

Walter Popp

unter Mitarbeit von Andreas Bremshey, Sabine Meyer, Nina Parohl und Stefanie Werner

Kurz-Lehrbuch der Krankenhaushygiene



2025

Zur Titel- und rückwärtigen Seite:

Auf der **Titelseite** ist in diesem Jahr der Hygieia-Brunnen im Innenhof des Hamburger Rathauses abgebildet. Er wurde 1896 erbaut. Eigentlich sollte der Brunnen auf den Seehandel der Hafenstadt Hamburg verweisen und zentrale Figur sollte der Handelsgott Merkur sein. 1892 suchte jedoch eine Cholera-Epidemie Hamburg heim, an der über 8.000 Hamburger verstarben. Angesichts dessen hat man sich umentschieden und die griechische Göttin der Gesundheit ins Zentrum gestellt. Zu ihren Füßen ist ein Drache zu sehen, der die besiegte Cholera darstellen soll. Im Fuße des Brunnens sind mit Ziergittern versehene bogenförmige Öffnungen zu sehen. Durch diese wird die Luft für die Innenräume des Rathauses angesaugt, die damit sehr sauber und gut angefeuchtet ist.

Auf der **Rückseite** findet sich ein Foto des Sitzungssaales der Emschergenossenschaft in Essen: Rechts an der Wand ein Relief der Hygieia.

Mitte des 19. Jahrhunderts wanderte der Steinkohlebergbau von der Ruhr in nördliche Richtung bis zur Emscher. Infolge des Steinkohlebergbaus sanken Flächen oberirdisch ab und Bergsenkungen bildeten sich. Das Abwasser von Bergbau, Hüttenwerken und Siedlungen sammelte sich dort, faulte und es entstanden Versumpfungen. Typische Krankheiten, die dadurch die Bevölkerung heimsuchten, waren beispielsweise Ruhr, Typhus und Malaria. Die Emscher galt Mitte des 20ten Jahrhunderts als der schmutzigste Fluß Deutschland und die „Kloake des Ruhrgebietes“, der Spitzname war „Köttelbecke“.

Da diese Situation zunehmend als untragbar angesehen wurde, wurde im Dezember 1899 die Emschergenossenschaft gegründet. Sie stand unter Selbstverwaltung, Kosten wurden auf die Verursacher verteilt, also Bergbau, Gewerbe, Industrie, Städte und Gemeinden. Ihre Aufgabe war die Sanierung der katastrophalen Verhältnisse, was über Jahrzehnte hin gelang.

(Bildnachweis: Emschergenossenschaft, Klaus Baumers)

8., aktualisierte, Auflage, Dortmund, Januar 2025
ISBN 978-3-00-081016-9

Dieses Buch kann kostenfrei von der Website www.hykomed.de geladen und beliebig verteilt werden.

Jährlich erscheint eine aktualisierte Auflage.

Bitte Kritik, Anmerkungen, Vorschläge an obige email senden. Danke!

Inhaltsverzeichnis

Kapitel	Seite
Vorwort	4
Werben und Gutes tun	5
Abkürzungen	6
Gesetzliche Grundlagen	8
Struktur und Philosophie der Krankenhaushygiene	18
Nosokomiale Infektionen und ihre Erreger	27
Multiresistente Erreger und Ausbrüche/Häufungen	33
Reinigung, Desinfektion, Sterilisation	37
Händehygiene	61
Basishygiene	65
Arbeitsschutz und Hygiene	77
Aufbereitung von Medizinprodukten	89
Umgebungsuntersuchungen und Surveillance	98
Einige Begriffe der Infektionsepidemiologie	101
Wasserhygiene	106
Lufthygiene	123
Lebensmittelhygiene	135
Bauhygiene	141
Antibiotic Stewardship - ABS	149
Ethik und Hygiene	175
Geschichte der Krankenhaushygiene	178
Autoren	190

Auf ein Schlagwortverzeichnis wird verzichtet, da in der PDF-Datei die Suchfunktion genutzt werden kann.

Grundsätzlich sind in diesem Dokument bei allen Berufs- bzw. Gruppenbezeichnungen alle Geschlechter gemeint.

Vorwort

In achter aktualisierter Auflage erscheint nunmehr das Kurzlehrbuch der Krankenhaushygiene.

Ich danke Dr. Sabine Meyer und Stefanie Werner für die Überarbeitung des ABS-Kapitels und Dr. Nina Parohl und Andreas Bremshey für die Überarbeitung des Wasser-Kapitels.

Neu eingefügt wurde ein kurzes Kapitel zu Ethik und Hygiene.

Weiterhin wird das Buch kostenfrei auf unserer Webseite zur Verfügung gestellt und kann beliebig heruntergeladen, kopiert, ausgedruckt, verteilt und benutzt werden. Das Buch wird jährlich überarbeitet und aktualisiert aufgelegt. Für Hinweise auf Fehler oder Auslassungen bin ich dankbar.

Ich wünsche Spaß beim Lesen und viel Erfolg bei eventuell anstehenden Prüfungen.

Walter Popp

Folgenden Kolleginnen und Kollegen danke ich herzlich für Mitarbeit und kritische Anmerkungen:

Dana Dopadlik, Essen
Dr. Claudia Eberhard, Dortmund
Dr. Jürgen Gebel, Bonn
Ariane Herzog, Bad Aibling
Jennifer Hess, Herne
Prof. Dr. Lutz Jatzwauk, Dresden
Natalie Jürgens, Osnabrück
Heike Kamphusmann, Herne
Marina Lorsch, Essen
Nicole Lurz, Herne
Nouzha Maazouz, Essen
Prof. Dr. Heike Martiny, Berlin
Dr. Josef Pohlplatz, Ascheberg
Oliver Popp, Berlin
Monika Raffenberg, Dortmund
Dr. Ute Rohr, Dortmund
PD Dr. Birgit Ross, Essen
Michael Roßburg, Dortmund
Dr. Uwe Schlotthauer, Homburg
Andrea Werner, Hamm
Klaus Wiese, Dortmund

Werben und Gutes tun

Diese Buch enthält Anzeigen. Warum?

Die Anzeigen in diesem Buch finanzieren ausschließlich ein Graswurzelprojekt in der Mongolei: das Mongolian Emergency Service Hospital Hygiene Project – MeshHp.

www.meshhp.mn - www.meshhp.de

Das Projekt existiert seit Juni 2010 und wurde anfangs vom Bundesministerium für Gesundheit (BMG) für 3 Jahre mit jährlich 30.000 € gefördert. Von Ende 2018 bis Ende 2020 erfolgte wieder eine Förderung durch das BMG. Seitdem sind wir auf Sponsoren angewiesen. Das Projekt ist im Prinzip ein Graswurzelprojekt und unsere Grundphilosophie war und ist, dass wir langfristig arbeiten müssen und dass Mongolen möglichst zu uns kommen sollten, um zu sehen, wie bei uns das Gesundheitswesen funktioniert, wie wir Hygiene machen, und dass sie davon ausgehend Pläne entwickeln können, um in der Mongolei die Situation zu verbessern. Dementsprechend waren inzwischen über 20 mongolische Gruppen in Deutschland mit weit mehr als 100 verschiedenen Teilnehmern.

Das gesundheitliche Hauptproblem in der Mongolei ist die hohe Durchseuchung mit Hepatitis B und C: 15 bis 20 % der Mongolen sind Virusträger und haben somit eine chronische Hepatitis B/C und dementsprechend ein hohes Risiko für eine Leberzirrhose und einen primären Leberkrebs. Daneben gibt es natürlich noch andere Erkrankungen: Die Tuberkulose ist extrem häufig und auch die sexuell übertragbaren Erkrankungen nehmen zu.

Dem steht ein öffentliches Gesundheitswesen gegenüber, in dem die Krankenhäuser bisher nur über sehr geringe Budgets verfügten. Wissen und Ausbildung sind schlecht.

Über 14 Jahre Erfahrung haben uns gelehrt, dass Projekte langfristig arbeiten müssen, um Erfolge zu zeitigen. Dabei hat sich einiges getan:

- Mehr und mehr findet man an den Waschbecken nun Spender mit Händedesinfektionsmittel, mit Flüssigseife, sowie auch Papierhandtuchspender.
- Auch die Aufbereitung von OP-Instrumentarien hat sich gebessert. Es werden neben Reinigungsmitteln zunehmend auch Desinfektionsmittel eingesetzt und es sind auch vermehrt moderne Sterilisatoren und RDGs vorhanden.
- Ein wesentliches Manko ist weiterhin die Aufbereitung der flexiblen Endoskope, die sehr zu wünschen übrig lässt und die wahrscheinlich eine der Hauptgründe für die hohe Hepatitis-Durchseuchung ist.
- Die Kenntnisse zumindest des Hygienepersonals haben im Laufe der letzten 14 Jahre, sicher auch durch unsere Schulungen, zugenommen. Auch dieses Kurzlehrbuch wurde ins mongolische übersetzt.
- Nachdem 2010 gerade einmal 10 % der Mitarbeiter im Gesundheitswesen gegen Hepatitis B geimpft waren, ist inzwischen eine generelle Impfung eingeführt und neuerdings wird der Impferfolg über Antikörperbestimmung kontrolliert.
- Offen ist bisher der Umgang mit Hepatitis-Trägern bei den Mitarbeitern im Gesundheitswesen, die natürlich ein Risiko für Patienten darstellen können. Hier wird von uns eine Lösung wie in Deutschland empfohlen, dass anhand der Virus-Konzentration in einer Kommission über den Einsatz individuell entschieden wird.
- Im September 2022 haben wir erstmals einen vier-tägigen Hygienebeauftragten-Kurs zusammen mit der Mongolian Nurses Association (MNA) durchgeführt, der seitdem jährlich wiederholt wird.

Da das MeshHp-Projekt auf jeden Fall weitergeführt wird, werden auch künftig finanzielle Mittel benötigt.

Wir danken den Firmen i3 Membrane GmbH (S. 17), Ecolab Deutschland GmbH (S. 26) und Dr. Weigert GmbH & Co. KG (S. 32) für die Unterstützung unseres Mongolei-Projektes.

Walter Popp

Abkürzungen

- ABS – Antibiotic Stewardship
- AEMP – Aufbereitungseinheit für Medizinprodukte (ersetzt heute den alten Begriff ZSVA, s.u.)
- ArbMedVV - Arbeitsmedizinische Vorsorge-Verordnung
- ART - Kommission Antiinfektiva, Resistenz und Therapie am RKI
- AWMF – Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften
- BAuA – Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
- BfArM – Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte
- BfR – Bundesinstitut für Risikobewertung
- BGH – Bundesgerichtshof
- BGW – Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege
- BioStoff-VO – BioStoff-Verordnung
- BK - Berufskrankheit
- BMG – Bundesministerium für Gesundheit
- CAP – Ambulant erworbene Pneumonie (community aquired pneumonia)
- CDI – Clostridioides difficile Infektion
- CDC – Centers for Disease Control and Prevention (das amerikanische RKI)
- CLABSI – Central line associated bloodstream infection
- CRBSI – Catheter related bloodstream infection
- DALYs – Disability-adjusted life years
- DIN – Deutsches Institut für Normung
- DGHM – Deutsche Gesellschaft für Hygiene und Mikrobiologie
- DGUV – Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung
- DGKH - Deutsche Gesellschaft für Krankenhaushygiene
- DGSV - Deutsche Gesellschaft für Sterilgutversorgung
- DKG – Deutsche Krankenhausgesellschaft
- DVG - Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft
- DVGW – Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches
- ECDC – European Centre for Disease Prevention and Control
- EHEC - Enterohämorrhagische Escherichia coli
- ESBL - Extended-Spectrum-Betalaktamasen
- ETEC – Enterotoxische Escherichia coli
- FFP – Filtering Face Piece (Partikel-filtrierende Maske)
- G-BA – Gemeinsamer Bundesausschuss
- HAP – Nosokomial erworbene Pneumonie (healthcare associated pneumonia)
- HFK – Hygienefachkraft
- HWI - Harnwegsinfekt
- HygMedVO – Verordnung über die Hygiene und Infektionsprävention in medizinischen Einrichtungen
- IfSG – Infektionsschutzgesetz
- KbE – Kolonie-bildende Einheiten
- KHH - Krankenhaushygieniker
- KHK – Koronare Herzkrankheit
- KISS – Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System
- KRINKO - Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention am RKI, neuerdings Kommission für Infektionsprävention in medizinischen Einrichtungen und in Einrichtungen und Unternehmen der Pflege und Eingliederungshilfe

- LAF – Laminar Air Flow
- MdE – Minderung der Erwerbsfähigkeit
- MDG – Medizinprodukte-Durchführungsgesetz
- MDR – EU-Verordnung für Medizinprodukte (E.U. MDR 2017/745)
- MHK – Minimale Hemmkonzentration
- MP – Medizinprodukt
- MPBeTreibV – Medizinprodukte-Betreiber-Verordnung
- MNS – Mund-Nasen-Schutz
- MRGN – Multi-resistente Gram-negative Erreger
- MRSA – Methicillin-resistenter Staphylococcus aureus
- NAT – Nukleinsäureamplifikationstest
- NIDEP – Nosokomiale Infektionen in Deutschland – Erfassung und Prävention (NIDEP-Studie)
- NRZ – Nationales Referenzzentrum für Surveillance von nosokomialen Infektionen
- NSV – Nadelstichverletzung
- PAP – Perioperative Antibiotikaprophylaxe
- PSA – Persönliche Schutzausrüstung
- QS - Qualitätssicherung
- RDG – Reinigungs-Desinfektionsgerät
- RDG-E – Reinigungs-Desinfektionsgerät für flexible Endoskope
- RKI - Robert-Koch-Institut
- RLT-Anlage – Raumluf-Technische Anlage
- SAB – Staph. aureus-Bakteriämie
- STIKO - Ständige Impfkommission beim Robert Koch Institut
- TAV – Turbulenz-arme Verdrängungsströmung
- TEE – Transösophageale Echokardiographie (transesophageal echocardiography)
- TEP – Total-Endoprothese
- TRBA 250 – TRBA 250: Biologische Arbeitsstoffe im Gesundheitswesen und in der Wohlfahrtspflege. Technische Regel für Biologische Arbeitsstoffe, 2014
- TrinkwV - Trinkwasserverordnung
- UBA- Umweltbundesamt
- UK – United Kingdom
- VAH – Verbund für Angewandte Hygiene
- VDI – Verein Deutscher Ingenieure
- VRE – Vancomycin-resistente Enterokokken
- ZSVA – Zentrale Sterilgut-Versorgungs-Abteilung (heute durch den Begriff AEMP ersetzt, s.o.)
- ZVK – Zentraler Venenkatheter

Gesetzliche Grundlagen und sonstige Anforderungen

Die Krankenhaushygiene ist in erheblichem Umfang über **Gesetze** reguliert:

- Bundesgesetze:
 - Infektionsschutzgesetz (IfSG)
 - Medizinprodukte-Durchführungsgesetz
 - Medizinproduktebetreiber-Verordnung
 - Arbeitsschutzgesetze
 - Biostoff-Verordnung
 - TRBA 250
 - Arbeitsmedizinische Vorsorge-Verordnung
 - Sozialgesetzbuch V (SGB V)
- Landesgesetze:
 - z.B. Krankenhausgestaltungsgesetz NRW
 - z.B. HygMedVO NW

Die größte Bedeutung hat das **Infektionsschutzgesetz (IfSG)**, das 2001 das Bundesseuchengesetz abgelöst hat.

In § 6 finden sich die **meldepflichtigen Erkrankungen**, die vom Arzt gemeldet werden müssen:

(1) Namentlich ist zu melden:

1. der Verdacht einer Erkrankung, die Erkrankung sowie der Tod in Bezug auf die folgenden Krankheiten:

- a) Botulismus,
- b) Cholera,
- c) Diphtherie,
- d) humane spongiforme Enzephalopathie, außer familiär-hereditärer Formen,
- e) akute Virushepatitis,
- f) enteropathisches hämolytisch-urämisches Syndrom (HUS),
- g) virusbedingtes hämorrhagisches Fieber,
- h) Keuchhusten,
- i) Masern,
- j) Meningokokken-Meningitis oder -Sepsis,
- k) Milzbrand,
- l) Mumps,
- m) Pest,
- n) Poliomyelitis,
- o) Röteln einschließlich Rötelnembryopathie,
- p) Tollwut,
- q) Typhus abdominalis oder Paratyphus,
- r) Windpocken,
- s) zoonotische Influenza,
- t) Coronavirus-Krankheit (COVID-19),
- u) durch Orthopockenviren verursachte Krankheiten.

1a. die Erkrankung und der Tod in Bezug auf folgende Krankheiten:

- a) behandlungsbedürftige Tuberkulose, auch wenn ein bakteriologischer Nachweis nicht vorliegt,
- b) Clostridioides-difficile-Infektion mit klinisch schwerem Verlauf; ein klinisch schwerer Verlauf liegt vor, wenn
 - aa) der Erkrankte zur Behandlung einer ambulant erworbenen Clostridioides-difficile-Infektion in eine medizinische Einrichtung aufgenommen wird,
 - bb) der Erkrankte zur Behandlung der Clostridioides-difficile-Infektion oder ihrer Komplikationen auf eine Intensivstation verlegt wird,
 - cc) ein chirurgischer Eingriff, zum Beispiel Kolektomie, auf Grund eines Megakolons, einer Perforation oder einer refraktären Kolitis erfolgt oder

dd) der Erkrankte innerhalb von 30 Tagen nach der Feststellung der Clostridioides-difficile-Infektion verstirbt und die Infektion als direkte Todesursache oder als zum Tode beitragende Erkrankung gewertet wurde,

2. der Verdacht auf und die Erkrankung an einer mikrobiell bedingten Lebensmittelvergiftung oder an einer akuten infektiösen Gastroenteritis, wenn

a) eine Person betroffen ist, die eine Tätigkeit im Sinne des § 42 Abs. 1 ausübt,

b) zwei oder mehr gleichartige Erkrankungen auftreten, bei denen ein epidemischer Zusammenhang wahrscheinlich ist oder vermutet wird,

3. der Verdacht einer über das übliche Ausmaß einer Impfreaktion hinausgehenden gesundheitlichen Schädigung,

4. die Verletzung eines Menschen durch ein tollwutkrankes, -verdächtiges oder -ansteckungsverdächtiges Tier sowie die Berührung eines solchen Tieres oder Tierkörpers,

5. der Verdacht einer Erkrankung, die Erkrankung sowie der Tod, in Bezug auf eine bedrohliche übertragbare Krankheit, die nicht bereits nach den Nummern 1 bis 4 meldepflichtig ist.

Die Meldung nach Satz 1 hat gemäß § 8 Absatz 1 Nummer 1, 3 bis 8, § 9 Absatz 1, 2, 3 Satz 1 oder 3 zu erfolgen.

(2) Dem Gesundheitsamt ist über die Meldung nach Absatz 1 Satz 1 Nummer 1 Buchstabe i hinaus zu melden, wenn Personen an einer subakuten sklerosierenden Panenzephalitis infolge einer Maserninfektion erkranken oder versterben. Dem Gesundheitsamt ist über die Meldung nach Absatz 1 Satz 1 Nummer 1a Buchstabe a hinaus zu melden, wenn Personen, die an einer behandlungsbedürftigen Lungentuberkulose erkrankt sind, eine Behandlung verweigern oder abbrechen. Die Meldung nach den Sätzen 1 und 2 hat gemäß § 8 Absatz 1 Nummer 1, § 9 Absatz 1 und 3 Satz 1 oder 3 zu erfolgen.

(3) Nichtnamentlich ist das Auftreten von zwei oder mehr nosokomialen Infektionen zu melden, bei denen ein epidemischer Zusammenhang wahrscheinlich ist oder vermutet wird. Die Meldung nach Satz 1 hat gemäß § 8 Absatz 1 Nummer 1, 3 oder 5, § 10 Absatz 1 zu erfolgen.

(Diese Definition ist mit den früheren Begriffen Häufung bzw. Ausbruch identisch)

In § 7 finden sich die meldepflichtigen Nachweise von Krankheitserregern, die vom Labor gemeldet werden müssen. Diese Liste umfasst mehr als 50 Erreger, u.a.

- Legionellen,
- Salmonellen,
- Zika-Virus,
- MRSA in Blut und Liquor,
- Enterobacteriales und Acinetobacter bei Nachweis einer Carbapenemase-Determinante oder mit verminderter Empfindlichkeit gegenüber Carbapenemen.
- Candida auris,
- RSV.

Weitere Meldepflichten für diverse Erkrankungen gibt es nach §§ 33 und 34 für Gemeinschaftseinrichtungen wie Schulen, Kinderhorte oder Heime. Ebenso ist dort Skabies meldepflichtig, im übrigen auch bei Auftreten in Pflegeeinrichtungen, Obdachlosenunterkünften, Massenunterkünften und ähnlichem.

§ 20 enthält Regelungen zum **Impfen**:

Danach wird beim RKI die Ständige Impfkommission (STIKO) eingerichtet, die Empfehlungen zu Schutzimpfungen und zu anderen Maßnahmen der spezifischen Prophylaxe geben soll. Auf Basis der STIKO-Empfehlungen sollen die Landesgesundheitsbehörden öffentliche Impfeempfehlungen aussprechen.

Das BMG kann eine Impfpflicht einführen, wenn eine übertragbare Krankheit einen klinisch schweren Verlauf und eine epidemische Verbreitung zeigt. Alternativ sind hierzu auch die Länder ermächtigt.

Ferner ist die Masernimpfpflicht (für ab 1970 Geborene) in § 20 geregelt für Mitarbeiter in Gemeinschaftseinrichtungen und im Gesundheitswesen.

§ 23 IfSG enthält wichtige Regelungen zu **nosokomialen Infektionen**:

- Beim Robert-Koch-Institut (RKI) wird eine Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) angesiedelt, die Vorgaben zur Prävention von nosokomialen Infektionen machen soll. Diese Kommission gibt es seit 1976 und ihre Empfehlungen können von der Website des RKI heruntergeladen werden: Die Empfehlungen der KRINKO sind seit 2011 nach Infektionsschutzgesetz umzusetzen. Dies bestätigt beispielsweise auch Erdle in seinem Kommentar zum Infektionsschutzgesetz (Ecomed Verlag, 2021): „Über die Regelungen des § 23 Abs. 3 Satz 2 werden diese Empfehlungen (Richtlinien) rechtlich verbindlich.“ Unter Minister Lauterbach wurde die Kommission umbenannt in „Kommission für Infektionsprävention in medizinischen Einrichtungen und in Einrichtungen und Unternehmen der Pflege und Eingliederungshilfe“.
- In ähnlicher Weise wurde eine Kommission Antiinfektiva, Resistenz und Therapie (ART) geschaffen, die entsprechende Aufgaben für die Antibiotika-Politik hat.
- Die Verantwortung für eine korrekte Hygiene in Einrichtungen des Gesundheitswesens tragen die Leiter, also die Geschäftsführungen.
- Nosokomiale Infektionen sind fortlaufend aufzuzeichnen und zu bewerten. Gegebenenfalls sind Schlussfolgerungen zu ziehen und das Personal muss regelmässig geschult werden. Gleiches gilt für den Antibiotika-Verbrauch.
 - Dabei sind mindestens folgende Infektionen zu erfassen:
 - Postoperative Wundinfektionen (anhand geeigneter Indikatoroperationen).
 - Auf der Intensivstation:
 - Katheter-assoziierte Septikämien,
 - Beatmungs-assoziierte Pneumonien,
 - Katheter-assoziierte Harnwegsinfektionen.
 - Nosokomiale Diarrhöen durch *C. diff.* (CDAD) im gesamten Krankenhaus.
- In Hygieneplänen sind innerbetriebliche Verfahrensanweisungen zur Infektionshygiene niederzuschreiben und den Mitarbeitern bekannt zu machen. 2012 wurde in Landes-Hygiene-Verordnungen die Umsetzung dieser Anforderungen konkretisiert und geregelt. Durch die große Bedeutung des Föderalismus in Deutschland, auch im Gesundheitswesen, können sich einzelne Regelungen von Bundesland zu Bundesland unterscheiden.

Ähnliche Vorgaben werden inzwischen nach §§ 33-36 IfSG auch gemacht für

- Alten- und Pflegeheime,
- teilstationäre Einrichtungen,
- ambulante Pflegedienste (einschl. ambulante Intensivpflege),
- Kindertageseinrichtungen und Kinderhorte, Schulen, Heime und Ferienlager,
- Obdachlosenunterkünfte, Asylbewerberheime, sonstige Massenunterkünfte und Justizvollzugsanstalten.

Als Minimum werden Hygienepläne gefordert.

Die entsprechenden Hygiene-Verordnungen scheinen in den meisten Bundesländern aber noch nicht vorzuliegen.

Bezüglich § 23a (Personenbezogene Daten über den Impf- und Serostatus von Beschäftigten) siehe Kapitel „Arbeitsschutz und Hygiene“.

§ 42 IfSG regelt ein Tätigkeitsverbot im **Lebensmittelbereich** für Ausscheider von Shigellen, Salmonellen, enterohämorrhagischen Escherichia coli und Choleravibrionen. § 43 IfSG schreibt eine zweijährige regelmässige Belehrung von Mitarbeitern im Lebensmittelbereich vor (siehe auch Kapitel Lebensmittelhygiene).

Im Rahmen der **Corona-Pandemie wurde das Infektionsschutzgesetz mehrfach massiv verändert** und erweitert.

Regelungen (Stand November 2024) zu Covid-19 betreffen die folgenden Paragraphen:

§ 5 (Epidemische Lage von nationaler Tragweite mit weitgehenden Ausnahmerechten für die Regierung),

§ 5a (Ausübung heilkundlicher Tätigkeiten in der epidemischen Lage durch Pflegeberufe und weitere nichtärztliche Berufe),

§ 5b (Nationale Reserve Gesundheitsschutz),

§ 5c (Nicht ausreichend vorhandene Intensivkapazitäten – Triage),

§§ 6 und 7 (Meldepflichten),

§ 9 (Inhalte der Meldung, z.B. Behandlungsergebnis),

§ 11 (Übermittlung an die Landesbehörde, z.B. Behandlungsergebnis, Anzahl der Kontaktpersonen, Beginn und Ende der Absonderung),

§ 13 (Formen der epidemiologischen Überwachung),

§ 14 (Elektronisches Meldesystem),

§ 15 (Anpassung an die epidemiologische Lage),

§ 15a (Infektionshygienische Überwachung),

§ 20 (Schutzimpfungen, z.B. Ziele der Impfungen gegen Covid-19; Masernimpflicht im Gesundheitswesen),

§ 22 (Impfdokumentation),

§ 22a (Nachweise für Covid-19-Impfung, Genesenenstatus und Testnachweis),

§ 24 (Covid-19-Testung ohne berufliche Qualifikation),

§ 28a (Aufzählung möglicher Schutzmaßnahmen, z.B. Maskenpflicht, Vorlage Impfausweis, Abstandsgebot, Untersagung von Veranstaltungen, Schließung von Betrieben, Untersagung von Versammlungen, Ausgangsbeschränkungen, Untersagung des Betretens von Alten- und Pflegeheimen; Kriterien wie Krankenhausaufnahmen und Neuinfektionen; Kontaktdatenerhebung),

§ 28b (Besondere Schutzmaßnahmen unabhängig von epidemischer Lage, z.B. FFP2-Maskenpflicht in Fernzügen, Krankenhäusern, Alten- und Pflegeheimen, Arztpraxen; Möglichkeit zur Ausdehnung der Maskenpflicht und zur Anordnung von Testungen auf Covid-19),

§ 28c (Mögliche Erleichterungen und Ausnahmen für Covid-19-Immune),

§ 35 (Infektionsschutz in Einrichtungen der Pflege und Eingliederungshilfe – Empfehlungen hierzu werden seit 2022 der KRINKO zugewiesen),

§ 36 (Besondere Regelungen, z.B. für die Einreise),

§ 56 (Entschädigung),

§ 60 (Impfschäden),

§ 74 (Strafvorschriften).

Letztlich wurde das grundsätzlich gute IfSG durch die vielen Corona-spezifischen Änderungen und Einfügungen verändert zu einem Gesetz der Verbote und Grundrechtseinschränkungen. Die meisten Regelungen sind auf andere Pandemien (z.B. Grippe) nicht anwendbar.

Wesentlich sinnvoller wäre es gewesen, ein eigenes Covid-19-Gesetz aufzulegen, dass ggfs. nach der Pandemie wieder außer Kraft gesetzt werden könnte.

Das **Medizinprodukte-Durchführungsgesetz (MDG)** und vor allem die **Medizinproduktebetreiber-Verordnung** regeln grundsätzlich die Aufbereitung von Medizinprodukten, also z.B. Reinigung, Desinfektion und Sterilisation von OP-Instrumenten (siehe Kapitel Aufbereitung von Medizinprodukten).

Die Biostoff-Verordnung und vor allem die **TRBA 250** regeln den Arbeitsschutz im Gesundheitswesen, insbesondere bezüglich Prävention von Infektionskrankheiten durch die berufliche Tätigkeit – z.B. Hepatitis durch Nadelstiche (siehe Kapitel Arbeitsschutz und Hygiene).

Über das **Sozialgesetzbuch V (SGB V)**, das die Arbeit der Krankenversicherungen regelt, ist der Gemeinsame Bundesausschuss (G-BA) aufgefordert zu Qualitätsvorgaben. Auf dieser Basis macht der G-BA in den letzten Jahren zunehmend Vorgaben auch für die Krankenhaushygiene.

Der **Gemeinsame Bundesausschuss (G-BA)** ist seit 2004 das höchste Beschlussgremium der gemeinsamen Selbstverwaltung im deutschen Gesundheitswesen. Er bestimmt in Form von Richtlinien, welche medizinischen Leistungen die ca. 75 Millionen Versicherten beanspruchen können. Darüber hinaus beschließt der G-BA Maßnahmen der Qualitätssicherung für Praxen und Krankenhäuser.

