FJ: Puncture resistance and stiffness of nitrile and latex dental examination gloves. *Br Dent J* 2004; 196(11): 695-700.
40. Ganczak M, Szych Z: Surgical nurses and compliance with personal protective equipment. *J Hosp Infect* 2007; 66(4): 346-351.
41. Kim PW, Roghmann MC, Perencevich EN, Harris AD: Rates of hand disinfection associated with glove use, patient isolation, and changes between exposure to various body sites. *Am J Infect Contr* 2003; 31(2): 97-103.
42. Nagao Y, Chibo I, Sata M: Survey of hepatitis B and C in students of faculty of dentistry and dental hygienist school. *Kansenshogaku Zasshi* 2004; 78(7): 554-65.
43. Beltrami EM, McArthur MA, McGeer A, Armstrong-Evans M, Lyons D, Chamberland ME, Cardo DM: The nature and frequency of blood contacts among home healthcare workers. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2000; 21(12): 765-770.
44. van den Heuvel M: Hygiene und Desinfektion in Klinik und Haushalt - eine Einführung. 2004; GSF Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit in der Helmholtz-Gemeinschaft.
<http://www.helmholtz-muenchen.de/fileadmin/FLUGS/PDF/Themen/Chemikalien/Desinfektion.pdf>. Stand 01.12.2011.
45. Pitten FA, Müller P, Heeg P, Kramer A: Investigations on the efficacy of repeated disinfection of disposable gloves during usage. *Zbl Hyg Umweltmed* 1999; 201(6): 555-562.
46. Pitten FA, Herdemann G, Kramer A: The integrity of latex gloves in clinical dental practice. *Infection* 2000; 28(6): 388-392.

47. Klein M, Lambov N, Samev N, Carstens GM: Permeation of cytotoxic formulations through swatches from selected medical gloves. *Am J Health Syst Pharm* 2003; 60(10): 1006-1011.
48. Makela EA, Vainiotalo S, Peltonen K: The permeability of surgical gloves to seven chemicals commonly used in hospitals. *Ann Occup Hyg* 2003, 47(4): 313-323.
49. Makela EA, Vainiotalo S, Peltonen K: Permeation of 70% isopropyl alcohol through surgical gloves: comparison of the standard methods ASTM F739 and EN 374. *Ann Occup Hyg* 2003; 47(4): 305-312.
50. Kuzu N, Ozer F, Aydemir S, Yalcin AN, Zencir M: Compliance with hand hygiene and glove use in a university-affiliated hospital. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2005; 26(3): 312-315.
51. Snow M, White GL, Alder SC, Stanford JB: Mentor's hand hygiene practices influence student's hand hygiene rates. *Am J Infect Contr* 2006; 34(1): 18-24.
52. Crippa M, Belleri L, Mistrello G, Carsana T, Neri G, Alessio L: Prevention of latex allergy among health care workers: Evaluation of the extractable latex protein content in different types of medical gloves. *Am J Ind Med* 2003; 44(1): 24-31.
53. Brehler R, Rütter A, Kütting B: Allergenicity of natural rubber latex gloves. *Contact Derm* 2002; 46(2): 65-71.
54. Weisshaar E, Radulescu M, Bock M, Albrecht U, Zimmermann E, Diepgen TL: Skin protection and skin disease prevention courses for secondary prevention in health care workers: first results after two years of implementation. *J Dtsch Dermatol Ges* 2005; 3(1): 33-38.
55. Böcker W, Denk H, Heitz PU: Pathologie. Intoleranzreaktionen. 3. Auflage. München: Elsevier; 2004; 1004-1009.
56. Rassow, Hauser K, Netzker R, Deutzmann R: Biochemie. Allergie. Stuttgart: Thieme; 2006; 721-726.
57. Schütt C, Bröker B: Grundwissen Immunologie. Immunpathologische Krankheitszustände in der Übersicht. 1. Auflage. München: Spektrum; 2006; 144-145.
58. Aldiyami E, Kulkarni A, Reed MR, Muller SD, Partington PF: Latex-free gloves: safer for whom?. *J Arthroplasty* 2010; 25(1): 27-30.

