

# Händedesinfektion und Händehygiene

AWMF-Register Nr. 029/027, S1-Leitlinie

## Vorbemerkung

Jedes Kapitel beginnt mit Indikationen und Anforderungen bzw. Empfehlungen (zur schnellen Orientierung jeweils farbig unterlegt). Im Anschluss wird innerhalb jedes Kapitels die Begründung für den Empfehlungsteil unter Bezug auf die Literatur gegeben.

1. Hygienische Händedesinfektion
2. Chirurgische Händedesinfektion
3. Auswahl der Händedesinfektionsmittel
4. Händewaschung
5. Medizinische Handschuhe
6. Hygienische Voraussetzungen für die Händedesinfektion
7. Sanitärtechnische Voraussetzungen für die Händedesinfektion
8. Hautschutz und Hautpflege
9. Qualitätssicherung
10. Rechtliche Aspekte
11. Literatur

Diese Empfehlung wurde durch die Arbeitsgruppe „Krankenhaus- und Praxishygiene“ der AWMF erarbeitet: M. Abele-Horn (PEG f. Chemotherapie; Würzburg), B. Al-Nawas (DGMKG; Mainz), M. Arvand (Ständiger Gast; Robert Koch-Institut, Berlin), A. Blacky (ÖGHMP, Wien, Österreich), P. Brühl (Ständiger Gast; Urologische Universitätsklinik, Bonn), I. F. Chaberny (DGHM; Hannover), U. H. Dobermann (DGP, Jena), T. Eikmann (GHUP; Gießen), D. Eschberger (Leitender Arzt der Landesstelle Wien der AUVA; Wien, Österreich), A. Greslehner (Ständiger Gast; Allgem. Unfallversicherungsanstalt; Wien, Österreich), M. Greitbauer (ÖGU; Wien, Österreich), B. Gruber (VHD; Osnabrück), A. Hedtmann (Berufsverband der Ärzte f. Orthopädie u. DGOOC; Hamburg), U. B. Hoyme (Arbeitsgemeinschaft f. Infektionen u. Infektionsimmunologie in der DGGG; Erfurt), C. Jäkel (Rechtsanwalt u. Arzt, Lübben (Spreewald)), C. Jürgens (Ständiger Gast; VBGK; Hamburg), O. Keppler (GfV; Frankfurt/Main), H. H. Klein (DGK; Idar-Oberstein), A. Kramer (Greifswald), F. Lemm (DGKH, Bochum), H. Luckhaupt (Deutsche Gesellschaft f. Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- u. Hals-Chirurgie; Dortmund), W. Müller (AWMF, Düsseldorf), A. Novotny (DGCH; München), H. Piechota (DGU; Minden), F.-A. Pitten (DGHM; Gießen), M. Pletz (DGP, Jena), P. Plöber (mhp-Verlag, Wiesbaden), V. Reinecke (DIBIS; Zürich, Schweiz), J. Reydelet (BDC; Kornwestheim), A. Schneider (DGMR; Pforzheim), H.-J. Schulz (DGVS; Berlin), W. Schulz-Schaeffer (Neuropathologie, Göttingen), J. Seifert (DG Unfallchirurgie; Berlin), V. Studtmann (DGPW; Rotenburg/Wümme), U. Sunderdieck (DRG; Osnabrück), H. Suger-Wiedeck (DGA; Ulm), M. Wagner (Berufsverband Deutscher Chirurgen, Ludwigshafen)

## 1. Hygienische Händedesinfektion

### Indikationen

Vor jeder Übertragungsmöglichkeit von Infektionen auf den Patienten durch die Hand des Pflegepersonals/Arztes und nach jeder potenziellen Kontamination der Hand ist eine hygienische Händedesinfektion durchzuführen. Die World Health Organization (WHO) hat die Indikationen in fünf Gruppen (5 moments) aufgeschlüsselt. Diese betreffen in der direkten Patientenumgebung die Händedesinfektion

- vor Patientenkontakt
- vor aseptischen Tätigkeiten und
- nach Kontakt mit potenziell infektiösem Material

und in der erweiterten Patientenumgebung die Händedesinfektion

- nach jedem Patientenkontakt und
- nach jedem Kontakt mit der unmittelbaren Patientenumgebung.

Das gilt unabhängig davon, ob nach der Händedesinfektion nicht sterile oder sterile medizinische Einmalhandschuhe angelegt werden.

Zusätzlich ist nach dem Ablegen nicht steriler oder steriler medizinischer Einmalhandschuhe eine Händedesinfektion durchzuführen.

In folgenden Situationen ist abzuwägen, ob die hygienische Händedesinfektion wegen der besseren Hautverträglichkeit anstelle der Händewaschung zu bevorzugen ist:

- nach Waschung des Patienten (nach Ablegen der Schutzhandschuhe)
- vor Essenzubereitung und vor Essenverteilung
- nach dem Naseputzen (bei Rhinitis werden oft Krankheitserreger verbreitet, z. B. Influenza-, Parainfluenza- und Rhinoviren, Pneumokokken).

Es ist sinnvoll, auch den Patienten in die Infektionsprävention einzubeziehen und

Arbeitskreis „Krankenhaus-  
und Praxishygiene“ der  
AWMF

Vorsitzende  
Prof. Dr. med.

Heidmarie Suger-Wiedeck

Stellvertretender Vorsitzender  
PD Dr. med. Frank-Albert Pitten

Geschäftsstelle

Wolfgang Müller M.A.  
Ubierstr. 20, 40223 Düsseldorf  
10623 Berlin, Germany  
Tel: +49 211 31-2828  
Fax: +49 211 31-6819  
E-Mail: awmf@awmf.org  
Internet: www.hygiene-klinik-  
praxis.de

Sekretariat

Bernd Gruber  
Niels-Stensen-Kliniken  
Marienhospital Osnabrück  
Bischofstr. 1, 49074 Osnabrück  
Tel: +49 541 326-8873  
Fax: +49 541 326-2520  
E-Mail: awmf@awmf.org

Die „Leitlinien“ des Arbeitskreises „Krankenhaus- und Praxishygiene“ der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) sind systematisch entwickelte Hilfen für Ärzte zur Entscheidungsfindung in spezifischen Situationen. Sie beruhen auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen und in der Praxis bewährten Verfahren und sorgen für mehr Sicherheit in der Medizin, sollen aber auch ökonomische Aspekte berücksichtigen. Die „Leitlinien“ sind für Ärzte rechtlich nicht bindend und haben daher weder haftungsbegründende noch haftungsbefreiende Wirkung.

ihn aufzuklären, die von der WHO unterschiedenen 5 moments in folgender Weise auf seine Situation zu übertragen:

- Bei Betreten des Patientenzimmers
- bei Verlassen des Patientenzimmers
- vor dem Essen
- nach Benutzung der Sanitäreinheit (WC)
- vor und nach Kontakt mit der eigenen Wunde, mit Schleimhäuten oder Devices.

### Durchführung

Das Händedesinfektionsmittel (HDM) wird auf die trockene (!) Hand ohne Zugabe von Wasser vor oder während eines Arbeitsgangs aufgebracht und über die vom Hersteller deklarierte Einwirkungszeit durch definiertes Aneinanderreiben der Hände gleichmäßig verteilt, so dass die gesamte Oberfläche der Hand, d. h. Fingerspitzen, Nagelfalze, Daumen, Fingerzwischenräume sowie Innen- und Außenflächen, vollständig benetzt ist. Dabei sind Nagelfalze und Fingerkuppen besonders intensiv zu behandeln. Für die Dauer der vom Hersteller deklarierten Einwirkzeit soll die Oberfläche der Hand feucht bleiben. Die ausreichende Benetzung wird durch Applikation von mindestens 3 ml Desinfektionslösung erreicht. Nach Ablauf der Einwirkungszeit werden die Hände nicht abgetrocknet.

Bei sichtbarer Kontamination der Hände kann diese mit einem mit HDM getränkten Papierhandtuch, Zellstoff oder ähnlichem entfernt werden. Danach ist die Händedesinfektion durchzuführen. Alternativ ist eine zweimalige Händedesinfektion möglich, wobei nach im Anschluss gewünschter Händewaschung das Wasser erst nach Ablauf der für die Händedesinfektion vorgesehenen Einwirkungszeit zuzugeben ist.

### Begründung

**Indikation:** Die hygienische Händedesinfektion gilt weltweit als die wirksamste Einzelmaßnahme zur Unterbrechung von Infektionsketten in Gesundheitseinrichtungen und damit zur Prophylaxe nosokomialer Infektionen (NI) in stationären und ambulanten Gesundheitseinrichtungen, aber auch in der ambulanten Pflege pflegebedürftiger Menschen und der pflegerischen Betreuung von Heimbewohnern [1–10]. Bereits die erste Publikation durch Ignaz Philipp Semmelweis konnte die Effektivität der Händehygiene beeindruckend belegen [11, 12]. Ebenso wird durch die

Händedesinfektion die Ausbreitung multi-resistenter Erreger eingedämmt und die Anzahl damit verbundener Kolonisationen sowie Infektionen reduziert [13–20]. Schließlich ist die Effizienz der Händedesinfektion zur Unterbrechung von Ausbrüchen nachgewiesen [21–23]. Darüber hinaus trägt die Händedesinfektion zum Eigenschutz bei [24].

Die Hände des Personals werden mit Krankheitserregern kontaminiert und sind die wichtigsten Überträger von Krankheitserregern [1, 25–31]. Daher muss bei Maßnahmen am Patienten sowie bei Kontakt mit kontaminierten Oberflächen eine hygienische Händedesinfektion durchgeführt werden. Die WHO hat die Indikationen in 5 Indikationsgruppen („five moments“) als Grundlage für die Schulung und das Training der Händedesinfektion zusammengefasst. Dadurch soll zugleich das Wiedererkennen von Indikationen im Arbeitsablauf erleichtert werden [6].

Durch die hygienische Händedesinfektion sollen Krankheitserreger auf den Händen (transiente Flora) soweit reduziert werden, dass deren Weiterverbreitung verhindert wird. Die hygienische Händedesinfektion führt zu deutlich höherer Keimzahlverminderung als die Händewaschung und bietet damit eine größere Sicherheit [32–56]. Darüber hinaus wird die Haut geringer belastet [57–60].

Während beim Gesunden nach dem Stuhlgang die Händewaschung ausreicht, ist bei Diarrhoe vor der Händewaschung ggf. eine Desinfektion zu empfehlen, z. B. bei hoher Wahrscheinlichkeit der Ausscheidung vor allem viraler Krankheitserreger mit z. T. sehr niedriger Infektionsdosis wie bei Rota- und Noroviren.

Nach dem Ablegen nicht steriler medizinischer Einmalhandschuhe ist eine Händedesinfektion erforderlich, weil die Handschuhe keinen absolut sicheren Schutz vor einer Kontamination der Hände gewährleisten (Perforationsgefahr) und die Hände bei unsachgemäßem Ablegen der Handschuhe kontaminiert werden können. Bei richtiger Durchführung geht man mit dem Finger der Hand, die als erstes vom Handschuh befreit wurde, am Handgelenk der anderen Hand in den Handschuh und zieht ihn dann herunter, ohne ihn von außen zu berühren. Dieses Verfahren wird aus Unwissenheit oft nicht angewandt. Stattdessen werden die Handschuhe durch Greifen des oberen Bunds am Handgelenk mit Daumen und Zeigefinger und Herunterziehen

ausgezogen, was eine Berührung der Außenfläche unvermeidlich macht. Die Außenfläche kann aber durch Kontakt mit infektiösem Material kontaminiert sein.

Auf Grund des Risikos unbemerkter Handschuhperforationen ist nach dem Ablegen von OP-Handschuhen eine hygienische Händedesinfektion indiziert. Bei individuellem Bedürfnis kann abschließend eine Händewaschung durchgeführt werden. Bei Eingriffen mit erhöhter Viruslast durch unbehüllte Viren (z. B. Papillome, Kondylomata acuminata) muss das ausgewählte Desinfektionsmittel viruzid wirksam sein. Abschließend empfiehlt sich die Anwendung einer hautpflegenden Lotion [61].

Die Einbeziehung des Patienten in den Infektionsschutz ist naheliegend, da der Patient potenzieller Empfänger und Überträger nosokomialer Infektionen ist [51]. Wenn ihm ein Basiswissen vermittelt wird, wie er zu seinem Eigenschutz beitragen kann, wird er sich nicht nur entsprechend verhalten, er wird sich auch sicherer fühlen, was letztlich den Heilungsprozess unterstützt. Erste Erfahrungen bestätigen diesen Ansatz [62]. Die Händedesinfektion ist für den Patientenschutz hierbei von besonderer Wichtigkeit, weil ihr präventiver Nutzen bereits nach Einführung in verschiedenen Bevölkerungsgruppen nachgewiesen ist [63–68].

**Durchführung:** Werden < 2 ml HDM appliziert, verringert sich die benetzte Fläche signifikant [69]. Das Desinfektionsmittel soll insbesondere an den Fingerspitzen, Nagelfalzen und Daumen eingerieben werden [70, 71], was oft nicht beachtet wird [72]. Beim Vergleich der in der DIN EN 1500 [73] vorgegebenen Bewegungsabfolge mit selbst gewählter Einreibetechnik mit dem Fokus der Benetzung der o. g. Handflächen konnte kein Vorteil zur Bewegungsabfolge der Prüfnorm nachgewiesen werden [70], so dass das in der DIN aus 6 Einzelschritten bestehende empfohlene Einreibemodell nicht eingehalten werden muss. Allerdings empfiehlt sich eine eingeübte Einreibetechnik, um eine möglichst standardisierte Durchführung zu gewährleisten.

## 2. Chirurgische Händedesinfektion

### Indikation

Die chirurgische Händedesinfektion ist von allen an der OP beteiligten einschließlich von den das Sterilgut anreichenden Mitarbeitern durchzuführen.

### Durchführung

Die Seifenwaschung ist nicht mehr Bestandteil der chirurgischen Händedesinfektion. Der Operationstrakt ist jedoch mit sauberen Händen zu betreten, wobei die Händewaschung üblicherweise bei Betreten des Krankenhauses oder der Praxis stattfindet, um ausreichenden Abstand zur chirurgischen Händedesinfektion zu bekommen. Der Einsatz von Bürsten hat sich auf hartnäckige Verschmutzungen zu beschränken. Sofern in der Schleuse kein Waschplatz vorhanden ist, die Hände aber präoperativ wegen Verschmutzung gewaschen werden sollen, muss eine geeignete Alternative gefunden werden. Bei nachfolgenden chirurgischen Händedesinfektionen ist die Seifenwaschung nicht erforderlich, sofern die Hände nicht sichtbar verschmutzt sind.

Ist vor der chirurgischen Händedesinfektion eine Händewaschung erforderlich, ist diese möglichst > 10 min vor der chirurgischen Händedesinfektion, spätestens jedoch in der OP-Schleuse vor dem Anlegen der Bereichskleidung durchzuführen. Anschließend sind die Hände mit keimarmem Textil- oder Papierhandtuch abzutrocknen. Unabhängig davon, ob die Händewaschung in der OP-Schleuse oder zu einem früheren Zeitpunkt durchgeführt wurde, ist vor Anlegen der OP-Bereichskleidung eine hygienische Händedesinfektion durchzuführen, um die Bereichskleidung nicht zu kontaminieren. Diese Maßnahme ist bei jeder neuen Einschleusung in den OP-Trakt zu wiederholen.

Bei der chirurgischen Händedesinfektion werden innerhalb der vom Hersteller deklarierten Einwirkungszeit zunächst die Hände und Unterarme benetzt. Danach wird das HDM analog wie bei der hygienischen Händedesinfektion kräftig in beide Hände eingerieben, wobei alle Bereiche der Hand für die Dauer der deklarierten Einwirkungszeit vom HDM mittels eingübter Einreibetechnik benetzt sein müssen. Es ist darauf zu achten, dass Benetzungslücken verhindert werden, wobei das Hauptaugenmerk auf Fingerkuppen,

Nagelfalze und Fingerzwischenräume zu legen ist. Ferner ist darauf zu achten, dass bei der Durchführung keine nicht desinfizierten Hautbereiche berührt werden.

### Begründung

**Indikation:** Aus ethischen Gründen ergibt sich für die chirurgische Händedesinfektion nur eine indirekte Evidenz, weil die postoperative Wundinfektionsrate bei perforierten Operationshandschuhen signifikant höher war als bei nicht perforierten [74, 75]. Experimentell wurde nachgewiesen, dass bei Handschuhläsionen von nicht desinfizierten Händen zwischen  $10^3$  und  $10^4$  Koloniebildende Einheiten (KbE) die Wunde erreichen können [76, 77]. Im Gegensatz dazu war die übertragene Menge bei zuvor desinfizierten Händen < 100 KbE [76, 138]. Demzufolge wird bei intraoperativer Beschädigung von Operationshandschuhen die Anzahl von Mikroorganismen, die mit dem vom Handschuh zurückgehaltenen Schweiß („Handschuhsaft“) in die OP-Wunde gelangt, durch die vorangegangene chirurgische Händedesinfektion gering gehalten und dadurch das Infektionsrisiko reduziert [76–78]. Es ist zu berücksichtigen, dass gemäß DIN EN 455-1 [79] bereits bei fabrikneuen unbenutzten sterilen OP-Handschuhe bei 3 von 80 bzw. 4 von 120 geprüften Handschuhen (sog. AQL  $\leq 1,5$ ) Defekte vorliegen können. Unabhängig davon perforieren OP-Handschuhe in bis zu 40 % der Eingriffe bemerkt oder unbemerkt [80] und bei im Trageprozess perforierten Operationshandschuhen war nach einer Tragedauer ab 90 min ein Bakterientransfer nachweisbar [81, 82]. Folgender drastischer Zwischenfall unterstreicht die Bedeutung der chirurgischen Händedesinfektion, bei dem durch die Verwendung einer nichtmedizinischen Seife anstelle eines iodhaltigen HDM ein Ausbruch postoperativer Wundinfektionen verursacht wurde [83].

Auf Grund des Prüfmodells für die chirurgische Händedesinfektion ist davon auszugehen, dass ihre Wirkung für etwa 3 h anhält. Es gibt allerdings keine Untersuchungen, dass nach Ablauf dieser Zeit eine erneute chirurgische Händedesinfektion erforderlich ist.

**Durchführung:** Um die Sporenlast an den Händen zu reduzieren, wird empfohlen, die Hände vor der am OP-Tag erstmalig durchgeführten chirurgischen Händedesinfekti-

on zu waschen [84]. Das Risiko einer Sporenkontamination der Hände ist insbesondere nach Gartenarbeit gegeben (*Clostridium* und *Bacillus* spp.), aber auch nach Koloskopie, Toilettenbenutzung und Versorgung von Patienten mit *C. difficile*-assoziiierter Diarrhoe. Bei der Prüfung chirurgischer HDM war im Handschuhsaft eine große Anzahl Sporenbildner (überwiegend *Clostridium* spp.) nachweisbar [85]. Dieser Befund unterstreicht die Notwendigkeit der einmaligen gründlichen Händewaschung spätestens in der Operationsschleuse vor der chirurgischen Händedesinfektion.

Zwischen Händewaschung und chirurgischer Händedesinfektion soll ein Abstand von möglichst >10 min eingehalten werden. Bei kürzerem Abstand wird die Wirksamkeit der Alkohole durch den Verdünnungseffekt der Restfeuchte tendenziell oder signifikant reduziert [86–90], wobei zusätzlich der mit der Seifenwaschung mit [91] oder ohne Benutzung einer Bürste [86, 92, 93] verbundene Anstieg der Erregerzahl auf den Händen von Einfluss auf die reduzierte Wirkung sein kann.