Der G-BA wird von den vier großen Selbstverwaltungsorganisationen im Gesundheitssystem gebildet:

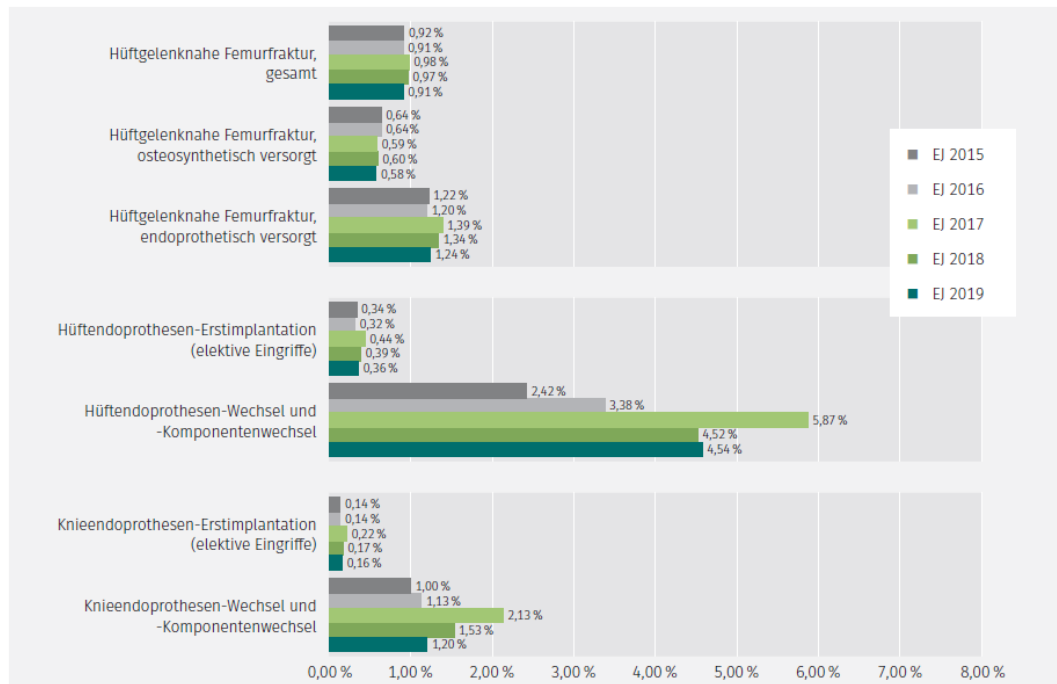
- Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV),
- Kassenzahnärztliche Bundesvereinigung (KZBV),
- Deutsche Krankenhausgesellschaft (DKG) und
- Spitzenverband Bund der Krankenkassen (GKV-Spitzenverband).

Weitere Organisationen, die auf Bundesebene maßgeblich die Interessen von Patientinnen und Patienten und der Selbsthilfe chronisch kranker und behinderter Menschen vertreten, besitzen im G-BA Mitberatungs- und Antragsrechte, jedoch kein Stimmrecht.

Das **IQTIG (Institut für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen)** ist das zentrale Institut für die gesetzlich verankerte Qualitätssicherung im Gesundheitswesen in Deutschland. Im Auftrag des G-BA entwickelt das Institut Qualitätssicherungsverfahren und beteiligt sich an deren Durchführung.

Beispielsweise müssen die Krankenhäuser zu bestimmten Operationen umfassende Daten liefern, teilweise einschließlich auftretender Infektionen, die zentral ausgewertet und dem Krankenhaus rückgekoppelt werden, die sogenannte Externe Qualitätssicherung.

Abbildung 3: Rate nosokomialer postoperativer Wundinfektionen im Versorgungsbereich Orthopädie und Unfallchirurgie (EJ 2015–2019)



Auszug aus dem (aktuellsten) Qualitätsreport 2020 des G-BA

Für einzelne Maßnahmen gibt es auf der Webseite des IQTIG auch QS-Auswertungen (ebenfalls nur bis 2020), z.B. gynäkologische Operationen, Herzschrittmacherversorgung, Dekubitusprophylaxe, Koronarchirurgie oder Perinatalmedizin.

Seit 2018 müssen die Krankenhäuser weitere Daten bekanntmachen, z.B. wieviele Händedesinfektionsmittel bei ihnen verbraucht wurden. Diese Zahlen findet man in den jährlichen Qualitätsberichten der Krankenhäuser.

Neben den Gesetzen, die umzusetzen sind, gibt es noch den sogenannten **Stand der Technik**. Dieser ist nicht verbindlich, allerdings wird er bei Streitigkeiten von den Gutachtern zugrunde gelegt. Wichtige Regelungen des Standes der Technik für das Krankenhaus:

- DIN-Normen, z.B. zu Wasserleitungen, Klima-Anlagen, Sterilisation.
- VDI-Vorschriften, z.B. zu Klima-Anlagen und Wasserversorgung.
- DVGW-Arbeitsblätter, z.B. zur Verhütung von Legionellen in Wassersystemen.

Schließlich gibt es noch **Leitlinien, Richtlinien und Empfehlungen**. Deren Anwendung ist nicht verbindlich, bietet sich aber an, weil ebenfalls in Streitigkeiten häufig darauf rekurriert wird.

Eine Ausnahme sind die KRINKO-Empfehlungen, die nach §23 IfSG umzusetzen sind. Eine weitere Ausnahme sind die Richtlinien des Gemeinsamen Bundesausschusses (siehe oben), die nach § 92 SGB V grundsätzlich verbindlich sind.

Weitere Empfehlungen liegen z.B. vor von

- DGKH (Deutsche Gesellschaft für Allgemeine und Krankenhaus-Hygiene),
- DGSV (Deutsche Gesellschaft für Sterilgutversorgung).

Der frühere Arbeitskreis „Krankenhaus- und Praxishygiene“ der AWMF ist inzwischen eine Sektion der DGKH geworden.

Die **KRINKO** klassifiziert in ihren **Empfehlungen** entsprechend der Güte der Absicherung:

Kategorie IA	Diese Empfehlung basiert auf gut konzipierten systematischen Reviews oder einzelnen hochwertigen randomisierten kontrollierten Studien.
Kategorie IB	Diese Empfehlung basiert auf klinischen oder hochwertigen epidemiologischen Studien und strengen, plausiblen und nachvollziehbaren theoretischen Ableitungen.
Kategorie II	Diese Empfehlung basiert auf hinweisenden Studien/Untersuchungen und strengen, plausiblen und nachvollziehbaren theoretischen Ableitungen
Kategorie III	Maßnahmen, über deren Wirksamkeit nur unzureichende oder widersprüchliche Hinweise vorliegen, deshalb ist eine Empfehlung nicht möglich.
Kategorie IV	Anforderungen, Maßnahmen und Verfahrensweisen, die durch allgemein geltende Rechtsvorschriften zu beachten sind.

Mindestens umzusetzen sind Empfehlungen der Kategorie IA, IB und IV.

2017 wurde zusätzlich eine „Expertenmeinung“ „bewährte klinische Praxis“ eingeführt.

Wichtige KRINKO-Empfehlungen der letzten Jahre gibt es zu folgenden Themen:

- 2005: Infektionsprävention in Heimen
- 2006: Infektionsprävention in der Zahnheilkunde
- 2009: Personelle und organisatorische Voraussetzungen
- 2011: Hygiene bei Punktionen und Injektionen
- 2012: Infektionen oder Besiedlung mit multiresistenten gramnegativen Stäbchen
- 2012: Aufbereitung von Medizinprodukten
- 2012: Hygienemaßnahmen bei MRGN
- 2013: Beatmungs-assoziierte Pneumonie
- 2014: MRSA
- 2015: Harnwegsinfektionen
- 2015: Basishygiene
- 2016: Händehygiene
- 2016: Kapazitätsberechnung Krankenhaushygieniker
- 2017: ZVK und periphere Venenverweilkanüle
- 2018: Prävention von postoperativen Wundinfektionen
- 2018: Prävention von VRE
- 2018: Gefäßkatheter-assoziierte Infektionen bei Früh- und Neugeborenen
- 2019: Hygienemaßnahmen bei Clostridioides difficile-Infektion (ehemals Clostridium difficile)
- 2020: Anforderungen an Abwasser-Systeme
- 2020: Surveillance von nosokomialen Infektionen
- 2021: Infektionsprävention bei immunsupprimierten Patienten
- 2021: Personal-Impfungen in Umsetzung von §23a IfSG
- 2022: Anforderungen an die Hygiene bei der Reinigung und Desinfektion von Flächen
- 2023: Personelle und organisatorische Voraussetzungen zur Prävention nosokomialer Infektionen

- 2023: Infektionsprävention im Rahmen der Pflege und Behandlung von Patienten mit übertragbaren Krankheiten (Aktualisierung der Basishygiene von 2015)
- 2024: Neuer Anhang 8 zur KRINKO/BfArM-Empfehlung von 2012 (flexible Endoskope)

Salmonellen in Aldi-Schokolade und der Sinn von Meldepflichten

Im Herbst 2001 fiel auf, dass in Deutschland ein seltener Salmonellen-Typ, Salmonella Oranienburg, gehäuft auftrat. Mitte Oktober 2001 waren mehr als 270 Infektionen an das RKI gemeldet worden, sonst waren es zu diesem Zeitpunkt nur um die 50 Fälle. Eine Fall-Kontroll-Studie des RKI zeigte, dass erkrankte Personen in der Woche vor der Infektion gehäuft bei Aldi eingekauft hatten und besonders die Schokoladenmarken Chateau Alpensahne, Chateau Rahm Mandel und Choceur Rahm-Mandel gewählt hatten. Untersuchungen dieser Sorten sowie bei Erkrankten noch vorhandener Schokoladen konnten Salmonella Oranienburg nachweisen. Auch molekularbiologisch konnte gezeigt werden, dass die Stämme in der Schokolade und bei Erkrankten übereinstimmen.

Seit den sechziger Jahren ist weltweit immer wieder von Salmonellenerkrankungen durch den Verzehr von Schokoladenprodukten berichtet worden, wobei sehr niedrige Keimzahlen für eine Erkrankung ausreichen. Man nimmt an, dass die Salmonellen in dem Fett der Schokolade gut gegen die sauren Verhältnisse im Magen des Menschen geschützt sind und zum großen Teil lebend in den Darm gelangen, wo sie eine Infektion auslösen können.

Salmonellen können in Schokolade mehrere Jahre überleben. Bedingt durch den niedrigen Wassergehalt der Schokolade und die schützende Wirkung des Fettes weisen sie eine sehr hohe Hitzeresistenz auf. Dies dürfte erklären, warum die Erreger den mit 130° C sehr heißen Produktionsgang der Schokolade überstehen können.

Da zur Herstellung von Schokolade keine Eier verwendet werden, die üblicherweise Ursache einer Salmonellen-Infektion sind, werden als Ursache der Kontamination in erster Linie die Kakaobohnen angesehen. Aber auch andere Zutaten, z.B. Kokosnüsse und Gewürze, kommen in Frage.

Der beschriebene Ausbruch im Jahr 2001 zeigt den Sinn einer bundesweiten Meldepflicht. Die lokalen Fallzahlen wären zu niedrig gewesen, um eine Häufung früh zu erkennen. Erst durch die bundesweite Zusammenführung der Meldezahlen fiel die Häufung auf und konnten weitere Ermittlungen durchgeführt werden.

0,1 %*



(Maßstab 1:1)

*Prozentualer Anteil der Filterkosten im Verhältnis zu den Kosten einer nosokomialen Infektion, verursacht durch gram-negative Bakterien.

www.i3membrane.de

Your Companion
Life Science Filtration

Struktur und Philosophie der Krankenhaushygiene

Nach Vorgaben des IfSG, der Landeshygiene-Verordnungen sowie der KRINKO gibt es in der Krankenhaushygiene folgendes **Personal**:

Krankenhaushygieniker	Facharzt für Hygiene bzw. Zusatzbezeichnung Krankenhaushygiene (zuvor curriculare Fortbildung Krankenhaushygiene). Hauptamtlich, ggfs. anteilig entsprechend Berechnungen nach KRINKO.
Hygienefachkraft (HFK)	Pflegekraft mit ca. 2-jähriger Weiterbildung. Hauptamtlich. Anzahl entsprechend Berechnungen nach KRINKO – ca. eine HFK pro 150-200 Betten.
Hygienebeauftragte(r) Arzt/Ärztin	Je 1 Arzt mit 1-wöchigem Kurs pro Abteilung.
Hygienebeauftragte Pflegekraft	Je 1 Pflegekraft mit 1-wöchigem Kurs pro Station und Funktionsabteilung.

Wieviel Prozent einer Vollstelle für einen Krankenhaushygieniker (KHH) und eine Hygienefachkraft (HFK) erforderlich sind, muss anhand einer KRINKO-Vorgabe von 2023 (ersetzt KRINKO-Empfehlungen von 2009 und 2016) ermittelt werden.

Nachfolgend Beispielberechnungen der KRINKO für drei verschiedene Krankenhäuser, auch im Vergleich zu den alten KRINKO-Vorgaben von 2009 und 2016:

KRINKO KHH	2009	2016	2023
1.000 Betten		1,66	1,66
331 Betten		0,28	0,27
Orthop./chirurg. Schwerpunkt			0,25

KRINKO HFK	2009	2016	2023
1.000 Betten	4,7		4,58
331 Betten	1,5-1,7		1,50
Orthop./chirurg. Schwerpunkt	1,65-1,85		1,53

Nach der KRINKO-Empfehlung von 2023 sollten Unikliniken und andere Krankenhäuser der Maximalversorgung mindestens zwei Fachärzte (Hygiene und Umweltmedizin oder Mikrobiologie, Virologie und Infektionsepidemiologie – neben weiteren Ärzten je nach Berechnung) haben. Sonstige Kliniken mit einem internen Krankenhaushygieniker mit Zusatzbezeichnung Krankenhaushygiene sollten einen extern beratenden Facharzt haben.

Die Abteilung/Stabsstelle für Krankenhaushygiene umfasst den Krankenhaushygieniker und die Hygienefachkräfte, meist unterstellt dem Ärztlichen Direktor. Formal ist die Krankenhaushygiene nur beratend tätig, da viele ihrer Empfehlungen finanzwirksam sind und somit die endgültige Entscheidung durch die Geschäftsführung erfolgen muss.

Weiterhin vorgeschrieben ist eine **Hygienekommission** im Haus, die zweimal jährlich tagen muss.

Die Krankenhaushygiene hat folgende wesentliche **Aufgaben**:

- Sie führt – meist in Abstimmung mit der Hygienekommission – den Hygieneplan, der heute im Intranet verfügbar ist. Daneben sind kurzgefasste Desinfektionspläne an relevanten Plätzen der Station auszuhängen – z.B. im unreinen Arbeitsraum oder an Waschbecken.
- Das gesamte Personal einer Einrichtung muss einmal im Jahr in hygienischen Fragen geschult werden und dies ist namentlich zu dokumentieren.
- Die Krankenhaushygiene führt Begehungen routinemäßig und Anlass-bezogen durch und dokumentiert diese.
- Sie führt Umgebungsuntersuchungen durch und organisiert die im IfSG vorgeschriebene Surveillance von nosokomialen Infektionen – siehe entsprechendes Kapitel.
- Sie berät bei Bau- und Renovierungsmaßnahmen, bei Anschaffung und Aufbereitung von Medizinprodukten.
- Sie organisiert Inhalte, Durchführung und Protokollierung der Sitzungen der Hygiene-Kommission.

Der Erfolg krankenhaushygienischer Aktivitäten hängt immer von zwei wesentlichen Faktoren ab:

- Einmal ist dies die personelle Ausstattung der Krankenhaushygiene und hier insbesondere die Frage, inwieweit das Stellen-IST mit dem nach KRINKO errechneten Stellen-SOLL übereinstimmt.
- Zum zweiten ist dies die Frage, wie die Geschäftsführung hinter ihrer eigenen Krankenhaushygiene steht. Es gibt Geschäftsführungen, die überhaupt keine Kommunikation mit der Hygiene pflegen, und es gibt Geschäftsführungen, die sich z.B. regelmäßig alle 14 Tage mit der Hygiene treffen und auch „Hausaufgaben“ mitnehmen.

Vorteilhaft ist es, wenn sich Krankenhaushygieniker regelmässig in einem Netzwerk mit anderen Krankenhaushygienikern austauschen.

Es gibt keine Vorgaben, wie ein **Hygieneplan** zu verfassen ist. Dementsprechend bunt und unterschiedlich sind Hygienepläne geschrieben. Hygienepläne sind immer auf die konkrete Situation im Krankenhaus (oder in der Arztpraxis) zuzuschneiden, insbesondere auch die hygienischen Maßnahmen. Seitenlange Ausführungen zum Krankheitsbild und zur Diagnostik sind also nicht erforderlich. Es ist immer darauf zu achten, dass die Angaben im Hygieneplan selbst und auch im Desinfektionsplan übereinstimmen. Häufig zeigen sich Defizite, dass z.B. Desinfektionsmittel gewechselt wurden und dies nicht überall im Text angepasst wurde. Dies kann im Gerichtsverfahren Hinweis auf ein Organisationsverschulden sein.

Es hat sich bewährt, neue Dokumente im Hygieneplan in der Hygienekommission beschließen zu lassen, da dies die Krankenhaushygiene entlastet, wenn es zu Rechtsstreitigkeiten (oder Streitigkeiten mit Abteilungen) kommen sollte.

Im Rahmen der Zertifizierung sind gelenkte Dokumente erforderlich. Im Falle des Hygieneplanes erfordert dies, dass regelmäßig – meist jährlich - die Inhalte überprüft und diese Überprüfung auch dokumentiert wird einschließlich Angaben, durch wen die Freigabe erfolgte und wann.

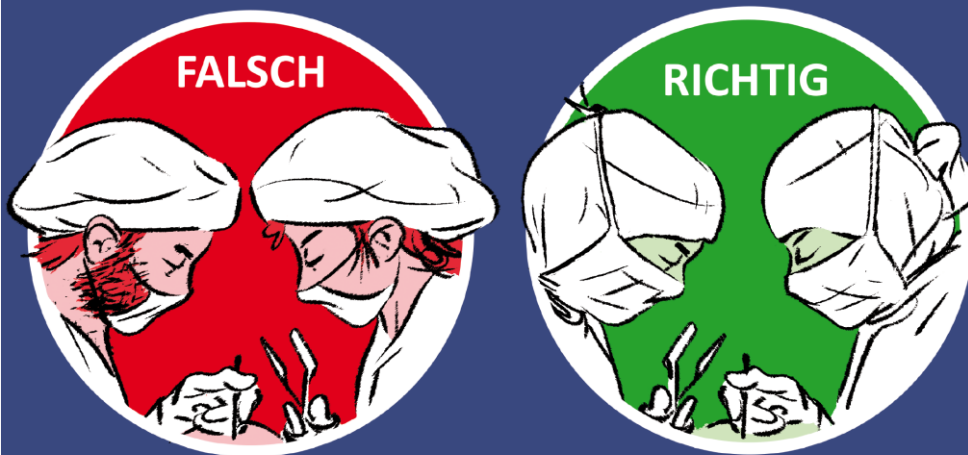
Alle Mitarbeiter müssen einmal im Jahr zur Hygiene geschult werden. Diese **Schulungen** werden oft mehrfach im Jahr angeboten, häufig als Kombi-Schulung Hygiene/Arbeitsschutz/Brandschutz. Das Problem dabei ist oft die geringe Teilnahme. Jede Schulung ist mit Termin, Thema, Vortragendem sowie Teilnehmern (einschl. Unterschrift) zu dokumentieren und archivieren. Die Dokumente können Jahre später in einem eventuellen Klageverfahren herangezogen werden! Eine geringe Schulungsteilnahme kann dann von erheblichem Nachteil vor Gericht sein.

Alternativen sind z.B. Train-the-trainer-Schulungen. Dabei werden die Hygienebeauftragten eingeladen und 30-60 Minuten zu einem aktuellen Thema geschult. Sie erhalten Schulungsunterlagen (Powerpoint-Präsentation oder Poster zum Aufhängen), die sie dann für eine selbst durchgeführte Schulung (auf Station im Team, in der Abteilung bei der Arztbesprechung – 10 Minuten können durchaus ausreichend sein) einsetzen können. Auch in diesem Fall ist die Dokumentation wichtig!

Da die Dokumentation der Schulungen immer wichtiger wird, werden zunehmend auch Online-Schulungen für die Mitarbeiter verpflichtend gemacht. Der Nachteil dabei ist allerdings, dass oft nicht ausreichend auf die Haus-spezifischen Besonderheiten eingegangen werden kann und Rückfragen kaum möglich sind.

Begehungen der Krankenhaushygiene sollten sich nicht nur auf Strukturparameter beziehen, also z.B. kaputte Kacheln oder defekte Silikonfugen. Bewährt haben sich insbesondere auch Prozessbeobachtungen, bei denen über längere Zeit die Arbeit auf Station beobachtet wird. Oft zeigen sich Defizite in Disziplin und Compliance, die nachfolgend angesprochen werden sollten. Dabei ist die ständige Forderung nach noch mehr Schulungen oft wenig hilfreich. Stattdessen ist Disziplin Chefsache und muss vor allem über die Leitungsfiguren vorgelebt und durchgesetzt werden:

„Haarschutz und Mund-Nasen-Schutz müssen sämtliche Bart- und Kopfhare sowie Mund und Nase vollständig bedecken“ (KRINKO 2018)



- Von den **unbedeckten Ohren** werden **dreimal mehr Keime** abgegeben als von der unbedeckten Stirn oder den Augenbrauen.
- Der Mensch gibt **pro Tag 10⁷ Hautschuppen** ab. Von diesen sind 10 % Träger von Bakterien.
- **Keimabgabe** des Körpers **pro Stunde**:
unbekleidet 25.000 – 40.000
mit OP-Kleidung 14.000- 28.000
mit Reinraumoverall 780- 2.240
- Bereits die Kolonisation von Fremdmaterial (Implantat) mit **100 Keimen** kann eine **Infektion auslösen**.
- MNS wegwerfen nach Abziehen – nicht erneut hochziehen!

Disziplin im OP ist Chefsache !



HyKoMed

Literaturverzeichnis: Bauministerkonferenz (ARGEBAU), Ausschuss für Staatlichen Hochbau, Fachkommission Bau- und Kostenplanung – Netzwerk Krankenhausbau- Planungshilfe, Funktionsstelle Operation, Baulich-funktionelle Anforderungen, 2013; KRINKO, Bundesgesundheitsbl 2018; 61:448–473; Napp et al. Trauma Berufskrankh 2013; 15, 177-183; N.N.: Sauber und gesund, Hygieneanforderungen an die Herstellung von Medizinprodukten, Chemanager-online, 2017; Owers et al. J Hosp Infect 2004; 58, 230-232; Seifert et al. Krankenhaushygiene up2date 2017; 12, 127-140

Wenn sich der Chefarzt bei der Visite nicht die Hände desinfiziert, werden dies die Assistenten auch nicht machen. Ansprechperson in Sachen Disziplin sind also die Leitungen und/oder die Geschäftsführung (siehe auch Kapitel Lufthygiene).

Regelmässig sollten auch Fotodokumentationen gemacht werden, wobei ggfs. auf Datenschutz von Personen zu achten ist. Es sollte immer ein schriftlicher Begehungsbericht (möglichst mit Fotos) erstellt werden. Auf den Fotos können z.B. Fehler mit roten Pfeilen markiert werden, positive Beispiele mit grünen. Die Berichte sind an die ärztlichen und pflegerischen Leitungen sowie die Hygienebeauftragten der betreffenden Stationen/Abteilungen zu senden oder zu übergeben (ggfs. auch an die Hygiene-verantwortliche Person im Vorstand des Hauses).

Die **grundsätzliche Philosophie** in der deutschen Krankenhaushygiene ist seit Jahrzehnten der Gedanke der Primärprävention:

Primärprävention:

- Ziel: Krankheiten verhindern.
- Setzt an vor Eintreten einer Krankheit.
- Beispiele: Impfen, Händehygiene, Sterilisation von OP-Besteck, Lebensmittel- und Wasserhygiene, qualifiziertes Personal.

Sekundärprävention:

- Ziel: Früherkennung von Krankheiten.
- Krankheit liegt bereits vor.
- Beispiele: §23-Statistik, Screening auf MRE, Surveillance.

Tertiärprävention:

- Ziel: Krankheitsfolgen mildern, Verschlimmerung verhindern.
- Beispiel: Ausbruchsmanagement.

Damit unterscheidet sich Deutschland teilweise von anderen Ländern, in denen erst Handlungsbedarf gesehen wird, wenn es zu Infektionen kommt (Sekundärprävention). Letzteres Vorgehen ist als unethisch abzulehnen, da es zumindest am Anfang Patienten-Schäden in Kauf nimmt.

Für die **krankenhaushygienische Entscheidungsfindung** sollten vorrangig wissenschaftliche Daten (Evidenz) zugrundegelegt werden. Eine große Rolle spielen aber auch Erfahrung und logische Ableitungen – und in dem Zusammenhang Vor-Ort-Ermittlungen. Dieses wird nachfolgend an den Corona-Pandemie-Erfahrungen dargestellt:

Erkenntnis	... am Beispiel Corona-Pandemie
Wissenschaftliche Daten (Evidenz)	Am Beginn der Pandemie zu dem Erreger nicht vorhanden. Allerdings können Veröffentlichungen zu ähnlichen Erregern (Grippe, SARS) herangezogen werden. Daten liegen aber vor seit Jahrzehnten zum Maskentragen und dies wird im Pandemieplan des RKI (2016) empfohlen.
Erfahrung	Maskentragen im OP hat sich seit 120 Jahren bewährt. Folglich machen Masken auch in einer Pandemie Sinn. Bei Ausbrüchen trotz FFP2-Masken auf Station Vor-Ort-Ermittlungen: Beobachtung, dass die Masken – trotz Einsatz seit 20 Jahren – in weit über 50 % mit Leckage getragen werden. Vor-Ort-Ermittlungen sind essentiell!
Logische Ableitung – „gesunder Menschenverstand“	Haubentragen in COVID-Zimmern wird vom RKI nicht empfohlen. Aber: Teilweise mehrstündiger Aufenthalt in Zimmern mit COVID-Patienten. Folglich lagern sich viele Aerosole mit Viren auf den Haaren ab, die dann auch den Träger gefährden. Folgerung: Hauben tragen. Außenbereiche und Hände/Oberflächen stellen geringe Risiken dar: Wenn man mit einem COVID-Patienten 10-15 Minuten sehr eng zusammen sein muss, um sich zu infizieren, dann ist eine gewisse Virusmenge für die Infektion erforderlich (geschätzt derzeit 500-4.000 Viren). Dies kann im Außenbereich im allgemeinen nicht erreicht werden durch sofortige Verdünnung über die Luftbewegungen/Wind. Dies kann auch über Hände und Oberflächen kaum erreicht werden: Wenn kontaminierte Oberflächen angefaßt werden, bleibt nur ein kleinerer Teil der dortigen Viren an den Händen haften. Diese müssen dann noch in Mund und Nase bugsiert werden. Alles sehr wenig realistisch. Es gibt nicht eine einzige Fallbeschreibung über eine derartige Übertragung. Folgerung: Hände und Oberflächen sind völlig zweitrangig gegenüber dem Infektionsrisiko über die Luft.

Neuere Untersuchungen, vor allem aus den USA, zeigen, dass heute schon durch eine gute Hygiene **mindestens 50 % der Krankenhausinfektionen verhütet werden könnten**. Die WHO spricht seit 2022 sogar davon, dass 70 % der nosokomialen Infektionen verhindert werden können.

Dazu müssen allerdings auch strukturelle Grundbedingungen vorhanden sein. Wenn beispielsweise zu wenig Pflegepersonal auf einer Station ist und dieses sehr viele Patienten versorgen muss, steht die Zeit für die nötigen Händedesinfektionen nicht mehr zur Verfügung. Untersuchungen zeigen, dass bei korrekter Umsetzung der Indikationen zur Händedesinfektion jede Pflegeperson auf einer chirurgischen Intensivstation pro Schicht 30 Minuten die Hände desinfizieren müsste, auf einer pädiatrischen Intensivstation sogar eine Stunde. Dies ist natürlich nicht möglich bei Überlastung des Personals in Folge von Stellenmangel. Daher sind Personaluntergrenzen sinnvoll, wie sie zunehmend in Deutschland etabliert werden:

Vom G-BA wurde 2013 – als Folge des Hygiene-Skandals in der Neonatologie in Bremen - für Perinatalzentren mindestens eine Pflegekraft je intensivtherapiepflichtigem und eine je zwei intensivüberwachungspflichtigen Frühchen vorgegeben. Die Umsetzung gestaltete sich allerdings als schwierig, weil teilweise das qualifizierte Personal fehlt(e). Daher wurden die Vorgaben mehrfach verlängert bzw. ausgesetzt.

Vom Bundesgesundheitsminister werden seit 2019 **Pflegepersonaluntergrenzen** für die Pflege vorgegeben (§ 137i SGB V). Diese gibt es inzwischen für viele Abteilungen, z.B. Intensivmedizin, Geriatrie, Chirurgie, Innere, Neurologie usw.

In der Konsequenz führt dies derzeit oft zu Bettensperrungen, teilweise zur Stilllegung ganzer Stationen. Dies wiederum bedingt Einnahmeverluste und gefährdet vor allem viele kleine Krankenhäuser.

Zunehmend werden hygienische Vorwürfe auch vor **Gericht** getragen. Dies ist nicht zuletzt Folge einer Entscheidung des Bundesgerichtshofes (BGH) im Jahr 2007, wonach Hygiene ein voll beherrschbares Risiko darstellt, sodass es bei Hygienemängeln leichter zu einer Beweislastumkehr zu Gunsten des Patienten kommen kann.