59. Paul Hartmann AG: Untersuchungs- und OP-Handschuhe für den universellen Einsatz.
http://de.hartmann.info/untersuchungshandschuhe_op_hadschuhe.php.
Stand: 01.12.2011.
60. Tillotson Healthcare Corporation: Glove Protein Testing. Technicare Bull 2004.
<http://thcnet.com/downloads/TECHPTEST.pdf>. Stand: 01.12.2011.
61. Gerbaudo L, Violante S, Curcio A, Violante B: Collateral effects of a project of latex rubber removal in a hospital institution. G Ital Med Lav Ergon 2007; 29(4): 883-889.
62. Depree GJ, Bledsoe TA, Siegel PD: Survey of sulfur-containing rubber accelerator levels in latex and nitrile exam gloves. Contact Derm 2005; 53(2): 107-113.
63. Ansell Healthcare Europe: NitraTex® & NitraTex® EP. Puderfreie Nitril-Untersuchungshandschuhe.
http://www.lamprechttag.com/artikel/download/NitraTex_und_NitraTex_EP.pdf. Stand: 01.12.2011.
64. Schülke & Mayr GmbH: Präparate-Information Körperwaschung. Octenisan® Waschlotion.
http://www.sitech.meb.uni-bonn.de/su/umweltschutz/gefahstoff/text/octenisan_prod.pdf. Stand: 01.12.2011.
65. Bode Chemie GmbH: Bactolin® Sensitive. Cleansing of hands and body. 2010.
http://www.bode-chemie.com/products/hands/product_information/baktolin_sensitive_int.pdf. Stand: 01.12.2011.
66. Bode Chemie GmbH: Baktolan® Lotion. Pflege für Hände und Körper. 2008.
http://www.bode-ch.com/media/pdatenblaetterbodede/pb_baktolan_lotion_de.pdf. Stand: 01.12.2011.
67. B Braun Melsungen AG: Gebrauchsinformation: Information für den Anwender. Softa-Man® ViscoRub. 2007.
http://www.bbraun.de/service-layer-core/res/public/document/BPR000000000000000100001137600000/472F29C6F10C00A2E1008000D400106F472F29C8F10C00A2E1008000D400106F?vc=CORPORATE_WEB_SITE_DE&s=0c2b5567f9ded15bf028f67d96becd9e. Stand: 01.12.2011.

68. ANTISEPTICA chem. pharm. Produkte GmbH: Descocid®-N. 2008.
<http://www.antiseptica.com/pdf/355.pdf?title=Produktinformation+Descocid-N>. Stand: 01.12.2011.
69. Schülke & Mayr GmbH: Präparate-Information Flächendesinfektion. Terralin® Liquid. 2009.
http://www.mercateo.com/pdf/537_praximed/2009terralin_liquid_prod.pdf.
Stand: 01.12.2011
70. DIN EN 455-1: Medical gloves for single use - Part 1: Requirements and testing for freedom from holes. 1998.
71. Robles C: Aus den Runen lesen. Entmystifizierung von Einweg-Handschuh-Vorschriften. Sterile Technik 2007; Nummer 2: 8-12.
http://www.shieldscientific.com/include/USER_FileUpload/files/Press%20Release/aus-den-runen-lesen.pdf. Stand 14.12.2011
72. Partecke LI, Goerdts AM, Langner I, Jäger B, Assadian O, Heidecke CD, Kramer A, Hübner NO: Incidence of microperforation for surgical gloves depends on duration of wear. Infect Control Hosp Epidemiol 2009; 30(5): 409-414.
73. Gottrup F, Müller K, Bergmark S, Norregaard S: Powder-free, non-sterile gloves assessed in a wound healing centre. Eur J Surg 2001; 167(8): 625-627.
74. Edlich RF, Suber F, Neal JG, Jackson EM, Williams FM: Integrity of powder-free examination gloves to bacteriophage penetration. J Biomed Mater Res 1999; 48(5): 755-758.
75. Gao P, El-Ayouby N, Wassell JT: Change in permeation parameters and the decontamination efficacy of three chemical protective gloves after repeated exposures to solvents and thermal decontaminations. Am J Ind Med 2005; 47(2): 131-143.
76. Rego A, Roley L: In-use barrier integrity of gloves: Latex and nitrile superior to vinyl. Am J Infect Control 1999; 27(5): 405-410.
77. Fisher MD, Reddy VR, Williams FM, Lin KY, Thacker JG, Edlich RF: Biomechanical performance of powder-free examination gloves. J Emerg Med 1999; 17(6): 1011-1018.