Zur Waschung werden Hände und Unterarme bis zum Ellenbogen mit nach oben gerichteten Fingerspitzen und tief liegendem Ellenbogen während etwa 30–60 s mit einem Handwaschpräparat gewaschen. Länger dauernde Händewaschungen sind wegen potenzieller Hautschädigung abzulehnen, zumal dadurch keine weitere Verminderung der residenten Flora erreicht wird [94–96].

Zur chirurgischen Desinfektion werden die Hände und Unterarme für die Dauer der deklarierten Einwirkungszeit durch eine eingübte Einreibetechnik benetzt. Bei der Händedesinfektion werden zunächst die Hautareale der Hand, dann des Unterarms bis zum Ellenbogen und nachfolgend wieder die Hände benetzt. In dieser Händedesinfektionsphase soll das Hauptaugenmerk beim Einreiben auf Fingerkuppen, Nagelfalze und Fingerzwischenräume gelegt und eine lückenlose Benetzung erreicht werden. Für die Einwirkungszeit von 1,5 min [97] erwies sich folgendes Vorgehen als effektiv. Zunächst werden beide Hände (10 s) und im 2. Schritt beide Unterarme benetzt (10 s). Dem schließt sich die Händedesinfektionsphase (70 s) mittels Einreiben an [98]. Die Anzahl der applizierten Portionen hatte keinen Einfluss auf die Wirksamkeit, solange die Hände über die Dauer der Einwirkungszeit mit dem Präparat benetzt gehalten wurden [99].

Die Hände sollen trocken sein, bevor die Operationshandschuhe angelegt werden, weil dadurch die Perforationsgefahr verringert [100], das Irritationsrisiko reduziert [101] und Wirksamkeit der alkoholischen Händedesinfektion bei 1 min Lufttrocknung signifikant verbessert wird [102].

### 3. Auswahl der Händedesinfektionsmittel

Mittel der Wahl für die hygienische und die chirurgische Händedesinfektion sind alkoholbasierte Präparate. Der Zusatz antiseptischer Wirkstoffe ist kritisch und zugleich entbehrlich.

Für die prophylaktische (d. h. routinemäßige) Anwendung gewährleistet die Auswahl der HDM aus der Desinfektionsmittelliste des Verbundes für Angewandte Hygiene (VAH) die Erfüllung der Wirkungsanforderungen.

Im Unterschied dazu ist die Liste der vom Robert Koch-Institut (RKI) geprüften und anerkannten Desinfektionsmittel für behördlich angeordnete Desinfektionsmaßnahmen gemäß § 18 IfSG zugrunde zu legen.

Gegen vegetative Bakterien und Sprosspilze sind alle alkoholischen HDM wirksam. Bei Risiko der Weiterverbreitung behüllter Viren sind HDM mit der Deklaration „begrenzt viruzid“, im Fall unbehüllter Viren mit der Deklaration „viruzid“ einzusetzen. Bei Übertragungsrisiko für Tuberkulosebakterien sind Präparate mit tuberkulozider Wirksamkeit einzusetzen. Dagegen wird für die chirurgische Händedesinfektion keine zusätzliche tuberkulozide, fungizide oder viruzide Wirksamkeit benötigt.

Da Alkohole nicht sporozid wirken, sind bei Übertragungsrisiko für Bakteriensporen nicht sterile medizinische Schutzhandschuhe anzulegen. Nach dem Ablegen und der Händedesinfektion ist eine gründliche Seifenwaschung vorzunehmen.

Bei der Auswahl alkoholbasierter HDM ist auf den Zusatz von Rückfettungsmitteln zur alkoholischen Grundlage zu achten (Deklaration).

#### Begründung

In die jährlich aktualisierte Liste des VAH [103] werden auf Antrag des Herstellers und nach Bewertung durch die Desinfektions-

mittelkommission des VAH nur Präparate aufgenommen, die die Prüfanforderungen des VAH bzw. europäischer Normen [104–106] erfüllen. Für die Deklaration der begrenzten Viruzidie bzw. der Viruzidie müssen die Anforderungen der DVV/RKI-Leitlinie bzw. der europäischen Norm [107, 108] erfüllt sein. Zum Schutz vor übertragbaren Krankheiten kann bei erhöhter Gefährdung für die Allgemeinheit die Desinfektion vom Gesundheitsamt angeordnet werden. Für behördlich angeordnete Desinfektionsmaßnahmen sind nur Mittel und Verfahren der RKI-Liste anzuwenden [109]. Daraus resultieren z. T. von der VAH-Liste abweichende Konzentrationen, Einwirkungszeiten und Empfehlungen (z. B. zweimalige Händedesinfektion im Fall massiver Kontamination). Es ist zu beachten, dass die Prüfanforderungen sowohl des VAH als auch des RKI nicht die Verträglichkeit einschließen.

Das Wirkungsspektrum der Alkohole schließt bakterielle Krankheitserreger und Hefen ein; Bakteriensporen werden dagegen nicht inaktiviert. Bei der Pflege von Patienten mit offener Lungentuberkulose sind Produkte mit tuberkulozider Wirksamkeit einzusetzen [110]. Nach Versorgung von Patienten mit Viruserkrankungen bzw. nach Umgang mit virushaltigem Material ist bei behüllten Viren ein HDM mit der Deklaration „begrenzt viruzid“, bei unbehüllten Viren mit der Deklaration „viruzid“ einzusetzen [110, 111]. Gegenüber Viren ist Ethanol wirksamer als die Propanole, wobei behüllte Viren konzentrationsabhängig von allen Alkoholen erfasst werden. Zur Inaktivierung unbehüllter Viren sind eine hohe Ethanolkonzentration oder synergistische Kombinationen mit geringerem Alkoholgehalt erforderlich [112–116]. Für alle Alkohole ist zurzeit keine sporozide Aktivität bei HDM mit tolerierbarer Hautverträglichkeit und praktikabler Einwirkungszeit erreichbar [117, 118]. Deshalb wird zur Entfernung von Bakteriensporen derzeit nach der Händedesinfektion eine gründliche Händewaschung mit Seife und Wasser empfohlen [119]. Sofern im Patientenzimmer oder der zugehörigen Sanitärzelle keine Handwaschmöglichkeit vorhanden ist, muss die nächst gelegene Waschgelegenheit aufgesucht werden, wobei auf dem Weg dahin eine Kontamination der Umgebung, z. B. der Türklinke, vermieden werden muss.

Bei Laborarbeiten mit Sporen in der Werkbank können kurzfristig peressigsäurehaltige Präparate eingesetzt werden.

Für die Entfernung von auf die Hände gelangten Pathogenen wird keine länger anhaltende (remanente) Wirkung benötigt und es gibt keinen Nachweis, dass durch remanent wirkende Zusätze zu alkoholbasiertem HDM eine höhere präventive Wirksamkeit sowohl der hygienischen als auch der chirurgischen Händedesinfektion erreicht wird. Andererseits sind remanent wirkende Zusätze wie Chlorhexidindigluconat, Octenidinhydrochlorid, Polihexanid, quaternäre Ammoniumverbindungen wie Benzalkoniumchlorid, Phenolderivate und Triclosan bei Zusatz zu Alkoholen mit den Risiken reduzierter Hautverträglichkeit, Sensibilisierung oder resorptiver Nebenwirkungen verbunden [120–134, 144]. In seltenen Fällen sind bei Chlorhexidin u. U. schon nach einmaliger Anwendung anaphylaktische Reaktionen als allergische Sofortreaktion möglich [135–137]. Bei langfristigem Einsatz von Chlorhexidin, Triclosan und Benzalkoniumchlorid ist eine Resistenzentwicklung z. T. mit Kreuzresistenz gegen Antibiotika möglich [120, 138–143]. Wässrig basierte Iodophore stellen wegen der dermalen Resorption frei werdenden Iods durch intakte Haut eine Gefährdung dar. Je nach Anwendungsdauer kann die Iodresorption für die hyperthyreote, ggf. auch schon für die euthyreote Schilddrüse kritische Iodkonzentrationen erreichen. Ein weiterer Nachteil wässrig basierter Iodophore ist die erforderliche Einwirkungszeit von 60 s [103]. Bei ihrem Einsatz sind bereits bei einmaliger Anwendung folgende Kontraindikationen einzuhalten: Überempfindlichkeit gegen Iod, Hyperthyreose, autonomes Schilddrüsenadenom und Radio-Iod-Therapie. Bei Schwangerschaft, anamnestic bekannten Schilddrüsenerkrankungen und Vorliegen einer Knotenstruma ist die Anwendung nur bei Überwachung der Schilddrüsenfunktion vertretbar. Bei längerfristiger Anwendung empfiehlt sich auch bei anamnestic Schilddrüsen gesunden die Überwachung der Schilddrüsenfunktion. Eine Anwendung über Monate bzw. Jahre ist wegen der Schilddrüsengefährdung insbesondere bei nahrungsbedingtem Ioddefizit auch bei Gesunden nicht als risikolos anzusehen [145–156]. Für prädisponierte Schilddrüsen mit autonomen Bezirken, die ein kritisches Volumen überschreiten, besteht schon bei relativ geringen Iodmengen das Risiko der Auslösung hyperthyreoter Stoffwechselentgleisungen [145, 157–163]. Damit sind Iodophore sowohl in wässriger als auch in alkoholischer Grundlage kein Mittel der Wahl für die Händedes-

infektion. Auch wässrige Lösungen auf Basis von Chlorabspaltern oder Peroxiden sowie flüssige waschaktive Präparate mit Zusatz von Antiseptika sind auf Grund der im Vergleich zu alkoholbasierten Präparaten geringeren Wirksamkeit und schlechteren Hautverträglichkeit, wegen ihres schlechteren Ausbreitungsverhaltens (Spreitens) auf der Haut sowie der längeren Verdampfungszeit keine Alternative zur Anwendung alkoholbasierter HDM [164–170]. Im Unterschied dazu verursachen die zur Händedesinfektion eingesetzten Alkohole keine Veränderung der Hautbarriereigenschaften, besitzen selbst bei vorirritierter Haut keine erhöhte Irritationspotenz und wirken nicht sensibilisierend [171]. Vielmehr führte die Ethanolbasierte Händedesinfektion bei Pflegepersonal, dass vorher ausschließlich antiseptische Seifen anstelle alkoholbasierter HDM anwendete, zu einer Verbesserung des Hautzustands [166, 167, 170]. Voraussetzung für die Hautverträglichkeit ist der Zusatz von Rückfettungsmitteln zur alkoholischen Grundlage, worauf bei der Präparateauswahl zu achten ist [60, 172, 173]. Bei adäquater Hautpflege ist die Anwendung von Alkoholen nicht mit dem Risiko einer Irritationsdermatose verbunden [60]. Bisher wurde nicht untersucht, ob sich Ethanol und die beiden Propanole in ihrer Verträglichkeit für intakte Haut unterscheiden. An Peritonealexplantaten war die Gewebeverträglichkeit von 80 % Ethanol besser als von 60 % Propan-2-ol [174], was für die Anwendung auf irritierter bzw. besonders empfindlicher Haut einen Vorteil bedeuten könnte. Auch die inhalative Toxizität ist von Ethanol weit aus geringer [175–177], obwohl für keinen der Alkohole Intoxikationen durch Inhalation beschrieben sind. Deshalb und vor allem auf Grund der besseren physiologischen Anpassung (Vorkommen und Abbau von Ethanol im Organismus) ist bei besonders empfindlichen Patienten (z. B. Neugeborene, Kleinkinder, Patienten mit Atemwegkrankungen) die Anwendung ethanolbasierter Präparate zu bevorzugen. Ethanol und beide Propanole werden nur im Spurenbereich resorbiert [178, 179], so dass sich keine systemische Gefährdung ableitet. Auch wenn bei Durchführung der praxisüblichen Händedesinfektion am Tag der Durchführung und am Morgen nach Anwendung in der Nachtschicht Ethylglucuronid als Abstinenzmarker im Urin gemessen und den in Deutschland juristisch festgelegten Grenzwert überschreiten kann [180], ist damit keine Gesundheitsgefährdung verbunden.

#### 4. Händewaschung

Die Häufigkeit der Händewaschung ist auf das erforderliche Minimum zu begrenzen. Sie dient im Regelfall der Entfernung von Schmutz oder erfolgt aus ästhetischem Bedürfnis (z.B. nach Ablegen von Einmalhandschuhen zur Entfernung von Handschweiß) und ist insbesondere nach dem Toilettengang und vor dem Essen angezeigt. Sofern Krankheitserreger nicht durch Händedesinfektion abgetötet werden können, ist die Entfernung lose adhärerter Mikroorganismen durch Händewaschung die einzige Möglichkeit zu deren Entfernung, z. B. bei Kontamination mit Bakteriosporen, Helminthen, *Cryptosporidium*, Oocysten und Protozoen.

Bei der Händewaschung sind besonders die subungualen Räume zu berücksichtigen. Stellt sich der Wasserlauf nicht automatisch ab, wird er zweckmäßigerweise mit dem gebrauchten Handtuch oder dem Ellbogen geschlossen.

Im Unterschied zur Seifenwaschung in häuslicher Umgebung ist bei der Händewaschung in medizinischen Bereichen ein Flüssigpräparat (Tensidseife) aus einem Spender zu benutzen. Die Auswahl der Tensidseife soll in Hinblick auf ein möglichst geringes Irritations- und Sensibilisierungspotenzial erfolgen, einschließlich der Verwendung duftstoff- und konservierungsmittelfreier Produkte. Zur Schonung der Haut ist eine schwach saure (pH 5,5) bzw. zumindest pH-hautneutrale Waschlotion zu empfehlen.

Bürsten sollen nicht routinemäßig, sondern nur bei besonderer Verschmutzung und ausschließlich für Fingernägel und Nagelfalz eingesetzt werden, um eine mechanische Hautschädigung an Hand und Unterarm zu vermeiden. Die Seifenwaschung der Hände soll auf das mögliche Minimum reduziert werden, d. h. ggf. bei Dienstbeginn, bei sichtbarer Verschmutzung, nach dem Stuhlgang und bei ästhetischem Bedürfnis. Wichtig ist nach dem Waschen die sorgfältige Trocknung insbesondere der Fingerzwischenräume mit weichem Einmalhandtuch.

Die Verwendung von Stückseife ist aus hygienischen Gründen nicht erlaubt.

#### Begründung

Durch Händewaschung ist auf Grund der fehlenden mikrobioziden Eigenwirkung von Seifen unter den Bedingungen des Stationsalltags kein Einfluss auf die Inzidenz noso-

komialer Infektionen nachweisbar. Dagegen ist die Händewaschung im Unterschied zur alkoholbasierten Händedesinfektion mit dem Risiko der Hautirritation verbunden. Häufiges Waschen der Hände lässt die Hornschicht aufquellen, es kommt zur Alteration und Emulgierung interzellulärer Lipiddoppelschichten und die Lipide werden zusammen mit wasserlöslichen Feuchthaltefaktoren und antimikrobiellen Schutzfaktoren weggespült. Als Folge trocknet die Haut aus, die Hornschicht kann aufbrechen, und es entsteht eine Entzündung in der Epidermis und Cutis mit Verhornungsstörungen, an deren Ende eine u. U. schwierig therapierbare Irritationsdermatose steht [169]. Werden beruflich beanspruchte Hände viermal innerhalb 1 h gewaschen, ist die Zeitspanne für die Normalisierung der Hautparameter bereits nicht mehr ausreichend [181]. Zwar werden Hautlipide auch durch alkoholische Desinfektionsmittel im Stratum corneum emulgiert und aus ihrer strukturellen Anordnung gedrängt, sie verbleiben jedoch – sofern nicht abgespült wird – substanzial auf der Haut [60]. Die bessere Hautverträglichkeit alkoholischer Einreibepreparate im Vergleich zu Seifen ist durch eine Vielzahl experimenteller Befunde und Anwendungsstudien belegt [169, 182].

Bei der Händewaschung sind vor allem die subungualen Spalten zu berücksichtigen, da sie den größten Teil der Handflora enthalten [183]. Stellt sich der Wasserlauf nicht automatisch ab, sollte er zur Kontaminationsvermeidung mit dem gebrauchten Handtuch oder dem Ellbogen geschlossen werden [189].

Feste Seifen sind untersagt [184], da unter Anwendungsbedingungen wiederholt eine Kontamination sowohl mit grampositiven als auch mit gramnegativen Bakterien nachgewiesen wurde [185–188]. Nach der Einführung einer flüssigen Seife fiel die Rate von NI im Verlauf eines Jahres von 4,2 % auf 2,2 % [188].

#### 5. Medizinische Handschuhe

##### Nicht sterile medizinische Einmalhandschuhe

Bei vorhersehbarem oder wahrscheinlichem Kontakt mit Krankheitserregern sowie bei möglicher Verunreinigung mit Körperausscheidungen, Sekreten, Exkretten oder Blut sind nicht sterile medizinische Einmalhandschuhe anzulegen. Der

Handschuh soll grundsätzlich nur während der Versorgung an ein und demselben Patienten verwendet werden und ist nach Beendigung der jeweiligen Tätigkeit abzulegen. Sofern es der Arbeitsablauf zulässt, sollte der Wechsel von Einmalhandschuhen parallel zu den Indikationen der Händedesinfektion erfolgen, d. h. immer dann, wenn die Indikation für eine Händedesinfektion gegeben ist, aber Handschuhe getragen werden. Im Ausnahmefall können behandschuhte Hände anstelle eines Handschuhwechsels desinfiziert werden, wenn andernfalls der Arbeitsablauf nicht gewährleistet werden kann, z. B. bei aufeinanderfolgenden Blutentnahmen bei mehreren Patienten oder bei Wechsel von reinen und unreinen Tätigkeiten am selben Patienten. Voraussetzung ist die Kompatibilität mit dem Desinfektionsmittel bzw. der Nachweis der Chemikalienbeständigkeit gemäß EN 374. Letzteres ist z. B. bei Nitrilhandschuhen der entsprechenden Deklaration gewährleistet. Bei sichtbarer Perforation, bei Kontamination mit Blut, Sekreten oder Exkreten sowie mit unbehüllten Viren sowie nach Benutzung zur Patientenwaschung muss ein Handschuhwechsel erfolgen. Bei längerem Tragen (z. B. Physiotherapie) können zur Aufnahme von Handschweiß textile Einmal- oder Mehrweg-Unterziehhandschuhe getragen werden.

Werden die Handschuhe nicht mit einem automatischen Handschuhspender oder aus einer Pappbox bereitgestellt, die bei Entnahme des ersten Handschuhs den nachfolgenden soweit freigibt, das die Entnahme ohne Berührung der Box und weiterer Handschuhe möglich ist, sondern aus konventionellen Pappboxen entnommen, ist vor der Entnahme eine Händedesinfektion durchzuführen.

### Schutzhandschuhe als PSA gegen Chemikalien und Mikroorganismen (PSA-Handschuhe)

Soll eine Schutzfunktion gegen Chemikalien und Mikroorganismen erreicht werden, sind als Persönliche Schutzausrüstung (PSA) deklarierte Handschuhe einzusetzen. Das betrifft z. B. die Durchführung der Desinfektion (Flächen, Medizinprodukte).

### Sterile Operationshandschuhe

Sie sind vor allen invasiven Eingriffen, die über die Basishygienemaßnahmen hinausgehende Barrieremaßnahmen erfor-

dern, im Umgang mit sterilen Medizinprodukten oder mit sterilem Material anzulegen. Beim Anlegen ist auf den dichten Abschluss am Ärmelbündchen des Kittels zu achten.