2016 und 2019 hat der BGH entschieden, dass an die Substantiierungspflichten des Patienten im Arzthaftungsprozess nur maßvolle Anforderungen zu stellen sind. Vom Patienten kann keine genaue Kenntnis der medizinischen Vorgänge erwartet und gefordert werden. Ihm fehle die genaue Einsicht in das Behandlungsgeschehen und das nötige Fachwissen zur Erfassung und Darstellung des Konfliktstoffs; er ist nicht verpflichtet, sich zur ordnungsgemäßen Prozessführung medizinisches Fachwissen anzueignen. Insbesondere ist der Patient nicht verpflichtet, mögliche Entstehungsursachen einer Infektion zu ermitteln und vorzutragen. Die Patientenseite darf sich deshalb auf Vortrag beschränken, der die Vermutung eines fehlerhaften Verhaltens der Behandlungsseite gestattet. Aufgrund der eingeschränkten primären Darlegungslast des Patienten und im Sinne einer Gewährleistung prozessualer Waffengleichheit zwischen den Parteien ergibt sich eine gesteigerte Verpflichtung des Gerichts zur Sachverhaltsaufklärung bis hin zur Einholung eines Sachverständigengutachtens von Amts wegen. Im Arzthaftungsprozess wird die erweiterte - sekundäre - Darlegungslast der Behandlungsseite ausgelöst, wenn die primäre Darlegung des Konfliktstoffs durch den Patienten den geltenden maßvollen Anforderungen genügt und die Vermutung eines fehlerhaften Verhaltens der Behandlungsseite aufgrund der Folgen für ihn gestattet, während es der Beklagten möglich und zumutbar ist, den Sachverhalt näher aufzuklären.

Der Richter kann dann anordnen, dass das beklagte Krankenhaus darlegen muss, welche Regeln es intern hat und wie diese bei dem Patienten umgesetzt wurden.

Die hohe Bedeutung der Hygiene zeigt sich auch in repräsentativen Befragungen der letzten Jahre:

- 2015 wurde gefragt, wovor sich die BürgerInnen beim Klinikaufenthalt fürchten: An erster Stelle standen multiresistente Keime (65 %), an zweiter Behandlungsfehler (49 %), an dritter verunreinigtes OP-Besteck (35 %).
- 2021 wurde nach dem wichtigsten Kriterium bei der Klinikwahl gefragt: An erster Stelle stand Sauberkeit und Hygiene (91 %), an zweiter Spezialisierung auf

bestimmte Fachgebiete (85 %) und an dritter besondere Qualifikationen der Ärzte (84 %).

- 2022 wurde wieder nach der Angst vor einem Klinikaufenthalt gefragt: An erster Stelle stand die Angst vor der Infektion mit einem Krankenhauskeim (71 %). Von den so Antwortenden hatten 51 % bereits schlechte Erfahrungen im Krankenhaus gemacht. 46 % sagten, sie hätten schlechtes gehört.

Die Krankenhaushygiene ordnet sich ein in das große Fach der Hygiene, die auch Themen wie Luft, Wasser und Abwasser, Boden, Abfall, Kleidung, Ernährung und Umwelt bearbeitet.

Incidin OxyWipe S

Gebrauchsfertiges Reinigungs- und Desinfektionstuch

- ▶ Exzellente Materialverträglichkeit
- ▶ Gute Reinigungsleistung
- ▶ Breites Wirkspektrum inkl. Viruzidie
- ▶ Wirksamkeit der aus dem Tuch freigesetzten Lösung bestätigt
- ▶ Erfüllt höchste Sicherheitsstandards und gewährleistet ein hohes Schutzniveau für die menschliche Gesundheit und die Umwelt
- ▶ Entspricht den toxikologischen wie ökotoxikologischen Bewertungskriterien gem. Biozid-Produktverordnung 825/2012 (BPR)



**BIOZID- UND MEDIZINPRODUKTE VORSICHTIG VERWENDEN VOR GEBRAUCH
STETS ETIKETT UND PRODUKTINFORMATIONEN LESEN**

ECOLAB DEUTSCHLAND GmbH
Ecolab-Allee 1
40789 Monheim am Rhein
Germany

ecolabhealthcare.de

ECOLAB[®]
PROTECTING WHAT'S VITAL™

© 2024 ECOLAB Inc. All rights reserved.

Nosokomiale Infektionen und ihre Erreger

Nach neuen Auswertungen (2022, u.a. der WHO) sind **bakterielle Infektionen weltweit die zweithäufigste Todesursache** und stehen mit einem von acht Todesfällen in Zusammenhang. Ebenfalls weltweit werden 1,2 Millionen Todesfälle direkt auf **Antibiotikaresistenzen** zurückgeführt. ECDC schätzt, dass in Europa jährlich 35.000 Menschen wegen Antibiotikaresistenzen versterben, dabei sind 70 % nosokomial bedingt.

Krankenhaus-Infektionen (= nosokomiale Infektionen) sind Infektionen, die im Rahmen eines stationären Aufenthaltes im Krankenhaus erworben werden. Zurückgehend auf eine CDC-Definition wird die Grenze nach dem zweiten stationären Tag gesetzt: In den ersten zwei Tagen des stationären Aufenthaltes diagnostizierte Infektionen gelten als mitgebracht, ab dem dritten Tag auftretende als im Krankenhaus erworben. Kolonisationen werden nicht mitgezählt. Die Vermeidbarkeit oder Nichtvermeidbarkeit hat auf die Erfassung keinen Einfluss.

Eine bundesgesetzliche Meldepflicht besteht lediglich bei Ausbrüchen/Häufungen nosokomialer Infektionen (entsprechend § 6 Abs. 3 IfSG). Dies kann auf Landesebene anders sein: Beispielsweise schreibt die HygMedVO in NRW vor, dass nosokomiale Infektionen an die hauseigene Krankenhaushygiene zu melden sind (§ 3, Absatz 2) – was in der Praxis allerdings überwiegend nicht funktioniert.

Heute werden im Alten-/Pflegeheim bzw. in der ambulanten Praxis (insbesondere ambulantes Operieren) erworbene Infektionen ebenfalls als nosokomial bezeichnet.

Nosokomiale Infektionen stellen heute ein wesentliches Risiko im alltäglichen Leben dar:

Risiken	
Tödlicher Ausgang, Wahrscheinlichkeit für 1 Individuum pro Jahr	
Risiko	Wahrscheinlichkeit
Herzkrankheiten	1 : 405
Zigarettenrauchen	1 : 500
Nosokomiale Infektion, stationär (bezogen auf Patienten)	1 : 600
Krebs	1 : 910
Verletzung durch Unfall oder Gewalt	1 : 2.200
Nosokomiale Infektion, stationär (bezogen auf Gesamtbevölkerung)	1 : 2.700
Unfälle aller Art	1 : 4.000
Autounfall	1 : 5.000
Verbrechen	1 : 11.500
Flugzeugunfall	1 : 245.000
Blitzschlag	1 : 1.000.000
Hundeattacke	1 : 70.000.000

Folgende nosokomialen Infektionen sind besonders bedeutsam:

- Sepsis – hohe Mortalität – oft hervorgerufen durch zentrale Venenkatheter.
- Pneumonie – oft hervorgerufen durch Beatmung.
- Postoperative Wundinfektionen – in Folge einer Operation.

- Harnwegsinfektionen – oft bedingt durch liegende Blasenkatheter.
- Gastroenteritis – z.B. durch Noroviren im Winter.

Für die Erfassung von nosokomialen Infektionen gibt es verschiedene **Definitionen**, die angewandt werden können. Solche liegen z.B. vor vom CDC oder auch vom deutschen KISS-System.

Gleichwohl ist die Erfassung nicht einfach:

Häufig müssen klinische Zeichen (z.B. Fieber), mikrobiologische Ergebnisse und sonstige Zeichen (z.B. Röntgen, Laborwerte) gemeinsam interpretiert werden. Dies ist meist nur durch einen Arzt möglich. Die Erfassung durch Hygienefachkräfte ist oft problematisch, z.B. weil sie Röntgenbilder nicht bewerten können.

Allerdings ist die Erfassung zumindest eines Teiles der potentiellen nosokomialen Infektionen durch § 23 IfSG vorgeschrieben – einschließlich mindestens jährlicher Auswertung und Bewertung (schriftlich!).

Dabei sind mindestens folgende Infektionen zu erfassen:

- Postoperative Wundinfektionen (anhand geeigneter Indikatoroperationen).
- Auf der Intensivstation:
 - Katheter-assoziierte Septikämien,
 - Beatmungs-assoziierte Pneumonien,
 - Katheter-assoziierte Harnwegsinfektionen.
- Nosokomiale Diarrhöen durch C. diff. (CDAD) im gesamten Krankenhaus.

Bezüglich der Auswahl der postoperativen Wundinfektionen sollten Indikator-OPs ausgewählt werden, die häufig durchgeführt werden und die möglichst auch ein hohes Risiko für den Patienten bei Infektion darstellen – also z.B. Herz-OPs oder TEP-Implantationen.

Typische **Probleme bei der Erfassung**, die die Ergebnisse massiv verfälschen können:

- Sepsis: Je mehr Blutkulturen gemacht werden, umso mehr Sepsis-Fälle werden gefunden. Wer kaum Blutkulturen abnimmt, wird kaum Sepsis-Fälle haben. Gute Medizin (nämlich viel Diagnostik) liefert im Fall der Sepsis „schlechte Ergebnisse“ bei der Infektionserfassung.
- Pneumonie: Wer bewertet das Röntgenbild des Thorax? Ein erfahrener Stationsarzt, der es im Zusammenhang mit der Klinik interpretiert? Ein Berufsanfänger in der Röntgenabteilung, der den Patienten nicht kennt? Oder erfolgt die Erfassung durch HFKs, die allein die schriftlichen Befunde heranziehen? Dies ist schwierig, da die Liegendaufnahmen auf der Intensivstation von den Ärzten in der Radiologie schwierig zu bewerten sind und sich daher oft Befunde finden wie „V.a. Pneumonie DD Erguss DD Atelektase“.
- Wundinfektionen: Postoperative Wundinfektionen treten oft erst Wochen bis Monate nach der OP auf (siehe folgende Tabelle). Wie lange werden die Patienten also verfolgt bei einer durchschnittlichen stationären Liegezeit von 7-8 Tagen derzeit? Eine Nachverfolgungszeit von 3 Monaten ist wünschenswert, danach nimmt die Rate noch auftretender Infektionen massiv ab.
- Klinische Diagnosen – die der Arzt aus Erfahrungswissen stellt, z.B. ohne dass der Nachweis eines mikrobiologischen Befundes gelingt - werden heute meist überhaupt nicht mehr erfasst, obwohl sie bis zu 40 % der nosokomialen Infektionen ausmachen.

13 Jahre Erfassung von Wundinfektionen in der Schweiz	
Eingriff	Anteil Wundinfektionen mit Erfassung nach Entlassung
Appendektomie	66 %
Cholezystektomie	60 %
Colectomy	21 %
Hüft-TEP	78 %
Knie-TEP	94 %
Staszewicz et al, J Hosp Infect 2014, 88, 40	

Es ist zu hoffen, dass künftig mit Hilfe von IT-Lösungen einfachere und validere Erfassungssysteme entstehen. Beispielsweise könnten über die elektronische Patientenakte mikrobiologische Befunde, Laborbefunde (z.B. Leukozyten, CRP) und klinische Parameter (Fieber) zusammengeführt werden und zu einer Meldung an den behandelnden Arzt führen, der zu einer Entscheidung gezwungen wird, ob eine nosokomiale Infektion vorliegt. Allerdings besteht auch dann noch das Risiko der (bewußten oder unbewußten) Fehlbeurteilung.

Die erste Studie zu nosokomialen Infektionen in Deutschland wurde von der Deutschen Krankenhausgesellschaft (DKG) bei Infratest in Auftrag gegeben. 1987 wurden über 5.500 Patientenakten ausgewertet und die Rate nosokomialer Infektionen mit 5,7-6,3 % ermittelt.

In mehreren **Prävalenz-Erhebungen** in deutschen Krankenhäusern wurden die nachfolgenden Ergebnisse für nosokomiale Infektionen ermittelt:

- 1994: ... (3,5 % im Haus erworben) (NIDEP-Studie)
- 2011: 5,1 % (3,8 % im Haus erworben) (ECDC-Erhebung)
- 2016: 4,6 % (3,3 % im Haus erworben) (ECDC-Erhebung)
- 2022: 4,9 % (3,6 % im Haus erworben) (ECDC-Erhebung)

Je nach stationärer Fallzahl (2019 am höchsten mit fast 20 Millionen Patienten, 2021 bis 2023 dagegen je rund 17 Millionen) können somit bis zu eine Million Krankenhauspatienten pro Jahr eine nosokomiale Infektion erleiden.

Die häufigsten nosokomialen Infektionen sind – nach der Prävalenz-Erhebung 2022 – in Deutschland postoperative Wundinfektionen (24 %), untere Atemwegsinfektionen (22 %) und Harnwegsinfektionen (19,5 %).

Im europäischen Vergleich ist die Situation in Deutschland vergleichsweise gut, wie die nachfolgende Tabelle auf Basis einer europäischen Prävalenzerhebung im Jahr 2011 zeigt:

Land	Nosokomiale Infektionen	Antibiotika-Anwendung
Frankreich	4,9 %	21,4 %
Deutschland	5,0 %	23,9 %
Griechenland	9,0 %	54,7 %
Italien	6,3 %	44,0 %
Niederlande	7,4 %	31,8 %
Spanien	8,2 %	45,1 %
Schweden	7,3 %	39,3 %
UK-England	6,0 %	34,0 %

Man beachte: In Deutschland erhält rund ein Viertel aller Patienten im Krankenhaus Antibiotika – was schon viel erscheint. In Griechenland ist es über die Hälfte!

Nach der deutschen Prävalenzerhebung 2022 sind die häufigsten Erreger nosokomialer Infektionen:

Escherichia coli	14,7 %
Staphylococcus aureus	13,3 %
Enterococcus faecalis	6,6 %
Enterococcus faecium	6,4 %
Klebsiella pneumoniae	6,0 %
Pseudomonas aeruginosa	5,6 %
Staphylococcus epidermidis	5,4 %
Clostridioides difficile	5,4 %
SARS-CoV-2	3,7 %
Proteus mirabilis	3,5 %

Es gibt dazu natürlich auch andere Erhebungen. Letzten Endes verschieben sich die einen oder anderen Erreger mal um ein bis zwei Plätze nach oben oder unten. Tendenziell gibt es aber keine großen Änderungen.

Drei typische Erreger:

- **Escherichia coli** ist ein Darmkeim, den wir alle tragen. Er führt häufig zu Harnwegsinfektionen, insbesondere wenn ein Blasenkatheter liegt. Ursache ist ganz einfach die direkte räumliche Nähe von Harnröhre und Darmausgang.
- **Staphylococcus aureus** tragen 30 % der Menschen im Nasen-Rachen-Bereich. Der Keim ist häufigster Erreger postoperativer Wundinfektionen.
- **Pseudomonas aeruginosa** ist im Unterschied zu den beiden anderen Keimen ein Umweltkeim, der vor allem im Wasser vorkommt. Praktisch jeder Siphon an Waschbecken ist damit kontaminiert. Der Keim ruft häufig Pneumonien bei beatmeten Patienten hervor.

Häufig wird unterschieden zwischen **exogenen** und **endogenen** Infektionen:

- Exogene Infektionen erfolgen durch Keime, die von außen auf den Menschen gelangen und ihn normalerweise nicht primär besiedeln. Sie finden sich also in der

Umwelt, beispielsweise Pseudomonas. Sie können durch optimale Hygiene vollständig verhindert werden.

- Endogene Keime besiedeln den Menschen, z.B. Staphylococcus aureus und Escherichia coli. Auch endogene Infektionen können zumindest teilweise durch gute Hygiene verhindert werden: Beispielsweise kann eine gute Hygiene bei Legen und Pflegen eines Blasenkatheters den Eintrag des Darm-ständigen Escherichia coli in die Harnblase verhindern.

Krankenhausinfektionen bedeuten immer Leid

Ein typisches Beispiel aus der Arbeit der Gutachterkommission der Ärztekammer: Eine 30jährige Frau ist nie ernsthaft krank gewesen. Am 17. August bekommt sie Leibschmerzen, Krämpfe, Durchfälle und kollabiert schließlich. Sie wird stationär im Krankenhaus aufgenommen. Sie erhält bei Aufnahme einen Venenzugang gelegt und bekommt Infusionen bis zum 20. August. Der Venenzugang wird am 21. August gezogen wegen beginnender lokaler Entzündung und sie erhält einen Rivanolverband. Bereits am Abend des 20. August bekommt sie Fieber bis 38,6°C. Sie erhält Novalgin zur Fiebersenkung. Am 23. August ist die ehemalige Einstichstelle des Venenzugangs gerötet mit einer mäßigen Verhärtung beim Tasten. Bis zum 26. August kommt es immer wieder zu Fieberschüben. Eine Diagnostik (Blutkultur) wird nicht durchgeführt, Antibiotika werden ebenfalls nicht gegeben.

Am 26. August entleert sich Eiter aus der Einstichstelle, zumindest schildert dies der Lebensgefährte später so. Eine Dokumentation findet sich dazu nicht in der Patientenakte. Der diensthabende Arzt ordnet erneut einen Rivanolverband an, ein Wundabstrich wird nicht durchgeführt.

Am 26. August abends kommt es zum Blutdruckabfall, es werden Infusionen gegeben und die Patientin wird später auf die Intensivstation verlegt. Dort erhält sie erstmals ein Antibiotikum. Drei Stunden nach Aufnahme auf der Intensivstation muss sie reanimiert werden und verstirbt schließlich.

Der Fall kam vor die Gutachterkommission der Ärztekammer Nordrhein und diese stellte mehrere Fehler fest:

- Die Venenverweilkanüle wurde länger als notwendig belassen.
- Sie wurde noch belassen, als schon lokale Entzündungszeichen und Fieber vorlagen.
- Eine mögliche Sepsis wurde nicht in die Differenzialdiagnose bei Auftreten des Fiebers einbezogen.
- Es wurde keine Untersuchung des Exsudates durchgeführt.
- Die Sepsis wurde nicht frühzeitig erkannt und behandelt - so betrug der Entzündungsparameter CRP am 23. August bereits 22 mg/dl und war deutlich erhöht.

Die Gutachterkommission sah ein grob fehlerhaftes Vorgehen, da die Sepsis verkannt wurde trotz Anstieg von CRP, dem Auftreten einer Leukopenie und von Muskelschmerzen. Dadurch wurde nicht rechtzeitig mit einer Antibiotikatherapie begonnen und der sich entwickelnde Schock nicht adäquat behandelt bzw. zu spät.

Zusammenfassend sah die Gutachterkommission schwerwiegende Versäumnisse und Sorgfaltsmängel und konstatierte einen groben Behandlungsfehler. Der Tod hätte bei korrektem Verhalten mit überwiegender Wahrscheinlichkeit verhindert werden können.



DR. WEIGERT

Hygiene mit System

Reduced to the Max!

neodisher® MediClean advanced steht für eine neue Leistungsstufe. Weiterzudenken und für unsere Kunden neue Lösungen zu finden, ist eben typisch Dr. Weigert.

www.drweigert.de



Hochkonzentrierte Leistung



Erhöhte Wirtschaftlichkeit



Reduzierter Energie- & Wasserverbrauch



Service vor Ort inklusive



Scannen und mehr erfahren:



Multiresistente Erreger (MRE) und Ausbrüche/Häufungen

Multiresistente Erreger spielen eine immer größere Rolle für die Verursachung von Infektionen.

Folgende MRE sind besonders bedeutsam:

- **MRSA** – Methicillin-resistenter *Staphylococcus aureus*. Achtung: Heute wird Methicillin nicht mehr eingesetzt und ausgetestet, stattdessen entscheidet sich die MRSA-Klassifizierung an der Resistenz gegen Oxacillin.
- **MRGN** – Multi-resistente Gram-negative Erreger.
- **VRE** – Vancomycin-resistente Enterokokken, vor allem *Enterococcus faecium*.
- Meist wird im gleichen Zuge auch Toxin-bildendes *Clostridioides difficile* (ehemals *Clostridium difficile*) (*C. diff.*) genannt, obwohl bei ihm keine eigentliche Multiresistenz vorliegen muss.

Während MRSA in deutschen Krankenhäusern tendenziell abnimmt – wahrscheinlich wegen der weitgehenden Maßnahmen, z.B. Isolierung und umfassendes Screening -, nehmen die MRGN immer mehr zu. Die MRGN-Klassifizierung ist ein deutsches Spezifikum und pragmatisch an der Antibiotikaresistenz orientiert (KRINKO 2012):

Klassifizierung multiresistenter gramnegativer Stäbchen auf Basis ihrer phänotypischen Resistenzeigenschaften (R = resistent oder intermediär empfindlich, S = sensibel)							
Antibiotikagruppe Leitsubstanz		Enterobakterien		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>		<i>Acinetobacter baumannii</i>	
		3MRGN ¹	4MRGN ²	3MRGN ¹	4MRGN ²	3MRGN ¹	4MRGN ²
Acylureidopenicilline	Piperacillin	R	R	Nur eine der 4 Antibiotika-Gruppen wirksam (sensibel)	R	R	R
3./4. Generations-Cephalosporine	Cefotaxim und/oder Ceftazidim	R	R		R	R	R
Carbapeneme	Imipenem und/oder Meropenem	S	R		R	S	R
Fluorchinolone	Ciprofloxacin	R	R		R	R	R

¹ 3MRGN (Multiresistente gramnegative Stäbchen mit Resistenz gegen 3 der 4 Antibiotikagruppen)
² 4MRGN (Multiresistente gramnegative Stäbchen mit Resistenz gegen 4 der 4 Antibiotikagruppen)

International wird meistens die ESBL-Trägerschaft bestimmt und daran die Multiresistenz der Gram-Negativen festgemacht.

MRSA und MRGN sind unterschiedlich häufig in der Bevölkerung vorhanden:

	MRSA	MRGN
Häufigkeit im Krankenhaus	1 – 1,5 %	1 – 2 %
Häufigkeit in der Bevölkerung	< 1 %	5 - 10 %
Sanierung möglich	In ca. 80 %	Keine Sanierungsmöglichkeiten derzeit. 50 % werden über Monate negativ.

Wenn stationäre Patienten im Krankenhaus korrekt nach KRINKO-Vorgaben auf MRSA gescreent werden, betrifft dies mindestens 50 % der Patienten. Daher werden viele MRSA-Träger tatsächlich erfasst. Viele Krankenhäuser gehen zu einem 100 %-Screening über, da dadurch die langwierige Abfrage der Patienten nach KRINKO-

Risikofaktoren entfällt und die Krankenhäuser Rechtssicherheit gewinnen, da sie belegen können, dass die allermeisten Patienten den Keim mitbringen.

Dagegen gibt es wenige KRINKO-Indikationen für ein MRGN-Screening. Der Vergleich der Häufigkeiten des Nachweises im Krankenhaus und in Studien in der Bevölkerung (siehe Tabelle oben) zeigt, dass im Krankenhaus die meisten MRGN-Träger nicht erkannt werden – und den Keim weiterverbreiten können. Dies ist ein Beispiel einer inkonsequenten Hygiene-Politik. Beispielsweise müssen 3MRGN auf der Intensivstation isoliert werden, auf der Normalstation dagegen nicht. Das versteht natürlich kein Patient.

Patienten mit multiresistenten Keimen (zumindest MRSA, MRGN und Toxin-bildende C. diff.) werden meistens im Krankenhaus isoliert mit eigener Toilette. Das Personal trägt Mund-Nasen-Schutz, Kopfhaube, Schutzkittel und Handschuhe, ebenso Besucher. Bei MRSA wird eine Sanierung angestrebt, indem ein Antibiotikum in die Nase gegeben wird (Turixin) und antiseptisches Gurgeln und Duschen erfolgt.

Ausbrüche/Häufungen von Krankenhausinfektionen betreffen das Auftreten von zwei oder mehr nosokomialen Infektionen, bei denen ein epidemischer Zusammenhang wahrscheinlich ist oder vermutet wird. Ausbrüche sind nach § 6 IfSG meldepflichtig durch den Arzt.

Bei bestimmten Infektionen sollte schon beim Auftreten nur eines Falles bereits an die Möglichkeit eines Ausbruches gedacht werden. Beispielhaft gilt dies für Legionellose, Pertussis, Infektion mit Streptococcus pyogenes (Gruppe A), Konjunktivitis epidemica, Scabies, RSV, Influenza und COVID-19.

Frühzeitig sollte nach § 6 IfSG der Ausbruch an das Gesundheitsamt gemeldet werden und ebenso sofort sollten Maßnahmen zur Abklärung und zum Stop des Ausbruches ergriffen werden. Ermittlungen und Prozeßbeobachtungen vor Ort müssen Standard sein. Wenn Abklatsche genommen werden, dann in ausreichender Menge (z.B. mindestens 100 pro Station), damit die Chance für Treffer steigt.

Die Mikrobiologie/Virologie sollte umgehend gebeten werden, die Proben zu asservieren für eventuelle Typisierungen. Diese sollten freizügig veranlasst werden, da sich nicht selten dadurch (Nachweis verschiedener Erreger-Subtypen) belegen lässt, dass es verschiedene Einträge gegeben hat und eben nicht „der eine“ Ausbruch vorliegt.

Insbesondere bei umfangreichen und besonders risikoreichen Ausbrüchen muss ein Ausbruchmanagement-Team einberufen werden – im allgemeinen von der Krankenhaushygiene in Abstimmung mit dem Ärztlichen Direktor. Diesem sollten mindestens angehören:

- Ärztlicher DirektorIn,
- PflegedirektorIn,
- Krankenhaushygiene,
- Mikrobiologie/Virologie,
- Pressestelle,
- Reinigungsdienst,
- zuständige Hygienebeauftragte,

- ggfs. Betriebsarzt, Apotheke, betroffene Funktionsabteilungen.
- Dies ist im allgemeinen nicht erforderlich bei Ausbrüchen, für die große Erfahrungen vorliegen, z.B. MRSA, Noroviren, Rotaviren und Adenoviren (infektiöse Konjunktivitis).

Es gibt selten monokausale Ausbrüche, meist sind sie multikausal:

- Schlechte bauliche Strukturen (Mehrbettzimmer, Flurtoiletten),
- schlechte Reinigung,
- schlechte Compliance mit Hygienemaßnahmen,
- zu wenig (Pflege)Personal,
- Handling-Fehler usw.

Ausbrüche/Häufungen deuten immer auf Hygiene-Probleme hin. Sie haben eine hohe mediale Wirksamkeit, bedeuten eventuell juristische Folgen und verursachen teilweise Millionenverluste für das Krankenhaus.

Ein bekannter Ausbruch erfolgte 2011 in der Neonatologie in Bremen, hervorgerufen durch eine ESBL-bildende Klebsiella. Folgende Fehler konnten ermittelt werden:

- Der Ausbruch wurde über Monate nicht erkannt.
- Die desinfizierende Reinigung erfolgte in zu niedriger Konzentration des Desinfektionsmittels.
- Die eingesetzten Eimer für die Einmaltücher waren durch Biofilme kontaminiert.
- Das Personal war nicht ausreichend geschult.
- Der Pflegeschlüssel war zu niedrig – in manchen Nachtschichten musste eine Krankenschwester 6 Frühchen versorgen.
- Es gab zu wenig Hygienefachkräfte.
- Es wurden individuelle Fehler dokumentiert: Beispielsweise wurde teilweise zwischen der Versorgung zweier Frühchen keine Händedesinfektion durchgeführt.

In letzter Zeit haben große Ausbrüche/Häufungen abgenommen, sieht man von COVID-19- und Norovirus-Ausbrüchen ab. Dabei sind die COVID-19-Nachweise allerdings oft nur wenig oder nicht symptomatische Begleitdiagnosen, die nicht unbedingt auf einen Erwerb im Krankenhaus zurückzuführen sind.

Ansonsten können Ausbrüche heute früh erkannt werden, wenn alle mitwirken:

- Die Befunde werden bei Ausgang aus dem Labor durch einen Arzt validiert.
- Der Stationsarzt sollte täglich die eingegangenen Befunde ansehen.
- Oft gehen die MRE-Befunde auch an die Krankenhaushygiene.

Es besteht dann also eine dreifache Sicherheit, dass Ausbrüche/Häufungen frühzeitig erkannt werden können. Dies dürfte einer der Gründe sein, dass Zahl und Größe der Ausbrüche abgenommen haben.

Der Ausbruch in der Neonatologie in Giessen

Im Oktober 1996 traten in der Neonatologie des Universitätsklinikums Giessen erstmals Infektionen mit dem Darmbakterium *Klebsiella oxytoca* auf. Insgesamt erkrankten 28 Kinder bis März 1999. Zwei der Babys verstarben, eines trug schwere dauerhafte Schäden davon. Es handelte sich also klassischer Weise um einen Ausbruch nosokomialer Infektionen, der gerade bei Frühchen zu schwerwiegenden Schäden und auch zum Tod führen kann.

Anfangs gelang es nicht die Ursache zu finden.

Zur Vorgeschichte wurde ermittelt, dass es 1996 Personalbeschwerden über Geruchsbelästigung durch das Aldehyd-haltige Flächendesinfektionsmittel gegeben hatte. Dies war damals in 0,5%-iger Konzentration entsprechend dem sogenannten 1-Stunden-Wert eingesetzt worden. Das ist die Konzentration bei der üblichen Einwirkzeit. Aufgrund der Personalbeschwerden hat die Krankenhaushygiene dann die Konzentration auf 0,25% halbiert (sogenannter 4-Stunden-Wert - der gleiche Effekt wird also erst nach 4 Stunden erreicht).

Im Rahmen der Ausbruchsuntersuchung führten die Mikrobiologen der Universitätsklinik Giessen Untersuchungen an beiden Konzentrationen des Desinfektionsmittels durch und sie stellten fest, dass lediglich die 0,5%ige Lösung den Keim abtötet, während der verursachende Keim in der 0,25%-igen Konzentration sogar wuchs. Diese Ergebnisse waren so aufregend, dass sie in der weltweit bekannten Zeitschrift *Lancet* im Jahr 2000 veröffentlicht wurden. Dadurch gelangten diese Erkenntnisse an die Öffentlichkeit und führten zu einer Klage betroffener Eltern vor dem Landgericht Giessen gegen die Universitätsklinik Giessen.

In Folge weiterer Erhebungen wurden darüber hinaus auch andere Hygienemängel festgestellt: So wurde der Einstichgummi einer Infusionsflasche mit einem Lappen aus dem Desinfektionsmitteleimer abgewischt und eine Infusionsflasche wurde sogar zur Desinfektion in den Eimer mit der Desinfektionsmittellösung getaucht. Dies wurde vor Gericht von Zeugen bestätigt.