78. Mansouri M, Tidley M, Sanati KA, Roberts C: Comparison of blood transmission through latex and nitrile glove materials. *Occup Med* 2010; 60(3): 205-210.
79. Kean T, McNally M: Latex hypersensitivity: A closer look at considerations for dentistry. *J Can Dent Assoc* 2009; 75(4): 279-282.
80. Hansen ME, McIntire DD, Miller GL: Occult glove perforations: Frequency during interventional radiologic procedures. *AJR Am J Roentgenol* 1992; 159(1): 131-135.
81. Hübner NO, Goerdts AM, Stanislawski N, Assadian O, Heidecke CD, Kramer A, Partecke LI: Bacterial migration through punctured surgical gloves under real surgical conditions. *BMC Infect Dis* 2010; 10(1): 192.
82. Driever R, Beie M, Schmitz E, Holland M, Knapp M, Reifschneider HJ, Hofmann F, Vetter HO: Surgical glove perforation in cardiac surgery. *Thorac Cardiovasc Surg* 2001; 49(6): 328-330.
83. Laine T, Aarnio P: How often does glove perforation occur in surgery? Comparison between single gloves and a double-gloving system. *Am J Surg* 2001; 181(6): 564-566.
84. Semperit Technische Produkte GmbH: Gefährden Desinfektionsmittel die Sicherheit medizinischer Handschuhe?. *Sempermed® Informiert* 2004; Nummer 8: 1-4.
http://www.sempermed.com/fileadmin/img/sempermed/pdf_dateien/information/Deutsch/D_Nr.8_04.pdf. Stand 14.12.2011.
85. Eklund AM, Ojajarvi J, Laitinen K, Valtonen M, Werkkala KA: Glove punctures and postoperative skin flora of hands in cardiac surgery. *Ann Thorac Surg* 2002; 74(1): 149-153.
86. Barbosa MV, Nahas FX, Ferreira LM, Farah AB, Ayaviri NA, Bariani RL: Risk of glove perforation in minor and major plastic surgery procedures. *Aesthetic Plast Surg* 2003; 27(6): 481-484.
87. Murray CA, Burke FJ, McHugh S: An assessment of the incidence of punctures in latex and non-latex dental examination gloves in routine clinical practice. *Br Dent J* 2001; 190(7): 377-380.
88. Korniewicz DM, Garzon L, Seltzer J, Feinleib M: Failure rates in nonlatex surgical gloves. *Am J Infect Control* 2004; 32(5): 268-273.