Sowohl nicht sterile medizinische Einmalhandschuhe als auch sterile Operationshandschuhe sind nur auf vollständig trockenen Händen anzulegen; erstere sind nur so oft und so lange wie nötig zu tragen. Durch unter dem Operationshandschuh angelegte sterile Baumwollhandschuhe kann dem Feuchtigkeitsstau entgegengewirkt werden.

Für Operationshandschuhe ist Naturlatex zu bevorzugen. Ungepuderte Handschuhe sind generell hautverträglicher als gepuderte. Gepuderte Latexhandschuhe sind wegen der hohen Allergiegefahr untersagt. Die Verwendung von Talkum vor dem Anlegen von Operationshandschuhen ist nicht zu empfehlen.

Wegen des Perforationsrisikos ist risikoabhängig das Tragen von zwei Paar übereinander gezogenen Operationshandschuhen zu empfehlen (double gloving). Bei intraoperativer Handschuhbeschädigung müssen zwei frische sterile Operationshandschuhe angelegt werden. Zuvor ist eine Händedesinfektion durchzuführen. Hat sich die Perforation zum Ende der Operation ereignet, kann es ausreichend sein, einen frischen sterilen Handschuh über den perforierten Handschuh zu ziehen.

### Begründung

**Nicht sterile medizinische Einmalhandschuhe:** Sie dienen in erster Linie der Unterbrechung von Infektionsketten [190–192], als Teil der persönlichen Schutzausrüstung aber auch dem Arbeitsschutz. Sie sind insbesondere indiziert, wenn die erwarteten Erreger unempfindlich gegen alkoholbasierte HDM, z. B. *C. difficile*, oder besonders gefährlich sind, z. B. Erreger des viralen hämorrhagischen Fiebers. Die Notwendigkeit von Schutzhandschuhen bei erwarteter hoher Kontamination lässt sich daraus ableiten, dass nach hoher Kontamination der Hände mit *Escherichia coli* und analog mit Methicillin-resistentem *Staphylococcus aureus* (MRSA) nach Händedesinfektion 2 bis 3 log<sub>10</sub> auf den Händen verbleiben [193, 194].

Die Notwendigkeit für den Wechsel von Einmalhandschuhen ergibt sich aus dem Risiko unerkannter Perforationen. Da die Perforationsrate mit zunehmender Trage-

dauer bzw. nach belastender Tätigkeit ansteigt, ist nach spätestens 15 min bzw. z.B. nach Patientenwaschung ein Handschuhwechsel zu empfehlen [195.]

**PSA-Handschuhe:** Soll eine Schutzfunktion gegen Chemikalien erreicht werden, sind Handschuhe für hohe Risiken „(Kategorie III der RL 686, erkennbar an der CE Kennzeichnung, gefolgt von einer vierstelligen Nummer) auszuwählen [196]). Diese Qualität ist für alle Handschuhe, die im Gesundheitsbereich verwendet werden, anzuraten. Dabei ist nicht nur die zu erwartende Schutzleistung, sondern vor allem die gesicherte Qualität (AQL) entscheidend für den zu erwartenden Schutz. PSA-Handschuhe müssen sowohl die allgemeinen Anforderungen der EN 420 [197], insbesondere Unschädlichkeit, mechanische Festigkeit, Ergonomie und Widerstand gegen Wasserdurchdringung erfüllen, als auch die speziellen Anforderungen bezogen auf den Einsatzzweck, d. h. Schutz vor Chemikalien und Mikroorganismen gemäß EN 374 [197–201]. Die ASTM F1671-07 gibt Auskunft über den Widerstand gegen Krankheitserreger, die über Blut übertragen werden, z. B. Viren [202]. Die Prüfung der Barrierefunktion für Zytostatika ist derzeit ebenfalls nur durch die ASTM D6978-05 geregelt [203]. Für Desinfektionsarbeiten gewährleisten nur Handschuhe mit deklarerter Schutzwirkung vor Chemikalien und Mikroorganismen einen ausreichenden Schutz.

**Sterile Operationshandschuhe:** Beim Anlegen der Handschuhe ist zu beachten, dass diese am Ärmelbündchen des Kittels dicht abschließen. Durch Tragen eines zweiten Paares Operationshandschuhe (double gloving) möglichst mit Indikatorsystem [204, 205] wird die Verletzungs- und damit die Kontaminationsgefahr bei Handschuhdefekten reduziert, aber nicht komplett vermieden [364]. Bei Tragen von nur einem Paar Handschuhen empfiehlt sich in der Viszeralchirurgie wegen der über die OP-Dauer ansteigenden Perforationsrate für Operateur und 1. Assistenten ein Handschuhwechsel nach spätestens 90 min, für den 2. Assistenten und die OP-Schwester nach 150 min [206, 207]. Auch Handschuhe mit antibakterieller Barriere bzw. antibakterieller Imprägnierung verringern den Erregertransfer durch Perforationen [208] bzw. die Erregermenge auf der Hand [209], letztere bergen jedoch eine Allergiegefahr. Vor dem intraoperativem Wechsel eines beschä-

digten Handschuhs ist an beiden Händen eine Händedesinfektion für die Dauer von 30 s durchzuführen [210, 211].

Die Empfehlung für Naturlatex ist darin begründet, dass bisher von keinem anderen Material gleichwertige Eigenschaften hinsichtlich Tragekomfort, Passgenauigkeit, Griffigkeit und mechanischer Belastbarkeit erreicht werden. Gepuderte Latexhandschuhe sind wegen des Allergisierungsrisikos untersagt [212]. Talkum und Ersatzprodukte bergen die Gefahr der Granulombildung im Operationsgebiet [214–217]. Für eine Emulsion mit Maisstärke ist das nicht untersucht; da aber kein Einfluss auf die Schweißmenge nachweisbar war [218], ist sie entbehrlich.

**Textile Unterziehhandschuhe:** Hierbei handelt es sich um dünne Baumwollhandschuhe zum Einmalgebrauch oder zur erneuten Aufbereitung. Sie können sowohl unter nicht sterilen als auch unter sterilen medizinischen Einmalhandschuhe getragen werden. Ihr Einsatz wird in der TRBA 250 [184] bei längerem Tragen von luftundurchlässigen Schutzhandschuhen zur Reduktion des Handschweißes für sinnvoll erachtet. Der Unterziehhandschuh wird zusammen mit dem medizinischen Einmalhandschuh gewechselt. Ihr Einsatz hat sich auch für nicht sterile medizinische Einmalhandschuhe als durchführbar erwiesen, wobei subjektiv durch Absorption der Feuchtigkeit ein günstiger Einfluss auf den Hautzustand ausgeübt wird, so dass ein Routineeinsatz in der Patientenpflege von Pflegekräften und Physiotherapeuten überwiegend bejaht wurde [219].

## 6. Hygienische Voraussetzungen für die Händedesinfektion

Hände und Fingernägel der Mitarbeiter sollen bei Betreten der Einrichtung und speziell des Operationstrakts sauber sein. Nägel und Nagelfalze sind bei Verschmutzung der subungualen Spatien bereits zu Hause zu säubern. Kommt es während der Tätigkeit zu einer Verschmutzung, können die Nägel mit weicher im Reinigungs-Desinfektions-Gerät aufbereiteter Kunststoffbürste oder Einmalnagelbürste gesäubert werden. Hände und Unterarme sind wegen des Risikos der Wegbereitung von Hautirritatio-

nen und der damit verbundenen höheren Erregerabgabe nicht mit einer Bürste zu behandeln.

Fingernägel müssen kurz- und rund geschritten sowie mit den Fingerkuppen abschließend sein. Die Nageloberfläche soll nicht rissig sein, z. B. durch abgeplatzten oder gerissenen Nagellack. Farbiger Nagellack ist abzulehnen. Es sind keine künstlichen oder gegelten Fingernägel zu tragen.

In allen Bereichen, in denen eine Händedesinfektion durchgeführt wird, dürfen an Händen und Unterarmen keine Ringe, Armبänder, Armbanduhr oder Piercings (z. B. Dermal Anchor) getragen werden; eine Ausnahme sind aus Personalschutzgründen Ringdosimeter.

Vor operativen Eingriffen sollen keine Nagelbettverletzung oder entzündliche Prozesse an der Hand vorliegen. Unter sorgfältiger Risikoabwägung erscheint es bei nichtentzündlichen Veränderungen bzw. kleinen Verletzungen im Bereich der Hand jedoch vertretbar, die Operation mit zwei übereinander gezogenen Paar Handschuhen, ggf. nach vorheriger Abdeckung mit antiseptischer Salbe und zusätzlichem Fingerling, durchzuführen. Ggf. ist eine Vorstellung beim Betriebsarzt anzuraten.

Bei nichtchirurgischer Tätigkeit sind Hautläsionen an den Händen aus Gründen der Infektionsprophylaxe und des Personalschutzes erreger- und ggf. flüssigkeitsdicht (Pflaster oder Verband) abzudecken; darüber ist ein Schutzhandschuh anzulegen.

Mit Ausnahme der Bereichskleidung in Operationseinheiten soll Bereichskleidung kurzärmelig sein, um die chirurgische Händedesinfektion nicht zu behindern. Sterile Schutzkleidung ist grundsätzlich langärmelig und ihr Gewebe muss erregerdicht und ggf. flüssigkeitsdicht sein.

### Begründung

Die Voraussetzungen für eine effektive Händedesinfektion sind nur z. T. untersucht und leiten sich überwiegend aus der hygienischen Risikobewertung ab.

Kurzgeschrittene, mit den Fingerkuppen abschließende Fingernägel gewährleisten die Reinigung der subungualen Spatien und minimieren die Gefahr der Handschuhperforation an den Fingerkuppen. Nagellack ist abzulehnen, weil er die Sichtbeurteilung der Nägel verhindert, mit steigender Tragedauer die Kolonisation auf

den Nägeln zunimmt und in Abhängigkeit vom Alter des Lacks die Desinfektionswirkung nicht erreicht wird [220].

Künstliche Nägel verleiten zur Vernachlässigung der Händehygiene, erhöhen die Perforationsgefahr für medizinische Einmalhandschuhe und begünstigen die bakterielle Kolonisation [221–225]. Wiederholt wurden künstliche Nägel als Quelle für nosokomiale Infektionen bei Immunsupprimierten und für Ausbrüche postoperativer Wundinfektionen identifiziert [226–232]. Schmuckstücke einschließlich Ehering an Händen und Unterarmen behindern die sachgerechte Händehygiene, können zu einem Erregerreservoir werden [233–235] und sind deshalb nicht zulässig. Außerdem erhöht das Tragen von Eheringen die Perforationsrate von OP-Handschuhen [204]. Aber auch wegen der Verletzungsgefahr sind Ringe nicht zulässig [184]. Ringdosimeter sind bei sachgerechter Aufbereitung zulässig. Für getragene Ringdosimeter ist es ausreichend, diese zur Desinfektion in ein alkoholisches Instrumentendesinfektionsmittel einzulegen. Danach kann der Ring ohne Klarspülen mit Wasser nach Lufttrocknung erneut auf die desinfizierte Hand angelegt werden [236].

Bei chronischen Hauterkrankungen sollte überprüft werden, ob eine Kolonisation mit potenziell pathogenen Erregern vorliegt und ob diese eradizierbar ist, da es z. B. durch mit *Serratia marcescens* kolonisierten Händen bei Psoriasis des Betroffenen zu einem Ausbruchgeschehen kam [237]. Eine Vorstellung beim Betriebsarzt ist anzuraten. Bei schwerer Onycholyse und Onychomykose des rechten Fingernagels mit gleichzeitigem subungualen Nachweis von *Pseudomonas aeruginosa* wurde ein Ausbruchgeschehen verursacht, obwohl Operationhandschuhe aus Latex getragen wurden [238].

## 7. Sanitärtechnische Voraussetzungen für die Händedesinfektion

### Handwaschplatz

Durch den Handwaschplatz und seine Ausstattung darf es nicht zur Verbreitung von Krankheitserregern kommen. Ein hygienischer Handwaschplatz umfasst ein ausreichend großes, tief ausgeformtes Waschbecken ohne Überlauf mit warmem und kaltem Wasser, wandmontierte Spender

für HDM und Flüssigseife, Handpflegemittel, Einmalhandtücher und einen Sammelbehälter (Papierkorb bzw. Plastiksack) für gebrauchte Handtücher. Alternativ kommen Textilhandtücher zum Einmalgebrauch (Einzelbereitstellung oder Retraktivspender) in Betracht. Elektrische Wärmelufttrockner sind für Gesundheitseinrichtungen ungeeignet.

Handwaschplätze müssen in Räumen oder in der Nähe von Räumen vorhanden sein, in denen diagnostische oder invasive Maßnahmen stattfinden, in Räumen, die der Vorbereitung solcher Maßnahmen dienen, sowie in der Nähe unreiner Arbeitsbereiche. Für jedes Patientenzimmer muss eine für die Beschäftigten leicht erreichbare Waschgelegenheit möglichst in der Sanitärzelle verfügbar sein. Wasserarmaturen müssen wegen des Risikos der Rekontamination mittels Einhebelarmatur, Sensor-, Fuß- oder Knieauslösung bedienbar sein. Der Wasserstrahl soll nicht in den Siphon gerichtet sein (Erregeraufwirbelung).

### Spender für Händedesinfektionsmittel und Flüssigseife

Im Gesundheitswesen sollen als Spender für HDM als Medizinprodukt deklarierte Produkte eingesetzt werden. Für HDM muss im Unterschied zu Flüssigseifen das Anbruchsdatum auf dem Gebinde oder separat dokumentiert werden. Für beide Spenderarten ist eine handfreie Bedienung (Ellbogen oder Annäherungssensor) zu empfehlen.

Spender müssen so gewartet werden, dass ihre mikrobielle Besiedelung verhindert wird. Bei beiden Spenderarten müssen die fixen Außen- und Innenteile aufbereitbar sein. Verunreinigungen des äußeren Gehäuses und aller ohne weitere Manipulation zugänglichen Teile sowie Tropfnasen am Auslass sind durch Wischdesinfektion zu beseitigen.

Falls anstelle der hygienisch sicheren Verwendung von Einmalgebinden umgefüllt werden soll, müssen in Krankenhäusern die Spenderbehälter vor Neubefüllung in einer Apotheke unter Reinraumbedingungen wiederbefüllt werden. Der niedergelassene Arzt kann selbst in kleinere Spenderflaschen umfüllen, ist aber verpflichtet, alle Maßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit zu gewährleisten (Aufbereitung, aseptische Befüllung, Chargenkennzeichnung, Dokumentation).

Desinfektionsmittelspender müssen überall dort, wo regelmäßig eine Hände-

desinfektion durchgeführt werden muss, bequem verfügbar sein. Als Mindestausstattung ist ein Spender pro Patientenbett auf Intensiv- und Dialysestationen und auf Nicht-Intensivstationen ein Spender zwischen zwei Patientenbetten sowie in der Sanitärzelle anzusehen. Ferner sind Spender an sauberen Arbeitsplätzen, am Visiten- oder Verbandwagen, am Ausgang des Patientenzimmers und in Schleusen vorzuhalten. Ist eine ausreichende Spenderausstattung mit wandmontierten Spendern nicht erreichbar, sind mobile Spender einschließlich Kittelflaschen einzusetzen.

Empfohlen wird die Bestückung von Desinfektionsmittelspendern mit Einmalflaschen, weil ein Umfüllen mit Kontaminationsrisiko verbunden ist.

### Begründung

**Handwaschplatz:** Das Patientenwaschbecken kann unter der Voraussetzung, dass es mit Spender für Händedesinfektionsmittel, Flüssigseife und Handtücher ausgestattet ist, in besonderen Situationen auch vom Personal genutzt werden. Das betrifft z. B. die Händewaschung nach Ablegen der Handschuhe nach der Versorgung von Patienten mit *C. difficile*-assoziiertes Diarrhoe oder nach unerwarteter massiver Verunreinigung/Kontamination der Hände im Rahmen der Patientenversorgung.

Wegen der im Vergleich zum Papierhandtuch geringeren Trocknungswirkung, der fehlenden mechanischen Entfernung von Rückständen (Seifenreste, Hautschuppen, Reste der Hautflora), der Lärmbelästigung bei Jet-Air-Trocknern, des höheren Benutzerkomforts und abhängig vom elektrischen Trockner des Risikos einer Erregerverbreitung [239–253] sind Papierhandtuchspender anstelle von Heißlufttrocknern zu bevorzugen. Sie müssen eine einfache Entnahme ermöglichen, ohne dass nachfolgende Handtücher und die Entnahmeöffnung kontaminiert werden. Für die regelmäßige Entleerung des Sammelbehälters für gebrauchte Handtücher ist Sorge zu tragen. Alternativ kommen Retraktivspender mit automatischem Vorschub des Textilhandtuchs in Betracht, das von einer Rolle abgespult und nach der Benutzung auf einer zweiten Rolle aufgerollt wird [253].

Sofern Sensor- anstatt hebelbedienbarer Armaturen verwendet werden, ist zu prüfen, ob das Magnetventil, das den Wasserstrom freigibt, möglichst nah an der Hahnebene liegt, damit im Ruhezustand in

der Armatur keine Wassersäule verbleiben kann, in der sich gramnegative Nonfermenter ansiedeln können, was Ursache von Ausbrüchen war [254–260].

Der Verzicht auf einen Überlauf im Waschbecken ist hygienisch plausibel und konnte als Ursache einer Häufung von *Serratia liquefaciens*-Infektionen identifiziert werden [261].

Der Waschbeckenablauf ist ein offenes Erregerreservoir der Patientenflora [262]. Beim Einlaufen von Wasser werden Bakterien bis zu 1,50 m im Umkreis aus dem im Siphon stehenden Abwasser emittiert. Bei Siphonkontamination  $>10^5$  KBE/ml ist die Übertragung von Bakterien auf die Hände des Pflegepersonals bei der Händewaschung nachgewiesen [263]. Mit *P. aeruginosa* kolonisierte Siphons konnten als Risikofaktor für die Kolonisation von Patienten identifiziert werden [263, 264]. Beschrieben sind vom Siphon ausgehend Ausbrüche durch *Enterobacter cloacae*, *P. aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii* und *Serratia* spp. [264–267]. Nach 3-mal täglicher Siphonreinigung und Veränderung des Siphons konnte ein sich über 5 Jahre erstreckender Ausbruch beendet werden [268]. Falls Siphonstöpsel gewünscht sind, sollten sie leicht der desinfizierenden Reinigung zu unterziehen sein, also nicht aus Gummi oder Kunststoff sein. Günstig ist ein weit über die Siphonöffnung übergreifender Verschluss zur Abschirmung des durch das einlaufende Wasser entstehenden Aerosols. Automatische Siphon-Desinfektionsanlagen können in speziellen Einheiten, z. B. bei Mukoviszidosepatienten, in der Intensivneonatalogie und zur Prophylaxe von *Pseudomonas*-Infektionen indiziert sein [269].

**Spender für Händedesinfektionsmittel und Flüssigseife:** Aus der Deklaration von Desinfektionsmittelspendern als Medizinprodukt ergibt sich die Herstellerverpflichtung, Angaben zur sachgerechten Aufbereitung machen zu müssen. Da Flüssigseifenspender kein Medizinprodukt sind, muss die Aufbereitung durch den Anwender selbst festgelegt werden. Die Verpflichtung zur Dokumentation des Anbruchsdatums bei HDM ergibt sich aus deren Einstufung als Präsentationsarzneimittel [288, 289].