Als medizinischer Gutachter wurde zum Gerichtsverfahren Dr. Stefan Wirth zugezogen, damals Direktor des Zentrums für Kinder- und Jugendmedizin am Klinikum Wuppertal. Aufgrund seines Gutachtens kamen die Richter zu dem Ergebnis, dass eine Beweislastumkehr erfolgen muss und dass die Hygienemängel auf der pädiatrischen Intensivstation zur Infektion der Babys geführt haben.

Die klagenden Eltern hatten aufgrund der Infektion ein schwerstbehindertes Kind und das Landgericht Giessen hat 2004 das Universitätsklinikum Giessen zu einem Schmerzensgeld in Höhe von 250.000 € verurteilt zzgl. einer monatlichen Schmerzensgeldrente von 300 € und einer weiteren monatlichen Geldrente von 500 €. Ferner muss das Universitätsklinikum Giessen sämtliche zukünftigen Schäden, die durch die Behinderung entstehen, ersetzen.

Das Urteil wurde vom Universitätsklinikum Giessen akzeptiert.

Reinigung, Desinfektion, Sterilisation

Nachfolgend finden sich **Definitionen** der Reinigung, Desinfektion und Sterilisation:

Begriff	Definition	Keimzahlreduktion allgemein
Reinigung	Im allgemeinen mechanisches Entfernen von Schmutz und Mikroorganismen. Meistens in medizinischen Bereichen als Scheuer-Wisch-Reinigung: Tuch, Wasser, Reinigungsmittel. Selten Kehren (Klima-Anlagen) oder Staubsaugen (Klimaanlagen, Teppichböden).	Faktor 10-100. 1-2 lg-Stufen.
Desinfektion	Reduzierung der Anzahl krankmachender Keime, sodass von dem Gegenstand keine Infektionsgefahr mehr ausgehen kann.	Faktor 1.000-100.000. 3-5 lg-Stufen.
Sterilisation	Steril heißt frei von vermehrungsfähigen Keimen: Bakterien, Pilze, Sporen, Viren, auch Prionen müssen inaktiviert werden.	Keine Keime bleiben zurück. Definition nach DIN EN 556: Ein Sterilisationsverfahren ist geeignet, wenn unter 1 Mio. sterilisierter Güter maximal 1 unsteriles ist.

Bei der Desinfektion können Keimzahlreduktionen von 3 bis 5 lg-Stufen nicht immer erreicht werden, z.B. nicht bei der Händedesinfektion.

In der DIN EN 556 wird eine Sterilisationssicherheit von $\geq 10^{-6}$ definiert. Dies bedeutet, dass eine Reduktion von $\geq 10^{12}$ thermoresistenten Sporen erfolgen muss. Dieser Nachweis ist nur theoretisch bei der Prozessvalidierung zu erbringen.

Nachfolgend ein Rechenbeispiel zum besseren Verständnis:

Ausgangslage	1.000.000 Keime	10.000 Keime
Nach optimaler Reinigung	10.000 Keime	100 Keime
Danach Desinfektion	10 Keime	0 Keime
Danach Sterilisation	0 Keime	0 Keime

Häufig werden heute auch noch die Begriffe **Asepsis** und **Antisepsis** benutzt. Dabei ist Asepsis gleichzusetzen mit „steril; unter sterilen Kautelen“ und Antisepsis mit „Desinfektion; desinfiziert“.

Reinigung

Grundsätzlich können Hände (= Waschen) (siehe auch Kapitel „Händehygiene“), Räume und Gegenstände sowie Medizinprodukte (im Rahmen der Aufbereitung) (siehe auch Kapitel „Aufbereitung von Medizinprodukten“) gereinigt werden.

Die **Reinigung von Räumen und Gegenständen** erfolgt üblicherweise täglich durch den Reinigungsdienst (Fußboden, Sanitärbereich, Patienten-nahe Kontaktflächen) bzw. das Pflegepersonal (elektrisch betriebene Geräte, Perfusoren usw.).

Derzeit ist der Reinigungsdienst in vielen Krankenhäusern in sogenannten Service-Gesellschaften organisiert, die oft zu 51 % dem Krankenhaus gehören. Dies hat für die Krankenhäuser den Vorteil, dass die Kosten ausgelagert sind und geringe Gehälter (Tarifverträge des Gebäudereiniger-Handwerks) gezahlt werden können. Der Nachteil ist, dass das Personal häufig wechselt und schlecht qualifiziert ist, oft gibt es Sprachprobleme. Außerdem haben sich die Flächenleistungen – also wieviele Quadratmeter pro Stunde gereinigt werden müssen – durch die Auslagerung des Reinigungsdienstes massiv erhöht und sind realistisch nicht zu erbringen. Dementsprechend schlecht ist die Reinigungsqualität. Daher haben manche Krankenhäuser inzwischen wieder ingesourct.

Die **Reinigung durch Reinigungskräfte** erfolgt üblicherweise mit einem **Reinigungswagen**:



Unten finden sich die Wischbezüge, die einmal in die Lösung (meist Reinigungsmittel, in Risikobereichen Desinfektionsmittel) eingetaucht und dann über den Fußboden gezogen werden, bis sie ihre Lösung abgegeben haben. Danach werden sie in den Sammelbeutel (rechts) geworfen für den Abtransport in die Wäscherei. Sie werden also nicht wieder eingetaucht, um eine Kontamination der Lösung zu verhindern.

Oben fanden sich bisher meist drei Eimer mit Desinfektionsmittel: Rot war für die Toilette, gelb für den sonstigen Sanitärbereich und blau für das Patientenzimmer. Auch hier werden die Tücher nur einmal eingetaucht und dann abgeworfen.

Nach der neuen DIN 13063 (Krankenhausreinigung, 2021) wird es künftig wohl vier Farben geben:

- Rot: Toiletten, Urinale und angrenzende Bereiche, wie z.B. Fliesen im Spritzbereich, WC-Bürsten.
- Gelb: Übrige sanitäre Ausstattung und Einrichtung, wie z.B. Spiegel, Türen, Wandfliesen, Waschbecken, Ablagen.
- Blau: Ausstattung und Einrichtung bei Nutzflächen, wie z.B. Regale, Tische im Patientenzimmer oder Büros.
- Grün: OP- und Eingriffsbereiche.

Nach dieser DIN soll auf Normalstation die Reinigung/Desinfektion der Zimmer nutzungstäglich erfolgen. Dies wäre endlich das Ende der „Sichtreinigung“ am Sonntag (und teilweise auch am Samstag und Mittwoch). Bei der „Sichtreinigung“ geht (theoretisch) eine Reinigungskraft ins Zimmer, leert den Mülleimer und reinigt evtl. deutlich sichtbare Verschmutzungen – real findet selbst das oft nicht statt. Inzwischen fordert auch die KRINKO eine nutzungstägliche Flächendesinfektion zumindest der patientennahen bzw. häufig berührten Flächen („Anforderungen an die Hygiene bei der Reinigung und Desinfektion von Flächen“, 2022).

Früher hat auch das **Pflegepersonal** bei seinen Desinfektionstätigkeiten solche Eimer und Mehrwegtücher benutzt. Heute werden vom Pflegepersonal überwiegend Einmaltücher eingesetzt, die dann weggeworfen werden:



Typischer Einmaltuchspende-Eimer – allerdings sollte der Deckel nicht offen sein, da dann die Tücher austrocknen können.

Da diese Eimer oft ungenügend aufbereitet werden und sie dann die Desinfektionsmittellösung mit Keimen kontaminieren, sind sie heute meist durch Einmaleimer oder andere Lösungen (z.B. Flowpacks – s.u.) ersetzt.

Gleichwohl gibt es immer noch Probleme, die häufig auftreten:

- Wenn die Deckel offen oder abgebrochen sind, trocknen die Tücher aus und haben dann keine Wirkung mehr.
- Wenn zu wenig Lösung in den Eimer gegeben wurde, sind die letzten Tücher trocken und haben ebenfalls keine Wirkung mehr.



Gebrauchsfertige Tücher in Einwegverpackung (Flowpack, ready to use). Tuch und Desinfektionsmittel sind aufeinander abgestimmt und wurden zusammen geprüft. Auch hier wichtig:

- Immer Deckel geschlossen halten und Handschuhe benutzen.
- Anbruch/Ablaufdatum drauf schreiben.

Bei Neubeschaffung muss darauf geachtet werden, dass Tücher und Desinfektionsmittel kompatibel sind – sich also beispielsweise das Desinfektionsmittel nicht an die Tuchstrukturen bindet und damit nicht mehr auf die Fläche ausgebracht werden kann. Dies gilt insbesondere, wenn Tücher und Desinfektionsmittel von verschiedenen Herstellern kommen. Dann sollten unbedingt entsprechende Gutachten angefordert werden.

Desinfektion

Grundsätzlich können Hände (siehe auch Kapitel „Händehygiene“), Räume und Gegenstände sowie Medizinprodukte (im Rahmen der Aufbereitung) (siehe auch Kapitel „Aufbereitung von Medizinprodukten“) desinfiziert werden.

Für die **Desinfektion** gilt:

Physikalische Verfahren sind gegenüber chemischen zu bevorzugen, weil sie sicherer wirken. Dies gilt zumindest für **Temperatur-basierte Verfahren**:

Verfahren	Temperatur	Einwirkzeit	Wirkungsbereich nach RKI	Beispiel
Pasteurisieren	62-150°C	Min.-Sek.	A	Milch-Behandlung
Heißwasser, rein thermisch	85-95°C	7-20 Min.	A, AB	RDG-Programm für übliche OP-Instrumente
Chemothermisch (Hitze und chem. Desinfektionsmittel)	40-65°C	10-20 Min.	A, AB	RDG-Programm für thermolabile Güter
Dampfdesinfektion	75-105°C	5-20 Min.	A, AB, ABC	Zentrale Betten-aufbereitung

Zu den physikalischen Verfahren zählt auch die **UV-Desinfektion**. Diese wird für Wasser eingesetzt und derzeit auch wieder zunehmend für Luft- und Oberflächen-Desinfektion (siehe auch weiter unten).

Die Wirkungsbereiche von Desinfektionsverfahren nach RKI zeigt die folgende Tabelle:

Wirkungsbereiche von Desinfektionsverfahren nach RKI	
Wirkungsbereich	Abtötung bzw. Inaktivierung
A	Vermehrungsfähige Bakterien, einschl. Mykobakterien, sowie Pilze und Pilzsporen
B	Viren
C	Bakterielle Sporen bis zur Widerstandsstufe von Bacillus-anthraxis-Sporen
D	Bakterielle Sporen bis zur Widerstandsstufe von Clostridium-perfringens-Sporen

Chemische Desinfektionsmittel haben im allgemeinen größere Probleme, Keime abzutöten, als thermische Verfahren:

- Gram-positive und auch Gram-negative Bakterien sowie behüllte Viren können meist gut abgetötet werden.
- Schwieriger ist es mit Pilzen und Pilzsporen. Allerdings spielen diese eine Rolle als Infektionserreger nur bei schwer immunsupprimierten Patienten.
- Große Probleme für die Desinfektionswirkung stellen Mykobakterien dar und unbehüllte Viren. Hier sind meist Sauerstoff-Abspalter oder Aldehyde notwendig.

- Bakterielle Sporen werden allenfalls teilweise durch Peressigsäure abgetötet. Ansonsten ist Sterilisation erforderlich.

Die nachfolgende Tabelle listet typische Desinfektionsmittel auf:

Tabelle: Auswahl von Wirkstoffgruppen mit ihren häufigsten Vertretern und jeweiligen Einsatzbereichen (nach DGUV Information 207-206, 2024)

Wirkstoffgruppe	Beispiel	Einsatzbereich
<u>Aldehyde/Aldehydabspalter</u>	<u>Formaldehyd, Glutaraldehyd, Glyoxal, (Ethylendioxy)dimethanol</u>	<u>Flächen, Medizinprodukte</u>
<u>Alkohole (leichtflüchtig)</u>	Ethanol, 2-Propanol, 1-Propanol	<u>Flächen, Hände, Haut</u>
<u>Alkylamine</u>	<u>N-(3-Aminopropyl)-N-dodecylpropan-1,3-diamin</u>	<u>Flächen, Medizinprodukte</u>
<u>Chlorabspaltende Verbindungen</u>	<u>Natriumhypochlorit</u>	<u>Flächen, Wasser</u>
<u>Guanidine</u>	<u>Cocoprophyldiamin-1,5-bis-guanidiniumdiacetat, Polyhexamethylenbiguanidhydrochlorid</u>	<u>Flächen, Medizinprodukte</u>
<u>Iodabspaltende Verbindungen</u>	<u>Polyvinylpyrrolidon-Iod</u>	<u>Haut, Schleimhäute, Wunden</u>
<u>Organische Säuren</u>	<u>Milchsäure, Maleinsäure, Zitronensäure</u>	<u>Flächen, Medizinprodukte, Dialysegeräte</u>
<u>Peroxidverbindungen</u>	<u>Peroxyessigsäure, Wasserstoffperoxid, Natriumpercarbonat</u>	<u>Flächen, Medizinprodukte, Wäsche</u>
<u>Phenolverbindungen</u>	4-Chlor-3-methylphenol	<u>Flächen, Medizinprodukte</u>
<u>Quartäre Ammoniumverbindungen</u>	<u>Didecyldimethylammoniumchlorid, Benzyl-C12-C16-alkyldimethylammoniumchlorid</u>	<u>Flächen, Medizinprodukte</u>

Die folgende Tabelle zeigt für typische Desinfektionsmittel ihre **spezifische Wirksamkeit**:

Tabelle 12 Wirksamkeitsspektrum der desinfizierend wirkenden Stoffgruppen (v. Rheinbaben und Werner 2014)

		Gruppen von Infektionserregern							
		Gram-positive Bakterien	Gram-negative Bakterien	Myko-bakterien	Bakterien-sporen	Hefen	Schimmel-pilze	Unbehüllte Viren	Behüllte Viren
Wirkstoffgruppe	Aldehyde	+	+	+	+/-	+	+/-	+	+
	Alkohole	+	+	+	-	+	+/-	+/-	+
	Alkylamine	+/-	+	+	-	+	+/-	-	+
	Chlorabspaltende Verbindungen	+	+	+	+/-	+	+	+	+
	Guanidine	+	+/-	-	-	+	+/-	-	+
	Iodabspaltende Verbindung	+	+	+	+/-	+	+	+	+
	Organische Säuren	+	+	+/-	-	+/-	+/-	-	+/-
	Peroxidverbindungen	+	+	+	+/-	+	+	+	+
	Phenolverbindungen	+	+	+	-	+	+/-	-	+
	Quartäre Ammoniumverbindungen	+	+/-	-	-	+	+/-	-	+

+ wirksam (vollständige Abtötung bzw. Inaktivierung der Infektionserreger)
 +/- teilwirksam (Verhinderung der Vermehrung der Infektionserreger, aber unvollständige Abtötung bzw. Inaktivierung der Infektionserreger)
 - unwirksam (keine Abtötung bzw. Inaktivierung der Infektionserreger)

(aus DGUV Information 207-206, 2024)

Wenn Desinfektionsmittel und Reinigungsmittel (Seifen) miteinander gemischt werden, können sie miteinander reagieren und die Desinfektionswirkung aufheben. Man nennt dies den **Seifen-Fehler**. Daher dürfen sie nur gemischt werden, wenn dies von den Herstellern ausdrücklich bestätigt ist.

Wenn Blut und Eiweiß in Desinfektionsmittel eingebracht werden, kann das gleiche passieren. Man nennt dies den **Eiweiß-Fehler**. Daher müssen Desinfektionsmittel mindestens bei sichtbarer Verschmutzung bzw. überhaupt häufig gewechselt werden. Außerdem können Desinfektionsmittel aggressiv sein und **Hautschäden** hervorrufen: Bis auf Alkohol sollten beim Umgang daher immer Handschuhe getragen werden. Zusätzlich können sie **korrosiv** an Instrumenten wirken, sodass diese Rost ansetzen.

Die folgende Tabelle gibt dazu eine Übersicht:

Chemikalie	Eiweiß-Fehler	Seifen-Fehler	korrosiv	Haut-schädigend
Alkohole	-	-	-	-
Iod	(+)	+	(+)	(+)
Chlor	++	+	+	(+)
Quaternäre Ammonium-Verbindungen(Quats)	+	++	-	-
Sauerstoff-Radikale	++	-	++	+
Aldehyde	+	-	-	++
Vorsichts-Maßnahmen	Häufiger Wechsel	Nicht mischen		Handschuhe

Bei Desinfektionsmitteln muss immer auf die **Konzentration und Einwirkzeit** – beide gehören jeweils zusammen – geachtet werden. Wenn die Konzentration niedrig sein soll (wenig Geruchsbelästigung), muss die Einwirkzeit lang sein. Wenn die Desinfektion schnell erfolgen soll, muss die Konzentration erhöht werden. Die Firmen geben immer zusammenhängende Konzentrations-Einwirkzeit-Beziehungen auf den Produkten an. Von diesen darf nicht abgewichen werden! (Ausnahme siehe unten bei der Flächendesinfektion.)

Leider geben Hersteller immer häufiger Konzentrationen und Einwirkzeiten entsprechend EN-Austestungen an, bei denen oft die Einwirkzeiten kürzer sind als vom VAH vorgegeben. Im allgemeinen sollte man sich an die VAH-Konzentrationen und -Einwirkzeiten halten. Dies umso mehr als vom VAH zwei unabhängige Gutachten gefordert werden, während nach EN-Austestungen ein einziges Gutachten (z.B. vom Industrie-eigenen Labor) ausreichend ist.

Die KRINKO hat in ihrer aktuellen Empfehlung zur Flächendesinfektion (2022) in Anlehnung an die 5 Momente der WHO zur Händedesinfektion 5 Indikationen für eine Flächendesinfektion definiert:

- Desinfizierende Flächenreinigung im Rahmen der Basishygiene (ungezielte Flächendesinfektion) auf patientennahen Flächen im Rahmen der Pflege/Behandlung, insbesondere häufig berührter Flächen,
- gezielte desinfizierende Flächenreinigung oder Flächendesinfektion nach Kontamination mit potenziell erregerrhaltigem Material,
- Flächendesinfektion vor aseptischen Tätigkeiten auf der Arbeitsfläche,
- Schlussdesinfektion,
- desinfizierende Flächenreinigung als Bestandteil eines Maßnahmenbündels zur Beherrschung von Ausbrüchen.

Laut KRINKO (2022) gilt:

- Bei der Flächenreinigung wird lediglich ein Reiniger eingesetzt.
- Bei der Flächendesinfektion wird nur ein Desinfektionsmittel benutzt.
- Bei der desinfizierenden Flächenreinigung erfolgen Reinigung und Desinfektion in einem Arbeitsgang. Hier gilt Vermischungsverbot, soweit vom Hersteller die Mischung nicht erlaubt ist.

Laut KRINKO sollen für letzteres nur Produkte zum Einsatz kommen, die einen Reinigungszusatz neben dem Desinfektionswirkstoff enthalten. Nach der DIN 13063 zur Krankenhausreinigung ist kein Reinigungszusatz gefordert. Hier besteht also Klärungsbedarf.

Desinfektionsmittel: Regelungen und Listungen

In Deutschland müssen Desinfektionsmittel für den Gesundheitsbereich **gelistet** sein:

- Die RKI-Liste hat hohe Konzentrationen und Einwirkzeiten. Sie ist allerdings nur bei behördlich angeordneten Desinfektionsmaßnahmen anzuwenden, die von den Gesundheitsämtern – entsprechend § 18 IfSG - praktisch nie vorgegeben werden. Daher hat die RKI-Liste heute eine geringe Bedeutung.
- Die VAH-Liste enthält alle Präparate, die in Deutschland eingesetzt werden dürfen.

Die **VAH-Liste** enthält Präparate für

- hygienische Händewaschung,
- hygienische und chirurgische Händedesinfektion,
- Hautantiseptik,
- Flächendesinfektion,
- Flächendesinfektion (Tuchsysteme),
- Instrumentendesinfektion (Eintauchdesinfektion, also manuelle Desinfektion – beim RDG muss die Auswahl entsprechend Herstellerempfehlungen erfolgen),
- Wäschedesinfektion

Die VAH-Liste ist seit 2018 kostenfrei im Internet einsehbar: <https://vah-online.de/de/vah-liste>. Allerdings geben auch die Hersteller auf ihren Produkten die VAH-Listung an. Nicht selten wird statt des Begriffes VAH noch der Begriff DGHM benutzt, weil die DGHM-Liste Vorgängerin der VAH-Liste war.

Flächendesinfektionsmittel gehören nach EU-Recht in der Regel zu den Biozidprodukten. Sie könnten jedoch auch als Medizinprodukte eingestuft werden, wenn als Zweckbestimmung die Anwendung für Medizinprodukte deklariert ist. Auch beide Deklarierungen nebeneinander sind möglich (Dual-use-claim).

In Deutschland mussten früher Haut- und Händedesinfektionsmittel Arzneimittel sein. Mit der Einführung des europäischen Biozidrechts werden nunmehr **Händedesinfektionsmittel** als **Biozide** reguliert und im Anhang V der Biozidverordnung der Produktart 1 („menschliche Hygiene“) innerhalb der Hauptgruppe 1 („Desinfektionsmittel“) zugeordnet. Das Verwaltungsgericht Köln hat inzwischen im Sinne der EU-Verordnung entschieden, so dass in Zukunft Propanol- und Ethanol-haltige Präparate generell als Biozide einzustufen sind und die Arzneimittelzulassung, die hohe Anforderungen stellte, künftig nicht mehr verlangt werden kann.

Für Biozide reicht es derzeit aus, dass sie bei der BAuA registriert sind. Wirksamkeitsnachweise werden erst in Zukunft zu erbringen sein. Die Verantwortung liegt beim Hersteller bzw. Anwender.

Leider liegt das Hauptaugenmerk bei der Zulassung im Rahmen der europäischen Vorschriften auf den Gefahren für die Umwelt und den Menschen, jedoch nicht den positiven Effekten der Desinfektion zum Patientenwohl. So sind die Aldehyde, die

neben den Sauerstoffabspaltern die breiteste und sicherste Wirksamkeit in der Flächendesinfektion zeigen, zunehmend unter Beschuss geraten mit der Folge, dass die Firmen sie jetzt bereits eigenständig zunehmend aus dem Programm nehmen.

Von der Anwendung Chlor-haltiger Händedesinfektionsmittel im Routinebetrieb ist abzuraten wegen der potentiellen Instabilität und möglichen Hautirritation.

Die Hygiene sollte unbedingt auf Listung in der VAH-Liste bestehen.

In den letzten Jahren ist eine Entwicklung zu beobachten, dass die Einwirkzeiten von Desinfektionsmitteln, auch Händedesinfektionsmitteln, immer kürzer gegutachtet werden. Der VAH hat 2021 darauf hingewiesen, dass bei den Händedesinfektionsmittel-Produkten zunehmend von 3-ml-Volumen-Angaben abgewichen wird und z.B. 4- bis 6-ml-Portionen vorgegeben werden. Es ist also künftig zu empfehlen, nicht nur die Einwirkzeiten bei Händedesinfektionsmitteln zu beurteilen, sondern auch, mit welchem Desinfektionsmittelvolumen diese erreichbar sind. Darüber hinaus sind beispielsweise Einwirkzeiten von einer Minute für die hygienische Händedesinfektion völlig unrealistisch. Solche Präparate sollten nicht genutzt werden.

Bei **Schleimhaut-Antiseptika** gibt es leider keine Listung. Sie sind beispielsweise erforderlich

- bei Eingriffen/Operationen
 - am Auge,
 - im Cavum nasi und im Gehörgang,
 - in der Oralchirurgie,
- bei transurethralen und transvaginalen Eingriffen,
- bei der Katheterisierung der Harnröhre,
- bei der nasalen und intraoralen Sanierung von MRE-Trägern.

Mögliche Antiseptika sind

- Octenidin,
- Chlorhexidin,
- Polihexanid,
- PVP-Jod und
- Natriumhypochlorit.

Die eingesetzten Antiseptika müssen vom Hersteller für den jeweiligen Einsatz zugelassen sein. Die Einwirkzeit ist immer einzuhalten und meistens ist in dieser Zeit das entsprechende Areal satt benetzt und feucht zu halten (KRINKO 2018).

Bei zu erwartender Exposition des Antiseptikums mit Knorpel im HNO-Bereich kommt anstelle von Octenidin Polihexanid oder PVP-Jod in Betracht (KRINKO 2018). Am Trommelfell ist Octenidin kontraindiziert (KRINKO 2018). Zur präoperativen Augen-Antiseptik können wässrige Lösungen auf Basis von PVP-Jod oder Polihexanid eingesetzt werden (KRINKO 2018).

Chlorhexidin und PVP-Jod können zu einer Sensibilisierung führen. Bei PVP-Jod ist der Einsatz kontraindiziert bei Hyperthyreose und die Indikation zum Einsatz sorgfältig zu stellen bei Struma, Gravidität und Stillzeit. Von Chlorhexidin wird im Körper p-Chloranilin abgespalten, das als kanzerogen eingestuft ist.

Farbstoffe, Quecksilber-organische Verbindungen und Wasserstoffperoxid werden heute zur Schleimhautdesinfektion nicht mehr eingesetzt.

Inzwischen weiß man, dass einige Desinfektionsmittel – insbesondere bei Unterdosierung - bei (vor allem Gram-negativen) Keimen eine Toleranz hervorrufen können. Dazu zählen Chlorhexidin, Benzalkoniumchlorid, Polihexanid und Octenidin. Nicht berichtet wurde derartiges bisher für Ethanol, Propanol, PVP-Jod, Peressigsäure und Glutaraldehyd.

Die VAH-Liste hat eine eigene Einteilung für die **Virus-Wirksamkeit** von Desinfektionsmitteln:

Einteilung	Wirksam gegen
Begrenzt viruzid	Behüllte Viren, z.B. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hepatitis B und C-Virus ▪ HIV-Virus ▪ Influenzavirus ▪ Herpesvirus ▪ SARS-CoV-2-Virus
Begrenzt viruzid PLUS	Wie begrenzt viruzid, zusätzlich <ul style="list-style-type: none"> ▪ Adenovirus ▪ Norovirus ▪ Rotavirus
Viruzid	Behüllte und unbehüllte Viren, z.B. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Adenovirus ▪ Norovirus ▪ Rotavirus ▪ Papilloma-Viren ▪ Poliovirus
Viruzid PLUS (Flächendesinfektion)	Behüllte und unbehüllte Viren, z.B. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hepatitis-A-Virus ▪ Hepatitis-E-Virus ▪ Parvoviridae

Tatsächlich finden sich in der VAH-Liste nur wenige derartig klassifizierte Produkte. Gleiches gilt für die Sporizidie.

Stattdessen geben viele Hersteller in ihren Produktdatenblättern zwar die VAH-Listung mit Bakterizid und Levurozid an, dagegen die Viruzidie-Klassifizierung nur entsprechend EN-Austestung. Nach EN werden allerdings teilweise weniger Viren getestet als nach DVV/RKI. Vor allem müssen beim VAH die Prüflaboratorien akkreditiert sein und an Ringversuchen teilnehmen. In Europa (EN-Normen) ist keine Akkreditierung gefordert und das firmeneigene Labor kann die Prüfung durchführen. Beim VAH müssen die Prüfungen in zwei unabhängigen Tests bestätigt werden, in Europa ist nur ein Durchgang gefordert.

Wenn also Firmen darauf hinweisen, dass ihr Produkt VAH-gelistet ist, so bedeutet das meistens, dass es als Bakterizid und Levurozid dort gelistet ist, nicht unbedingt jedoch als Viruzid oder Sporizid. Das ist dann oft im eigenen Labor nur nach EN getestet ohne weitere Kontrollen. So zeigte eine Untersuchung zur Bewertung der bakteriziden Wirksamkeit von Glutaraldehyd gegen *Staphylococcus aureus* signifikante intra- und interlaborielle Schwankungen (HygMed 2024, 49, D10).

Außerdem kann man sich die Gutachten kommen lassen, wobei diese in Gänze vorliegen sollten, also z.B. auch mit Methodenteil.

Nicht immer muss die entsprechende Klassifizierung vorliegen, wenn man mit einem Produkt über Jahre gute Erfahrungen (wenig Infektionen) gemacht hat. Bei Norovirus-

Ausbrüchen beispielsweise ist nicht die Frage entscheidend, ob 5 oder 10 % mehr Alkohol im Produkt sind (die dann „die Viruzidie“ ausmachen), sondern dass sich das Personal häufiger und gründlicher die Hände desinfiziert.

Dann kann man ggfs. auch in der Hygienekommission nach entsprechender Erläuterung das Festhalten am bisherigen Produkt beschließen (im Protokoll das Für und Wider gut dokumentieren! Keinesfalls als Hygiene alleine entscheiden!).

Für (komplette) Viruzidie sind im allgemeinen Sauerstoffabspalter oder Aldehyde erforderlich.

Andererseits sind Händedesinfektionsmittel auf Alkohol-Basis völlig ausreichend, da sie als begrenzt viruzid wirkende Präparate die hauptsächlichen Personalrisiken Hepatitis- und HIV-Viren abtöten.

DOSIERUNG/ANWENDUNGSEMPFEHLUNG

ete unverdünnt in die trockenen Hände einreiben. Die Hände müssen während der gesamten Einwirkungszeit feucht gehalten werden.

Händedesinfektion	Einwirkzeit	Listung
Hygienische Händedesinfektion gemäß DGHM (EN 1500)	30 Sek.	VAH/RKI Bereich A
Bei TB	30 Sek.	
Chirurgische Händedesinfektion gemäß DGHM (EN 12791)	90 Sek.	VAH
Begrenzt viruzid* (inkl. HIV, HBV, HCV)	15 Sek.	IHO
Viruzid (DVV 2008)	120 Sek.	IHO/RKI Bereich B (angemeldet)
Adenovirus (DVV 2008)	60 Sek.	IHO
Rotavirus (DVV 2008)	15 Sek.	
Noroviren (MNV) (EN 14476)	15 Sek.	
Noroviren (MNV) (DVV2008)	60 Sek.	
Polyoma SV40 (DVV 2008)	120 Sek.	
Vacciniavirus (DVV 2008)	15 Sek.	
Parvovirus (DVV 2008)	30 Sek.	
Influenzavirus**	30 Sek.	