89. Aiello AE, Malinis M, Knapp JK, Mody L: The influence of knowledge, perceptions, and beliefs, on hand hygiene practices in nursing homes. *Am J Infect Control* 2009; 37(2): 164-167.
90. Jackson EM, Williams FM, Neal JG, Suber F, Thacker JG, Edlich RF: Biomechanical performance of examination gloves. *J Biomed Mater Res*, 1999; 48(4): 572-577.
91. Cote SJ, Fisher MD, Kheir JN, Paull RB, Neal JG, Jackson EM, Suber F, Thacker JG, O'Keefe JS, Edlich RF: Ease of donning commercially available latex examination gloves. *J Biomed Mater Res* 1998; 43(3): 331-337.
92. Hitoto H, Kouatchet A, Dube L, Lemarie C, Mercat A, Joly-Guillou ML, Eveillard M: Factors affecting compliance with glove removal after contact with a patient or environment in four intensive care units. *J Hosp Infect* 2009; 71(2): 186-188.
93. Manian FA, Ponzillo JJ: Compliance with routine use of gowns by healthcare workers (HCWs) and non-HCW visitors on entry into the rooms of patients under contact precautions. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2007; 28(3): 337-340.
94. Trick WE, Vernon MO, Welbel SF, Demarais P, Hayden MK, Weinstein RA: Multicenter intervention program to increase adherence to hand hygiene recommendations and glove use and to reduce the incidence of antimicrobial resistance. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2007; 28(1): 42-49.
95. Blenkarn JI, Odd C: Sharps injuries in healthcare waste handlers. *Ann Occup Hyg* 2008; 52(4): 281-286.
96. Barrett R, Randle J: Hand hygiene practices: nursing students' perceptions. *J Clin Nurs* 2008; 17(14): 1851-1857.
97. Ji G, Yin H, Chen Y: Prevalence of and risk factors for non-compliance with glove utilization and hand hygiene among obstetrics and gynecology workers in rural China. *J Hosp Infect* 2005; 59(3): 235-241.
98. Oliveira AC, Cardoso CS, Mascarenhas D: Contact precautions in intensive care units: facilitating and inhibiting factors for professionals' adherence. *Rev Esc Enferm USP* 2010; 44(1): 161-165.
99. Calhoun AJ, Rodrick GE, Brown FH: Integrity of powdered and powder-free latex examination gloves. *J Public Health Dent* 2002; 62(3): 170-172.

100. Wallemacq PE, Capron A, Vanbinst R, Boeckmans E, Gillard J, Favier B: Permeability of 13 different gloves to 13 cytotoxic agents under controlled dynamic conditions. *Am J Health Syst Pharm* 2006; 63(6): 547-556.
101. Girou E, Chai SH, Oppein F, Legrand P, Ducellier D, Cizeau F, Brun-Buisson C: Misuse of gloves: the foundation for poor compliance with hand hygiene and potential for microbial transmission?. *J Hosp Infect* 2004; 57(2): 162-169.
102. Harnoss JC, Kramer A, Heidecke CD, Assadian O: What is the appropriate time-interval for changing gloves during surgical procedures. *Zbl Chir* 2010; 135(1): 25-27.
103. Jamal A, Wilkinson S: The mechanical and microbiological integrity of surgical gloves. *ANZ J Surg* 2003; 73(3): 140-143.
104. Pan A, Domenighini F, Signorini L, Assini R, Catenazzi P, Lorenzotti S, Patroni A, Carosi G, Guerrini G: Adherence to hand hygiene in an Italian long-term care facility. *Am J Infect Control* 2008; 36(7): 495-497.
105. Askarian M, Mirzaei K, Mundy LM, McLaws ML: Assessment of knowledge, attitudes, and practices regarding isolation precautions among Iranian healthcare workers. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2005; 26(1): 105-108.
106. Kramer A, Jünger M, Kampf G: Hygienic and dermatologic aspects of hand disinfection and prophylactic skin antisepsis. *Hautarzt* 2005; 56(8): 743-751.
107. Pitten FA, Weber LW, Hamann F, Kramer A: Schutz der Beschäftigten im Gesundheitsdienst durch sachgerechten Einsatz medizinischer Schutzhandschuhe. *Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed* 2001; 36(4): 162-166.
108. Pitten FA, Kramer A: Disinfectability of Medical Gloves. *Hyg Med* 2001; 26(1/2): 10-12.
109. Doi SA, Amigo MF: Nurses' intentions to wear gloves during venipuncture procedures: A behavioral psychology perspective. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2007; 28(6): 747-750.
110. Sacar S, Turgut H, Kaleli I, Cevahir N, Asan A, Sacar M, Tekin K: Poor hospital infection control practice in hand hygiene, glove utilization, and usage of tourniquets. *Am J Infect Control* 2006; 34(9): 606-609.