Beide Spenderarten dürfen nicht zu einer Weiterverbreitung von Krankheitserregern führen. Deshalb sollen unabhängig vom Hersteller und von der Bauart folgende Anforderungen erfüllt werden [270]: Handfreie Bedienung, Bestückung mit



nicht wieder befüllbaren Flüssigseifen- oder Händedesinfektionsmittelgebinden (Einmalcontainer), Möglichkeit der Verwendung von Flüssigseifen- und Händedesinfektionsmittelgebinden unterschiedlicher Hersteller (z. B. Eurospender) sowie Vermeidung der mikrobiellen Kontamination des Pumpkopfs während der Nutzung. Die im Spender verwendeten Flüssigseifen oder HDM einschließlich wichtiger Herstellerhinweise und der Füllstand müssen ohne Manipulation identifizierbar sein. Bezüglich des Risikos der mikrobiellen Besiedelung sind Seifenspender kritischer einzuschätzen als HDM-Spender [273, 274]. Hinzu kommt, dass nach Handkontakt mit dem Auslass des Seifenspenders, anders als beim Desinfektionsmittelspender, die Hände nicht zwangsläufig desinfiziert, wohl aber abgespült werden. Günstig ist daher für Seifenspender die Verwendung von Einmalpumpen am Gebinde, die mit dem leeren Gebinde verworfen werden.

Die Aufbereitung erfolgt üblicherweise manuell, ist aber auch maschinell mit allerdings höheren Kosten möglich [275]. Für das Aufbereitungsintervall gibt es keine Evidenz. Bedienhebel können vom Reinigungsdienst täglich desinfizierend abgewischt werden. Umfang und Frequenz der Innenaufbereitung von Spendern sollten im hauseigenen Hygieneplan festgelegt werden. Dabei sind die Ergebnisse der mikrobiologischen Prüfung von routinemäßig aus Spendern entnommenen Proben zu berücksichtigen. Bei hygienisch adäquaten Spendern ist offenbar kein Kontaminationsrisiko für Krankheitserreger gegeben [271]. Bei Ausbrüchen mit kontaminierten Seifen waren stets offene Seifenflaschen bzw. nachgefüllte Spendersysteme ohne vorherige Aufbereitung, nicht aber geschlossene Systeme, ursächlich beteiligt [271–274, 276–284]. Experimentell wurde nachgewiesen, dass durch Waschen mit kontaminierter flüssiger Seife die Anzahl gramnegativer Erreger auf den Händen ansteigt und eine Weiterverbreitung auch in Gemeinschaftseinrichtungen möglich erscheint [273]. Aber auch wenn die Spender mit Einwegflaschen beschickt werden, ist bei nicht ordnungsgemäßer vollflächiger Reinigung und Desinfektion der Spender einschließlich des Steigrohrs eine Kontamination der Seife möglich [275, 279, 285].

Eine hohe Compliance der Händedesinfektion ist nur mit optimaler Ausstattung mit Händedesinfektionsmittelspendern erreichbar [7, 286]. Daher müssen überall dort, wo regelmäßig eine Händedesinfektion durch-

geführt werden muss, Desinfektionsmittelspender vorhanden sein, z. B. bettseitig im Patientenzimmer und am Ausgang des Zimmers, am Visiten- oder Verbandwagen, in Schleusen usw. [287]. Für die Mitarbeiter sollen keine zusätzlichen Wege entstehen, um bei der Patientenversorgung Zugang zum HDM zu erhalten. Eine ungenügende Ausstattung mit Desinfektionsmittelspendern führt zwangsläufig zur Vernachlässigung der Händehygiene. Deshalb empfiehlt die WHO neben der durch die TRGS 250 [184] vorgeschriebenen Ausstattung der Handwaschplätze die Verfügbarkeit von HDM „at point of care“ [6]. Ist eine ausreichende Spenderausstattung mit wandmontierten Spendern nicht erreichbar, sind mobile Spendersysteme einschließlich Kittelflaschen zur Verfügung zu stellen.

Desinfektionsmittelspender sollen mit Einmalflaschen bestückt werden. Falls umgefüllt werden soll, sind die Bestimmungen des Arzneimittelgesetzes (AMG) einzuhalten. In § 4 Abs. 14 AMG ist das Umfüllen von Arzneimitteln aus größeren Gebinden in kleinere Behältnisse für Spender als Herstellung definiert, d. h. der Umfüllende wird zum Hersteller und benötigt gemäß § 13 eine Herstellungserlaubnis [290]. Apotheken erfüllen durch ihre fachlichen und apparativen Voraussetzungen die Anforderungen zum Umfüllen. Sofern das Umfüllen wie bei der Apotheke aus gewerblichen Gründen erfolgt, d. h. Abgabe an andere, muss eine Herstellungserlaubnis vorliegen. Der niedergelassene Arzt unterliegt als Hersteller und zugleich Anwender nicht der Erlaubnispflicht, d. h. er kann selbst in kleinere Spenderflaschen umfüllen, ist aber gemäß § 25 Abs. 10 AMG verpflichtet, alle Maßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit zu gewährleisten. Diese umfassen die Reinigung und Sterilisation der Desinfektionsmittelbehälter vor der Neubefüllung, das Umfüllen unter aseptischen Behältnissen (sterile Werkbank), Dokumentation der Chargennummer bzw. Umfülldatum und Durchführung von geschultem Personal [291]. Die Notwendigkeit für dieses Vorgehen kann daraus abgeleitet werden, dass Bakteriensporen in alkoholbasierten Desinfektionsmitteln überleben und auf diesem Weg z. B. in eine Wunde gelangen können (Risiko von Gasbrand und Tetanus). Nach Auftreten von Gasbrandinfektionen wurden Gasbrandsporen in Ethanol für Desinfektionszwecke nachgewiesen und daraufhin die Sporenelimination in Ethanol Standardrezeptur (SR) mit Wasserstoffper-

oxidzusatz eingeführt [292]. Bei einer Praxisstudie waren 1,8 % der Proben (n=16142) kontaminiert, darunter auch 70 %iger Ethanol. Nur PVP-Iod und Iodtinktur waren in keinem Fall kontaminiert, was auf die sporozide Wirksamkeit zurückzuführen ist. Die Kontamination betraf nur regionale Krankenhäuser, in keinem Fall Universitätskrankenhäuser [293]. Folgende Risikofaktoren konnten für die Kontamination identifiziert werden: Herstellung durch ungeübtes Personal, untaugliche Behältnisse und verlängerter Gebrauch.

Unter toxikologischen Erwägungen sind bei missbräuchlicher Verwendung von Spendern im Patientenzimmer, sofern diese ausschließlich alkoholische Wirkstoffe ohne remanente mikrobiozide Wirkstoffe wie Chlorhexidin, Quaternäre Ammoniumverbindungen oder Iodophore enthalten, keine nachhaltigen ernsthaften Nebenwirkungen zu erwarten, da eine irrtümliche orale Aufnahme toxikologisch kritischer Mengen bei geistig voll ansprechbaren Patienten nicht zu erwarten ist. Trotzdem ist aus juristischen Gründen eine dauerhaft lesbare Etikettierung der Spender bzw. Spenderflaschen mit einem Warnhinweis zu empfehlen. Dieser kann z. B. lauten: „HDM ausschließlich zum Gebrauch auf der Hand! Kein Trinken, Verspritzen in die Augen oder Auftragen auf Schleimhäute. Feuergefährlich.“, zusätzlich können Piktogramme als Warnhinweis angebracht werden [286].

## 8. Hautschutz und Hautpflege

Hautschutzpräparate werden zur Protektion der Haut vor Belastungen (z. B. Feuchtarbeit) aufgetragen. Hautpflegeprodukte werden nach dem Händewaschen, in Pausen, nach Arbeitsende und in der Freizeit angewandt. Stärkere Hautbelastungen im Freizeitbereich (z. B. Gartenarbeit) sind zu vermeiden. Grundsätzlich sind zum Hautschutz und zur Hautpflege nur Präparate mit nachgewiesener Effektivität anzuwenden. Zudem sollen die Inhaltsstoffe in Hinblick auf ihre Allergenität überprüft sein und es sollen duftfreie und möglichst auch konservierungsmittelfreie Produkte eingesetzt werden. Hautschutzpräparate sollten auch keinen Harnstoff enthalten.

Hautschutz- und -pflegemittel sollen wegen der Kontaminationsgefahr in Spendern oder Tuben bereitgestellt werden.

Bei Gefährdung der Haut durch Arbeiten im feuchten Milieu einschließlich Handschuhtragen von mehr als 2 h muss der Arbeitgeber persönliche Schutzausrüstung (PSA) bereitstellen, eine Betriebsanweisung sowie einen Hautschutzplan erstellen, die Möglichkeit der Reduzierung der Exposition überprüfen und die arbeitsmedizinische Vorsorge und Überwachung gewährleisten. Bei beginnenden Hautschäden sind unverzüglich der betriebsärztliche Dienst oder ein Hautarzt zu konsultieren.

### Begründung

Berufsbedingte Hauterkrankungen stehen seit vielen Jahren an der Spitze der Berufskrankheiten [294]. Das liegt zum einen an falschen Methoden der Händehygiene, d. h. die Hände werden zu viel gewaschen, anstatt alkoholische HDM zu benutzen, zum anderen am ungenügenden Einsatz von Hautschutz- und Hautpflegemitteln [295, 296]. Zur Prävention von Berufsdermatosen ist die Bereitstellung von PSA durch den Arbeitgeber gesetzlich festgelegt [297, ausführliche Darstellung in 298]. Zusätzlich wird die Erarbeitung eines Hautschutzplans in der TRGS 401 [212] empfohlen.

Hautschutz und Hautpflege dienen in erster Linie der Prävention von Irritationsdermatosen [299–307], sind aber zugleich Voraussetzung für eine effektive Händedesinfektion [181], da bereits kleine Risse bzw. Mikrotraumen zum Erregerreservoir werden können [308, 309].

Durch raue rissige Haut wird die Entstehung toxisch-irritativer Hautveränderungen (sog. Abnutzungsdermatose) [169, 310] begünstigt. Treffen irritative Substanzen in klinisch unterschwelliger Konzentration wiederholt auf die Haut, kann sich die Pufferkapazität der Haut erschöpfen und die Barrierefunktion beeinträchtigt werden. Als Folge können Noxen in die Haut eindringen und eine Entzündungsreaktion, die in eine toxische Kontaktdermatitis übergehen kann, auslösen. Bei arbeitsbedingt wiederholtem Kontakt mit dem Irritans chronifiziert das Handekzem. Im feuchten Milieu (> 2 h Wasserkontakt/d, Handschuhtragen, Händewaschen > 20-mal/d) werden interzelluläre Substanzen, insbesondere die epidermalen Lipide, aus dem Stratum corneum herausgelöst, und es entstehen interzelluläre Lücken [311]. Ist die Barrierefunktion der Haut wie beim Atopiker bereits gestört, dringen Irritantien rascher in die Haut

ein. Um dem irritativ toxischen Kontaktekzem vorzubeugen, müssen Hautschutz und Hautpflege systematisch und konsequent erfolgen und Präparate mit nachgewiesener Wirksamkeit eingesetzt werden [294]. Hautschutzpräparate werden vor der Arbeit und ggf. zusätzlich in Arbeitspausen aufgetragen [302, 312]. Hautpflegepräparate unterstützen die Regeneration der Haut [313, 314] und können bei subjektivem Bedürfnis aufgetragen werden [315]. Bei sichtbarer Verschmutzung der Hände sollte vor dem Auftragen von Hautschutz- oder -pflegemitteln die Haut gereinigt werden, um dem Eindringen von auf der Haut verbliebenen Substanzen mit hautreizenden Eigenschaften entgegen zu wirken [316].

Der protektive Effekt von Hautschutzpräparaten wurde in Hautirritationsmodellen [299, 305, 317] und im Operationsbereich [318] nachgewiesen. Nach Anwendung von Hautschutz und Hautpflege (je 3-mal/d) bei einem chirurgischen Team wurde der Hautzustand signifikant verbessert, ohne dass die Wirksamkeit der Händedesinfektion beeinträchtigt wurde [319]. Da es Hinweise gibt, dass einige Hautpflegemittel die Wirkung alkoholischer HDM beeinträchtigen können, ist deren Anwendung – sofern ihr Einfluss auf die Wirksamkeit der Händedesinfektion nicht untersucht ist – am günstigsten in Arbeitspausen und zusätzlich nach Arbeitsschluss vorzunehmen.

Für die Wirksamkeit der Maßnahmen erwies sich die regelmäßige, häufige und korrekte Anwendung rückfettender Externa als entscheidend, weniger der zeitliche Bezug zur Wasser- und Desinfektionsmittelexposition, d. h. weniger die Frage, ob die Haut mit einem Protektionsmittel bereits präexpositionell oder mit einem Pflegemittel postexpositionell behandelt wurde [318].

Beim Einsatz von Hautschutz- und -pflegemitteln ist das Risiko der mikrobiellen Kontamination zu beachten [320, 321], d. h. keine Entnahme aus Salbentöpfchen und bei Verwendung von Tuben Vermeiden eines Rücksogs des ausgedrückten Salbenstrangs.

Für die Auswahl von Hautschutz- und Hautpflegepräparaten sind die gutachterliche Bestätigung der Effektivität bzw. Ergebnisse von Studien [314] Voraussetzung. Wegen des Risikos der Sensibilisierung sollen Produkte ohne Duft- und ohne Konservierungszusatz ausgewählt werden [294, 322]. Bei Hautschutzpräparaten sind wegen der Penetrationsförderung Präparate ohne Harnstoff zu bevorzugen [312].

## 9. Qualitätssicherung

Die Empfehlung der KRINKO zur Händehygiene sollte allen Mitarbeitern (z. B. in elektronischer Form als im Intranet abrufbare Datei) jederzeit zur Verfügung stehen. An gleicher Stelle können weitere klinikspezifische Materialien zum Thema abgelegt werden (einrichtungsverbindlichen SOPs, Schulungsfolien, Videos, Handouts, Poster, Broschüren usw.). Ebenso hat es sich bewährt, die Maßnahmen der Händehygiene in einer Standardarbeitsanweisung festzuschreiben und jedem Mitarbeiter zugänglich zu machen.

Im Hygieneplan sind die Indikationen, die Durchführung der Händedesinfektion, und die ausgewählten HDM festzulegen. Ebenso sind die Auswahl und der Umgang mit nicht sterilen und mit sterilen Einmalhandschuhen im Hygieneplan festzulegen. Gleichzeitig sind die einschlägigen Bestimmungen der gesetzlichen Unfallverhütungsvorschrift einzuarbeiten. Hautschutz und Hautpflege werden üblicherweise im Hautschutzplan festgelegt. Neue Mitarbeiter müssen zu Tätigkeitsbeginn aktenkundig in die Händehygiene eingewiesen werden. Zusätzlich empfiehlt sich an allen relevanten Arbeitsplätzen gut sichtbar die Anbringung von Händedesinfektionsplänen und ggf. zusätzlich von Piktogrammen.

Zur Verbesserung der Compliance der Händehygiene sind Interventionen mit dem Schwerpunkt multimodaler Programme mit regelmäßiger Evaluation und anschließendem Feedback in jeder Einrichtung zu implementieren. Als Messsysteme stehen als genaueste Möglichkeit die direkte Beobachtung der Mitarbeiter, ferner elektronische Systeme und als Surrogatparameter die Bestimmung des HDM-Verbrauchs zur Verfügung. Zur Auswertung ist eine interdisziplinäre Diskussion sowohl in der Organisationseinheit als auch in der Hygienekommission zu führen.

Mindestens jährlich und zeitnah bei Hinweisen auf Probleme ist eine Schulung aller Mitarbeiter in Verbindung mit einem Training zu gewährleisten.

Bei einem Anstieg nosokomialer Infektionen oder verstärkter Ausbreitung multiresistenter Erreger wird die direkte Beobachtung der Compliance empfohlen, um daraus ggf. die Notwendigkeit zur Verbesserung der Händehygiene ableiten zu können.

In den Fortbildungs- und Trainingsprogrammen zur Händedesinfektion sind Hautschutz und Hautpflege angemessen zu berücksichtigen.

### Begründung

Um einen Einfluss der Händedesinfektion auf die Rate nosokomialer Infektionen zu erzielen, muss eine hohe Compliance der Händedesinfektion erreicht werden [323]. In Bereichen, in denen keine Interventionen zur Händedesinfektion durchgeführt worden sind, ergaben sich z. T. erhebliche Defizite mit Complianceraten zwischen 5–81 (Mittelwert etwa 40 %) [7, 323, 324]. Auch bei den im Rahmen der nationalen Händedesinfektionskampagne 2014 in 109 deutschen Krankenhäusern erhobenen Daten wurde deutlich, dass mit einer Compliance von durchschnittlich 72 % vor einer Intervention nach wie vor Defizite in der täglichen Umsetzung bestehen [325], zumal der Hawthorne-Effekt über 200 % erreichen kann [326, 327]. Wesentliche Gründe für eine unzureichende Compliance sind fehlende Interventionen, menschliche Unzulänglichkeiten (mangelnde Disziplin, Gleichgültigkeit, Anonymität des Fehlverhaltens, Vergessen), fehlende Vorbildfunktion durch Kollegen oder Vorgesetzte, tatsächliche oder vermutete Hautunverträglichkeit der benutzten Präparate, unklare Anweisungen, fehlende Verhaltenskontrolle durch Vorgesetzte, unzureichende Ausstattung mit Spendern, Zweifel an der Wertigkeit der Händehygiene, die Einstellung der Mitarbeiter und Informationsdefizite im Bereich der Infektionserfassung, aber auch Personalmangel [6, 323, 324, 328–337]. Im Mittelpunkt der Verbesserung der Compliance steht die Erhöhung des Bewusstseins und der Verantwortung der Mitarbeiter für den Stellenwert der Händedesinfektion für den Patientenschutz. Von der WHO wurden mit der Initiative „Clean care is safer care“ [51] nationale Aufklärungskampagnen initiiert, um die Compliance für die Händehygiene zu erhöhen. Im ersten Schritt kommt es darauf an, sich einrichtungsbezogen mit den Gründen für die Non-Compliance auseinanderzusetzen. Fortbildungen haben als alleinige Interventionsmaßnahme allerdings nur einen kurz anhaltenden Effekt [338–340], während sich multimodale Interventionsprogramme mit den Schwerpunkten regelmäßige Personalfortbildung (Schulungsprogramme) zur Umsetzung von SOPs, Bewusstheit der Vorbildwirkung von Vorge-

setzten, Messung des HDM-Verbrauchs mit Ergebnisrückmeldung, Verbesserung der Verfügbarkeit von HDM, Nutzung von Erinnerungs- und Werbematerialien, parallele Bewertung der Inzidenz nosokomialer Infektionen und sichtbare Unterstützung durch die administrativen Ebenen als nachhaltig erwiesen haben [6, 341–355]. Bei Trainingsmaßnahmen muss auch die korrekte Durchführung der Händedesinfektion berücksichtigt werden [332]. Die Schulung der Mitarbeiter zur Händehygiene soll in regelmäßigen Abständen (mindestens jährlich) durchgeführt werden. Zur Unterstützung der Aktion „Saubere Hände“ wurde das online Aktionsprogramm „klinische Händehygiene“ vom Berufsverband der Deutschen Chirurgen und der Deutschen Gesellschaft für Krankenhaushygiene als Test- und Lernprogramm inaugurieren [356]. Mikrobiologische Untersuchungen, z. B. durch Abdruckkulturen von den Händen, können bei speziellen epidemiologischen Fragestellungen durchgeführt werden, eignen sich aber nicht für eine routinemäßige Überprüfung der Wirksamkeit einer Händedesinfektion.