* gem. RKI-Empfehlung 1/2004 Geprüft gegen Testviren BVDV (Surrogatvirus für Hepatitis-C Virus) und Vakzinavirus. Die Ergebnisse lassen nach aktuellem Kenntnisstand den Rückschluss auf die Wirksamkeit gegen andere behüllte Viren wie z.B. HIV, HBV zu.
** aufgrund der begrenzten Viruzidie



Typische Angaben beispielhaft auf einem Präparat zur Händedesinfektion. Die Austestungen einzelner Keime können von Hersteller zu Hersteller sehr schwanken. Am besten sollte man sich an die VAH/DGHM-Vorgaben halten.

Früher wurden in der VAH-Liste im allgemeinen Einwirkzeiten von 30 Sekunden für die hygienische Händedesinfektion, mindestens 3 Minuten für die chirurgische Händedesinfektion angegeben. Für die Flächendesinfektion wurde meist die Konzentration entsprechend dem 1-Stunden-Wert verwendet. In den letzten Jahren wurden diese Zeiten je nach Hersteller verkürzt und entsprechend gelistet.

Gleichwohl macht es Sinn, an den o.g. „alten“ und bewährten Zeiten festzuhalten, da sie eine sorgfältige und wirkungssichere Desinfektion gewährleisten. Daher werden hier die folgenden **Mindest-Einwirkzeiten** empfohlen:

- Hygienische Händedesinfektion – 30 Sekunden
- Chirurgische Händedesinfektion – 3 Minuten
- Präoperative Hautdesinfektion – mindestens 3 Minuten

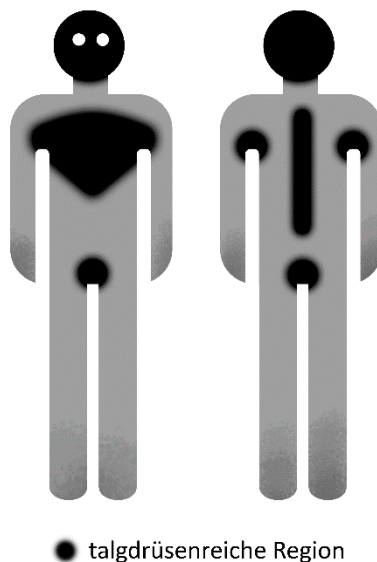
- Hautdesinfektion vor Legen einer peripheren Venenverweilkanüle bzw. vor Blutabnahme – 15 Sekunden
- Hautdesinfektion vor Legen eines ZVK – 1 Minute
- Hautdesinfektion vor Gelenkpunktionen – 3 Minuten

Für die präoperative Hautdesinfektion wird teilweise eine remanente Wirkung gefordert. Die Chirurgen wünschen (nachvollziehbar) meist ein gefärbtes Desinfektionsmittel. Dabei wird allerdings ein Lebensmittelfarbstoff eingesetzt, der mit den remanenten Wirkstoffen Octenidin und Chlorhexidin reagiert und ihre remanente Wirkung aufhebt. Derzeit ist nur ein einziges (teures) Präparat auf dem Markt, das das Kriterium Remanenz (mit Chlorhexidin) erfüllen soll, bei dem die Produkte direkt vor Aufbringung vermischt werden.

Bei der Hautflora wird zwischen **residenter und transienter Hautflora** unterschieden:

- Transiente Hautflora: Wechselnde Keimbesiedlung aus der Umgebung. Bakterien mit pathogenem Potential. Kann durch Hautdesinfektion beseitigt werden.
- Residente Hautflora: Standortflora, permanent auf der Haut vorhanden. Meistens apathogen (z.B. *Staphylococcus epidermidis*) oder nur pathogen bei Immunschwäche oder Verschleppung in normalerweise nicht besiedelte Bereiche des Körpers. Kann durch Hautdesinfektion nicht sicher beseitigt werden.

Vor der Punktion **Talgdrüsen-reicher Haut** ist die Einwirkzeit verlängert. Früher betrug sie grundsätzlich 10 Minuten. Inzwischen sind in der VAH-Liste Einwirkzeiten zwischen ≥ 1 und ≥ 10 Minuten (je nach Präparat) angegeben.



Flächen- und manuelle Instrumentendesinfektionsmittel sollen mit einem **Dosiergerät** angesetzt werden, damit die Dosierung stimmt:



Dabei sind Handschuhe und Schutzbrille zu tragen (Verätzungsgefahr durch die konzentrierten Lösungen). Die Lösung wird kalt angesetzt!

Bei der **Flächendesinfektion** nahm man über lange Zeit im allgemeinen die Konzentration, die einer Einwirkzeit von einer Stunde entspricht. Inzwischen ist in der VAH-Liste aber auch eine Listung für 1, 5, 15, 30, 60 und 240 Minuten möglich. Dabei ist in der täglichen Routine das Betreten der Fläche nach Abtrocknen möglich (vorher Rutschgefahr), also vor dem Ende der Einwirkzeit. Man geht von einem Weiterwirken der Desinfektion auch nach Abtrocknen aus – sogenannte Remanenzwirkung.

Eine Sprühdesinfektion von Flächen sollte die große Ausnahme sein. Oft enthalten Sprühdesinfektionsmittel nur Alkohol. Dieser hat ein eingeschränktes Wirkungsspektrum und ist entzündlich (Explosionsgefahr bei großflächiger Ausbringung – früher sagte man: Nie mehr als 2 m²! Die TRGS 525 spricht von maximal 50 ml/m² – so auch die KRINKO 2022). Das Sprühen muss immer mit Wischen kombiniert werden, um eine Flächenwirkung zu erreichen.



Sprühen ohne Wischen: Keine Desinfektionswirkung zwischen den Tröpfchen.

Bei der **Instrumentendesinfektion** wird heute die maschinelle der manuellen vorgezogen – siehe auch das Kapitel zur „Aufbereitung von Medizinprodukten“. Instrumentendesinfektionsmittel sind als Medizinprodukte eingestuft.

Die **maschinelle Aufbereitung** erfolgt im Reinigungs-Desinfektions-Gerät (RDG).



Typischer Temperaturverlauf im RDG beim thermischen Programm (Vario-Programm):

- Blauer Pfeil: Vorspülen mit kaltem Wasser (30°C) und ohne Zusatz, um den groben Schmutz zu entfernen, dann Abpumpen.
- Gelber Pfeil: Reinigungsphase mit 55°C heißem Wasser und Reinigungsmittel, dann Abpumpen.
- Roter Pfeil: Desinfektionsphase mit 90°C heißem Wasser ohne Zusatz, dann Abpumpen.
- Grüner Pfeil: Trocknungsphase mit heißer Luft.

Ein Maßstab für die Abtötung von Mikroorganismen in Desinfektionsverfahren mit feuchter Hitze ist der **A₀-Wert** (EN DIN ISO 15883-1). Der Wert beschreibt für RDGs (für chirurgische Instrumente) und für Steckbeckenspülgeräte die benötigte Menge an feuchter Hitze. Er kann im Prozess mit Thermologgern bestimmt werden.

Die drei wichtigsten A₀-Werte sind:

A ₀ -Wert	Temperatur	Haltezeit
60	80°C	1 Minute
600	90°C	1 Minute
	80°C	10 Minuten
3.000	90°C	5 Minuten

Wenn nur Bakterien inklusive Mykobakterien, Pilze und thermolabile Viren abgetötet werden sollen (Wirkungsbereich A), kann ein A₀-Wert von 600 bei RDGs ausreichend sein.

Soll das Verfahren jedoch auch gegen thermoresistente Viren, z.B. Hepatitis B-Viren, wirksam sein (Wirkungsbereich B), so ist ein A₀-Wert von 3.000 zu wählen.

Daher ist der A₀-Wert von 3.000 generell für die Programme zur Aufbereitung chirurgischer Instrumente zu wählen.

Minimum bei Steckbeckenspülgeräten ist ein A₀-Wert von 60, Standard ist heute aber 600. Manche Behörden verlangen 3.000, wenn die Steckbecken z.B. bei Patienten mit defekter Haut (Dekubitus) eingesetzt werden. Dabei kann es jedoch – bei vorheriger ungenügender Wirksamkeit der Reinigung - zum Einbrennen von Schmutz auf dem Metall kommen.

In den letzten Jahren werden zunehmend **neue Desinfektions- und Entkeimungsverfahren** für Flächen und Luft propagiert:

- UV-Desinfektion von Flächen und Luft, teilweise als selbstfahrende Roboter. Dabei ist zu bedenken, dass dies aber nur erfolgen kann, wenn niemand in den Räumen ist (Haut-Kanzerogenität von UV-Strahlen). Ferner können UV-Strahlen nicht um Ecken biegen, sodass für die UV-Strahlen unzugängliche Bereiche nicht erfasst werden. Darüber hinaus können Ozon und weitere toxische Sekundärprodukte entstehen. An einer grundsätzlichen desinfizierenden Reinigung führt also kein Weg vorbei. Auch die sog. Fern-UVC-Desinfektion, die angeblich nur bei 222 nm arbeitet, kann derzeit nicht als so sicher angesehen werden, dass sie in Anwesenheit von Menschen zum Einsatz kommen kann (so auch die Einschätzung des Bundesamtes für Strahlenschutz).
- Wasserstoffperoxid (H₂O₂)-Verneblung. Dabei wird der MAK-Wert für den Arbeitsplatz überschritten, sodass auch hier niemand im Raum sein kann und nach Ende der Verneblung der Raum in Vollschutz (mit Aktivkohlefilter-Maske; FFP-Maske nicht ausreichend) betreten werden muss. Ferner müssen vorher alle Textilien entfernt und Brandmelder sowie RLT-Anlage ausgeschaltet oder abgeklebt werden. In der Desinfektionsmittelliste des RKI findet sich ein kurzer Text dazu, wonach jeder Einsatz Raum-spezifisch validiert erfolgen muss, z.B. mit Bioindikatoren und auch im Hinblick auf physikalische Parameter. Mit diesen Vorgaben ist das Verfahren praktisch undurchführbar.
- Ozonierung. Auch hier werden hohe Luftkonzentrationen eingesetzt, sodass auch hierbei niemand im Raum sein darf und am Ende Betreten nur im Vollschutz möglich ist.
- Kupfer- und Silberhaltige Oberflächen. In vitro hat Kupfer eine gute keimabtötende Wirkung, die jedoch bisher nicht als Reduktion von nosokomialen Infektionen in unabhängigen Studien gezeigt werden konnte. In Frage kämen Türdrücker, Bettholme und ähnliches. Außerdem wird Kupfer oxidiert und verfärbt sich dann.

Alle diese Verfahren verursachen höhere Kosten. Am meisten Erfahrung liegt vor mit der Wasserstoffperoxid-Verneblung, die gelegentlich zusätzlich zur Scheuer-Wisch-Desinfektion im Rahmen der Schlussdesinfektion bei Ausbrüchen mit MRE eingesetzt wird – allerdings im allgemeinen ohne Validierung im Sinne des RKI (siehe oben).

Derartige berührungslose neue Technologien können laut KRINKO (2022) ergänzend im Rahmen der Schlussdesinfektion oder der Ausbruchsbekämpfung eingesetzt werden. Bezüglich H₂O₂ weist die KRINKO auf die entsprechenden Ausführungen des RKI in der Desinfektionsmittelliste des RKI hin. Eine Vernebelung mit H₂O₂ kommt danach in erster Linie in Frage, wenn ein Ausbruch nicht beherrscht werden kann. Ozon scheidet aufgrund der hohen Giftigkeit laut KRINKO generell aus, UV-Strahlung eignet sich laut KRINKO wegen der Schattenbildung im Wesentlichen nur auf glatten Oberflächen. Die Effektivität probiotischer Reinigungsverfahren muss laut KRINKO noch gründlich untersucht werden. Für Kupferoberflächen könne derzeit keine Empfehlung für den Einsatz aus vorhandenen Studien abgeleitet werden.

Sterilisation

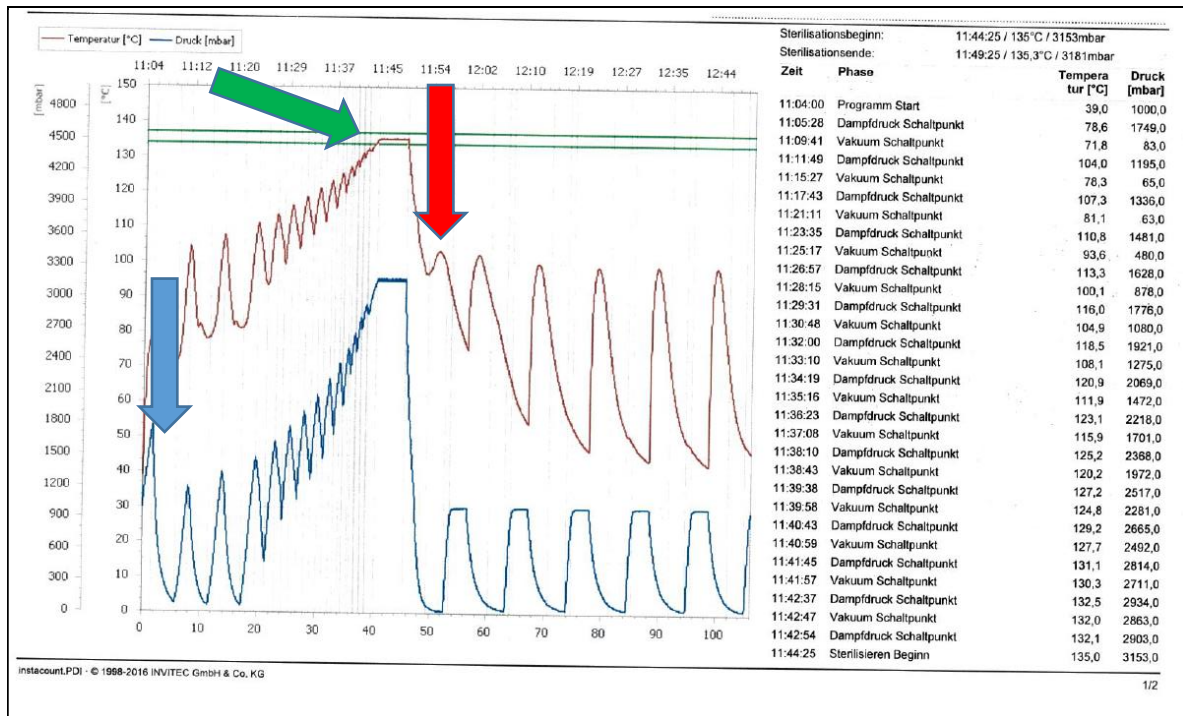
Das Standardverfahren der Sterilisation ist das **Autoklavieren (Dampfsterilisation)** bei 134°C für 5 Minuten bei 3 bar Druck (also 2 bar über Luftdruck):

Dampfsterilisation	
Wasserdampf ist wesentlich wirksamer als trockene Wärme gleicher Temperatur: -Wärmeinhalt ist größer (Energieabgabe über 1.000 mal größer), -die Mikroorganismen quellen auf und werden hitzeempfindlicher.	
Abtötung von Diphtheriebakterien bei 90°C	
Luftfeuchte	Dauer
20 %	180 Min.
40 %	120 Min.
60 %	5 Min.
80 %	2 Min.

Nachfolgend ein Vergleich der vorhandenen **Sterilisationsverfahren**:

Sterilisation	Verfahren	Details	Anmerkungen
Physikalisch	Autoklav (Dampfsterilisation)	Gesättigter, gespannter Wasserdampf. 121°C, 2 bar, 15-20 Min. 134°C, 3 bar, 5 Min.	Heute mit Vor-Vakuum- Phasen, damit die Dampfverteilung möglichst gleichmäßig in der Kammer ist.
	Heißluft	200°C, 10 Min. 180°C, 30 Min. 160°C, 200 Min.	Dauert zu lange und beansprucht Material durch die Hitze.
	Röntgenstrahlen		Wegen der Risiken und hohen Sicherheitsvorgaben nur in der Industrie im Einsatz, nicht im Krankenhaus.
Chemisch	Ethylenoxid (EO)	50-60°C	EO ist kanzerogen. Hohe Anforderungen an Sicherheit. Filterung der Abluft erforderlich. Daher heute zu teuer. Vakuumphasen am Ende erforderlich, ansonsten Hämolyse durch verbliebenes EO.
	Formaldehyd (FO)	70°C	FO ist ebenfalls kanzerogen, aber einfacher im Umgang als EO. Ebenfalls Vakuumphasen erforderlich.
	H ₂ O ₂ („Plasma“)	45°C	Heute Standard bei thermolabilen Gütern. Allerdings Probleme in Kanälen, da H ₂ O ₂ schnell abreagiert.

Chemische Sterilisationsverfahren (Niedertemperaturverfahren) werden nur für thermolabile Güter eingesetzt, die die Temperatur beim Autoklavieren nicht aushalten. Beispiel: Optiken.



Druck-Temperatur-Verlauf eines Autoklaven:
 Blauer Pfeil: Beginn der Vorvakuum-Phasen.
 Grüner Pfeil: Beginn Sterilisationsphase (134°C, 5 Minuten).
 Roter Pfeil: Beginn Trocknungsphase.

Die Sterilisation erfolgt immer in der endgültigen **Verpackung**, da ansonsten die Güter nach Sterilisation wieder kontaminiert würden.

Folgende Sterilisierverpackungen gibt es:

Feste Sterilisierbehälter (Container), meist aus Aluminium. Dampfdrucktritt meist über Filter.



Papier-Folien-Verpackung. Dampfdrucktritt über das Papier. Die Verpackung muss verschweißt werden.



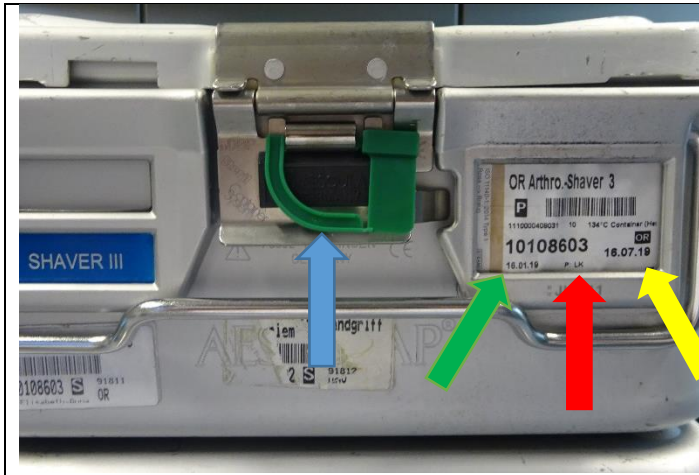
Papierverpackung (Vlies). Heute häufige Alternative zum Container.



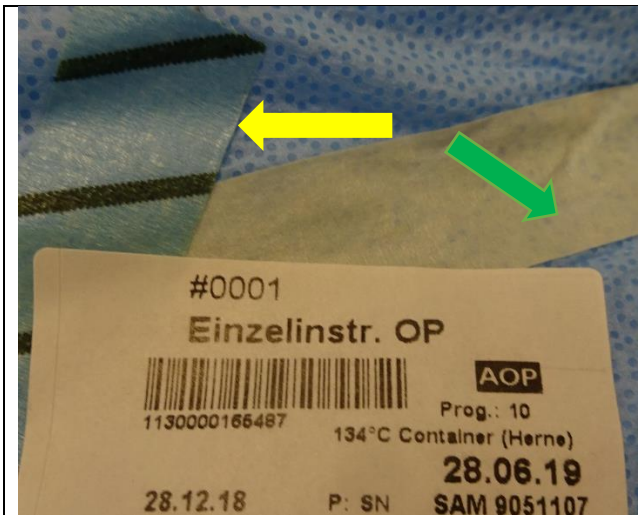


Gegenüberstellung Vlies- und Container-Verpackung.
Achtung: Vlies-Verpackung immer einzeln in einem eigenen Korb zur Verhütung von Beschädigungen.

Auf den Sterilisierverpackungen sind diverse Angaben notwendig, z.B. Inhalt, Abteilung, Sterilisier- und Ablaufdatum (normalerweise nach 6 Monaten). Ferner findet sich auf ihnen immer ein **Chemo-/Farb-Indikator**, der mit Farbumschlag die Behandlung in einem Sterilisator anzeigt. Dies bedeutet aber nicht automatisch, dass die Instrumente auch wirklich steril sind.



Instrumenten-Container nach Sterilisation:
 Blauer Pfeil: Plombe.
 Grüner Pfeil: Aufbereitungsdatum.
 Roter Pfeil: Gepackt durch...
 Gelber Pfeil: Ablaufdatum.



Chemo-Indikator als Behandlungs-Indikator:
 Gelber Pfeil: Chemo-Indikator-Streifen, umgeschlagen (schwarz).
 Grüner Pfeil: Normales Klebeband zum Zukleben der Vlies-Verpackung.

Folgende **Lagerfristen für Sterilgut** gelten:

- Ungeschützt (offen): alsbaldiger Verbrauch (innerhalb von 2 Tagen).
- Geschützt (in geschlossenen Schränken oder Schubladen): 6 Monate (in zusätzlicher Umverpackung 5 Jahre).



Offene Lagerung auf Station. Alle (!!!) Produkte müssen nach 2 Tagen erneut aufbereitet werden! Völlig unsinnige Menge von Sterilprodukten mit offener Lagerung.



Korrekte Lagerung in Schränken in der OP-Abteilung. Lagerfrist 6 Monate. Siebe mit Vliesverpackung immer in Körben und nicht aufeinander gestapelt, da es sonst zu Schäden der Verpackung kommen kann.

Nach der KRINKO/BfArM-Empfehlung (2012) sind bei der Festlegung allerdings auch die Qualität des Verpackungsmaterials, die Dichtigkeit der Siegelnähte und die Lagerbedingungen zu bedenken. Davon abhängig sind auch Lagerfristen über sechs Monate denkbar.

Der Aufbereitungsskandal im Klinikum München-Bogenhausen

Anfang Juli 2010 tagte der Aufsichtsrat der Städtischen Klinikum München GmbH. Gegen Ende der Sitzung wurde plötzlich von einem Gutachten berichtet, das erhebliche Mängel in der Sterilisationsabteilung im Klinikum Bogenhausen auflistete. Es gab eine lange und umfangreiche Mängelliste und in Folge des Gutachtens wurde das Referat für Gesundheit und Umwelt mit dem unterstellten Gesundheitsamt mit einer Überprüfung beauftragt. Dabei wurden unsaubere Instrumente entdeckt und Verschmutzungen konnten teilweise mit bloßem Auge gesehen werden. Auch waren Instrumentensets für Operationen falsch zusammen gestellt. Zusätzlich war ein Teil der Mitarbeiter nicht ausreichend qualifiziert.

Daraufhin wurde von der Behörde der Zentralsterilisation im Klinikum Bogenhausen die Aufbereitung von sogenannten Kritisch B- und Kritisch C-Instrumenten untersagt. Durch diese Maßnahme kam die Operationstätigkeit nicht nur im Klinikum Bogenhausen fast zum Erliegen, sondern auch im Klinikum Neuperlach, das ebenfalls von Bogenhausen mit versorgt wurde.

Im Weiteren stellte sich heraus, dass das Gutachten bereits seit Mai 2010 vorlag und bereits im August 2009 die Geschäftsführer auf Missstände hingewiesen worden waren.

Die Ereignisse wurden publik und führten zu einem großen Medien-Echo. Das Klinikum hat zügig die Zusammenarbeit mit insgesamt 3 von 4 Geschäftsführern beendet.

Bemerkenswert ist, dass in den Leitungsgremien des Städtischen Klinikum München keine ärztliche Kompetenz vorhanden war bzw. ausdrücklich ausgeschlossen war. Außerdem war der für die Hygiene zuständige Arzt subaltern angebunden und nicht, wie eigentlich erforderlich, als Stabstelle bei der für die Hygiene verantwortlichen Geschäftsführung.

Im September 2011 ging die Sterilgutaufbereitung wieder in den Betrieb. Der gesamte Hygieneskandal in München kostete dem Klinikum 19 Mio. Euro. Dies liegt unter anderem daran, dass bis zu 70% der Erlöse von Krankenhäusern durch OPs erwirtschaftet werden.

Der Fall Dänzer

Wie sehr Geschäftsführer heute für unzureichende Hygiene zur Verantwortung gezogen werden können, zeigt beispielhaft der Fall Dänzer:

Alfred Dänzer war ab 2005 Geschäftsführer am Universitätsklinikum Mannheim. Gleichzeitig war er über Jahre hinweg Präsident der Deutschen Krankenhausgesellschaft (DKG).

Zwischen 2007 und 2014 kam es zu verschiedenen Verstößen im Uniklinikum Mannheim:

- Beispielsweise wurden behördliche Anordnungen ab 2007 nicht umgesetzt.
- So hatten die Behörden sichtbare Verunreinigungen am Sterilgut nachgewiesen, so an Knochenfräsen und Wirbelspreizern.
- Auch gab es bauliche Beanstandungen, z.B. einen Gulli im reinen Bereich.
- Teilweise wurden Sterilgüter auf Papptellern und in Baumwolltüchern transportiert.
- 80 % der Sterilgüter waren erkennbar mangelhaft.
- Viel zu geringer Stellenplan.
- Lösungsvorschläge eines externen Dienstleisters und später eines intern eingesetzten wurden nicht umgesetzt.
- Operateure sicherten sich Zugriff auf Instrumentarium durch Verstecken von Sieben.
- 2013 kam es zu einem gehäuften Auftreten von Wundinfektionen nach Kreuzbandoperationen.
- Ebenfalls 2013 benannte die Hygieneabteilung die Missstände als Organisationsverschulden.

Der „Hygieneskandal“ wurde publik und Dänzer musste 2014 als Geschäftsführer zurücktreten, ebenso als Präsident der DKG.

2021 begann am Landgericht Mannheim der Prozess gegen ihn. Vorwürfe waren u.a.

- Verstöße gegen §§ des Medizinproduktegesetzes.
- Gefährdung von Patienten und Mitarbeitern durch mangelhafte Produkte.
- Gefährdung der Gesundheit einer großen Zahl von Menschen, hier operative Versorgung von 18.000 Patienten pro Jahr.

Wegen Verstößen gegen das Medizinproduktegesetz wurde er schließlich verurteilt. Ihm wurde zur Last gelegt, dass es für die Aufbereitung von Sterilgut, für Geräteüberprüfungen und Personalschulungen keine Budgetmittel gab. Das Landgericht ging von einem bedingten Vorsatz aus, weil Dänzer versäumt hätte, bei delegierten Aufgabenbereichen ausreichende Kontrolle auszuüben.

Dänzer wurde schließlich zu einer zweijährigen Bewährungsstrafe und Tragung der Verfahrenskosten verurteilt.

Ende 2021 bestätigte der Bundesgerichtshof das Urteil.

2022 klagte das Universitätsklinikum Mannheim gegen Dänzer auf Schadensersatz in Höhe von 15 Mio. €.

Händehygiene

Die TRBA 250 macht Aussagen zu **Schmuck** an den Händen:

„Bei Tätigkeiten, die eine hygienische Händedesinfektion erfordern, dürfen an Händen und Unterarmen z.B. keine

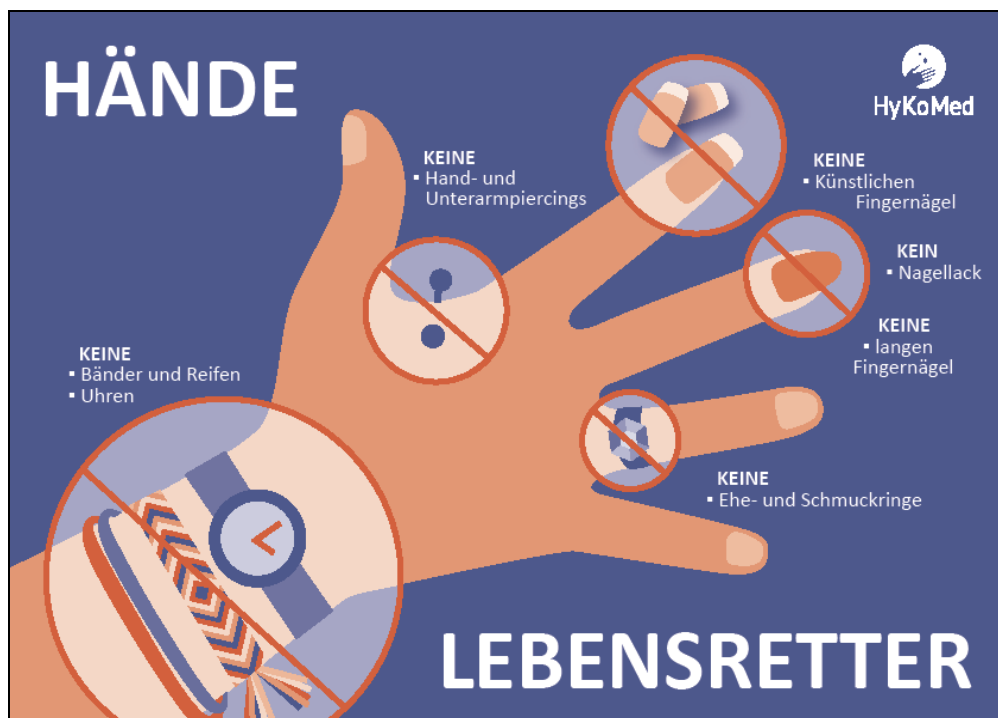
- Schmuckstücke,
- Ringe, einschließlich Eheringe,
- Armbanduhren,
- Piercings,
- künstlichen Fingernägel,
- sogenannten Freundschaftsbänder

getragen werden.

Fingernägel sind kurz und rund geschnitten zu tragen und sollen die Fingerkuppe nicht überragen.“

Auch auf Nagellack muss im allgemeinen verzichtet werden.