111. Trampuz A, Widmer AF: Hand hygiene: A frequently missed lifesaving opportunity during patient care. *Mayo Clin Proc* 2004; 79(1): 109-116.
112. Shimokura G, Weber DJ, Miller WC, Wurtzel H, Alter MJ: Factors associated with personal protection equipment use and hand hygiene among hemodialysis staff. *Am J Infect Control* 2006. 34(3): 100-107.
113. Jang JH, Wu S, Kirzner D, Moore C, Youssef G, Tong A, Lourenco J, Stewart RB, McCreight LJ, Green K, McGeer A: Focus group study of hand hygiene practice among healthcare workers in a teaching hospital in Toronto, Canada. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2010; 31(2): 144-150.
114. Hübner NO, Goerdt AM, Mannerow A, Pohrt U, Heidecke CD, Kramer A, Partecke LI: The durability of examination gloves used on intensive care units. *BMC Infect Dis* 2012; in Revision befindlich.

Anhang

I. Täglicher Handlungsablauf zur Patientenpflege

Medikamentenvorbereitung und -verabreichung

Blutabnahme

Wechseln von Utensilien (Beatmungsschläuche, Katheter usw.)

Waschen / Bettwäschewechsel

Essengabe

Unterstützung bei Nahrungsaufnahme

Verbandwechsel

Mobilisierung (z.B. für Physiotherapie, Weaning-Programm usw.)

Mittagausgabe

Unterstützung bei Nahrungsaufnahme

Mittagsruhe

Blutgaskontrolle individuell nach Indikation

ca. 14 Uhr Übergabe der Patienten

Medikamentenausgabe

Kaffeezeit

Mobilisation

Weaning-Programm individuell nach Indikation

Abendbrot

Unterstützung bei Nahrungsaufnahme

Abendwäsche

zu Bett bringen der Patienten

II. Dokumentationsbogen Handschuhbenutzung

Datum: _____ Uhrzeit: _____

Träger: _____

- Handschuhmarke:**
- Vinyl 2000 (Meditrade)
 - Peha Soft (Hartmann)
 - Nitril (Ansell)
- Größe:**
- S
 - M
 - L
- Sitz der Handschuhe:**
- locker
 - passgenau
 - sehr eng anliegend

Tragedauer: _____ **min**

Tätigkeit:

- Medikamentenvorbereitung und -applikation sowie Blutentnahme
- Lagerung/Mobilisierung und allgemeine Tätigkeiten am Patienten
- Unterstützung bei der Nahrungsaufnahme
- Verbandwechsel
- Waschen des Patienten - dabei verwendete Pflegeprodukte:
 - Pflegeschaum etc.: Octenisan
 - Bactolin Wash
 - mitgebrachtes Pflegeprodukt
 - Cremes und Salben: Bactolan Lotion
 - Vaseline
 - mitgebrachtes Pflegeprodukt

Desinfektionslösung auf Handschuh aufgetragen:

Ja ... mal Nein

Handschuhperforation bemerkt:

Ja Nein

Besonderheiten:

Danksagung

Als erstes möchte ich mich bei meinen Eltern bedanken, die mir mein Medizinstudium ermöglicht haben und mich währenddessen immer sehr unterstützt haben.

Ich bedanke mich bei meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr. Kramer, dafür, dass ich meine Dissertation unter seiner Betreuung schreiben durfte und für seine Unterstützung in wichtigen Fragen.

Ein ganz besonderer Dank geht an Dr. Hübner und Dr. Partecke, die die Idee zu dieser Studie hatten und mir während der gesamten Zeit mit Rat und Tat zur Seite standen. Sie haben mich motiviert und in die richtige Richtung gelenkt. Auch Frau Dr. Goerdts möchte ich für die vielen Tipps und für das Korrekturlesen meiner Arbeiten sehr danken.

Weiterhin bedanke ich mich bei allen Krankenpflegerinnen und -pflegern der Weaningstation und der ITA für die große Geduld und das fleißige Handschuhsammeln. Auch allen weiteren Personen, die von anderen Stationen kamen, danke ich, dass sie mich unterstützt haben.

Zum Schluss danke ich allen, die ich an dieser Stelle vergessen habe.