Bei der Aufnahme von HDM in den Hygieneplan ist die Akzeptanz der Mehrheit der Mitarbeiter zu berücksichtigen. Es empfiehlt sich, diese in einem Prätest zu ermitteln [357]. In Abhängigkeit von der Größe der Einrichtung sollten die Struktureinheiten die Möglichkeit haben, zwischen mehreren HDM eine Auswahl treffen zu können.

Da sowohl bei Pflegepersonal als auch bei Ärzten Wissensdefizite in Bezug auf Hautschutz und Hautpflege offenkundig wurden [358, 359], ist die Wissensvermittlung hierzu in Verbindung mit der Etablierung eines Hautschutzplans wichtig und leistet einen Beitrag zur Verbesserung bei ruflich irritierter Haut [360–362].

Ebenso sind im Hygieneplan die Ausnahmeregelungen für die Handschuhdesinfektion festzulegen und den Beschäftigten im Rahmen der regelmäßigen Unterweisung zu vermitteln. Hierbei sind die Beschäftigten auch dahingehend zu schulen, gezielt auf Perforationen vor und nach Gebrauch der Handschuhe zu achten.

### 10. Rechtliche Aspekte

Das Unterlassen der hygienischen und der chirurgischen Händedesinfektion sowie die fehlende Benutzung steriler Handschuhe waren als grobe Behandlungsfeh-

ler Gegenstand von Entscheidungen im Arzthaftungsrecht. Ebenso kann das Umfüllen von Desinfektionsmitteln in Gebinde haftungsrechtlich relevant werden.

### Begründung

Die Einhaltung des Standes der medizinischen Wissenschaft wird vermutet, wenn jeweils die Empfehlungen der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut eingehalten worden sind [109]. Sofern sich bei Patientenklagen Verstöße in Bezug auf die Nichteinhaltung der KRINKO Empfehlung zur Händehygiene ergeben, hat das demzufolge rechtliche Konsequenzen.

Etwa 10 % der Arzthaftpflichtprozesse lagen Fehler in der Händehygiene zugrunde [363]. Da die unterlassene Händedesinfektion kein Kavaliersdelikt ist, sondern den Patienten u. U. lebensbedrohlich gefährdet, ist die ethische Dimension eines Fehlverhaltens in Bezug auf die Händehygiene noch gravierender als haftungsrechtliche Konsequenzen,

Im Fall einer Infektion kann auch das Umfüllen von HDM haftungsrechtlich relevant werden. So wurde in einer Einrichtung umgefüllt und die HDM erwiesen sich in zwei überprüften umgefüllten Flaschen als kontaminiert, was in Verbindung mit weiteren Hygienefehlern zu einem richterlichen Urteil geführt hat [363].

### 11. Literatur

1. Rusin P, Maxwell S, Gerba C. Comparative surface to hand and fingertip to mouth transfer efficiency of gram positive bacteria, gram negative bacteria, and phage. *J Appl Microbiol* 2002;93(4):585–92.
2. Larson E. A causal link between handwashing and risk of infection? Examination of the evidence. *Inf Contr Hosp Epidemiol* 1988;9(1):28–36.
3. Gwaltney JM, Hendley JO. Transmission of experimental rhinovirus infection by contaminated surfaces. *Am J Epidemiol* 1982;116(5):828–33.
4. Sartor C, Jacomo V, Duvivier C, Tissot-Dupont H, Sambuc R, Drancourt M. Nosocomial *Serratia marcescens* infections associated with extrinsic contamination of a liquid nonmedicated soap. *Inf Contr Hosp Epidemiol* 2000;21(3):196–9.
5. Lucet JC, Rigaud MP, Mentre F, et al. Hand contamination before and after different hand hygiene techniques: a randomized clinical trial. *J Hosp Inf* 2002;50(4):276–80.
6. Pittet D, Allegranzi B, Boyce J, World Health Organization World Alliance for Patient Safety First Global Patient Safety Challenge Core Group of E. The World Health Organization Guidelines on Hand Hygiene in Health Care and their consensus recommendations. *Inf Contr Hosp Epidemiol* 2009;30(7):611–22.
7. Pittet D, Hugonnet S, Harbarth S, et al. Effectiveness of a hospital-wide programme to improve compliance with hand hygiene. *Lancet* 2000;356(9238):1307–12.

8. Hirschmann H, Fux L, Podusel J, et al. The influence of hand hygiene prior to insertion of peripheral venous catheters on the frequency of complications. *J Hosp Inf* 2002;49(3):199–203.
9. Charles MP, Kali A, Easow JM, et al. Ventilator-associated pneumonia. *Australas Med J* 2014;7(8):334–44.
10. Kampf G, Löffler H, Gastmeier P. Hand hygiene for the prevention of nosocomial infections. *Dtsch Archztebl Int* 2009;106(40):649–55.
11. Semmelweis IF. Die Aetiologie, der Begriff und die Prophylaxis des Kindbettfiebers. Johnson Reprint Corporation, 1966.
12. Noakes T, Borresen J, Hew-Butler T, Lambert M, Jordaan E. Semmelweis and the aetiology of puerperal sepsis 160 years on: an historical review. *Epidemiol Inf* 2008;136(01):1–9.
13. Harrington G, Watson K, Bailey M, et al. Reduction in hospitalwide incidence of infection or colonization with methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* with use of antimicrobial hand-hygiene gel and statistical process control charts. *Inf Contr Hosp Epidemiol* 2007;28(7):837–44.
14. Gordin FM, Schultz ME, Huber RA, Gill JA. Reduction in nosocomial transmission of drug-resistant bacteria after introduction of an alcohol-based handrub. *Inf Contr Hosp Epidemiol* 2005;26(7):650–3.
15. Girou E, Legrand P, Soing-Altrach S, et al. Association between hand hygiene compliance and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* prevalence in a French rehabilitation hospital. *Inf Contr Hosp Epidemiol* 2006;27(10):1128–30.
16. 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. *Inf Contr Hosp Epidemiol* 2007;28(1):42–9.
17. Kaier K, Frank U, Hagist C, Conrad A, Meyer E. The impact of antimicrobial drug consumption and alcohol-based hand rub use on the emergence and spread of extended-spectrum beta-lactamase-producing strains: a time-series analysis. *J Antimicrob Chemother* 2009;63(3):609–14.
18. Gagne D, Bedard G, Maziade PJ. Systematic patients' hand disinfection: impact on methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* infection rates in a community hospital. *J Hosp Inf* 2010;75(4):269–72.
19. MacDonald A, Dinah F, MacKenzie D, Wilson A. Performance feedback of hand hygiene, using alcohol gel as the skin decontaminant, reduces the number of inpatients newly affected by MRSA and antibiotic costs. *J Hosp Inf* 2004;56(1):56–63.
20. Barnett AG, Page K, Campbell M, et al. Changes in healthcare-associated *Staphylococcus aureus* bloodstream infections after the introduction of a national hand hygiene initiative. *Inf Contr* 2014;35(08):1029–36.
21. Armbrust S, Kramer A, Olbertz D, Zimmermann K, Fusch C. Norovirus infections in preterm infants: wide variety of clinical courses. *BMC Res Notes* 2009;2:96.
22. Cheng V, Wu A, Cheung C, et al. Outbreak of human metapneumovirus infection in psychiatric inpatients: implications for directly observed use of alcohol hand rub in prevention of nosocomial outbreaks. *J Hosp Inf* 2007;67(4):336–43.
23. Fung ICH, Cairncross S. How often do you wash your hands? A review of studies of hand-washing practices in the community during and after the SARS outbreak in 2003. *Int J Environm Health Res* 2007;17(3):161–83.
24. Hübner NO, Hübner C, Wodny M, Kampf G, Kramer A. Effectiveness of alcohol-based hand disinfectants in a public administration: Impact on health and work performance related to acute respiratory symptoms and diarrhoea. *BMC Inf Dis* 2010;10(1):250.
25. Scott E, Bloomfield SF. The survival and transfer of microbial contamination via cloths, hands and utensils. *J Appl Bacteriol* 1990;68(3):271–8.
26. Rangel-Frausto M, Houston A, Bale M, Fu C, Wenzel R. An experimental model for study of *Candida* survival and transmission in human volunteers. *Euro J Clin Microbiol Inf Dis* 1994;13(7):590–5.
27. Ward RL, Bernstein D, Knowlton D, et al. Prevention of surface-to-human transmission of rotaviruses by treatment with disinfectant spray. *J Clin Microbiol* 1991;29(9):1991–6.
28. Weber DJ, Rutala WA, Miller MB, Huslage K, Sickbert-Bennett E. Role of hospital surfaces in the transmission of emerging health care-associated pathogens: norovirus, *Clostridium difficile*, and *Acinetobacter* species. *Am J Inf Contr* 2010;38(5):S25–S33.
29. Kampf G, Kramer A. Epidemiologic background of hand hygiene and evaluation of the most important agents for scrubs and rubs. *Clin Microbiol Rev* 2004;17(4):863–93.
30. Pittet D, Dharan S, Touveneau S, Sauvan V, Perneger TV. Bacterial contamination of the hands of hospital staff during routine patient care. *Arch Internal Med* 1999;159(8):821–6.
31. Pessoa-Silva CL, Dharan S, Hugonnet S, et al. Dynamics of bacterial hand contamination during routine neonatal care. *Inf Contr Hosp Epidemiol* 2004;25(3):192–7.
32. Evans CA, Stevens RL. Differential quantitation of surface and subsurface bacteria of normal skin by the combined use of the cotton swab and the scrub methods. *J Clin Microbiol* 1976;3:576–81.
33. Lowbury EJJ, Lilly HA, Bull JP. Disinfection of hands: removal of transient organisms. *Br Med J* 1964;2:230–3.
34. Mittermayer H, Rotter M. Vergleich der Wirkung von Wasser, einigen Detergentien und Äthylalkohol auf die transiente Flora der Hände. *Zbl Bakteriol Hyg I Abt Orig* 1975;B160:163–72.
35. Koller W, Rotter M, Mittermayer H, Wewalka G. Zur Kinetik der Keimabgabe von der künstlich kontaminierten Hand. *Zbl Bakteriol Hyg I Abt Orig* 1976;B163:509–23.
36. Rotter M, Koller W, Kundi M. Weitere Untersuchungen zur Wertbestimmung von Verfahren zur Hygienischen Händedesinfektion: Ermittlung eines Vergleichsstandards. *Mitt Österr San Verw* 1977;78:170–2.
37. Wewalka G, Rotter M, Koller W, Stanek G. Wirkungsbereich von 14 Verfahren zur Hygienischen Händedesinfektion. *Zbl Bakteriol Hyg I Abt Orig* 1977;B165:242–9.
38. Ayliffe GAJ, Babb JR, Quoraishi AH. A test for hygienic hand disinfection. *J Clin Pathol* 1978;31:923–8.
39. Lilly HA, Lowbury EJJ. Transient skin flora - their removal by cleansing or disinfection in relation to their mode of deposition. *J Clin Pathol* 1978;31:919–22.
40. Rotter ML, Koller W, Wewalka G. Povidone-iodine and chlorhexidine gluconate containing detergents for the disinfection of hands. *J Hosp Infect* 1980;1:149–58.
41. Rotter M, Koller W, Wewalka G. Über die Wirksamkeit von PVP-Jod-haltigen Präparaten bei der Händedesinfektion. *Hyg Med* 1980;5:553–8.
42. Rotter M, Koller W, Wewalka G. Eignung von Chlorhexidylglukonat- und PVP-iod haltigen Präparaten zur Händedesinfektion. *Hyg Med* 1981;6:425–30.
43. Rotter M, Wewalka G, Koller W. Einfluss einiger Variablen auf die Ergebnisse von Prüfungen Hygienischer Händedesinfektionsverfahren. *Hyg Med* 1982;7:157–66.
44. Rotter M, Koller W, Wewalka G, Werner HP, Ayliffe GAJ, Babb JR. Evaluation of procedures for hygienic hand disinfection: controlled parallel experiments on the Vienna test model. *J Hyg Camb* 1986;96:27–37.
45. Ayliffe GAJ, Babb JR, Davies JG, Lilly HA. Hand disinfection: a comparison of various agents in laboratory studies and ward studies. *J Hosp Infect* 1988;11:226–43.
46. Rotter ML, Koller W. A European test for the evaluation of the efficacy of procedures for the antiseptic handwash. *Hyg Med* 1991;16:4–12.
47. Rotter ML, Koller W. Test models for hygienic handrub and hygienic handwash: the effects of two different contamination and sampling techniques. *J Hosp Infect* 1992;20:163–71.
48. Rotter ML, Kramer A. Hygienische Händeantiseptik. In: Kramer A, Gröschel D, Heeg P, Hingst V, Lippert H, Rotter M, Weuffen W (Hrsg) *Klinische Antiseptik*. Berlin: Springer; 1993:67–82.
49. Pittet D, Dharan S, Touveneau S, Sauvan V, Perneger T. Bakterielle Kontamination der Hände des Pflegepersonals. *Hyg Med* 2000;25:69–74.
50. Boyce J, Pittet D. Guideline for hand hygiene in health-care settings: Recommendations of the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee and HICPAC/SHEA/APIC/IDSA Hand Hygiene Task Force. *MMWR* 2002;51:1–44.
51. WHO. WHO Guidelines on Hand Hygiene in Health Care. Geneva, 2009:1–259.
52. Börnstein P. Versuche über die Möglichkeit, infizierte Hände durch einfache Verfahren zu desinfizieren. *Z Hyg* 1915; 79:145–69.
53. Fox MK, Langner SB, Wells RW. How good are hand-washing practices? *Am J Nurs* 1974;74:1676–8.
54. Günther A, Schwab R, Eberhard T. Zur Kontamination der Umgebung beim Waschen infizierter Hände. In: Horn H, Weuffen W (Hrsg) *Vorträge VII. Kongr Sterilisation, Desinfektion Antiseptik - Kurzfassungen*. Berlin: Ges gesamte Hyg DDR, 1980:24–5.
55. Larson E, Lusk E. Evaluation handwashing technique. *J Adv Nurs* 1985;10:547–52.
56. Meers PD, Yeo GA. Shedding of bacteria and skin squames after handwashing. *J Hyg (Camb)* 1978;81:99–105.
57. Larson E, Leyden JJ, McGinley KJ, Grove GL, Talbot GH. Physiologic and microbiologic in skin related to frequent handwashing. *Inf Contr* 1986;7:59–63.
58. Zabel R, Strohbach L. Untersuchungen zur Erhöhung der Hautbelastbarkeit gegenüber Desinfektionsmitteln durch Benutzung einer Wirkstoffkonzentration (sog. Skin Liquid Conditioner) mit Thiocyanat und Allantoin. *Diss Med Fak Univ Greifswald*, 1994.
59. Bernig T. Vergleich der Hautverträglichkeit von sechs ausgewählten alkoholischen Händedesinfektionsmitteln im klinischen Doppelblindversuch anhand der subjektiven Akzeptanz und der Bestimmung objektiver Hautparameter. *Diss Med Fak Univ Greifswald*, 1997.
60. Kramer A, Bernig T, Kampf G. Clinical double-blind trial on the dermal tolerance and user acceptability of six alcohol-based hand disinfectants for hygienic hand disinfection. *J Hosp Inf* 2002;51(2):114–20.
61. Kampf G, Ennen J. Regular use of a hand cream can attenuate skin dryness and roughness caused by frequent hand washing. *BMC Dermatol* 2006;6:1.
62. Kramer A, Assadian O, Simon A, Ryll S, Wendt M, Heidecke CD. Einbeziehung des Patienten und seiner Angehörigen in die Infektionsprävention. In: Kramer A, Assadian O, Exner M, Hübner NO, Simon A (Hrsg) *Krankenhaus- und Praxishygiene*. 3. Aufl. München: Elsevier; Im Druck.
63. Ladegaard MB, Stage V. Hand-hygiene and sickness among small children attending day care centers. An intervention study. *Ugeskr Laeger* 1999;161(31):4396–400.
64. Monsma M, Day R, Arnaud S. Handwashing makes a difference. *J School Health* 1992;62(3):109–11.
65. Roberts L, Smith W, Jorm L, Patel M, Douglas RM, McGilchrist C. Effect of infection control measures on the frequency of upper respiratory infection in child care: a randomized, controlled trial. *Pediatrics* 2000, 105(4 Pt 1):738–42.