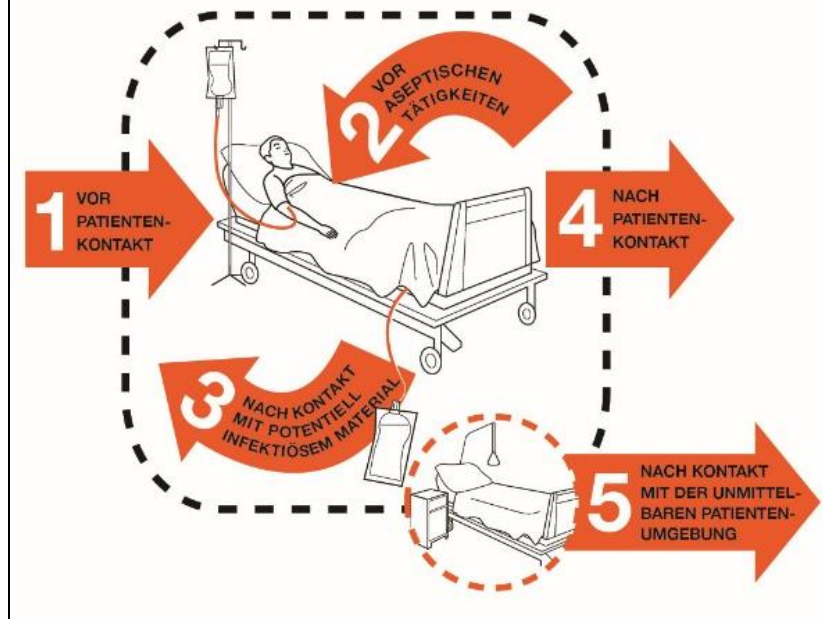
Da praktisch alle Mitarbeiter im Gesundheitswesen häufig oder wenigstens gelegentlich eine Händedesinfektion durchführen müssen, gelten die Vorgaben für alle Mitarbeiter – vielleicht mit Ausnahme einiger Mitarbeiter in der Verwaltung.



Händewaschen soll morgens bei Arbeitsbeginn erfolgen, außerdem vor der ersten Operation. Bei diesem chirurgischen Händewaschen muss die Waschung bis zu den Ellbogen erfolgen, wobei die Hände möglichst oben und die Ellbogen unten sein sollten, sodaß kontaminiertes Wasser zu den Ellbogen hin ablaufen kann. Trocknung erfolgt mit Einmal-Papierhandtüchern – Warmlufttrockner verteilen Aerosole, trocknen nicht so effektiv und werden oft unzureichend gereinigt . Zwischen OPs reicht dann die chirurgische Händedesinfektion – eine Waschung ist nur bei Verschmutzung, z.B. mit Blut, erforderlich.

Die **hygienische Händedesinfektion** soll möglichst oft erfolgen, zumindest bei den 5 Moments der WHO:

5 Momente für Handhygiene



Hierfür eingesetzt werden alkoholische Präparate, die möglichst keine sonstigen Zusatzstoffe enthalten sollen außer ggfs. Haut-pflegende Substanzen. Insbesondere sollten keine Parfüme enthalten sein, da diese allergisierend wirken können. Auch häufige Händedesinfektion schädigt nicht die Haut, wohingegen sie bei zu häufiger Waschung austrocknen kann. Die hygienische Händedesinfektion sollte bisher über 30 Sekunden erfolgen. Hierzu sollen ca. 3 ml Händedesinfektionsmittel in die Hohlhand gegeben („bis sie überläuft“) und dann verrieben werden, wobei auch Nagelfalze und der Daumen (also die gesamte Oberfläche der Hand) einbezogen werden sollen. Das Verreiben soll erfolgen bis die Hand trocken ist – das entspricht ungefähr den 30 Sekunden.



Allerdings ist zu beachten, dass inzwischen auch Händedesinfektionsmittel auf dem Markt und beim VAH gelistet sind, die 1 Minute Einwirkzeit haben oder wesentlich mehr ml für die Desinfektion benötigen (z.B. 2 x 3 ml oder 1 x 8 ml). 1 Minute Einwirkzeit ist für die hygienische Händedesinfektion völlig unrealistisch.

Von verschiedenen Stellen (z.B. WHO) wird derzeit eine Verkürzung der Einwirkzeit bei der Händedesinfektion von 30 auf 15 Sekunden empfohlen. Der VAH hat in der Hygiene&Medizin (Heft 10, S. 241) hierzu kritisch Stellung genommen, fordert klinische Studien und lehnt die Verkürzung derzeit ab.

Die gesamte Diskussion um Sekundendauern erscheint praktisch ziemlich theoretisch. Entscheidend ist, dass die Mitarbeiter sich häufig die Hände desinfizieren. Daran mangelt es in erster Linie, weniger an der Dauer des Verreibens. Mit vom Desinfektionsmittel klatschnassen Händen wird niemand arbeiten und mit feuchten Händen kommt sowieso niemand in Handschuhe hinein.

Die **chirurgische Händedesinfektion** erfolgt vor jeder OP und sollte 3 Minuten andauern, wobei (Hände oben, Ellbogen unten) auch die Haut bis zum Ellbogen desinfiziert werden muss:



Teilweise finden sich in der VAH-Liste inzwischen kürzere Einwirkzeiten für die chirurgische Händedesinfektion, z.B. 1,5 Minuten. Dennoch sollte von den 3 Minuten nicht abgewichen werden, damit die gesamte Haut – von den Händen bis zum Ellbogen einschl. der Fingernägel – ausreichend sicher desinfiziert wird. Bei der Einführung neuer Präparate sollte immer darauf geachtet werden, ob weiterhin eine Desinfektion mit 3 ml gemeint ist oder mit 4-6 ml.

Hautpflege- und Hautschutzpräparate sind vom Arbeitgeber zur Verfügung zu stellen. Sie müssen dosierbar sein, also Tuben oder Spender, aber keine Töpfe.

Der Pockenfall in Meschede 1970

Der vorletzte Pockenfall in Deutschland trat 1970 in Meschede auf:

Ein 20-jähriger Elektriker war 1969 mit dem VW-Bus bis nach Pakistan gefahren – es war die Zeit der Hippies. Am 31. Dezember 1969 kehrte er mit Fieber zurück und wurde stationär im St. Walburga-Krankenhaus in Meschede aufgenommen unter der Verdachtsdiagnose eines Typhus. Am 14. Januar 1970 wurde dann die Diagnose Pocken gestellt.

Das Krankenhaus wurde sofort abgesperrt. Niemand durfte hinein und niemand durfte mehr heraus. Als ein Mann zu fliehen versuchte, nagelte die Polizei die Türen zu.

Insgesamt gab es im Krankenhaus 21 Erkrankte, davon 4 Todesfälle. Eine Schwesternschülerin wurde über offene Fenster angesteckt, als sie in der Etage über dem Patientenzimmer am offenen Fenster stand und der Patient darunter am offenen Fenster rauchte.

In der Gegend wurden 120.000 Menschen gegen Pocken geimpft.

Der Pockenausbruch im Krankenhaus führte zu panikartigen Reaktionen in der Bevölkerung und insbesondere zu einer Stigmatisierung der Menschen aus Meschede:

- Auf den Dörfern blieben die Kirchen leer.
- Autofahrer aus Meschede wurden an auswärtigen Tankstellen nicht mehr bedient.
- Briefe aus der Stadt gingen ungelesen ins Feuer.
- Kinder aus Meschede wurden von weiterführenden Schulen in der Umgebung verwiesen.

- Die Skipisten des Sauerlandes blieben unbefahren.
- Der Umsatz der Warsteiner Brauerei brach (wieder einmal) ein.
- Ein Mann aus Meschede, der sich bei einem Arbeitsunfall schwer verbrannt hatte, wurde von Spezialkliniken in Bochum, Dortmund, Duisburg und Düsseldorf abgewiesen und verstarb.

Eine Schwesternschülerin verstarb an den Pocken. Nach ihrem Tod fand sich lange Zeit niemand, der ihren Leichnam abtransportieren wollte.

Die Indexperson überlebte. Zwei Tage, bevor er entlassen werden sollte, kletterte er über den Zaun der Isolierstation und floh. Die ganze Familie musste wegziehen, da sie auch später angefeindet wurde.

In der Westfalenpost erschien damals ein Gedicht „Die Pocken-Hippies!“:

„Sie ziehen durch die Lande, ganz frei und ungeniert.

Die Haare bis zum Rumpfe, voll Läuse, unrasiert.

Und in den Taschen Rauschgift, die Pest und Cholera.

Und auf dem Balg die Pocken, Moral, für sie Skandal.

...

*So langsam, aber sicher geht uns der Ofen aus!
Wir Steuerzahler fordern, BRINGT SIE INS
ARBEITSHAUS!“*

Basishygiene

Grundsätzlich können verschiedene **Übertragungswege** von Keimen unterschieden werden:

- Parenterale Übertragung,
 - Kontaktübertragung:
 - direkt: z.B. Hautkontakt, sexuell, Tröpfchen (z.B. Husten), Mutter auf Kind,
 - indirekt: z.B. über Oberflächen, Trinkwasser, Nahrungsmittel, Vektoren (z.B. Mücken), aerogen, fäkal-oral,
 - Übertragung über Tröpfchen, Tröpfchenkerne und Aerosole und
 - Vektor-assoziierte Übertragung (z.B. Pest-Übertragung über Flöhe),
 - endogene Übertragung (z.B. E. coli aus dem eigenen Darm).
- Für die meisten Erreger sind mehrere Übertragungswege möglich.

Im Sinn der Primärprävention von Übertragungen sind grundsätzliche Regeln der **Basishygiene** einzuhalten. Dazu zählen z.B.

- Händehygiene,
- Einmalhandschuhe,
- Schürzen und Schutzkittel,
- Atemschutz (Mund-Nasen-Schutz MNS oder FFP2-Masken) und Augenschutz,
- Hauben,
- Betten- und Wäschehygiene,
- Flächendesinfektion,
- Aufbereitung von Medizinprodukten,
- Regelungen zur Abfallentsorgung,
- Isolierungsmaßnahmen.

Bei der **Kleidung** wird zwischen Arbeits-(oder Berufs-)Kleidung, Bereichskleidung und Schutzkleidung unterschieden:

- Arbeits- oder Berufskleidung ist die Kleidung, die täglich während der Arbeit getragen wird, also z.B. auf Station. Sie hat eine gewisse Schutzfunktion, dient aber auch der Uniformierung als Berufsgruppe bzw. als Mitarbeiter eines Hauses. Die Arbeits- oder Berufskleidung ist meistens vom Haus vorgegeben (Kleiderordnung). Zu ihr zählen bei der Pflege auf Station meist Hose und Kasack, bei den Ärzten Hose und Kittel, ggfs. auch Kasack. In manchem Häusern sind inzwischen die Kittel bei den Ärzten – da langärmelig – abgeschafft.
- Bereichskleidung (meist Hose und Kasack, meist farbig) gibt es im allgemeinen in bestimmten Funktionsbereichen, z.B. OP, Intensivstation, Endoskopie.
- Schutzkleidung wird in bestimmten Situationen angelegt. Zu ihr zählen Einmalhandschuhe, Schutzkittel, Schürzen, Hauben, Brille/Visier und Mund-Nasen-Schutz oder FFP-Maske – Details nachfolgend.

Die Schutzkleidung (meist Einmalartikel) wird immer vom Arbeitgeber gestellt, die Bereichskleidung ebenfalls. Die Bereichskleidung wird über den Arbeitgeber in die Wäscherei gegeben.

Direkte Vorgaben zur Arbeits/Berufskleidung gibt es nicht. Allerdings regelt die TRBA 250 (Kapitel 4.1.8 und 4.2.7; 2018), dass kontaminierte Arbeitskleidung (auch private) vom Arbeitgeber zu desinfizieren und zu reinigen ist. Wenn also beispielsweise die

private Jeans eines Arztes als kontaminiert nach Patientenkontakt angenommen wird, so darf nicht der Arzt diese mit nach Hause nehmen und dort waschen, sondern dies muss der Arbeitgeber übernehmen (desinfizierende Waschung). Da damit die Haftung für eventuelle Schäden an der privaten Jeans auf den Arbeitgeber übergeht, liegt es nahe, keine private Arbeitskleidung vorzugeben, sondern diese zu stellen. Nachfolgend zur Basishygiene im Einzelnen:

Die **Händedesinfektion** ist so oft wie möglich durchzuführen, insbesondere

- vor und nach direktem Kontakt mit dem Patienten,
- vor aseptischen Tätigkeiten,
- nach Kontamination (Kontakt mit Blut, Sekreten oder Exkreten),
- nach Kontakt mit der Patientenumgebung sowie
- nach Ablegen von Einmalhandschuhen – ansonsten siehe Kapitel Händehygiene.

Nicht-sterile **Einmalhandschuhe** (laut KRINKO, 2021, heißen sie jetzt „medizinische Einmalhandschuhe“ und nicht mehr „keimarme“ oder „unsterile“) sollen getragen werden, wenn die Wahrscheinlichkeit des Kontaktes mit Blut, Sekreten, Exkreten oder wahrscheinlich kontaminierten Flächen besteht. Auch nach dem Tragen der Handschuhe soll eine hygienische Händedesinfektion erfolgen, da Handschuhe produktionsbedingt Mikroläsionen (Löcher) haben können und es beim Ausziehen zur Kontamination der Hände und Handgelenke kommen kann.

Eine **Schürze oder ein Schutzkittel** soll getragen werden, um Arbeitskleidung bei Eingriffen oder Pflegemaßnahmen vor direktem Kontakt mit Blut, Sekreten, Exkreten oder mit anderen kontaminierten Materialien zu schützen.



Korrekt getragene Schutzkleidung – z.B. für MRSA-Zimmer.

Ein **Mund-Nasen-Schutz** (MNS) und eine **Schutzbrille oder ein Gesichtsschutzschild** sollen getragen werden, wenn mit Verspritzen von Blut, Sekreten oder Exkreten zu rechnen ist – z.B. bei Bronchoskopien.

Der normale Mund-Nasen-Schutz, der auch im OP eingesetzt wird, dient dem Patientenschutz (Verhütung postoperativer Wundinfektionen), aber auch dem Eigenschutz des Personals, z.B. vor Blutspritzern. Er weist jedoch erhebliche Unsicherheiten auf, da insbesondere im Wangenbereich an dem Schutz vorbei geatmet werden kann. Nicht selten werden vom Einkauf besonders „günstige“ Masken besorgt, die relativ dünn erscheinen. Hierbei ist darauf zu achten, dass diese mindestens den Anforderungen der DIN EN 14683 (Medizinische Gesichtsmasken – Anforderungen und Prüfverfahren; 2019) entsprechen.

Ein korrekter MNS ist anzunehmen, wenn auf der Verpackung das CE-Kennzeichen angebracht ist und die Testung nach DIN EN 14683 erfolgte. In dieser Norm ist definiert, dass es verschiedene Typen von chirurgischem MNS gibt. Auch der Typ des MNS entsprechend DIN ist zu deklarieren:

Leistungsanforderungen für medizinische Gesichtsmasken:

Prüfung	Typ I ^a	Typ II	Typ IIR
Bakterielle Filterleistung (BFE), (%)	≥ 95	≥ 98	≥ 98
Druckdifferenz (Pa/cm ²)	< 40	< 40	< 60
Druck des Spritzwiderstandes (kPa)	Entfällt	Entfällt	≥ 16,0
Mikrobiologische Reinheit (KBE/g)	≤ 30	≤ 30	≤ 30

^a Medizinische Gesichtsmasken des Typs I sollten ausschließlich bei Patienten und anderen Personen zur Verminderung des Risikos einer Infektionsverbreitung insbesondere in epidemischen oder pandemischen Situationen verwendet werden. Masken des Typs I sind nicht für medizinisches Fachpersonal in Operationsräumen oder in anderen medizinischen Einrichtungen mit ähnlichen Anforderungen gedacht.

Beispiel:

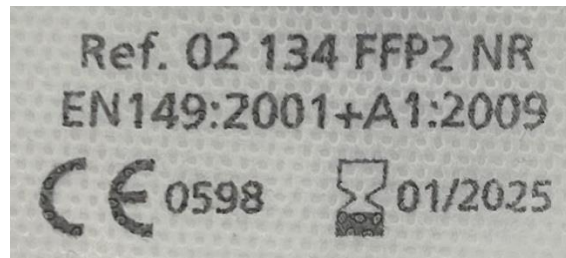


Selbstverständlich sollten im OP nur Masken eingesetzt werden, die hinter dem Kopf gebunden werden, da sie an den Wangen dichter anliegen.

Besser für den Personal- und Patientenschutz sind sogenannte **FFP-Masken** (FFP = Filtering Face Piece = Partikel-filtrierende Maske). Diese FFP-Masken werden entsprechend Filterleistung in drei Klassen (nach DIN EN 149) unterteilt:

- FFP1, Filterdurchlass maximal 20 %, reale nach innen gerichtete Leckage maximal 22 %,
- FFP2, Filterdurchlass maximal 6 %, reale nach innen gerichtete Leckage maximal 8 %,
- FFP3, Filterdurchlass maximal 1 %, reale nach innen gerichtete Leckage maximal 2 %.

FFP-Masken müssen ein CE-Kennzeichen tragen, gefolgt von der vierstelligen Kennziffer des Prüflabors und der Nennung der angewandten Norm EN 149: 2001, A1: 2009:



Sie werden nach DIN EN 149 getestet:

- Einmal wird die Filterleistung geprüft, was unter Laborbedingungen erfolgt.
- Des weiteren wird die Dichtsitzprüfung messtechnisch an zehn Personen getestet. Die Maske gilt als geeignet, wenn in acht Fällen Dichtsitz vorliegt – es wird also in 20 Prozent eine Infektion akzeptiert, eigentlich unannehmbar.

Meistens wird – z.B. im Zimmer eines Grippe-Kranken – vom Personal eine FFP2-Maske getragen. Bei der FFP3-Maske ist der Atemwiderstand durch das dichtere Flies so groß, dass sie dauerhaft kaum akzeptiert wird.



Normaler (chirurgischer) Mund-Nasen-Schutz. Man beachte, dass er zur Seite hin offen ist!



Zur Seite besser abschließende FFP2-Maske.

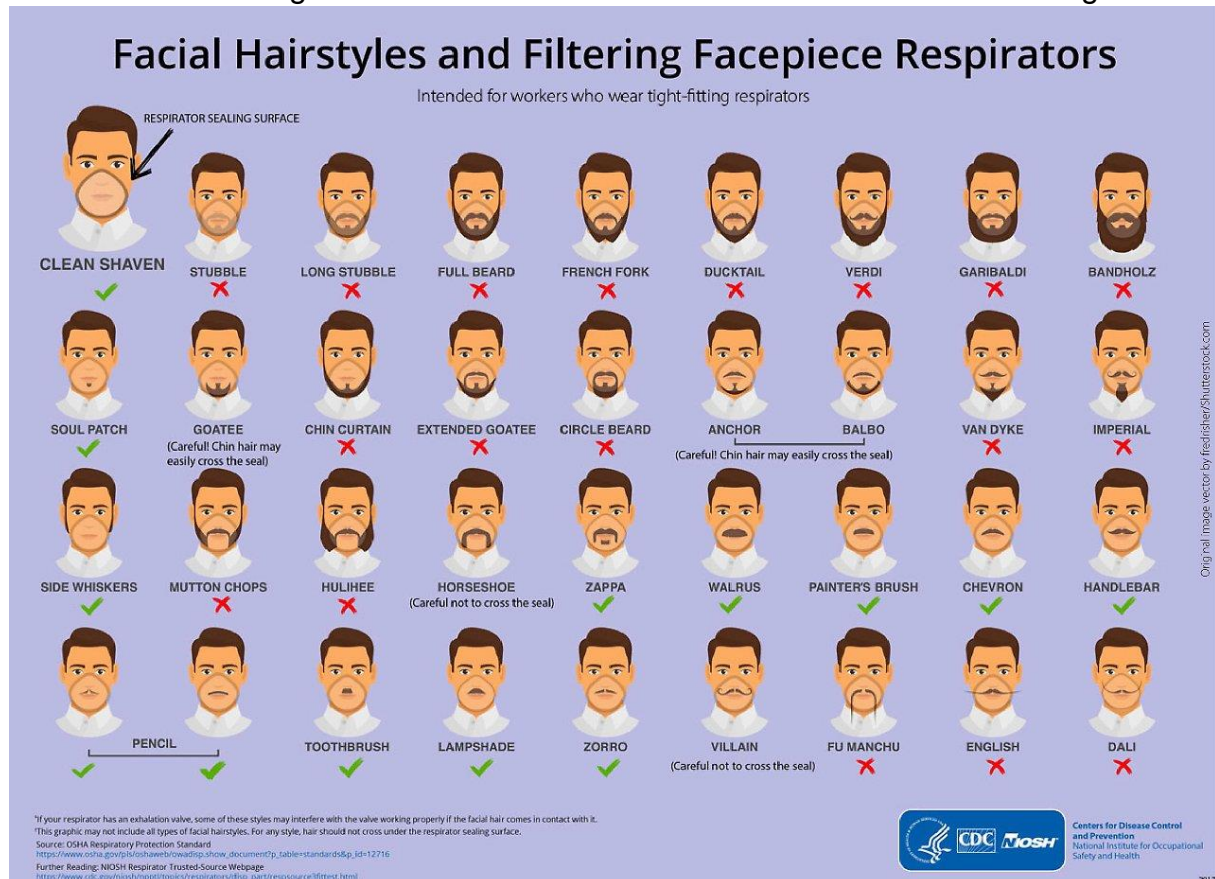
Für Bartträger steht ein „Bartschutz“ zur Verfügung, wobei dessen Qualität und Schutzwirkung zumindest diskussionswürdig erscheint:



Besser ist wahrscheinlich die Kombination von Astro-Hauben mit extra großem MNS.

Beim Tragen einer FFP2/3-Maske ist der Dichtsitz entscheidend, da ansonsten praktisch ausschließlich über die Leckage (über der Nase, an der Wange, am Kinn) geatmet wird. Der Anteil von FFP2-Masken-Trägern mit Leckagen wird in der Literatur mit 20 – 70 % angegeben.

Einen guten Dichtsitz erkennt man an einem deutlich erhöhten Atemwiderstand. Bei den meisten Barträgern ist ein sicherer Dichtsitz von FFP-Masken nicht möglich:



Nicht jede FFP-Maske passt zu jedem Gesicht. Es sollten daher in den Einrichtungen immer verschiedene FFP-Maskentypen vorhanden sein, die sich die Mitarbeiter aussuchen können und die dann auch immer lieferbar sind. Besser sitzen im allgemeinen FFP2-Masken, deren Bänder hinter dem Hinterkopf und dem Hals liegen – auch wenn sie umständlicher an- und auszuziehen sind.

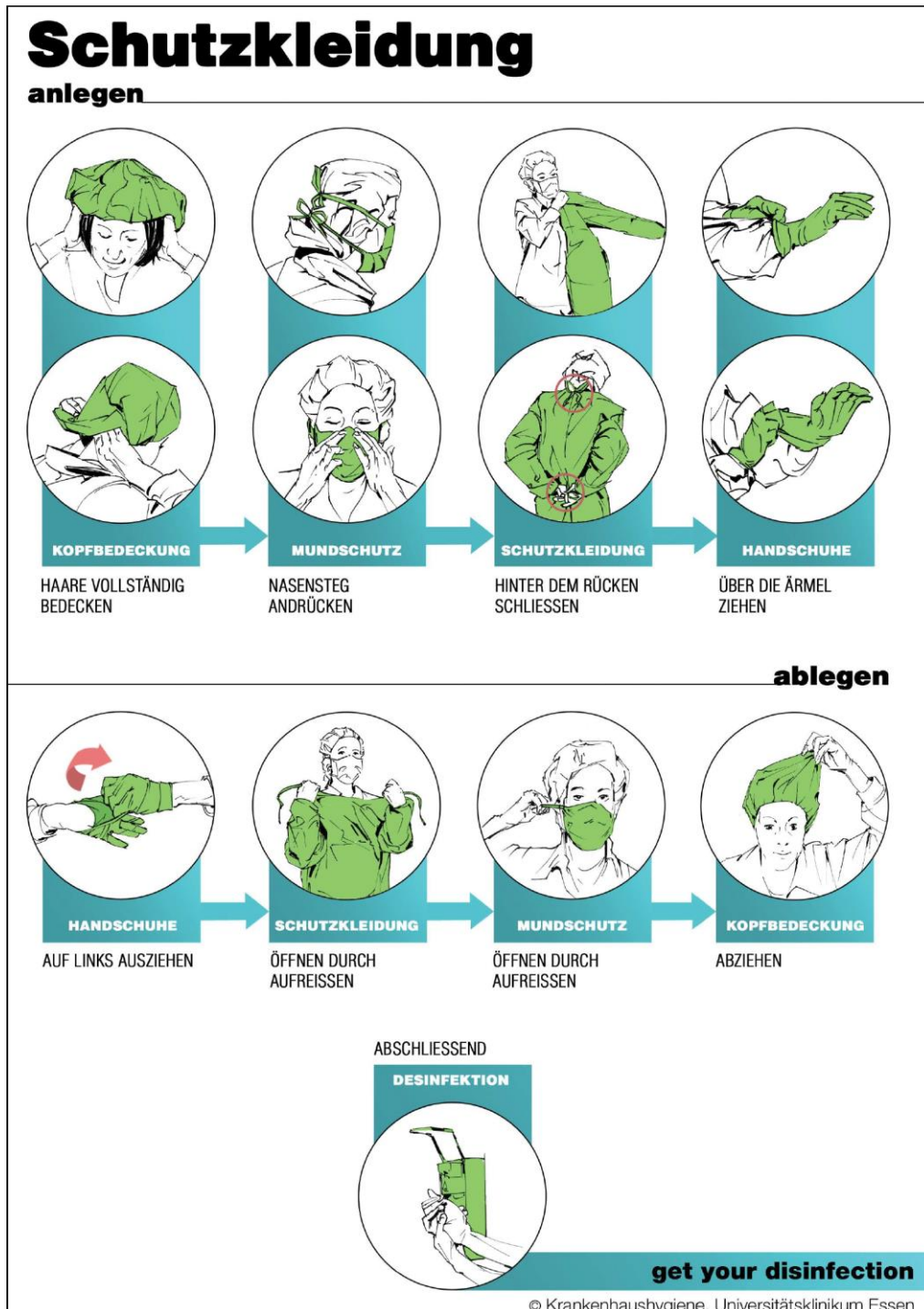
Mit dem sogenannten **Fit-Test** kann der Sitz der Masken überprüft und auch dem Mitarbeiter vermittelt werden.

Beim qualitativen Fit-Test wird z.B. Saccharose in eine über den Kopf gezogene Haube gesprüht. Wenn sie bei offenem Mund geschmeckt (süß) wird, sitzt die Maske nicht dicht:



Die Durchführung des Fit-Testes wird u.a. in einem Dr. Brähler-Video gezeigt:
<https://www.youtube.com/watch?v=M19zBAMIJnw>.

Das **An- und Ablegen der Schutzkleidung** muss sehr sorgfältig erfolgen, da es insbesondere beim Ablegen zur Kontamination der Arbeitskleidung kommen kann:



Anmerkung: Wir wurden mehrfach darauf hingewiesen, dass korrekterweise mehrfach Händedesinfektionen erforderlich seien. Wir hatten das bei der Entstehung des Posters ausführlich besprochen und kamen zu der Meinung, dass dies in der Realität nicht umsetzbar ist. Daher ist das Poster in dieser Fassung entstanden.

Bettenhygiene und Bettwäsche:

Jeder Patient muss im Krankenhaus ein aufbereitetes desinfiziertes Bett erhalten, das mit desinfizierten Inletts (Bettdecke und Kopfkissen) versehen ist, die mit sauberer Wäsche bezogen sind. Saubere Wäsche muss frei von Krankheitserregern und keimarm sein.

Die Wäsche ist bei sichtbarer Verunreinigung sofort zu wechseln.

Wäscheentsorgung, -aufbereitung und -versorgung und Bekleidung für Personal und Patienten:

Gebrauchte und kontaminierte Wäsche ist so zu sammeln und zu transportieren, dass von ihr keine Infektions- oder Kontaminationsgefahr ausgeht, also beispielsweise in verschließbaren Säcken. Wäsche ist so aufzubereiten und zu lagern, dass sie dem Patienten sauber, keimarm und frei von Rückständen zur Verfügung gestellt wird. Dementsprechend müssen desinfizierende Waschverfahren angewandt werden.



Fehlerhafte Lagerung: Niemals saubere (blauer Pfeil) und benutzte Wäsche (roter Pfeil) gemeinsam lagern!

Heute verfügen die Krankenhäuser meist nicht mehr über eine eigene Wäscherei, sondern man bedient sich zertifizierter privater Großwäschereien. Dies gilt auch für die Aufbereitung der Kleidung für das Personal.

Umgang mit Geschirr:

Jedem Patienten sind Speisen und Getränke auf bzw. in sauberem und keimarmem (desinfiziertem) Geschirr zu reichen – siehe Kapitel Lebensmittelhygiene.

Flächendesinfektion:

Risikoflächen (solche mit häufigem Hand- und Hautkontakt, z.B. Lichtschalter, Bettstange am Fuß des Bettes, Türklinken) sollen mindestens täglich desinfizierend gereinigt werden. Bei sichtbarer Kontamination muss die desinfizierende Reinigung sofort erfolgen.

Aufbereitung von Medizinprodukten:

Aufbereitung von Medizinprodukten entsprechend den Empfehlungen der KRINKO und des BfArM „Anforderungen an die Hygiene bei der Aufbereitung von Medizinprodukten“ – siehe Kapitel Aufbereitung von Medizinprodukten.