66. Ryan M, Christian R, Wohlrabe J. Handwashing and respiratory illness among young adults in military training. *Am J Prev Med* 2001;21(2):79-83.
67. Babeluk R, Jutz S, Mertlitz S, Matiasiek J, Klaus C, Nishiura H. Hand hygiene – evaluation of three disinfectant hand sanitizers in a community setting. *PLoS One* 2014;9(11):e111969.
68. Aiello AE, Coulborn RM, Perez V, Larson EL. Effect of hand hygiene on infectious disease risk in the community setting: A meta-analysis. *Am J Publ Health* 2008;98(8):1372-81.
69. Kampf G, Ruselack S, Eggerstedt S, Nowak N, Bashir M. Less and less - influence of volume on hand coverage and bactericidal efficacy in hand disinfection. *BMC Infect Dis* 2013;13(1):472132.
70. Kampf G, Reichel M, Feil Y, Eggerstedt S, Kaulfers PM. Influence of rub-in technique on required application time and hand coverage in hygienic hand disinfection. *BMC Infect Dis* 2008;8:149.
71. Widmer AF, Conzelmann M, Tomic M, Frei R, Stranden AM. Introducing alcohol based hand rub for hand hygiene: the critical need for training. *Inf Contr Hosp Epidemiol* 2007;28(1):50-4.
72. Taylor LJ. An evaluation of handwashing techniques-2. *Nursing times* 1978;74(3):108-10.
73. DIN EN 1500. Chemische Desinfektionsmittel und Antiseptika, Hygienische Händedesinfektion, Prüfverfahren und Anforderungen (Phase 2/Stufe 2). 1997.
74. Cruse PJ, Foord R. A five-year prospective study of 23,649 surgical wounds. *Arch Surg* 1973;107(2):206-10.
75. Misteli H, Weber WP, Reck S, et al. Surgical glove perforation and the risk of surgical site infection. *Arch Surg* 2009;144(6):553-8.
76. Furuhashi M, Miyamae T. Effect of pre-operative hand scrubbing and influence of pinholes appearing in surgical rubber gloves during operation. *Bull Tokyo Med Dent Univ* 1979;26(2):73-80.
77. Hoborn J. Transmission of aerobic skin organisms via contact. In: Hoborn J (ed) *Humans as dispersers of microorganisms - dispersion pattern and prevention* [Thesis]. Göteborg: Univ Göteborg; 1981;65-85.
78. Palmer JD, Rickett JWS. The mechanisms and risks of surgical glove perforation. *J Hosp Inf* 1992; 22:279-86.
79. EN 445-1. Medizinische Handschuhe zum einmaligen Gebrauch. Teil 1: Anforderungen und Prüfung auf Dichtigkeit. 1994.
80. Harnoss JC, Kramer A, Heidecke C, Assadian O. Wann sollte in Operationsräumen ein Wechsel chirurgischer Handschuhe erfolgen? *Zbl Chir* 2010;135(01):25-7.
81. Harnoss JC, Partecke LI, Heidecke CD, Hübner NO, Kramer A, Assadian O. Concentration of bacteria passing through puncture holes in surgical gloves. *Am J Inf Contr* 2010; 38(2):154-8.
82. Hübner NO, Goerdts AM, Stanislawski N, et al. Bacterial migration through punctured surgical gloves under real surgical conditions. *BMC Inf Dis* 2010; 10(1):192.
83. Grinbaum RS, de Mendonca JS, Cardo DM. An outbreak of handscrubbing-related surgical site infections in vascular surgical procedures. *Inf Contr Hosp Epidemiol* 1995;16(4):198-202.
84. Kramer A, Hübner N, Below H, Heidecke CD, Assadian O. Improving adherence to surgical hand preparation. *J Hosp Inf* 2008;70:35-43.
85. Hübner NH. Experimentelle Untersuchungen zur Verbesserung der chirurgischen Händedesinfektion. *Diss Med Fak Univ Greifswald*, 2004.
86. Reber H. Einfluss der Seifenwaschung auf die Keimabgabe durch die Haut. In: *Int wiss Seminar Händedesinfektion*. Selecta Symposien-Service, Gräffelfing München. München; 1981.
87. Rotter M. Hygienic hand disinfection. *Inf Contr* 1984;5(1):18-22.
88. Heeg P, Ulmer R, Schwenzer N. Verbessern Händewaschen und Verwendung der Handbürste das Ergebnis der chirurgischen Händedesinfektion. *Hyg Med* 1988;13:270-2.
89. Rotter M, Koller W. Effekt der sequentiellen Anwendung von Chlorhexidinseife und einer alkoholischen CHX-Präparation versus Flüssigseife und einer solchen Präparation bei der Chirurgischen Händedesinfektion. *Hyg Med* 1990;15(10):437-40.
90. Hübner NO, Kampf G, Kamp P, Kohlmann T, Kramer A. Does a preceding hand wash and drying time after surgical hand disinfection influence the efficacy of a propanol-based hand rub? *BMC Microbiol* 2006;657.
91. Dineen P. An evaluation of the duration of the surgical scrub. *Surg Gynecol Obstet* 1969; 129:1181-4.
92. Blech MF, Hartemann P, Paquin JL. Activity of non antiseptic soaps and ethanol for hand disinfection. *Zbl Bakt Hyg I Abt Orig B* 1985;181:496-512.
93. Babb JR, Davies JG, Ayliffe GAJ. A test procedure for evaluating surgical hand disinfection. *J Hosp Inf* 1991;18:41-9.
94. Rotter M, Wewalka G, Koller W. Einfluss einiger Variablen auf die Ergebnisse von Prüfungen hygienischer Händedesinfektionsverfahren. *Hyg Med* 1982;7:157-66.
95. Heeg P, Oswald W, Schwenzer N. Wirksamkeitsvergleich von Desinfektionsverfahren zur chirurgischen Händedesinfektion unter experimentellen und klinischen Bedingungen. *Hyg Med* 1986;11:107-11.
96. Larson EL, Butz AM, Gullette DL, Laughon BA. Alcohol for surgical scrubbing? *Inf Contr Hosp Epidemiol* 1990;11(3):139-43.
97. Kampf G, Ostermeyer C, Heeg P. Surgical hand disinfection with a propanol-based hand rub: equivalence of shorter application times. *J Hosp Inf* 2005;59(4):304-10.
98. Hübner NO, Kellner NB, Partecke LI, et al. Determination of antiseptic efficacy of rubs on the forearm and consequences for surgical hand disinfection. *J Hosp Inf* 2011;78(1):11-5.
99. Kampf G, Ostermeyer C. Efficacy of alcohol-based gels compared with simple hand wash and hygienic hand disinfection. *J Hosp Inf* 2004;56:13-5.
100. Pitten FA, Herdemann G, Kramer A. The integrity of latex gloves in clinical dental practice. *Infection* 2000;28(6):388-92.
101. Hübner NO. Experimentelle Untersuchungen zur Verbesserung der chirurgischen Händedesinfektion. *Diss Med Fak Univ Greifswald*; 2004.
102. Hübner NO, Kampf G, Löffler H, Kramer A. Effect of a 1 min hand wash on the bactericidal efficacy of consecutive surgical hand disinfection with standard alcohols and on skin hydration. *Int J Hyg Environl Health* 2006; 209(3):285-91.
103. Verbund für Angewandte Hygiene (VAH). Desinfektionsmittel-Liste des VAH. Wiesbaden; 2015.
104. DIN EN 1500. Chemische Desinfektionsmittel und Antiseptika, Hygienische Händedesinfektion, Prüfverfahren und Anforderungen (Phase 2/Stufe 2). Beuth: Berlin, 1997.
105. DIN EN 12791. Chemische Desinfektionsmittel und Antiseptika - Chirurgische Händedesinfektionsmittel-Prüfverfahren und Anforderungen (Phase 2/Stufe 2), Beuth: Berlin, 2005.
106. Verbund für Angewandte Hygiene (VAH). Anforderungen und Methoden zur VAH-Zertifizierung chemischer Desinfektionsverfahren. Wiesbaden: mhp; 2015.
107. Leitlinie der Deutschen Vereinigung zur Bekämpfung der Viruskrankheiten (DVV) e.V. und des Robert Koch-Instituts (RKI) zur Prüfung von chemischen Desinfektionsmitteln auf Wirksamkeit gegen Viren in der Humanmedizin. *Egbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz* 2008; 51:937-45.
108. DIN EN 14476. Chemische Desinfektionsmittel und Antiseptika-Quantitativer Suspensionsversuch Viruzidie für in der Humanmedizin verwendete Desinfektionsmittel und Antiseptika – Prüfverfahren und Anforderungen (Phase 2/Stufe 1), Beuth: Berlin, 2007.
109. Infektionsschutzgesetz vom 20. Juli 2000 (BGBl I S. 1045), zuletzt durch Art. 2 Abs. 36 u. Art 4 Abs. 21 des Gesetzes vom 7. August 2013 (BGBl I S. 3154) geändert.
110. Liste der vom Koch-Institut geprüften und anerkannten Desinfektionsmittel und -verfahren. *Egbl* 2013;56(12):1706-28.
111. Rheinbaben F, Wolff MH. *Handbuch der viruswirksamen Desinfektion*. Heidelberg: Springer; 2002.
112. Klein M, Deforest A. Antiviral action of germicides. *Soap Chem Spec* 1963;39(70-72):95-7.
113. Schürmann W, Eggers HJ. Antiviral activity of an alcoholic hand disinfectant. Comparison of the in vitro suspension test with in vivo experiments on hands, and on individual fingertips. *Antiviral Res* 1983;3(1):25-41.
114. Steinmann J, Nehr Korn R, Meyer A, Becker K. Two in-vivo protocols for testing virucidal efficacy of handwashing and hand disinfection. *Zbl Hyg Umweltmed* 1965;196(5):425-36.
115. Kramer A, Galabow A, Sattar S, et al. Virucidal activity of a new hand disinfectant with reduced ethanol content: comparison with other alcohol-based formulations. *J Hosp Inf* 2006;62(1):98-106.
116. Steinmann J, Nehr Korn R, Losche E, Sasse E, Bogumil-Puchert B. Viruswirksamkeit der hygienischen Händedesinfektion. *Hyg Med* 1990;15:7-14.
117. Schamberger J. Sporozide Wirksamkeit von 2 Peressigsäure-basierten Desinfektionsmitteln im Modell der hygienischen Händedesinfektion. *Diss Med Fak Univ Greifswald*; 2009.
118. Weber DJ, Sickbert-Bennett E, Gergen MF, Rutala WA. Efficacy of selected hand hygiene agents used to remove *Bacillus atrophaeus* (a surrogate of *Bacillus anthracis*) from contaminated hands. *JAMA* 2003;289(10):1274-7.
119. Bettin K, Clabots C, Mathie P, Willard K, Gerding DN. Effectiveness of liquid soap vs. chlorhexidine gluconate for the removal of *Clostridium difficile* from bare hands and gloved hands. *Inf Contr Hosp Epidemiol* 1994;15(11):697-702.
120. Kramer A, Below H, Assadian O. Health risks of surface disinfection in households with special consideration on quaternary ammonium compounds (QACS). In: *Bioaerosols - 6th Int Sci Conf Bioaerosols, Fungi, Bacteria, Mycotoxins in Indoor and Outdoor Environments and Human Health*. Albany, USA: Fungal Research Group Foundation; 2012.
121. Kramer A. Antiseptika und Händedesinfektionsmittel. In: *Korting HC, Sterry W (Hrsg) Therapeutische Verfahren in der Dermatologie - Dermatika und Kosmetika*. Berlin: Blackwell Wissenschaft; 2001; 273-94.
122. Barraza V. Connubial allergic contact balanitis due to chlorhexidine. *Contact Derm* 2001;45:42.
123. Jayathillake A, Mason DF, Broome K. Allergy to chlorhexidine gluconate in urethral gel: report of four cases and review of the literature. *Urology* 2003;61(4):837.
124. Garvey LH, Kroigaard M, Poulsen LK, et al. IgE-mediated allergy to chlorhexidine. *J Allergy Clin Immunol* 2007;120(2):409-15.
125. Hartmann S, Pietsch H, Saueremann G, Neubert R. Untersuchungen zur Hautverträglichkeit von alkoholischen Händedesinfektionsmitteln. *Dermatosen* 1994;42(6):241-5.
126. Hindson T. Irgasan DP 300 in a deodorant. *Contact Derm* 1975;1(5):328.
127. Roed-Petersen J, Auken G, Hjorth N (1975) Contact sensitivity to Irgasan DP 300. *Contact Derm* 1975;1(5):293-4.
128. Veronesi S, de Padova MP, Vanni D, Melino M. Contact dermatitis to triclosan. *Contact Derm* 1986;15(4):257-8.

129. Steinkjer B, Braathen LR. Contact dermatitis from triclosan (Irgasan DP 300). *Contact Derm* 1988;18(4):243–4.
130. Fuchs T, Meinert A, Aberer W, et al. Benzalkoniumchlorid: relevantes Kontaktallergen oder Irritans? Ergebnisse einer Multicenter-Studie der Deutschen Kontaktallergiegruppe. *Hautarzt* 1993;44(11):699–702.
131. Schnuch A. Benzalkoniumchlorid. *Dermatosen* 1997;45(4):179–80.
132. Wong C, Beck M. Allergic contact dermatitis from triclosan in antibacterial handwashes. *Contact Derm* 2001;45(5):307.
133. Gloor M, Becker A, Wasik B, Kniehl E. Triclosan, ein dermatologisches Lokaltheraeutikum. *Hautarzt* 2002;53(11):724–9.
134. Widulle H, Kramer A, Reichwagen S, et al. Quartäre Ammoniumverbindungen. In: Kramer A, Assadian O (Hrsg) *Wallhäußers Praxis der Sterilisation, Desinfektion, Antiseptik und Konservierung*. Stuttgart: Thieme; 2008;770–86.
135. Stingli L, Lapomarda V, Lisi P. Occupational hand dermatitis in hospital environments. *Contact Derm* 1995;33(3):172–6.
136. Pham N, Weiner J, Reisner G, Baldo B. Anaphylaxis to chlorhexidine. Case report. Implication of immunoglobulin E antibodies and identification of an allergenic determinant. *Clin Exp Allergy* 2000;30(7):1001–7.
137. Nakonechna A, Dore P, Dixon T, et al. Immediate hypersensitivity to chlorhexidine is increasingly recognised in the United Kingdom. *Allergol Immunopathol* 2014;42(1):44–9.
138. Fritz SA, Hogan PG, Camins BC, et al. Mupirocin and chlorhexidine resistance in *Staphylococcus aureus* in patients with community-onset skin and soft tissue infections. *Antimicrob Agents Chemother* 2013;57(1):559–68.
139. Kramer A, Assadian O, Wilhelm M. Konsequenzen der Nutzen-Risiko-Bewertung von Desinfektionswirkstoffen. In: Kramer A, Assadian O, Exner M et al. (Hrsg) *Krankenhaus- und Praxishygiene*. München: Urban Fischer, 2012; 56–9.
140. Cherednichenko G, Zhang R, Bannister RA, et al. Triclosan impairs excitation–contraction coupling and Ca<sup>2+</sup> dynamics in striated muscle. *Proc Nat Acad Sci* 2012;109(35):14158–63.
141. Mc Cay PH, Ocampo-Sosa AA, Fleming GTA. Effect of subinhibitory concentrations of benzalkonium chloride on the competitiveness of *Pseudomonas aeruginosa* grown in continuous culture. *Microbiology* 2010;156:30–8.
142. Madan Tandukar M, Seungdae Oh S, Ulas Tezel U et al. Long-term exposure to benzalkonium chloride disinfectants results in change of microbial community structure and increased antimicrobial resistance. *Environ Sci Technol* 2013;47(17):9730–8.
143. He GX, Landry M, Chen H et al. Detection of benzalkonium chloride resistance in community environmental isolates of staphylococci. *J Med Microbiol* 2014;63:735–41.
144. Wahlberg JE. Routine patch testing with Irgasan DP 300®. *Contact Derm* 1976;2(5):292.
145. Böckers M, Klee W, Bräuninger W, Bork K. Das Hyperthyreoserisiko durch Lokalthherapie mit PVP-Iod. *Akt Dermatol* 1986;12:155–7.
146. Herrmann J, Krüskemper HL. Gefährdung von Patienten mit latenter und manifester Hyperthyreose durch iodhaltige Röntgenkontrastmittel und Medikamente. *Dtsch Med Wschr* 1978; 203: 1434–43.
147. Schulz F, Schifferdecker E, Althoff PH. Iodinduzierte hyperthyreote Krisen. *Fortschr Med* 1987; 105: 48–51.
148. Schumm-Draeger PM. Iodinduzierte Hyperthyreose. In: Reinwein D, Weinheimer B (Hrsg) *Schilddrüse 93, Therapie der Hyperthyreose*. Berlin: de Gruyter; 1994; 332–40.
149. Rath T, Meissel G. Induction of hyperthyroidism in burn patients treated topically with povidone-iodine. *Burns Therm Inj* 1988; 14: 320–2.
150. Pickardt CR. Iodexposition und Schilddrüsenautonomie. In: Börkner W, Weinheimer B (Hrsg) *Schilddrüse 1989, Primäre Diagnostik und Verlaufskontrolle der Struma*. Berlin: de Gruyter; 1991; 240–5.
151. Braverman LE. Iodine and the thyroid: 33 years of study. *Thyroid* 1994; 4: 351–6.
152. Herrmann J. Risiko, Prävention und Therapie der iodinduzierten Hyperthyreose und thyreotoxischen Krise. *Tägl Pr* 1995; 36: 279–86.
153. Below H, Brauer VFH, Kramer A. Iodresorption bei antiseptischer Anwendung von Iodophoren und Schlussfolgerungen zur Risikobewertung. *GMS Krankenhaushygiene Interdisziplinär* 2007; 2(2):Doc41 (20071228).
154. WHO, ICIDD. Assessment of the iodine deficiency disorders and monitoring their elimination. Geneva; 2001.
155. Manz F, Bohmer T, Gartner R, Grossklaus R, Klett M, Schneider R. Quantification of iodine supply: representative data on intake and urinary excretion of iodine from the German population in 1996. *Ann Nutr Metab* 2002; 46: 128–38.
156. Brauer VF, Brauer WH, Führer D, Paschke R. Iodine nutrition, nodular thyroid disease and urinary iodine excretion in a German university study population. *Thyroid* 2005; 15: 364–70.
157. Görtz G, Häring R, Henkel M, Meinhold H. Die Schilddrüsenfunktion nach Peritoneallavage mit PVP-Iodlösung bei diffuser Peritonitis. *Zbl Chir* 1984; 109: 319–30.
158. Reith PE, Granner DK. Iodine-induced thyrotoxicosis in a woman with a multinodular goiter taking levothyroxine. *Arch Intern Med* 1985; 145:355–61.
159. Usadel KH. Zur Problematik der iodinduzierten Hyperthyreose. *Langenbecks Arch Chir* 1985;65:75–8.
160. Bottermann P. Iodinduzierte Hyperthyreose. *Med Klin* 1986;81:753–7.
161. Friederich N, Müller W. Massive Iodresorption nach Gelenk-Spül-Saugdrainage mit PVP-Iod (Betadine). *Unfallchir* 1992;85:74–80.
162. Nolte W, Müller R, Hüfner M. Die Behandlung iodinduzierter Hyperthyreosen. *Med Klin* 1995;90:246–53.
163. Bourdoux PP, Ermans AM, Mukalay A, Mukalay WA, Filetti S, Vigneri R. Iodine induced thyrotoxicosis in Kivu, Zaire. *Lancet* 1996;347:552–3.
164. Winnefeld M, Richard M, Drancourt M, Grob J. Skin tolerance and effectiveness of two hand decontamination procedures in everyday hospital use. *Brit J Dermatol* 2000;143(3):546–50.
165. Grove G, Zerweck C, Heilman J, Pyrek J. Methods for evaluating changes in skin condition due to the effects of antimicrobial hand cleansers: two studies comparing a new waterless chlorhexidine gluconate/ethanol-emollient antiseptic preparation with a conventional water-applied product. *Am J Inf Contr* 2001;29(6):361–9.
166. Larson EL, Aiello AE, Bastyr J, et al. Assessment of two hand hygiene regimens for intensive care unit personnel. *Crit Care Med* 2001;29(5):944–51.
167. Larson EL, Aiello AE, Heilman JM, et al. Comparison of different regimens for surgical hand preparation. *AORN J* 2001;73(2):412–32.
168. Sauermann G, Proske O, Keyhani R, et al. Hautverträglichkeit von Sterillium und Hibiscrub in einer klinischen Vergleichsstudie. *Hyg Med* 1995;20:184–9.
169. Kramer A, Mersch-Sundermann V, Gerdes H, Pitten FA, Tronnier H. Toxikologische Bewertung für die Händedesinfektion relevanter antimikrobieller Wirkstoffe. In: Kampf G (Hrsg) *Hände-Hygiene im Gesundheitswesen*. Berlin: Springer; 2003; 105–74.
170. Larson EL, Cimiotti J, Haas J, et al. Effect of antiseptic handwashing vs alcohol sanitizer on health care-associated infections in neonatal intensive care units. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2005;159(4):377–83.
171. Kramer A, Reichwagen S, Below H, et al. Alkohole. In: Kramer A, Assadian O (Hrsg) *Wallhäußers Praxis der Sterilisation*. Stuttgart: Thieme; 643–69.
172. Rotter ML, Koller W, Neumann R. The influence of cosmetic additives on the acceptability of alcohol-based hand disinfectants. *J Hosp Inf* 1991;18 (Suppl B):57–63.
173. Kampf G, Wigger-Alberti W, Schoder V, Wilhelm KP. Emollients in a propanol-based hand rub can significantly decrease irritant contact dermatitis. *Contact Derm* 2005;53(6):344–9.
174. Kramer A, Adrian V, Rudolph P et al. Explantationstest mit Haut und Peritoneum der neonatalen Ratte als Voraussagetest zur Verträglichkeit lokaler Antiseptika für Wunden und Körperhöhlen. *Chirurg* 1998;69(8):840–5.
175. Merck KGaA. Ethanol absolut zur Analyse. Sicherheitsdatenblatt gemäß Verordnung (EG) Nr. 453/2010. 2014.
176. Merck KGaA. 1-Propanol reinst. Sicherheitsdatenblatt gemäß EG-Richtlinie 91/155 EWG. 2004.
177. Merck KGaA. 2-Propanol. Sicherheitsdatenblatt gemäß Verordnung (EG) Nr. 1907/2006. 2004.
178. Kramer A, Below H, Bieber N, et al. Quantity of ethanol absorption after excessive hand disinfection using three commercially available hand rubs is minimal and below toxic levels for humans. *BMC Inf Dis* 2007;7:117.
179. Below H, Partecke I, Hübner NO, et al. Dermal and pulmonary absorption of propan-1-ol and propan-2-ol from hand rubs. *Am J Inf Contr* 2012;40(3):250–7.
180. Geßner S, Below E, Wegner C, et al. Beeinflussung der Alkoholabstinenzkontrolle durch Händedesinfektion. *Rechtsmed* 2014;24(4):252–7.
181. Mäkela P. Gesunde Haut als Voraussetzung für eine effektive Händedesinfektion. In: Kramer A, Gröschel D, Heeg P, Hingst V, Lippert H, Rotter M, Weuffen W (Hrsg) *Klinische Antiseptik*. Berlin: Springer; 1993; 97–103.
182. Löffler H, Kampf G, Schmermund D, Maibach HI. How irritant is alcohol? *Br J Dermatol* 2007;157(1):74–81.
183. McGinley KJ, Larson EL, Leyden JJ. Composition and density of microflora in the subungual space of the hand. *J Clin Microbiol* 1988;26(5):950–3.
184. TRBA 250. Technische Regeln für Biologische Arbeitsstoffe - Biologische Arbeitsstoffe im Gesundheitswesen und in der Wohlfahrtspflege. GMBI 2015;Nr. 29;1–78.
185. Kabara JJ, Brady MB. Contamination of bar soaps under „in-use“ conditions. *J Environm Pathol Toxicol Cancer* 1984;5(4-5):1–14.
186. Hegde P, Andrade A, Bhat K. Microbial contamination of „In use“ bar soap in dental clinics. *Ind J Dent Res* 2006;17(2):70–3.
187. Zeiny SHM. Isolation of some microorganisms from bar soaps and liquid soaps in hospital environments. *Iraqi J Pharm Sci* 2009;18(1):28–32.
188. Senol G, Cakan A, Özacar R. Bacterial colonization of bar soaps and liquid soaps in hospital environments. *Near East Med J* 2011;1(2):53–9.
189. Larson E. Skin Cleansing. In: Wenzel RP (ed) *Prevention and Control of Nosocomial Infections*. 2nd ed. Baltimore: Williams Wilkins; 1993; 450–9.
190. 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. *Inf Contr Hosp Epidemiol* 2008;29(2):149–54.

191. Johnson S, Gerding DN, Olson MM, et al. Prospective, controlled study of vinyl glove use to interrupt *Clostridium difficile* nosocomial transmission. *Am J Med* 1990;88(2):137–40.
192. Tenorio AR, Badri SM, Sahgal NB, et al. Effectiveness of gloves in the prevention of hand carriage of vancomycin-resistant enterococcus species by health care workers after patient care. *Clin Inf Dis* 2001;32(5):826–9.
193. Kampf G, Ostermeyer C. Intra-laboratory reproducibility of the hand hygiene reference procedures of EN 1499 (hygienic handwash) and EN 15002 (hygienic hand disinfection). *J Hosp Inf* 2002;52(3):219–24.
194. Guilhermetti M, Hernandez SE, Fukushigie Y, Garcia LB, Cardoso CL. Effectiveness of hand-cleansing agents for removing methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* from contaminated hands. *Inf Contr Hosp Epidemiol* 2001;2(2):105–8.
195. Hübner NO, Goerdts AM, Mannerow A, et al. The durability of examination gloves used on intensive care units. *BMC Inf Dis* 2013;13(1):226.
196. Richtlinie 89/686/EWG des Rates vom 21.12. 1989 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für persönliche Schutzausrüstungen, sog. Herstellerrichtlinie.
197. DIN EN 420. Schutzhandschuhe – Allgemeine Anforderungen und Prüfverfahren. Berlin: Beuth, 2010.
198. DIN EN 374-1. Schutzhandschuhe gegen Chemikalien und Mikroorganismen – Teil 1: Terminologie und Leistungsanforderungen. Berlin: Beuth; 2003.
199. DIN EN 374-2. Schutzhandschuhe gegen gefährliche Chemikalien und Mikroorganismen – Teil 2: Bestimmung des Widerstandes gegen Penetration, Berlin: Beuth; 2015.
200. DIN EN 374-4. Schutzhandschuhe gegen Chemikalien und Mikroorganismen – Teil 4: Bestimmung des Widerstandes gegen Degradation durch Chemikalien, Berlin: Beuth; 2014.
201. DIN EN ISO 374-5. Schutzhandschuhe gegen Chemikalien und Mikroorganismen – Teil 5: Terminologie und Leistungsanforderungen für Risiken durch Mikroorganismen, Berlin: Beuth; 2015.
202. ASTM F1671-07. Standard test method for resistance of materials used in protective clothing to penetration by blood-borne pathogens using phi-x174 bacteriophage penetration as a test system. West Conshohocken, PA: ASTM International; 2003.
203. ASTM D6978 – 05. Standard practice for assessment of resistance of medical gloves to permeation by chemotherapy drugs. West Conshohocken, PA: ASTM International; 2013.
204. Nicolai P, Aldam CH, Allen PW. Increased awareness of glove perforation in major joint replacement. A prospective, randomised study of Regent Biogel Reveal gloves. *J Bone Joint Surg* 1997;79(3):371–3.
205. Thomas S, Agarwal M, Mehta G. Intraoperative glove perforation – single versus double gloving in protection against skin contamination. *Postgrad Med J* 2001;77(909):458–60.
206. Harnoss J, Kramer A, Heidecke C, Assadian O. Wann sollte in Operationsräumen ein Wechsel chirurgischer Handschuhe erfolgen? *Zbl Chir* 2010;135(1):25–7.
207. Partecke LI, Goerdts AM, Langner I, et al. Incidence of microperforation for surgical gloves depends on duration of wear. *Inf Contr Hosp Epidemiol* 2009;30(5):409–14.
208. Daeschlein G, Kramer A, Arnold A, Ladwig A, Seabrook GR, Edmiston CE. Evaluation of an innovative antimicrobial surgical glove technology to reduce the risk of microbial passage following intraoperative perforation. *Am J Inf Contr* 2011;39(2):98–103.
209. Assadian O, Kramer A, Ouriel K, et al. Suppression of surgeons' bacterial hand flora during surgical procedures with a new antimicrobial surgical glove. *Surg Inf* 2014;15(1):43–9.
210. Kampf G, Ostermeyer C, Kohlmann T. Bacterial population kinetics on hands during 2 consecutive surgical hand disinfection procedures. *Am J Inf Contr* 2008;36(5):369–74.
211. Kampf G, Ostermeyer C. A 1-minute hand wash does not impair the efficacy of a propanol-based hand rub in two consecutive surgical hand disinfection procedures. *Europ J Clin Microbiol Inf Dis* 2009;28(11):1357–62.
212. TRGS 401. Technische Regeln für Gefahrstoffe – Gefährdung durch Hautkontakt: Ermittlung – Beurteilung – Maßnahmen. GMBI 2011; 175 (Nr. 9);1–47.
213. Osman MO, Jensen SL. Surgical gloves: Current problems. *World J Surg* 1999;23(7):630–7.
214. Sjösten A, Ellis H, Edelstam G. Retrograde migration of glove powder in the human female genital tract. *Human Reprod* 2004;19(4):991–5.
215. Ellis H. Evolution of the surgical glove. *J Am College Surg* 2008;207(6):948–50.
216. Juaneda I, Moser F, Eynard H, Diller A, Caeiro E. [Granulomatous peritonitis due to the starch used in surgical gloves]. *Medicina (B Aires)* 2008;68(3):222–4.
217. Edlich RF, Long III WB, Gubler DK, et al. Dangers of cornstarch powder on medical gloves: seeking a solution. *Ann Plast Surg* 2009;63(1):111–5.
218. Scholz S. Einfluss von Biosorb auf die Langzeitwirkung der chirurgischen Händedesinfektion und die Schweißproduktion der Hand. *Diss Med Fak Univ Greifswald*; 2013.
219. Hübner NO, Rubbert K, Pohrt U, Heidecke CD, Partecke L, Kramer A. Einsatz wiederaufbereiteter textiler Unterziehhandschuhe für medizinische Tätigkeiten: eine Machbarkeitsstudie. *Zbl Chir* 2014;139:1–6.
220. Assadian O, Benkhail H, Blacky A, Hübner NO, Diab-Elschahawi M, Suhomel M, Nußbaum B, Kramer A. Einfluß von Nagellack auf die Effektivität der Händedesinfektion. *Hyg Med* 2012;37(Suppl):9.
221. Pottinger J, Burns S, Menske C. Bacterial carriage by artificial versus natural nails. *Am J Inf Contr* 1989;17(6):340–4.
222. Hedderwick SA, McNeil SA, Lyons MJ, Kauffman CA. Pathogenic organisms associated with artificial fingernails worn by healthcare workers. *Inf Contr Hosp Epidemiol* 2000;21(8):505–9.
223. McNeil SA, Foster CL, Hedderwick SA, Kauffman CA. Effect of hand cleansing with antimicrobial soap or alcohol-based gel on microbial colonization of artificial fingernails worn by health care workers. *Clin Inf Dis* 2001;32(3):367–72.
224. Saiman L, Lerner A, Saal L, et al. Banning artificial nails from health care settings. *Am J Inf Contr* 2002;0(4):252–4.
225. Toles A. Artificial nails: are they putting patients at risk? A review of the research. *J Ped Oncol Nurs* 2002;19(5):164–71.
226. Parry MF, Grant B, Yukna M, et al. *Candida* osteomyelitis and diskitis after spinal surgery: an outbreak that implicates artificial nail use. *Clin Inf Dis* 2001;32(3):352–7.
227. Passaro DJ, Waring L, Armstrong R, et al. Post-operative *Serratia marcescens* wound infections traced to an out-of-hospital source. *J Inf Dis* 1997;175(4):992–5.
228. Foca M, Jakob K, Whittier S, et al. Endemic *Pseudomonas aeruginosa* infection in a neonatal intensive care unit. *New Engl J Med* 2000;343(10):95–700.
229. Moolenaar RL, Crutcher JM, San Joaquin VH, et al. A prolonged outbreak of *Pseudomonas aeruginosa* in a neonatal intensive care unit: did staff fingernails play a role in disease transmission? *Inf Contr Hosp Epidemiol* 2000;21(2):80–5.
230. Porteous J. Artificial nails... very real risks. *Canad Op Room Nursing J* 2002;20(3):16–7,20–1.
231. Gupta A, Della-Latta P, Todd B, et al. Outbreak of extended-spectrum beta-lactamase-producing *Klebsiella pneumoniae* in a neonatal intensive care unit linked to artificial nails. *Inf Contr Hosp Epidemiol* 2004;25(3):210–5.
232. Gordin FM, Schultz ME, Huber R, Zubairi S, Stock F, Kariyil J. A cluster of hemodialysis-related bacteremia linked to artificial fingernails. *Inf Contr Hosp Epidemiol* 2007;28(6):743–4.
233. Trick WE, Vernon MO, Hayes RA, et al. Impact of ring wearing on hand contamination and comparison of hand hygiene agents in a hospital. *Clin Inf Dis* 2003;36(11):1383–90.
234. Fagernes M, Lingaas E, Bjark P. Impact of a single plain finger ring on the bacterial load on the hands of healthcare workers. *Inf Contr Hosp Epidemiol* 2007;28(10):1191–5.
235. Fagernes M, Lingaas E. Impact of finger rings on transmission of bacteria during hand contact. *Inf Contr Hosp Epidemiol* 2009;30(5):427–32.
236. Kramer A, Jünger M, Kampf G. Hygienische und dermatologische Aspekte der Händedesinfektion und der prophylaktischen Hautantiseptik. *Hautarzt* 2005;56(8):743–51.
237. de Vries JJ, Baas WH, van der Ploeg K, Heesink A, Degener JE, Arends JP. Outbreak of *Serratia marcescens* colonization and infection traced to a healthcare worker with long-term carriage on the hands. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2006;27(11):1153–8.
238. McNeil SA, Nordstrom-Lerner L, Malani PN, Zervos M, Kauffman CA. Outbreak of sternal surgical site infections due to *Pseudomonas aeruginosa* traced to a scrub nurse with onychomycosis. *Clin Infect Dis* 2001;33(3):317–23.
239. Patrick D, Findon G, Miller T. Residual moisture determines the level of touch-contact-associated bacterial transfer following hand washing. *Epidemiol Infect* 1997;119(3):319–25.
240. Redway K, Knights B. Hand drying: studies of the hygiene and efficiency of different hand drying methods. Report for the Association of Makers of Soft Tissue Papers, Swindon, UK; 1998.
241. Yamamoto Y, Ugai K, Takahashi Y. Efficiency of hand drying for removing bacteria from washed hands: comparison of paper towel drying with warm air drying. *Inf Contr Hosp Epidemiol* 2005;26(3):316–20.
242. Redway K, Fawdar S. A Comparative study of three different hand drying methods: Paper towel, warm air dryer, jet air dryer. 2008. <http://www.europeantissue.com/pdfs/090402-2008%20WUS%20Westminster%20University%20hygiene%20study,%20nov2008.pdf>. letzter Zugriff am 17.8.2015
243. Merry A, Miller T, Findon G, Webster C, Neff S. Touch contamination levels during anaesthetic procedures and their relationship to hand hygiene procedures: a clinical audit. *Brit J Anaesth* 2001;87(2):291–4.
244. Huang C, Ma W, Stack S. The hygienic efficacy of different hand-drying methods: a review of the evidence. *Mayo Clin Proc* 2012;87(8):791–8.
245. Ngeow YF, Ong HW, Tan P. Dispersal of bacteria by an electric air hand dryer. *Malays J Pathol* 1989;11:53–56.
246. Matthews J, Newsom S. Hot air electric hand driers compared with paper towels for potential spread of airborne bacteria. *J Hosp Inf* 1987;9(1):85–8.
247. Meers P, Leong K. Hot-air hand driers. *J Hos Inf* 1989;14(2):169–71.
248. Blackmore M. A comparison of hand drying methods. *Catering Health* 1989;11:89–198.
249. Hanna PJ, Richardson BJ, Marshall M. A comparison of the cleaning efficiency of three common