Abfallentsorgung:

Auf den Stationen wird häufig eine Abfalltrennung durchgeführt, sodass Papier- und Glasabfälle gesondert gesammelt werden. Auch spitze Abfälle (siehe unten) müssen separat gesammelt werden. Wenn die Behältnisse dafür allerdings (sicher) verschlossen sind, können sie in den Hausmüll (AS 18 01 04 - siehe unten) gegeben werden. Ansonsten erfolgt die Abfallentsorgung entsprechend der „Vollzugshilfe zur Entsorgung von Abfällen aus Einrichtungen des Gesundheitsdienstes“ der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) – sogenanntes LAGA-Merkblatt. Dieses enthält folgende wichtigen Abfallschlüssel:

Abfall-schlüssel	Kurzbezeichnung	Bestandteile, Beispiele	Sammlung – Bereitstellung - Anmerkungen
AS 18 01 01	Spitze oder scharfe Gegenstände	Skalpelle, Kanülen	In stich- und bruchfesten Behältnissen.
AS 18 01 02	Körperteile und Organe einschl. Blutbeutel und Blutkonserven	Körperteile, Organabfälle, Blutbeutel	Sammlung in sorgfältig verschlossenen Einwegbehältnissen. Sogenannter ethischer Müll, geht in Sondermüllverbrennung.
AS 18 01 03	Abfälle, an deren Sammlung und Entsorgung aus infektionspräventiver Sicht besondere Anforderungen gestellt werden	Abfälle mit erregerehaltigem Blut, Sekret, Exkret	Reißfeste und dichte Behältnisse (Säcke oder Tonnen). Sogenannter infektiöser Müll. Geht in Sondermüllverbrennung.
AS 18 01 04	Abfälle, an deren Sammlung und Entsorgung aus infektionspräventiver Sicht keine besonderen Anforderungen gestellt werden	Wund- und Gipsverbände, Stuhlwindeln, Einwegwäsche, Einwegartikel	Reißfeste und dichte Behältnisse (Säcke oder Tonnen). Sogenannter Hausmüll . Geht meist in die normale Müllverbrennung.
AS 18 01 06	Chemikalienabfälle	z.B. Desinfektionsmittel-Konzentrate	
AS 18 01 08	Zytotoxische und zytostatische Abfälle	Zytostatika	
AS 18 01 09	Arzneimittel	Arzneimittel außer Zytostatika	



Ideal sind Abfallsammelbehälter mit Fuß-Bedienung, da dann eine Kontamination der Hände bei der Manipulation an den Deckeln verhindert wird.



Abfalltrennung: Links keine Reinigung und Desinfektion der Behältnisse möglich, rechts saubere Sammlung ohne Kontamination der Behältnisse.

Art der Unterbringung:

Patienten sollen in einem sauberen Zimmer untergebracht werden, wobei Standard heute das Ein- oder Zweibettzimmer sein sollte. Leider verfügen die meisten Krankenhäuser nicht über genügend Einbettzimmer, die insbesondere für Isolierpatienten notwendig sind.

Nach ECDC-Erhebungen liegt der Anteil von Betten in Einzelzimmern in Deutschland etwas über 10 %. In manchen europäischen Ländern liegt er deutlich höher, so in Belgien (fast 40 %), Finnland (über 20 %), Frankreich (über 50 %) und Schweden (ca. 50 %).

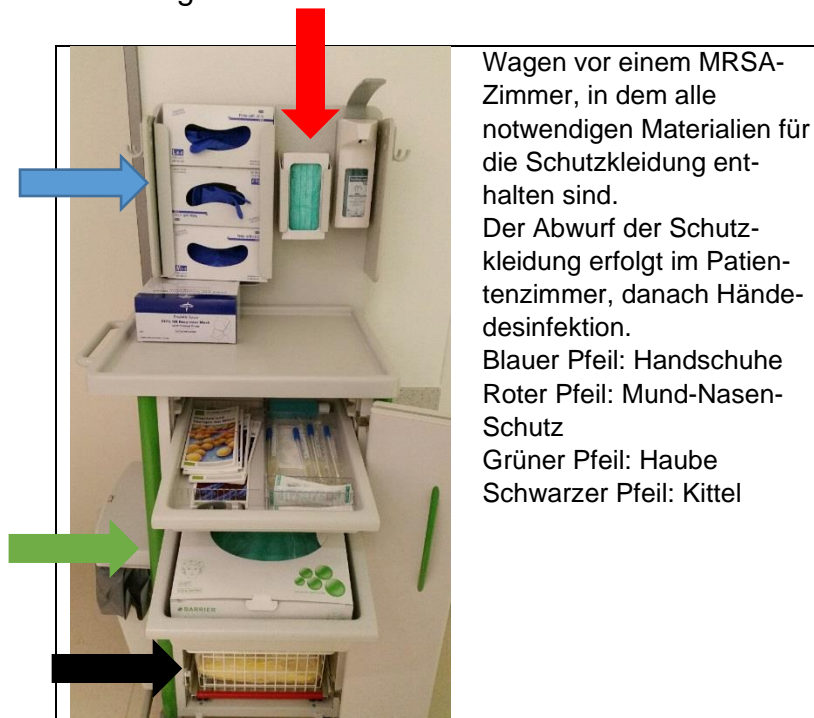
Die DGKH fordert inzwischen in einer Leitlinie, dass 70 % der Betten in Einzelzimmern stehen. Einzelzimmer bieten nachgewiesener Maßen erhebliche Vorteile, z.B.

- weniger Medikationsfehler,
- keine Bettensperrungen, wenn plötzlich ein MRE festgestellt wird (da zur Isolierung keine Verlegung nötig bzw. kein Sperren des anderen Bettes – damit auch weniger Einnahmeausfälle),
- weniger nosokomiale Infektionen,
- kein Umschieben (wegen Geschlecht, Isolierung usw.),
- mehr Privatheit (auch mit Familie und Besuchern),
- besserer Datenschutz im Arzt-Patient-Gespräch,
- eigener Sanitärbereich,

- weniger Störungen durch Lärm und besserer Schlaf,
- höhere Patientenzufriedenheit.

Leider werden heute in manchen Bundesländern bei Neubauten immer noch Drei- und Vierbettzimmer geplant, da dann die höchsten Gewinne bei den Privatpatienten erzielt werden können (deutlich bessere Unterbringung der Privatpatienten, worauf die Privatkassen achten).

Die KRINKO hat in ihren Empfehlungen zur Basishygiene (2015, 2023) Ausführungen zum **Verhalten und zu Schutzmaßnahmen bei Infektionskrankheiten** gemacht.



Hygiene-Tipp der DGKH: Hygiene – darauf achtet der Patient!

Die Patienten achten zunehmend auf das hygienische Vorgehen in Krankenhäusern und Arztpraxen. Viele hygienische und medizinische Situationen sind vom Patienten fachlich nicht zu beurteilen bzw. er erkennt die Problematik nicht. Bei anderen Gelegenheiten (z.B. Operation) ist eine Beobachtung des Patienten kaum möglich.

In folgenden Situationen jedoch ist damit zu rechnen, dass kundige Patienten auf korrekte Hygiene achten und gegebenenfalls dies auch dokumentieren:

- Händehygiene. Hierzu zählt beispielsweise die indikationsgerechte Händedesinfektion (z.B. im Rahmen der Visite) und auch die Beachtung, ob Uhren, Ringe, Schmuck an Händen und Unterarmen (nicht) getragen werden.
- Wundversorgung: Wie sauber wird eine Wundversorgung im Zimmer durchgeführt? Wie sauber wird mit Verbandmaterial umgegangen?
- Isolierungen: Wie ist der Umgang mit Patienten, die isoliert werden, z.B. wegen eines multiresistenten Erregers? Wie ordentlich sind z.B. Kittel, Handschuhe usw. vor dem Isolierzimmer angeordnet?
- Reinigung: Wie gut wird die Reinigung durchgeführt? Wie lange ist beispielsweise die Reinigungskraft im Zimmer, welche Oberflächen werden bevorzugt desinfizierend gereinigt, welche überhaupt nicht? Kann trotz Reinigung Schmutz im Zimmer gefunden werden – z.B. Staubknäuel in Ecken? Gibt es jeden Tag eine desinfizierende Reinigung oder erfolgt häufig nur eine „Sichtreinigung“, z.B. am Samstag und Sonntag?
- Kleidung: Wie korrekt wird Berufskleidung von den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern getragen? Ist diese sauber?
- Bettenaufbereitung. Wie erfolgt die Bettenaufbereitung? Wird das Bett bei Aufbereitung im Patientenzimmer auch komplett gereinigt und desinfiziert? Oder erfolgt auf dem Flur nur eine „Expressreinigung“.
- Wie verhält sich das Personal im OP-Trakt? Gegebenenfalls können auch kleinere Operationen (z.B. in der Dermatologie) beobachtet werden, wenn nur eine Lokalanästhesie erforderlich ist. Ist der Mund-Nasen-Schutz angelegt? Bedeckt die OP-Haube alle Haare? Wird in den Räumen gegessen oder getrunken?
- Sind die Zu- und Abluftöffnungen der RLT-Anlage staubig? Der Patient liegt und betrachtet die Umgebung anders als Mitarbeiter.

Es empfiehlt sich, gerade für diese Situationen auf Hygienemaßnahmen zu achten. Mängel können nicht selten zu Klagen der Patienten führen, gegebenenfalls auch zu Medienberichten.

Walter Popp, Lutz Jatzwauk, Ricarda Schmithausen, Wolfgang Kohnen
Der Kurztipp im Auftrag der DGKH gibt die Meinung der Autoren wieder.

Arbeitsschutz und Hygiene

Arbeitsschutz und Hygiene überlappen sich in vielen Bereichen.

Die Mitarbeiter sind gemäß Verordnung zur Arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) betriebsärztlich zu beraten und ggf. zu untersuchen, wobei zwischen Pflicht-, Angebots- und Wunschvorsorge zu unterscheiden ist.

Eine **Pflichtvorsorge** ist durchzuführen bei Tätigkeiten mit Infektionsgefährdung, z.B. durch Hepatitis-Viren. Diese liegt vor, wenn erkrankte Menschen untersucht oder gepflegt werden und wenn dabei regelmäßig Kontakt zu Körperflüssigkeiten, Ausscheidungen und/oder Körpergewebe besteht. Hierunter fallen normalerweise u.a. Ärzte, weil sie regelmäßig Blut abnehmen.

Eine Pflichtvorsorge ist auch bei hautbelastenden Tätigkeiten erforderlich, z.B. wenn pro Schicht regelmäßig vier Stunden oder länger Feuchtarbeit ausgeführt wird (TRGS 401). Das entspricht einer tätigkeitsbedingten Exposition durch:

- Hautkontakt mit Wasser oder wässrigen Flüssigkeiten von regelmäßig vier Stunden oder mehr pro Arbeitstag oder
- Hautkontakt mit Wasser oder wässrigen Flüssigkeiten und im häufigen Wechsel Tragen von flüssigkeitsdichten Schutzhandschuhen (mehr als 20 Mal pro Arbeitstag) oder
- Waschen der Hände von mindestens 25 Mal pro Arbeitstag oder
- Tragen von flüssigkeitsdichten Schutzhandschuhen und im häufigen Wechsel mit Waschen der Hände (mehr als 10 Mal pro Arbeitstag).

Zu den Maßnahmen der Primärprävention gehört u.a. auch, dass das **Personal** entsprechend den Empfehlungen der Ständigen Impfkommission beim Robert-Koch-Institut (STIKO) **geimpft** ist.

Dies betrifft Standard-Impfungen wie solche gegen

- Tetanus (T),
- Diphtherie (d),
- Pertussis (ap) (heute möglichst als Dreifachimpfung gegen Tetanus, Diphtherie und Pertussis Tdap) und
- Polio,
- COVID-19.

Auf Grund der Tätigkeit im Gesundheitswesen kommen laut STIKO hinzu Impfungen gegen

- Hepatitis B
- Hepatitis A,
- Influenza (Grippe)
- Masern, Mumps, Röteln (MMR),
- Meningokokken (nur gefährdetes Laborpersonal),
- Varizellen.

Nach dem Masernschutzgesetz aus dem Jahr 2020 (und inzwischen auch nach § 20 IfSG) müssen Mitarbeiter in Einrichtungen des Gesundheitswesens (medizinisches Personal, aber auch Küchen- und Reinigungspersonal, ebenso ehrenamtlich Tätige oder Praktikanten) einen nach den STIKO-Empfehlungen ausreichenden Impfschutz gegen Masern oder eine **Immunität gegen Masern** aufweisen. Derzeit empfiehlt die STIKO eine Impfung, wenn die Betroffenen nach 1970 geboren sind, der Impfstatus unklar ist, keine Impfung vorliegt oder mit nur einer Impfung in der Kindheit. Falls nur

Kombinationsimpfstoffe zur Verfügung stehen, ist auch mit diesen zu impfen (derzeit MMR-Impfung). Bezüglich der Nachweispflicht einer ausreichenden Masern-Immunität ist ein ärztliches Zeugnis vorzulegen und der Arzt kann das Bestehen einer Immunität gegen Masern bestätigen, wenn ihm eine frühere Masernerkrankung der Person bekannt ist oder wenn eine serologische Titerbestimmung einen ausreichenden Immunschutz gegen Masern ergibt.

Nach § 23a IfSG darf der Arbeitgeber **personenbezogene Daten seiner Mitarbeiter über ihren Impf- und Serostatus** verarbeiten, um über die Begründung eines Beschäftigungsverhältnisses oder über die Art und Weise einer Beschäftigung zu entscheiden. Dies gilt nicht in Bezug auf übertragbare Krankheiten, die im Rahmen einer leitliniengerechten Behandlung nach dem Stand der medizinischen Wissenschaft nicht mehr übertragen werden können.

2021 hat die KRINKO eine neue Empfehlung zu Personal-Impfungen veröffentlicht mit Bezug auf § 23a IfSG. In einer Tabelle gibt die KRINKO dezidiert an, welche Impfungen in welchen Risikobereichen erforderlich oder nur empfohlen sind.

Nachfolgend Auszüge aus der Tabelle :

	Hohes Risiko	Mittleres Risiko	Niedriges Risiko
Beispiele Bereiche	Hämatologie/Onkologie Neonatologie Intensivstation Dialyse	Normalstation Notaufnahme	Verwaltung
Beispiele Berufsgruppen	Alle mit Kontakt zu Patienten	Ärztliches und Pflege-Personal	Verwaltungspersonal
Impfung erforderlich	Masern, Mumps, Röteln (MMR); Varizellen	Masern, Mumps, Röteln (MMR); Varizellen nach Risikobewertung	Masern
Impfung empfohlen	Influenza Pertussis	Influenza Pertussis	

Im Epidemiologischen Bulletin 6/2023 hat die KRINKO noch einmal bestätigt, dass es „erforderliche Impfungen“ gebe, die eine Voraussetzung für das Beschäftigungsverhältnis darstellen. Trotzdem ist nicht klar, ob die KRINKO bezüglich MMR und Varizellen somit in bestimmten Bereichen eine Impfpflicht meint.

Die Masern sind auch deshalb besonders relevant, weil sie eine extrem hohe **Reproduktionszahl** haben:

Infektion	Reproduktionszahl
Diphtherie	2 - 4
Influenza	1 - 2
Masern	12 – 18
Mumps	4 – 7
Pertussis	12 – 17
Polio	5 - 6
Pocken	4 - 7
Röteln	6 - 7
SARS(-CoV-1)	2 - 3
SARS-CoV-2	3
Windpocken	10 - 12

Die Reproduktionszahl ist die mittlere Zahl von Sekundärfällen, die ein Indexfall im Mittel in einer suszeptiblen Population verursacht.

Die wichtigste Arbeitsschutz-Vorschrift zur Verhütung biologischer Gefahren im Gesundheitswesen (also von Infektionen der Mitarbeiter) ist die **TRBA 250** (Biologische Arbeitsstoffe im Gesundheitswesen und in der Wohlfahrtspflege). Die nachfolgende Tabelle ist beispielhaft aus der TRBA 250 entnommen, die sehr konkret und praktisch Hilfestellungen und Empfehlungen gibt:

Tabelle 1 Vorkommen und Übertragungswege einiger Infektionserreger mit Tätigkeitsbeispielen (nicht abschließend)

Material	Infektionserreger	Risiko- gruppe	Übertragungswege gemäß Nummer 3.3.1	beispielhafte Tätigkeiten
Blut	Hepatitis-B-Virus (HBV)	3(**)	verletzungsbedingt, ggf. Kontakt zu Schleimhaut oder vorgeschiedigter Haut	Operationen; Legen parenteraler Zu- gänge; Blutentnahmen
	Hepatitis-C-Virus (HCV)	3(**)		
	Humanes Immun- defizienz-Virus (HIV)	3(**)		
Wundsekret, Drainageflüssigkeit	Staphylococcus sp.	2	Kontakt	Wundversorgung, Verbandwechsel, Drainageversorgung
Atemwegssekret (Sputum; Trachealsekret; Bronchoalveoläre Lavage)	Saisonale Influenza-Viren	2	luftübertragen, Kontakt	Absaugen; Tracheotomieren; Intubieren; Extubieren, Hustenprovokation (Physikalische Therapie, Inhalation)
	Corynebacterium diphtheriae	2		
	Streptococcus pyogenes	2		
	Haemophilus spp. Mycobacterium tuberculosis-Komplex	2 3		
Mageninhalt, Erbrochenes	Noroviren	2	luftübertragen, Kontakt	Gastroskopie; pflegerische Maßnahmen
	Rotaviren	2		
Stuhl	Noroviren	2	Kontakt	Operationen am Darm; Rekto-, Koloskopie; Materialgewinnung; pflegerische Maßnahmen
	Rotaviren	2		
	Salmonella enteritidis	2		
	Salmonella Typhi	3(**)		
	Campylobacter spp.	2		
	Clostridium difficile	2		
	Hepatitis-A-Virus (HAV)	2		
Hepatitis-E-Virus (HEV)	2			

Nach Arbeitsschutzgesetz (und BioStoff-Verordnung) sind Gefährdungsbeurteilungen am Arbeitsplatz durchzuführen. Dabei sind Tätigkeiten entsprechend ihrer Infektionsgefährdung einer Schutzstufe zuzuordnen. Im allgemeinen entspricht die Schutzstufe der korrespondierenden Risikostufe der in der BioStoff-VO aufgeführten Erreger.

Risikogruppen nach BioStoff-VO:

Risikogruppe	Risiko	Beispiele
1	Biostoffe, bei denen es unwahrscheinlich ist, dass sie beim Menschen eine Krankheit hervorrufen.	Bäckerhefe, Lactobacillen aus der Joghurt-Produktion
2	Biostoffe, die eine Krankheit beim Menschen hervorrufen können und eine Gefahr für Beschäftigte darstellen könnten; eine Verbreitung in der Bevölkerung ist unwahrscheinlich; eine wirksame Vorbeugung oder Behandlung ist normalerweise möglich.	Clostridium botulinum, Staphylococcus spp., Streptococcus spp., E. coli, Legionella pneumophila, Varizella-Zoster-Virus, Masern-Virus, Noroviren
3	Biostoffe, die eine schwere Krankheit beim Menschen hervorrufen und eine ernste Gefahr für Beschäftigte darstellen können; die Gefahr einer Verbreitung in der Bevölkerung kann bestehen, doch ist normalerweise eine wirksame Vorbeugung oder Behandlung möglich.	Bacillus anthracis, Mycobacterium tuberculosis, EHEC, Salmonella typhi, Gelbfieber-Virus, Hepatitis-C-Virus, HIV SARS-CoV-2
4	Biostoffe, die eine schwere Krankheit beim Menschen hervorrufen und eine ernste Gefahr für Beschäftigte darstellen; die Gefahr einer Verbreitung in der Bevölkerung ist unter Umständen groß; normalerweise ist eine wirksame Vorbeugung oder Behandlung nicht möglich.	Ebola-Virus, Marburg-Virus, Variola-Viren

Das **Schutzstufen**-Konzept lässt sich verkürzt so darstellen:

Schutzstufe	Definition	Beispiele für Tätigkeiten	Mindest-Maßnahmen, z.B.
1	Kein Umgang oder sehr selten geringfügiger Kontakt mit potentiell infektiösem Material	Röntgenuntersuchung, Ultrasschalluntersuchung, EKG- und EEG-Untersuchung, Auskultieren eines gesunden Patienten	Handwaschplatz, hygienische Händedesinfektion, Hautschutz- und -pflege, Hygieneplan, kein Essen am Arbeitsplatz, kein Schmuck an den Händen.
2	Regelmässiger Umgang mit potentiell infektiösem Material (hierzu zählen im allgemeinen auch Hepatitis-Viren und HIV, die eigentlich zur Risikostufe 3 der BioStoff-VO zählen)	Blutentnahme, Injektionen, Legen von Zugängen, Endoskopieren, Operieren, Obduzieren, Wunden verbinden, Intubieren, Absaugen, Duschen/Baden von Patienten, Umgang mit benutzter Patienten-Wäsche, Aufbereitung von Medizinprodukten	Oberflächen desinfektionsmittelbeständig, Toiletten für Beschäftigte, Prävention von Nadelstichverletzungen, Arbeitsgeräte mit Sicherheitsmechanismen, Entsorgung von Kanülen usw. in sichere Behältnisse, bei Bedarf Persönliche Schutzausrüstung (PSA).
3	Umgang mit Arbeitsstoffen der Risikogruppe 3	z.B. Behandlung eines Patienten mit offener Lungen-Tbc	Nur fachkundiges und eingewiesenes Personal, Beschränkung der Mitarbeiterzahl, PSA.
4	Umgang mit hochkontagiösen lebensbedrohlichen Krankheitserregern	z.B. Patient mit Ebola-Erkrankung	Sonder-Isolier-Station.

Details zu den Vorschriften und zur persönlichen Schutzausrüstung finden sich auch im Kapitel Basishygiene dieses Buches.

Arbeitsgeräte mit Sicherheitsmechanismen (Sicherheitsgeräte) – beispielsweise periphere Venenverweilkanülen, in welche die Führungsnadel nach Herausziehen nicht mehr hineingeschoben werden kann – sind vor allem bei folgenden Tätigkeiten vorgeschrieben:

- Behandlung und Versorgung von Patienten, die durch Erreger der Risikogruppe 3 (einschl. Hepatitis-Viren und HIV) oder höher infiziert sind,
- Behandlung fremdgefährdender Patienten,
- Tätigkeiten im Rettungsdienst und in der Notfallaufnahme,
- Tätigkeiten in Krankenstationen im Justizvollzugsdienst,
- Blutentnahmen,
- Legen von Gefäßzugängen,
- sonstige Punktionen zur Entnahme von Körperflüssigkeiten.

Gebrauchte Kanülen dürfen nicht in die Kanülen-Schutzhülle zurückgesteckt werden (sog. „re-capping“) und sind unmittelbar in dafür vorgesehene durchstichsichere Behältnisse zu entsorgen.

Periphere Venenverweilkanüle mit Sicherheitsmechanismus:



Ohne Verpackung



Bereit zum Legen



Sicherheitsmechanismus aktiviert: kein Rückschieben der Nadel mehr möglich, kein Risiko der Stichverletzung

Es sollte immer darauf geachtet werden, dass die Sammelbehälter für spitze Abfälle nicht überfüllt sind oder gar mit der Hand nachgeschoben wird (Verletzungsgefahr!):



Durch Prävention sind berufsbedingte Hepatitis-B-Virus-, Hepatitis-C-Virus- und HIV-Neuinfektionen zwischen 2007 und 2015 um über 70 % gesunken. Gleichzeitig sind jedoch die registrierten **Nadelstichverletzungen** (NSV) um über 30 % gestiegen. Nach einer NSV muss sofort eine Risikoabschätzung vorgenommen werden. Diese erfasst neben der übertragenen Blutmenge (s.c. < i.v.) und dem Serostatus der

Indexperson auch die individuellen Voraussetzungen der verletzten Person (z.B. Immunsuppression). Für den Regelfall werden Antikörpertestsysteme empfohlen. Nukleinsäureamplifikationstests (NAT) sind im allgemeinen der frühen Diagnostik in Hochrisikosituationen vorbehalten – Abweichungen sind nach medizinischer Indikation möglich.

Die HIV-PEP kann innerhalb von 24 Stunden begonnen werden, bringt aber in den zwei Stunden nach einer NSV die besten Ergebnisse. Sie sollte beim Verdacht auf eine effektive HIV-Transmission deshalb frühestmöglich begonnen, gleichzeitig sollten erfahrene Spezialisten beigezogen werden. Hierzu empfiehlt sich präventiv die Kontaktaufnahme mit einer HIV-Ambulanz und Klärung des Vorgehens über diese. Das nachfolgende Schema summiert die gemeinsamen Empfehlungen der Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW) und der Unfallkassen Berlin, Baden-Württemberg, Nord und Nordrhein-Westfalen:

Nachsorgeschema nach Nadelstich-Verletzung (Stand 15.01.2018)			
Verletzte Person: Laboruntersuchungen, ggf. HIV-PEP und HB-Impfung: nach individueller Risikoabschätzung, Aufklärung und informiertem Einverständnis der verletzten Person			
Screening der verletzten Person	HBV	HCV	HIV
Sofort nach Übertragungsereignis	Anti-HBc und Anti-HBs <u>nur</u> erforderlich bei unsicherer Immunität (Anti-HBs-Titer nie oder zuletzt vor mehr als 10 Jahren \geq 100 IU/L). Bei unsicherer Immunität und potentiell infektiöser bzw. unbekannter Indexperson: postexpositionelle Maßnahmen nach aktuellen STIKO-Empfehlungen (Impfstoff- und ggf. Immunglobulingabe)	Anti-HCV	HIV-Screeningtest 4. Gen. , bei HIV-positiver Indexperson oder bei Risikofaktoren: zügig Indikation zur HIV-PEP prüfen
Nach 6 Wochen	Anti-HBs nach Booster-Impfung bei der ersten Untersuchung: Wenn Anti-HBs \geq 100 IU/L ansteigen, entfallen weitere Tests. Bei unsicherer Immunität: HBsAg und Anti-HBc als frühe Parameter einer HBV-Infektion	Anti-HCV Bei erhöhtem Risiko, HCV-infektiöser oder unbekannter Indexperson: HCV-NAT	HIV-Screeningtest 4. Gen. , bei HIV-PEP erst nach 10 Wochen
Nach 12 Wochen	Nur bei unsicherer Immunität: Anti-HBc und Anti-HBs	Anti-HCV	HIV-Screeningtest 4. Gen. , bei HIV-PEP erst nach 16 Wochen
Nach 6 Monaten	Nur bei unsicherer Immunität: Anti-HBc, Anti-HBs	Anti-HCV	Entfällt nach zwei negativen HIV-Screeningtests der 4. Gen. in der 6. und 12. Woche (bzw. 10. und 16. Woche nach vierwöchiger HIV-PEP)
Indexperson: Sofern der aktuelle Infektionsstatus der Indexperson nicht bekannt ist, wird eine Untersuchung der Indexperson nach individueller Risikoabschätzung, Aufklärung und informiertem Einverständnis empfohlen. Die Untersuchung der Indexperson ist jedoch keinesfalls Voraussetzung zur Nachsorge bei der verletzten Person.			
Screening der Indexperson	HBV	HCV	HIV
Sofort nach dem Übertragungsereignis	HBsAg und Anti-HBc (Anti-HBs) HBV-Serologie bei der Indexperson nur , wenn die verletzte Person ohne sicheren HBV-Immunschutz	Anti-HCV Falls positiv und noch keine ausreichende antivirale Behandlung, dann HCV-NAT Ausnahme: bei immundefizienter Indexperson (zum Beispiel AIDS) sofort HCV-NAT	HIV-Screeningtest 4. Gen. Falls positiv, Viruslast mittels HIV-NAT ermitteln (wegen HIV-PEP)

Quelle: Unfallkasse NRW (auch 2024 noch gültig)

Wenn es bei Mitarbeitern im Gesundheitswesen zu Erkrankungen kommt, bei denen der Verdacht besteht, dass sie durch die berufliche Tätigkeit verursacht wurden, ist eine **Berufskrankheiten-Anzeige** zu erstatten.

Bei den Infektionskrankheiten entsprechend Anlage 1 der Berufskrankheiten-Verordnung kam bis zur Corona-Pandemie im Gesundheitsdienst die Hepatitis B/C-Infektion nach Nadelstichverletzung am häufigsten vor. Sie ist einzuordnen bei der Berufskrankheiten(BK)-Ziffer 3101 (Infektionskrankheiten, wenn der Versicherte im Gesundheitsdienst, in der Wohlfahrtspflege oder in einem Laboratorium tätig oder durch eine andere Tätigkeit der Infektionsgefahr in ähnlichem Maße besonders ausgesetzt war).

Die nachfolgende Tabelle zeigt entsprechend der BK 3101 gemeldete und anerkannte Berufskrankheiten für das Jahr 2017:

Infektionskrankheit (n=8.612)	Meldepflichtig und gemeldet	Anerkannt*
gesamt	977	512
Hepatitis B	28	9
Hepatitis C	29	15
HIV-Infektionen (AIDS)	4	2
MRSA	39	1
Skabies	212	172
Tuberkulose	222	98
Latente Tuberkulose	251	201
Influenza	4	1
Keuchhusten	6	0
Masern, Röteln, Mumps	32	5
* Im Berichtsjahr entschiedene Fälle		

Durch die COVID-19-Pandemie wurde die Häufigkeitsverteilung bei der BK 3101 dramatisch verschoben. Nachfolgend die Daten der Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV):

Zeitpunkt	Berufskrankheiten	
	Verdachtsanzeigen	Anerkennungen
31.12.2020	23.337	18.543
31.12.2021	161.889	120.398
31.12.2022	477.115	301.188
31.03.2023	517.015	325.171

Zeitpunkt*	Arbeitsunfälle		Todesfälle
	Meldungen	Anerkennungen	Meldungen gesamt
31.12.2020	12.223	4.231	5
31.12.2021	38.214	13.835	96
31.12.2022	71.708	24.786	175
31.03.2023	75.178	25.912	180

Nach Angaben der BGW wurden bei ihr bis Ende 2023 über 413.000 COVID-19-Fälle als Berufskrankheit angezeigt, wovon über 276.000 (67 %) anerkannt wurden. Allerdings handelt es sich dabei zum überwiegenden Teil um Anerkennungen dem Grunde nach. BK-Renten (entsprechend mindestens 20 % MdE) wurden in den Jahren 2020 und 2021 nur in 87 Fällen gewährt. In knapp 3 % der anerkannten Fälle wurde die Diagnose Long- beziehungsweise Post-COVID gestellt.

Grundsätzlich müssen für die Anerkennung von COVID-19 als Berufskrankheit drei Voraussetzungen vorliegen:

- Kontakt mit SARS-CoV-2-infizierten Personen im Rahmen der beruflichen Tätigkeit im Gesundheitswesen und
- relevante Krankheitserscheinungen, wie zum Beispiel Fieber oder Husten, und
- positiver Nachweis des Virus durch einen PCR-Test.
- Bei einem chronischen Verlauf einer COVID-19 kann auch ein Antikörpertest für die Anerkennung einer BK ausreichend sein.