- hand drying methods. *Appl Occup Environm Hyg* 1996;11(1):37–43.
250. Snelling AM, Saville T, Stevens D, Beggs CB. Comparative evaluation of the hygienic efficacy of an ultra-rapid hand dryer vs conventional warm air hand dryers. *J Appl Microbiol* 2011;110(1):19–26.
251. Margas E, Maguire E, Berland C, Welander F, Holah J. Assessment of the environmental microbiological cross contamination following hand drying with paper hand towels or an air blade dryer. *J Appl Microbiol* 2013;115(2):572–82.
252. Best E, Parnell P, Wilcox M. Microbiological comparison of hand-drying methods: the potential for contamination of the environment, user, and bystander. *J Hosp Inf* 2014; 88(4):199–206.
253. Schmidt T, Kramer A. Einfluss von Textil- und Papierhandtuch auf Hautparameter und Beziehungen zur Akzeptanz in einem Modellversuch und in der Praxis. *Hyg Med* 1996;21: 393–411.
254. Halabi M, Wiesholzer-Pittl M, Schöberl J, Mittermayer H. Non-touch fittings in hospitals: a possible source of *Pseudomonas aeruginosa* and *Legionella* spp. *J Hosp Inf* 2001; 117(2): 117–21.
255. Assadian O, El-Madani N, Seper E, et al. Sensor-operated faucets: A possible source of nosocomial infection? *Inf Contr* 2002;23(01):44–6.
256. Van der Mee-Marquet N, Bloc D, Briand L, Besnier JM, Quentin R. Non-touch fittings in hospitals: a procedure to eradicate *Pseudomonas aeruginosa* contamination. *J Hosp Inf* 2005;60(3):235–9.
257. Yapicioglu H, Gokmen TG, Yildizdas D, et al. *Pseudomonas aeruginosa* infections due to electronic faucets in a neonatal intensive care unit. *J Paed Child Health* 2012;48(5):430–4.
258. Chaberny IF, Gastmeier P. Should electronic faucets be recommended in hospitals? *Inf Contr* 2004;25(11):997–1000.
259. Hargreaves J, Shireley L, Hansen S, et al. Bacterial contamination associated with electronic faucets: a new risk for healthcare facilities. *Inf Contr* 2001;22(4):202–5.
260. Merrer J, Girou E, Ducellier D, et al. Should electronic faucets be used in intensive care and hematology units? *Intens Care Med* 2005;31(12):1715–8.
261. Engelhart S, Saborowski F, Krakau M, Scherholz-Schlösser G, Heyer I, Exner M. Severe *Serratia liquefaciens* sepsis following vitamin C infusion treatment by a naturopathic practitioner. *J Clin Microbiol* 2003; 41(8): 3986–8.
262. Van Saene HK, Van Putte JC, Van Saene JJ, Van De Gronde TW, Van Warmerdam EG. Sink flora in a long-stay hospital is determined by the patients' oral and rectal flora. *Epidemiol Inf* 1989;102(02):231–8.
263. Döring G, Ulrich M, Müller W, et al. Generation of *Pseudomonas aeruginosa* aerosols during handwashing from contaminated sink drains, transmission to hands of hospital personnel, and its prevention by use of a new heating device. *Zbl Hyg Umweltmed* 1991;191(5–6):494.
264. Berthelot P, Grattard F, Mahul P, et al. Prospective study of nosocomial colonization and infection due to *Pseudomonas aeruginosa* in mechanically ventilated patients. *Intens Care Med* 2001;27(3):503–12.
265. Leclerc H, Schwartzbrod L, Dei-Cas E. Microbial agents associated with waterborne diseases. *Crit Rev Microbiol* 2002; 28(4): 371–409.
266. Exner M, Kramer A, Lajoie L, Gebel J, Engelhart S, Hartemann P. Prevention and control of health care-associated waterborne infections in health care facilities. *Am J Inf Contr* 2005;33(5):S26–S40.
267. Hota S, Hirji Z, Stockton K, et al. Outbreak of multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa* colonization and infection secondary to imperfect intensive care unit room design. *Inf Contr* 2009; 30(01): 25–33.
268. Lowe C, Willey B, O'Shaughnessy A, et al. Outbreak of extended-spectrum  $\beta$ -lactamase-producing *Klebsiella oxytoca* infections associated with contaminated handwashing sinks. *Emerg Inf Dis* 2012;18(8):1242.
269. Gudowius P, Boßhammer J, Römling U, Tümmler B, von der Hardt H. Erprobung eines chemischen Waschbeckendesinfektionssystems an der Medizinischen Hochschule Hannover. *Hyg Med* 1995;20:482–91.
270. Assadian O, Kramer A, Christiansen B, et al. Recommendations and requirements for soap and hand rub dispensers in healthcare facilities. *GMS Krankenhaushyg interdisziplin* 2012;7(1):Doc03.
271. Gleich S, Vieweg C, von Baum H. Untersuchung der mikrobiellen Kontamination von Waschlotionsspendern aus unterschiedlichen Risikobereichen eines Universitätsklinikums. *Hyg Med* 2015; 40(6):236–41.
272. Sartor C, Jacomo V, Duvivier C, Tissot-Dupont H, Sambuc R, Drancourt M. Nosocomial *Serratia marcescens* infections associated with extrinsic contamination of a liquid nonmedicated soap. *Inf Contr Hosp Epidemiol* 2000;21(3):196–9.
273. Zapka CA, Campbell EJ, Maxwell SL, et al. Bacterial hand contamination and transfer after use of contaminated bulk-soap-refillable dispensers. *Appl Environm Microbiol* 2011;77(9):2898–904.
274. Weber DJ, Rutala WA, Sickbert-Bennett EE. Outbreaks associated with contaminated antiseptics and disinfectants. *Antimicrob Agents Chemother* 2007;51(12):4217–24.
275. Trautmann M, Notburga P, Bobic R, et al. Reinigungs- und Desinfektionsleistung eines Aufbereitungsprogramms für die routinemäßige Reinigung von Dosierspendern im Krankenhaus. *Hyg Med* 2013; 38(11): 468–47.
276. Malik RK, Montecalvo MA, Reale MR, et al. Epidemiology and control of vancomycin-resistant enterococci in a regional neonatal intensive care unit. *Ped Inf Dis J* 1999;18(4):352–6.
277. Chattman M, Maxwell SL, Gerba CP. Occurrence of heterotrophic and coliform bacteria in liquid hand soaps from bulk refillable dispensers in public facilities. *J Environm Health* 2011;73(7):26–9.
278. Lorenz LA, Ramsay BD, Goeres DM, Fields MW, Zapka CA, Macinga DR. Evaluation and remediation of bulk soap dispensers for biofilm. *Biofouling* 2012;28(1):99–109.
279. Buffet-Bataillon S, Rabier V, Bétrémieux P, et al. Outbreak of *Serratia marcescens* in a neonatal intensive care unit: contaminated unmedicated liquid soap and risk factors. *J Hosp Inf* 2009; 72(1):17–22.
280. Barry MA, Craven DE, Goularte TA, Lichtenberg DA. *Serratia marcescens* contamination of antiseptic soap containing triclosan: Implications for nosocomial infection. *Inf Contr* 1984;5(9):427–30.
281. Spainhour S. *Serratia marcescens* outbreak associated with extrinsic contamination of 1% chloroxylenol soap. *Inf Contr Hosp Epidemiol* 1998;19(7):476.
282. Archibald LK, Corl A, Shah B, et al. *Serratia marcescens* outbreak associated with extrinsic contamination of 1% chloroxylenol soap. *Inf Contr Hosp Epidemiol* 1997;18(10):704–9.
283. Lanini S, D'Arezzo S, Puro V, et al. Molecular epidemiology of a *Pseudomonas aeruginosa* hospital outbreak driven by a contaminated disinfectant-soap dispenser. *PLoS one* 2011;6(2):e17064.
284. Takahashi H, Kramer MH, Yasui Y, et al. Nosocomial *Serratia marcescens* outbreak in Osaka, Japan, from 1999 to 2000. *Inf Contr* 2004;25(02):156–61.
285. Graef W, Kersch D, Scherzer G. [Microbial contamination of liquid-soap wall dispensers with one-way bottles]. *Zbl Bakteriell Mikrobiol Hyg B*. 1988; 186(2):166–79.
286. Suresh G, Cahill J. How „user friendly“ is the hospital for practicing hand hygiene? An ergonomic evaluation. *Joint Comm J Qual Saf* 2007;33(3):171–9.
287. Kramer A, Schneider A. Zur Problematik von Desinfektionsmittelspendern in Patientenzimmern. *Hyg Med* 1996;21:256.
288. Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte. Arzneimitteleigenschaft von Haut- und Händedesinfektionsmitteln zur Anwendung am menschlichen Körper. Pressemitteilung vom 09.10.2009. <http://www.hamburg.de/content-blob/2674344/data/pressemeldung-arzneimittelgrosshandel.pdf> Zugriff am 17.08.2015.
289. Kloesel A, Cyran W. Arzneimittelrecht. Kommentar. 124. Lieferung. Stuttgart: Deutscher Apotheker Verlag; 2013.
290. Arzneimittelgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 12. Dezember 2005 (BGBl. I S. 3394), zuletzt geändert durch Art. 2a des Gesetzes vom 27. März 2014 (BGBl. I S. 261).
291. Hengesbach B, Schneider A. Umfüllen von Händedesinfektionsmitteln-hygieneische und haftungsrechtliche Aspekte. *Hyg Med* 2013;38(6):259–60.
292. Weuffen W, Berling H, Hetmanek R. Verwendung von Äthanol für Desinfektionszwecke. In: Weuffen W, Oberdoerster F, Kramer A (Hrsg) Krankenhaushygiene, 2. Aufl, Leipzig: Barth;1998;518–19.
293. Danchaiwitt S, Dhiraputra C, Rongrungruang Y, Srihapol N, Pumsuwan V. Microbial contamination of antiseptics and disinfectants. *J Med Assoc Thai* 2005;88(Suppl 10):S133–9.
294. Fartasch M, Diepgen T, Drexler H, et al. Berufliche Hautmittel: Hautschutz, Hautpflege und Hautreinigung. S1-AWMF-Leitlinie (Kurzfassung); 2014. <http://www.awmf.org/leitlinien/detail/II/013-056.html>
295. Stutz NC. Wahrnehmung von Handhygienemaßnahmen durch Pflegepersonal: alkoholische Händedesinfektion versus hygienische Händewaschung—eine Multicenterfragebogenstudie mit anschließender Epikutantestung. *Diss Fachbereich Med Univ Marburg*; 2008.
296. Forrester BG, Roth VS. Hand dermatitis in intensive care units. *J Occup Environm Med* 1998; 40(10):881–5.
297. Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Benutzung persönlicher Schutzausrüstungen bei der Arbeit (PSA-Benutzungsverordnung - PSA-BV). BGBl. I 1996; S. 1841.
298. Wulffhorst B, John SM; Bundesverband der Unfallkassen und BGW. Hautkrankheiten und Hautschutz. *GU-V* 8559, 2007.
299. Frosch PJ, Kurte A. Efficacy of skin barrier creams (IV). The repetitive irritation test (RIT) with a set of 4 standard irritants. *Contact Derm* 1994;31(3):161–8.
300. Fluhr J, Gloor M, Lehmann L, Lazzarini S, Distanti F, Berardesca E. Glycerol accelerates recovery of barrier function in vivo. *Acta Dermatovenereol* 1999;79:418–21.
301. Larson E, Anderson JK, Baxendale L, Bobo L. Effects of a protective foam on scrubbing and gloving. *Am J Inf Contr* 1993;21(6):297–301.
302. Berndt U, Wigger-Alberti W, Gabard B, Elsner P. Vergleich einer Hautschutzcreme und ihrer Grundlauge bezüglich Wirksamkeit gegen das berufsbedingte irritative Handekzem bei Krankenschwestern/Eine Anwendungsuntersuchung. *Dermatol Beruf Umwelt* 2001;49(1):77–80.
303. Held E, Wolff C, Gyntelberg F, Agner T. Prevention of work-related skin problems in student auxiliary nurses: an intervention study. *Contact Derm* 2001;44(5):297–303.
304. Held E, Mygind K, Wolff C, Gyntelberg F, Agner T. Prevention of work related skin problems: an intervention study in wet work employees. *Occup Environm Med* 2002;59(8):556–61.
305. Gehring W. Das stratum corneum in vitro – ein Modell zur Entwicklung von Hautschutzpräparaten mit entquellenden Eigenschaften auf die Hornschicht. *Dermatol Beruf Umwelt* 2004; 52:139–45.
306. Ibler KS, Jemec GB, Diepgen TL, et al. Skin care education and individual counselling versus treat-



- ment as usual in healthcare workers with hand eczema: randomised clinical trial. *Brit Med J* 2012; 345:e7822.
307. Kramer A, Heidecke CD. Präoperative Hautantiseptik und Hautschutz. *Trauma Berufskrankh* 2015; 5. DOI 10.1007/s10039-015-0026-4.
308. Forrester BG, Roth VS. Hand dermatitis in intensive care units. *J Occup Environm Med* 1998;40(10):881–5.
309. Lammers T. Zur Prüfung der Händedesinfektion. *Hyg Med* 1978;3:316–8.
310. Boyce JM. Hautverträglichkeit. In: Kampf G (Hrsg) Hände-Hygiene im Gesundheitswesen. Berlin: Springer; 2003, 175–92.
311. Warner RR, Stone KJ, Boissy YL. Hydration disrupts human stratum corneum ultrastructure. *J Invest Dermatol*. 2003; 120: 275–84.
312. Berndt U, Gabard B, Schliemann-Willers S, Wigger-Alberti W, Zitterbart D, Elsner P. Integrated skin protection from workplace irritants: a new model for efficacy assessment. *Exogen Dermatol* 2002;1(1):45–8.
313. Ortonne JP. Emulsion Neutrogena, Etude d'utilisation d'une émulsion à base de glycérine dans le traitement de l'eczéma et de la dermatite atopique. Dossier Clinique Centre Hospitalier Regional de Nice, Hôpital Pasteur, Service de Dermatologie; 1989.
314. Weinberg DL. Acne therapie: Neutrogena hand cream as an aid to topical treatment. *Cutis* 1977;20:141–3.
315. Mahler V. Skin protection in the healthcare setting. *Curr Probl Dermatol* 2007;34:120–32.
316. Kresken J, Klotz A. Occupational skin-protection products – a review. *Int Arch Occup Environm Health* 2003;76(5):355–8.
317. Fluhr JW, Gloor M, Lehmann L, Lazzerini S, Distante F, Baradesca E. Glycerol accelerates recovery of barrier function in vivo. *Acta Derm Venerol*. 1999;79:418–21.
318. Berndt U, Wigger-Alberti W, Gabard B, Elsner P. Vergleich einer Hautschutzcreme und ihrer Grundlage bezüglich Wirksamkeit gegen das berufsbedingte irritative Handekzem bei Krankenschwestern. *Dermatol Beruf Umwelt* 2001;49:77–80
319. Harnoss JC, Brune L, Ansorg J, Heidecke CD, Assadian O, Kramer A. Practice of skin protection and skin care among German surgeons and influence on the efficacy of surgical hand disinfection and surgical glove perforation. *BMC Inf Dis* 2014;14(1):315.
320. Brannan DK, Dille J. Type of closure prevents microbial contamination of cosmetics during consumer use. *Appl Environm Microbiol* 1990;56(5):1476–9.
321. Lundov MD, Johansen JD, Zachariae C, Moesby L. Creams used by hand eczema patients are often contaminated with *Staphylococcus aureus*. *Acta Dermato-venereol* 2012; 92(4):441–2.
322. Uter W, Geier J, Lessmann H, Schnuch A. Inhaltsstoffe von Hautschutz-und-pflegemitteln aus allergologischer Sicht. Analyse von IVDK-Daten und Literaturübersicht. *Dermatol Beruf Umwelt* 2005; 53:172–82.
323. Kirkland KB, Homa KA, Lasky RA, Ptak JA, Taylor EA, Splaine ME. Impact of a hospital-wide hand hygiene initiative on healthcare-associated infections: results of an interrupted time series. *BMJ Qual Saf* 2012; 21(12):1019–26.
324. Marra AR, Noritomi DT, Westheimer Cavalcante AJ, et al. (2013) A multicenter study using positive deviance for improving hand hygiene compliance. *Am J Inf Contr* 41(11): 984–8.
325. <http://www.aktion-sauberehaende.de/ash/ash/messmethoden/beobachtung-der-compliance/>
326. Srigley JA, Furness CD, Baker GR, Gardam M. Quantification of the Hawthorne effect in hand hygiene compliance monitoring using an electronic monitoring system: a retrospective cohort study. *BMJ Qual Saf* 2014;23(12):974–80.
327. Hagel S, Reischke J, Kesselmeier M, et al. Quantifying the Hawthorne effect in hand hygiene compliance through comparing direct observation with automated hand hygiene monitoring. *Inf Contr Hosp Epidemiol* 2015;36(08):1–6.
328. Harbarth S, Sudre P, Dharan S, Cadenas M, Pittet D. Outbreak of *Enterobacter cloacae* related to understaffing, overcrowding, and poor hygiene practices. *Inf Contr Hosp Epidemiol* 1999;20(9):598–603.
329. Voss A, Widmer AF. No time for handwashing!? Handwashing versus alcoholic rub: can we afford 100% compliance? *Inf Contr Hosp Epidemiol* 1997;18(3):205–8.
330. Benzer H, Brühl P, Dietzel W, Hartenauer U, Hingst V, Kilian J, Kramer A, Lackner F, Lingnau G, Reybouck G, Rotter M, Wewalka G (Europäisches interdisziplinäres Komitee für Infektionsprophylaxe, EURIDIKI). Meine Hände sind sauber. Warum soll ich sie desinfizieren? Leitfaden zur hygienischen Händedesinfektion. Wiesbaden: mhp;1996.
331. Pittet D, Mouroug P, Perneger TV. Compliance with handwashing in a teaching hospital. *Ann Int Med* 1999;130:126–30.
332. Pittet D, Simon A, Hugonnet S, Pessoa-Silva CL, Sauvan V, Perneger TV. Hand hygiene among physicians: performance, beliefs, and perceptions. *Ann Int Med* 2004;141(1):1–8.
333. Chakravarthy M, Myatra SN, Rosenthal VD, et al. The impact of the International Nosocomial Infection Control Consortium (INICC) multicenter, multidimensional hand hygiene approach in two cities of India. *J Inf Publ Health* 2015; 8(3):248–53.
334. Larson E. Handwashing and skin. Physiologic and bacteriologic aspects. *Inf Contr* 1985; 6(1): 14–23.
335. Pittet D, Boyce JM. Hand hygiene and patient care: pursuing the Semmelweis legacy. *Lancet Inf Dis* 2001;1(Suppl):9–20.
336. Whitby M, Pessoa-Silva C, McLaws ML, et al. Behavioural considerations for hand hygiene practices: the basic building blocks. *J Hosp Inf* 2007;65(1):1–8.
337. Diefenbacher S, Sassenrath C, Siegel A, Grünewald M, Keller J. Implizite Einstellung zur Händehygiene als relevanter Prädiktor von Händehygieneverhalten. *Hyg Med* 2012;37(11):448–55.
338. Dubbert PM, Dolce J, Richter W, Miller M, Chapman SW. Increasing ICU staff handwashing: effects of education and group feedback. *Inf Contr Hosp Epidemiol* 1990;11(4):191–3.
339. Raskind CH, Worley S, Vinski J, Goldfarb J. Hand hygiene compliance rates after an educational intervention in a neonatal intensive care unit. *Inf Contr Hosp Epidemiol* 2007; 28(9):1096–8.
340. Gould DJ, Moralejo D, Drey N, Chudleigh JH. Interventions to improve hand hygiene compliance in patient care. *Cochrane Database Syst Rev* 2011, CD005186.
341. Lam BC, Lee J, Lau YL. Hand hygiene practices in a neonatal intensive care unit: a multimodal intervention and impact on nosocomial infection. *Pediatrics* 2004;114(5):e565–71.
342. Linam WM, Margolis PA, Atherton H, Connelly BL. Quality-improvement initiative sustains improvement in pediatric health care worker hand hygiene. *Pediatrics* 2011;128(3):e689–698.
343. White CM, Statile AM, Conway PH, et al. Utilizing improvement science methods to improve physician compliance with proper hand hygiene. *Pediatrics* 2012;129(4):e1042–50.
344. Le Thi Anh Thu M, Dibley MJ, Vo Van Nho M, Archibald L, Jarvis WR, Sohn AH. Reduction in surgical site infections in neurosurgical patients associated with a bedside hand hygiene program in Vietnam. *Inf Contr Hosp Epidemiol* 2007;28(5):583–8.
345. Ling ML, How KB. Impact of a hospital-wide hand hygiene promotion strategy on healthcare-associated infections. *Antimicrob Resist Inf Contr* 2012;1(1):1–5.
346. Allegranzi B, Gayet-Ageron A, Damani N, et al. Global implementation of WHO's multimodal strategy for improvement of hand hygiene: a quasi-experimental study. *Lancet Inf Dis* 2013;13(10):843–51.
347. Derde LP, Cooper BS, Goossens H, et al. Interventions to reduce colonisation and transmission of antimicrobial-resistant bacteria in intensive care units: an interrupted time series study and cluster randomised trial. *Lancet Inf Dis* 2014; 14(1): 31–9.
348. Raskind CH, Worley S, Vinski J, Goldfarb J. Hand hygiene compliance rates after an educational intervention in a neonatal intensive care unit. *Inf Contr Hosp Epidemiol* 2007;28(9):1096–8.
349. Behnke M, Gastmeier P, Geffers C, Mönch N, Reichardt C. Establishment of a national surveillance system for alcohol-based hand rub consumption and change in consumption over 4 years: *Inf Contr Hosp Epidemiol* 2012;33(6):618–20.
350. Pittet D. Improving compliance with hand hygiene in hospitals. *Inf Contr Hosp Epidemiol* 2000;21:381–6.
351. Pittet D. Compliance with hand disinfection and its impact on hospital-acquired infections. *J Hosp Infect*. 2001; 48 (Suppl A): S40–6.
352. Pittet D. Hand hygiene: improved standards and practice for hospital care. *Curr Opin Infect Dis* 2003; 16(4): 327–35.
353. Harbarth S, Pittet D, Grady L, Zawacki A, Potter-Bynoe G, Samore MH, Goldmann DA. Interventional study to evaluate the impact of an alcohol-based hand gel in improving hand hygiene compliance. *Pediatr Infect Dis J* 2002;21(6):489–95.
354. Pessoa-Silva CL, Hugonnet S, Pfister R, Touvenau S, Dharan S, Posfay-Barbe K, Pittet D. Reduction of health care associated infection risk in neonates by successful hand hygiene promotion. *Pediatrics* 2007;120(2):e382–90.
355. Sax H, Uckay I, Richey H, Allegranzi B, Pittet D. Determinants of good adherence to hand hygiene among healthcare workers who have extensive exposure to hand hygiene campaigns. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2007;28(11):1267–74.
356. Test- und Lernprogramm „klinische Händehygiene“. [www.dgkh.de](http://www.dgkh.de).
357. WHO. WHO Guidelines on Hand Hygiene in Health Care. Appendix Hand and skin self-assessment tool. Geneva, 2009:246.
358. Grosse-Schütte K, Assadian O, Hübner NO, Löffler H, Kramer A. Practices of skin care among nurses in medical and surgical intensive care units: results of a self-administered questionnaire. *GMS Krankenhaushyg interdiscipl* 2011;6(1):Doc08.
359. Harnoss JC, Brune L, Ansorg J, Heidecke CD, Assadian O, Kramer A. Practice of skin protection and skin care among German surgeons and influence on the efficacy of surgical hand disinfection and surgical glove perforation. *BMC Inf Dis* 2014; 14(1):315.
360. Löffler H, Dickel H, Bruckner T, Effendy I, Happle R. Skin changes in geriatric nurses prior to training heralding a particular risk of hand dermatitis. *Europ J Dermatol* 2002;12(5):452–4.
361. 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):33–8.
362. Kütting B, Drexler H. Der dreistufige Hautschutzplan. *Dtsch Med Wschr* 2008;133(5):201–5.
363. Schneider A, Bierling G. Hygiene und Recht. Entscheidungssammlung – Richtlinien. Wiesbaden: mhp; 2007.
364. Kralj N, Beie M, Hofmann F. Surgical gloves – how well do they protect against infections? *Gesundheitswes* 1999;61:398–403.