Auf jeden Fall sollte bei Erfüllung dieser Voraussetzungen jede COVID-19-Infektion bei Mitarbeitern im Gesundheitswesen als BK 3101 angezeigt werden.

Masken in der Medizin – eine kleine Geschichte

Masken als Schutzmaßnahme wurden schon im Mittelalter eingesetzt. Sie waren oft aus Leder gefertigt und dienten – neben Mänteln und Handschuhen – als Schutz für die Ärzte bei der Behandlung von Infektionskranken, z.B. Pestkranken. Teilweise waren die Masken so gestaltet, dass sie Räucherrauch abgeben konnten, oft waren sie mit Kräutern und Flüssigkeiten gefüllt – wohl in erster Linie gedacht als Schutz gegen die einwirkenden Miasmen in der Luft, die als Überträger der Infektionen angesehen wurden.

Im Operationssaal (OP) benutzte in Breslau Johann von Mikulicz-Radecki 1897 erstmals eine Maske, die aus einer Lage Mullbinde bestand. Sie hatte den Vorteil, dass sie nicht nur Mund und Nase bedeckte, sondern auch die damals (und heute wieder) üblichen Bärte.

Zeitgleich konnte Fluegge, ebenfalls in Breslau, nachweisen, dass beim Sprechen Tröpfchen mit Bakterien von Mund und Nase abgegeben werden. Schon damals wurde berichtet, dass beim Sprechen Bakterien über 4 bis 5 Meter verbreitet werden können.

1898 empfahl Huebner, ebenfalls Breslau, eine Maske aus zwei Lagen Mullbinde und zeigte, dass sie effizienter war. Auch fand er, dass eine Maske nahe an der Nase feucht wurde und ihr Rückhaltevermögen abnahm. Deshalb konstruierte er ein Gestell, das den Abstand zur Nase herstellte.

In den folgenden Jahren wurde gezeigt, dass Masken den Träger schützen. 1918 berichtete Weaver, dass es zu keinen Diphtherie-Übertragungen kam, wenn von Kontaktpersonen zu Diphtheriekranken Masken getragen wurden. Capps konnte im gleichen Jahr in Militärkrankenhäusern nachweisen, dass Masken das Personal vor Infektionen schützen.

Ebenfalls 1918 berichteten Doust und Lyon, dass normales Sprechen relativ wenige Bakterien freisetzt und nur auf eine Distanz von 1 bis 2 Fuß. Bei lautem Sprechen wurden mehr freigesetzt, die sich über mehr als 3 Fuß ausbreiten konnten.

1910/11 (60.000 Tote) und 1920/21 (9.300 Tote) gab es große Pestausbrüche in der Mandschurei (heute Teile Chinas, Rußlands und in geringem Umfang der Mongolei). Mitarbeiter im Gesundheitswesen schützten sich mit Masken aus Baumwolle und

Mullbinden. In Konsequenz war die Infektionsrate bei ihnen sehr gering.

1918 wurde in San Francisco während der Spanischen Grippe eine allgemeine Maskenpflicht erlassen. Allerdings wurde die Maskenpflicht zu früh aufgehoben, sodass die zweite Grippewelle die Stadt mit voller Wucht traf. Eine erneute Maskenpflicht wurde zu spät verhängt – Gründe waren u.a. die Sorge um das Weihnachtsgeschäft der Läden und die Verluste der Restaurants beim Shutdown (wen erinnert das nicht an die Corona-Pandemie...).

In den folgenden Jahren wurden die Ergebnisse bestätigt und zunehmend mehr Lagen für die Masken eingesetzt. Ende der 1920er Jahre waren Masken aus Mullbinden weit verbreitet. Engelfried und Farrer zeigten, dass eine 6-lagige Maske die Bakterien im OP-Feld um 90 % reduzieren konnte.

In den 1930er Jahren wurden zunehmend Berichte publiziert, die eine Abnahme von postoperativen Wundinfektionen – insbesondere durch *Staphylococcus aureus* und Streptokokken - beim Tragen von Masken durch die Operateure berichteten.

Ebenfalls in den 1930er Jahren wurden neue Masken erprobt, die zusätzlich zum Mull weitere Materialien enthielten, die in erster Linie abweisend waren. Die Zwischenlagen bestanden aus Gummi, Röntgenfilmen oder Cellulose-Baumwoll-Mischgeweben. Später kamen auch Baumwolle, Flannel und Papier zum Einsatz. Erstmals wurde ein Stück Aluminium oberhalb der Nase eingesetzt, sodass man die Maske anmodellieren konnte.

Anfang der 1940er Jahre, als Antibiotika in der Medizin eingeführt wurden, erlosch das Interesse an den Masken. Allerdings beschrieb Duguid 1946, dass beim Niesen im Mittel 39.000 Bakterien-haltige Partikel produziert wurden, 710 beim Husten und 36 beim lauten Reden. Er beschrieb auch, dass Partikel (gemeint sind Tröpfchen) unter 100 µm austrocknen und auf ein Viertel bis ein Siebtel ihrer Originalgröße schrumpfen.

Ende der 1950er Jahre wurden Masken wieder interessanter, als gleichzeitig aseptische Techniken in der Chirurgie an Bedeutung gewannen: Präoperative Hautdesinfektion, Gummihandschuhe (erstmalig durch Halsted 1889), Hauben, Kittel (erstmalig durch Neuber 1883) und sterile Abdeckungen. Diverse

Forscher zeigten, dass die meisten Partikel aus dem Mund von Masken aufgefangen werden.

Erstmals wurden Filtermasken eingesetzt und die Kritik an zu geringer Effektivität der Mullmasken nahm zu.

1958 wurden flexible Polyvinylplastik-Masken entwickelt.

1961 wurden erstmals Filtermasken als Einmalprodukt eingesetzt. Gleichzeitig wurde darauf hingewiesen, dass die Masken an den Seiten dicht anliegen müssen.

1960 definierten Rockwood und O'Donoghue, dass Masken vom gesamten Team im OP getragen werden sollten, Mund und Nase bedecken, eine feuchte Maske entfernt werden soll, nach jeder OP eine neue Maske benutzt wird, eine Maske mit Filter bis zu 3 Stunden getragen werden kann, dass Masken auf Filterbasis die besten sind – und dass während der OP Fenster und Türen geschlossen sein sollen.

1967 ermittelten Ford et al. das Rückhaltevermögen diverser Masken (u.a. Papier, Mullbinden, Nylon, Flannel, Polyester) mit 15 bis 99 %, je nach Produkt.

1975 beschrieb Ritter, dass die Anzahl der Bakterien in der Luft massiv ansteigt, wenn mehrere Personen den OP betreten.

1983 berichtete Letts, dass von 5.595 beim Reden ausgestoßenen Kolonien nur eine Staphylococcus aureus war. Alle anderen waren Kommensalen, die selten Infektionen verursachen. Er empfahl wenig Konversation im OP und das Tragen von Masken. Allerdings wurden danach auch Studien (z.B. von Orrs und Chamberlain und Houang) veröffentlicht, die keinen Effekt von Masken auf die Anzahl der Wundinfektionen zeigten. Die Fallzahlen waren jedoch klein. Dazu gab es wiederum weitere Studien, die einen Effekt zeigten (z.B. von Berger). Ab den 90er Jahren wurden Masken auch zunehmend als Schutz des Personals gegenüber Blutspritzern angesehen.

In den 90er Jahren entdeckte die Medizin, dass es außerhalb von ihr ebenfalls Masken im Arbeitsschutz gab – Staubmasken, die z.B. auf Baustellen eingesetzt wurden. Bei Vergleichsuntersuchungen dieser Partikel-filtrierenden Masken vom Typ FFP1-3 (filtering facepiece) mit dem chirurgischen Mund-Nasen-Schutz (MNS) zeigte sich, dass die FFP-Masken überwiegend eine höhere Schutzwirkung hatten, vor allem weil sie dichter sassen. Auf Grund dessen wurden in den folgenden Jahren und Jahrzehnten vermehrt

FFP2- und -3-Masken auch im Gesundheitswesen eingesetzt.

Heute werden die FFP-Masken nach der Norm DIN EN 149 geprüft und der MNS nach der Norm EN 14683.

Mindestrückhaltevermögen von FFP-Masken-Filtern (nicht Dichtsitz) bezüglich NaCl-Prüfaerosol:

FFP1: 80 %

FFP2: 94 %

FFP3: 99 %

Beide Masken-Typen dienen sowohl dem Fremd- wie auch Eigenschutz. FFP-Masken können auch Ausatemventile haben, die zumindest das Ausatmen erleichtern. Diese können natürlich nur verwendet werden, wenn der Träger nicht infektiös ist. Bei der häufig getragenen (europäischen) FFP2-Maske entspricht die Qualität ungefähr der US-Norm N95 und in China der Norm KN95.

Die Erfahrungen mit Influenza, SARS und COVID-19 zeigen, dass die Schutzwirkung des MNS nicht wesentlich schlechter ist als die einer FFP2-Maske. FFP2-Masken werden aber unbedingt empfohlen bei Versorgung von Patienten mit Coronaviren, aviärer Influenza und Tbc. Bei MDR-Tbc muss eine FFP3-Maske getragen werden.

Im Rahmen der Schweinegrippe-Pandemie 2009 und der Coronavirus-Pandemie 2020 gab es zeitweise Mangel an MNS und FFP-Masken. Daher wurden teilweise selbst hergestellte Masken eingesetzt, überwiegend aus Textil. Das BfArM hat im Rahmen der Corona-Pandemie diese Masken als Community-Masken bezeichnet:

- Community-Maske (Behelfs-Mund-Nasen-Maske),
- medizinische Gesichtsmasken (MNS, OP-Maske),
- filtrierende Halbmasken (FFP1-3).

Selbst für Textilmasken konnte ein recht gutes Rückhaltevermögen zumindest für größere Partikel gezeigt werden (> 5 µm).

Aufbereitung von Medizinprodukten

Die Grundsätze der Reinigung, Desinfektion und Sterilisation einschließlich der Vorgaben an Verpackung und Lagerung von Medizinprodukten sind im Kapitel „Reinigung, Desinfektion, Sterilisation“ beschrieben.

Medizinprodukte sind alle Instrumente, Apparate, Vorrichtungen, Software, Stoffe und Zubereitungen aus Stoffen oder andere Gegenstände mit medizinischer Zweckbestimmung, die vom Hersteller zur Anwendung für Menschen bestimmt sind (Medizinproduktegesetz).

Aktive Medizinprodukte sind im Betrieb von einer Energiequelle abhängig, **nicht aktive** Medizinprodukte werden nicht energetisch betrieben.

Medizinprodukte benötigen immer das **CE-Kennzeichen**. Dies bedeutet, dass sie den europäischen Vorgaben entsprechen.

Medizinprodukte mit einer durchgestrichenen 2 sind Einmalprodukte. **Einmalprodukte** dürfen in Deutschland zwar wiederaufbereitet werden, allerdings übernimmt dann der Aufbereiter die Hersteller-Haftung. Daher spielt derzeit die Wiederaufbereitung von Einmalprodukten keine große Rolle.



In der Medizinproduktebetriebsverordnung (MPBetreibV) ist in § 8 geregelt:

(1) Die Aufbereitung von bestimmungsgemäß keimarm oder steril zur Anwendung kommenden Medizinprodukten ist unter Berücksichtigung der Angaben des Herstellers mit geeigneten validierten Verfahren so durchzuführen, dass der Erfolg dieser Verfahren nachvollziehbar gewährleistet ist und die Sicherheit und Gesundheit von Patienten, Anwendern oder Dritten nicht gefährdet wird. ...

(2) Eine ordnungsgemäße Aufbereitung nach Absatz 1 Satz 1 wird vermutet, wenn die gemeinsame Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention am Robert Koch-Institut und des Bundesinstitutes für Arzneimittel und Medizinprodukte zu den Anforderungen an die Hygiene bei der Aufbereitung von Medizinprodukten beachtet wird. ...

(7) Der Betreiber darf mit der Aufbereitung nur Personen, Betriebe oder Einrichtungen beauftragen, die selbst oder deren Beschäftigte, die die Aufbereitung durchführen, die Voraussetzungen nach § 5 hinsichtlich der Aufbereitung des jeweiligen Medizinproduktes erfüllen. ...

In der Praxis bedeutet dies, dass Geräte (z.B. RDGs) erst nach Validierung eingesetzt werden dürfen. Die Validierung umfasst

- die Installationsqualifizierung (Abnahmebeurteilung – Nachweis über das korrekte Aufstellen des Gerätes, die Ausführung der Anschlüsse, Bereitstellen der notwendigen Betriebsmittel),
- die Betriebsqualifizierung (Funktionsbeurteilung – erfüllt die installierte Ausrüstung unter Arbeitsbedingungen alle Funktionen?) und

- die Leistungsqualifizierung (Leistungsbeurteilung – sind die Prozesse bei gegebener Ausrüstung und etablierten Arbeitsabläufen beständig wirksam?).

In regelmässigen Abständen – meist jährlich – muss die Leistungsqualifizierung wiederholt werden. Der hierfür oft benutzte Begriff der „Re-Validierung“ ist formal nicht korrekt, da nur die Leistungsqualifizierung erneut durchgeführt wird. Heute spricht man auch von Requalifizierung.

Die Berichte hierzu sind (ggfs. als Kopie) am Gerät vorzuhalten. Das Vor-Ort-Personal muss die Berichte lesen, da ggfs. Abweichungen und Mängel und der Umgang damit genannt werden. Beispielsweise kann es sein, dass die Endoskop-Kanäle nach dem RDG-E nicht völlig trocken sind und vorgegeben wird, dass immer mit Luft durchgeblasen werden muss.

Dass die **Empfehlungen von KRINKO und BfArM** „beachtet“ werden müssen (siehe auch Kapitel „Gesetzliche Grundlagen“ zu § 23 IfSG), wird so interpretiert, dass sie **umzusetzen** sind. Es gilt also das gleiche wie für alle KRINKO-Empfehlungen.

Ferner muss das eingesetzte Personal über Sachkunde oder Fachkunde verfügen.

Der Erwerb der **Sachkunde** entspricht meist einem 1-Wochen-Kurs. In heutigen Ausbildungen – z.B. OP-Pflege, Endoskopie-Pflege – sind meist die Sachkunde-Kurse enthalten.

Fachkunde ist in den Aufbereitungseinheiten für Medizinprodukte (AEMP – früher Zentralsterilisationen genannt, ZSVA) erforderlich.

Dabei gibt es drei Fachkurse:

- Für alle Basismitarbeiter (Fachkunde 1, 120 Stunden) (Tätigkeitsbezeichnung „Technische Sterilisationsassistentin/Technischer Sterilisationsassistent“),
- für Schichtleitungen (Fachkunde 2, 120 Stunden) (Tätigkeitsbezeichnung „Technische Sterilisationsassistentin/Technischer Sterilisationsassistent mit erweiterter Aufgabenstellung“), und
- für AEMP/ZSVA-Leitungen (Managementlehrgang Leitung eine AEMP-DGSV, 720 Stunden).

In der Zukunft wird an die Stelle der Fachkunde wahrscheinlich ein dreijähriger Ausbildungsberuf „Fachkraft für Medizinprodukteaufbereitung“ treten. Entsprechende Angebote gibt es inzwischen in mehreren Städten.

Alle Medizinprodukte sind in **drei Kategorien einzustufen (Spaulding-Klassifizierung)**:

Einstufung	Erklärung		Beispiele
Unkritisch	Kontakt mit intakter Haut.		Stethoskop
Semikritisch A	Kontakt mit Schleimhaut oder krankhaft veränderter Haut.	Ohne besondere Anforderungen an die Aufbereitung.	Spekulum
Semikritisch B		Mit erhöhten Anforderungen an die Aufbereitung (Hohlräume, Kanäle).	Flexibles Endoskop
Kritisch A	Die Haut oder Schleimhaut durchdringende Medizinprodukte mit Kontakt zu Blut, inneren Geweben und Organen, einschl. Wunden.	Ohne besondere Anforderungen an die Aufbereitung.	Wundhaken
Kritisch B		Mit erhöhten Anforderungen an die Aufbereitung (Hohlräume, Kanäle).	MIC-Trokar
Kritisch C		Mit besonders hohen Anforderungen an die Aufbereitung (thermolabil).	ERCP-Katheter

(nach KRINKO/BfArM-Empfehlung, 2012)

Konkret heißt dies, dass jede Praxis und jedes Krankenhaus eine derartige Liste führen muss.

In der Praxis bedeutet es, dass unkritische und semikritische Medizinprodukte zu desinfizieren sind, kritische dagegen immer sterilisiert werden müssen.

Beispiel:



Da das Gelenk des Wundspreizers schwer zu reinigen ist, muss dieses Instrument als Kritisch B eingestuft werden.

Instrumentenaufbereitung kann **manuell und maschinell** erfolgen. Entsprechend der heutigen Philosophie nimmt die maschinelle Aufbereitung zu und die manuelle verschwindet. Allerdings gelingt dies bisher nicht völlig.

Die **Aufbereitung umfasst in der Regel folgende Einzelschritte:**

- Sachgerechtes Vorbereiten (z.B. Vorbehandeln, Sammeln, Vorreinigung, ggfs. zerlegen) der angewendeten Medizinprodukte (MP) und zügiger Transport zum Ort der Aufbereitung,
- Reinigung, ggfs. Zwischenspülung, Desinfektion, Spülung und Trocknung; danach Freigabe der Reinigung/Desinfektion.
- Prüfung auf Sauberkeit und Unversehrtheit,
- Pflege und Instandsetzung,
- Funktionsprüfung,
- ggfs. Kennzeichnung,
- Verpacken,
- Sterilisation,
- Freigabe; danach Freigabe zur Anwendung.

Beispielsweise müssen flexible Endoskope intensiv mit der Hand vorgereinigt werden, bevor sie in das RDG-E gehen.

Früher gab es nur die manuelle Aufbereitung der flexiblen Endoskope. Dann kam die Industrie und erklärte diese für ineffizient und viel besser seien ihre RDG-Es. Mit der Zeit wurden dann überall die RDG-Es eingeführt. Nach einigen Jahren zeigte sich jedoch, dass diese eben nicht ausreichend sicher die Endoskope aufbereiten. Deshalb ist heute der wichtigste Schritt in der gesamten Aufbereitung wieder die manuelle Reinigung im Becken mit Bürsten, bevor die Endoskope in das RDG-E gegeben werden.

Der detaillierte Ablauf der Aufbereitung der flexiblen Endoskope ist in der **neuen Anlage 8 zur KRINKO/BfArM-Empfehlung (2024)** beschrieben. Nachfolgend eine Kurzfassung:

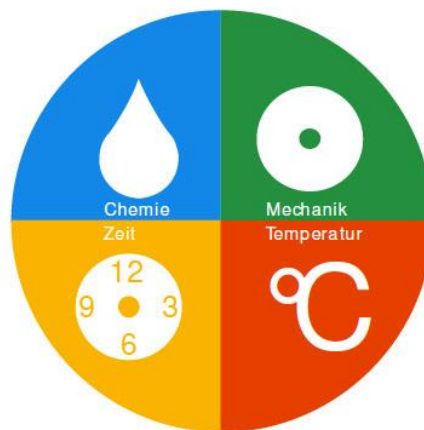
- Vorreinigung im Untersuchungsraum direkt nach der Untersuchung. Abwischen des Einführungsteils mit Reiniger und Durchspülen der Kanäle.
- Im Aufbereitungsraum Dichtheitstest und dann manuelle Reinigung im Becken einschl. Bürsten aller Kanäle (Achtung: jeweils Bürsten verwenden, die dem Durchmesser der Kanäle entsprechen). Danach erneute Spülung mit

Reinigungslösung und Spülen aller Kanäle mit Wasser (kann ggfs. auch im RDG-E gemacht werden).

- Danach Eingabe in das RDG-E.

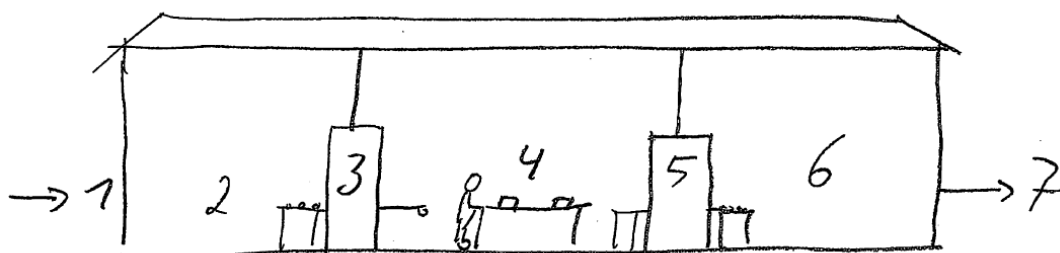
Die neue Anlage 8 zur KRINKO/BfArM-Empfehlung fordert ferner für die manuelle Aufbereitung von flexiblen Endoskopen 4 Becken oder Wannen: Für die Reinigung, Zwischenspülung, Desinfektion und Schlusspülung. Bei Neubauten von Endoskop-Aufbereitungseinheiten sollen diese Becken oder Wannen auch als Ausfallkonzept (für die RDG-Es) vorhanden sein. Ferner ersetzen Reiniger mit antimikrobiellen Wirkstoffen nicht den Desinfektionsschritt. Die früher oft geübte abschließende Spülung der Kanäle mit Alkohol wird nicht mehr empfohlen. Endoskope können nun auch liegend aufbewahrt werden, wobei vom Validierer zu klären ist, ob sie nach dem RDG-E noch mit medizinische Druckluft getrocknet werden müssen.

Der **Sinnersche Kreis** gibt die gegenseitige Abhängigkeit der eingesetzten Parameter wieder:



Beispielsweise führt eine Reduktion der Chemie (geringere Konzentration) dazu, dass an einer anderen „Stellschraube“ angezogen werden muss (z.B. höhere Temperatur).

Nachfolgend findet sich der prinzipielle Aufbau einer **AEMP/ZSVA**:



- 1 – Anlieferung
- 2 – Unreiner Bereich mit Ultraschallbecken und Beladen des RDG (3)
- 3 – RDG als Durchreichegerät. Das RDG stellt die Grenze zwischen dem unreinen und reinen Bereich dar
- 4 – Beginn des reinen Bereichs mit Funktionskontrolle, Pflege, Packen und Beladen des Autoklaven (5)
- 5 – Autoklav als Durchreichegerät
- 6 – Lager und Ausgaberaum nach dem Autoklav, Freigabe der Aufbereitung
- 7 – Auslieferung

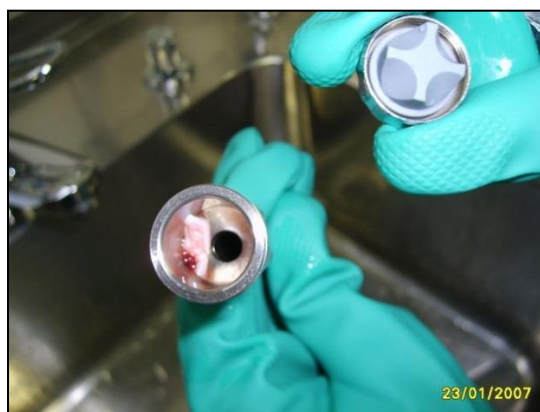
Im unreinen Bereich muss mit Persönlicher Schutzausrüstung gearbeitet werden (Grund: Personenschutz):



Im reinen Bereich kann dagegen (derzeit noch?) mit bloßen Armen gepackt werden (Grund: Es folgt noch die Sterilisation):



Durch die zunehmende Technik ist die Arbeit in der AEMP/ZSVA heute eine anspruchsvolle und sehr verantwortliche Tätigkeit:



Trokar nach dem RDG, der ungenügend zerlegt wurde.

Die manuelle Aufbereitung hat deutlich abgenommen. Sie findet sich derzeit noch teilweise in Arztpraxen. Im Krankenhaus ist sie von vielen Stationen verschwunden und in die AEMP/ZSVA zentralisiert worden.



Typische Wanne, wie sie früher für die dezentrale Aufbereitung verwendet wurde.

Auch heute gibt es noch Medizinprodukte, die sehr schwierig aufzubereiten sind. Dazu zählen flexible Endoskope, Da-Vinci-Instrumente, TEE-Sonden, intrakavitäre Ultraschallsonden, HNO-Behandlungseinheiten, aber auch scheinbar „einfache“ Gegenstände wie Blutdruckmessgeräte, Betten, Rollstühle, Rollatoren oder Kinderwagen in Kinderkliniken.



Typische HNO-Behandlungseinheit. 100 und mehr Instrumente liegen offen und können beispielsweise durch blutige Handschuhe des Untersuchers kontaminiert werden.

Die DIN EN ISO 17664-1 (2021) schreibt heute vor, dass die Hersteller Angaben zur Aufbereitung machen müssen. Daher sollten vor Anschaffung von – vor allem semikritischen – Medizinprodukten unbedingt die Aufbereitungsvorschriften geprüft werden, inwieweit sie in Deutschland – und im eigenen Haus - korrekt umgesetzt werden können.

Die Aufbereitung in der ZSVA/AEMP wird heute vom dortigen Personal überwiegend selbst geregelt, sodass die Hygiene kaum noch angesprochen wird. Anders ist es bei Aufbereitung auf Station oder in Funktionsbereichen, gerade was problematische

semikritische Medizinprodukte angeht, wie TEE-Sonden oder intrakavitäre Ultraschallsonden. Es kann Sinn machen, in diesen Fällen die Leitung der AEMP zuzuziehen sowie auch den Beauftragten für Medizinproduktesicherheit (§ 6 Medizinprodukte-Betreiberverordnung MPBeTreibV). Dieser ist unter anderem die Kontaktperson für Behörden, Hersteller und Vertreiber im Zusammenhang mit Meldungen über Risiken von Medizinprodukten sowie bei der Umsetzung von Sicherheitskorrekturmaßnahmen und sonstigen notwendigen Korrekturmaßnahmen. Er darf bei der Erfüllung seiner Aufgaben nicht behindert und nicht benachteiligt werden.

Kurztipp der DGKH: Tablett für die Blutabnahme

Bei Begehungen auf Station sieht man nicht selten schmutzige, Blut-verschmierte oder inkorrekt zusammengestellte Tablett, die zur Blutabnahme eingesetzt werden. Auf Abb. 1 fehlt beispielsweise ein adäquater Abwurfbehälter für Spitzabfälle; stattdessen werden die Nadeln und Butterflies in einen offenen Becher abgeworfen. Ursache derartiger Situationen ist, dass sich weder die Blut abnehmenden Ärzte und PJ-Studenten noch die Pflegekräfte für die Reinigung und Ordnung zuständig fühlen. Die Einhaltung der Ordnung und Sauberkeit der Tablett muss auf Station

zwischen Ärzten/PJ-Studenten und Pflegekräften geregelt werden, im Streitfall ist es primär Aufgabe derjenigen, die Blut abnehmen. Abb. 2 zeigt beispielhaft ein gut strukturiertes, zuvor wischdesinfiziertes Tablett (mit Abwurfbehälter für Spitzabfälle).

Walter Popp, Nina Parohl, Lutz Jatzwauk, Ricarda Schmithausen, Wolfgang Kohnen
Der Kurztipp im Auftrag der DGKH gibt die Meinung der Autoren wieder.

Abb. 1: Inkorrekt zusammengestelltes Tablett zur Blutabnahme mit Verschmutzung und ungeeignetem Behältnis für Injektionsabfälle.



Abb. 2: Beispiel eines gut strukturierten und zuvor wischdesinfizierten Tablett.



Umgebungsuntersuchungen und Surveillance

Umgebungsuntersuchungen

Routinemäßig und Anlass-bezogen (z.B. bei Ausbrüchen) führt die Krankenhaushygiene Umgebungsuntersuchungen durch. Zu diesen zählen bzw. können zählen:

- Handabklatsche zur Kontrolle der Händedesinfektion. Hier sollte grundsätzlich eine Rückmeldung an die betreffende Person erfolgen. Wünschenswert ist, dass keine pathogenen Bakterien nachgewiesen werden. Eine Fotodokumentation der bewachsenen Platte und Rückmeldung mit dem Foto kann beeindrucken und bei der Compliance-Verbesserung in der Händehygiene hilfreich sein.
- Regelmäßige Prüfung von Endoskopen mittels Durchspülen der Kanäle mit sterilen NaCl-Lösungen und Bebrütung.
- Prüfung von Desinfektionsgeräten mit Bioindikatoren und/oder Thermloggern.
- Untersuchungen des Wassersystems (siehe Kapitel Wasserhygiene).
- Überprüfung der RLT-Anlagen im OP. Hierzu können zählen:
 - Strömungsvisualisierung und Schutzgradmessung unter einer TAV-Decke,
 - Messung der korrekten Überströmung an Türen,
 - Partikelmessungen,
 - Keimzahlmessungen,
 - Erholzeitmessung.
- Flächenabklatsche als Routine in kleiner Zahl (z.B. 5 – 10) ergeben Zufallsergebnisse und sind wenig aussagekräftig. Bei Ausbruchsuntersuchungen sollten Flächenabklatsche, wenn gewünscht, nur in großer Zahl durchgeführt werden, also mindestens 50 – 100 auf der betreffenden Station. Zur Bewertung der reinen KBE-Zahl werden oft Empfehlungen aus dem Küchen- und RLT-Bereich herangezogen, wobei es keine Belege für Übertragbarkeit gibt:

KBE/25 cm ²	Bewertung (nach VDI 6022-1)
< 25	Der hygienisch-mikrobiologische Zustand der untersuchten Flächen ist als gut oder sehr gut zu bewerten. Kein Handeln erforderlich.
25 - 100	Der hygienisch-mikrobiologische Zustand der untersuchten Flächen ist als grenzwertig einzuschätzen. Ursachen suchen und beseitigen.
> 100	Der hygienisch-mikrobiologische Zustand der untersuchten Flächen ist als unzureichend zu bewerten. Ursachen suchen und beseitigen. Dringend gründlich reinigen bzw. desinfizieren, oder austauschen. Sofortiges Handeln ist erforderlich.

Auf jeden Fall sollten sich keine pathogenen Keime nachweisen lassen.

Surveillance

Hygienisch relevante Strukturen im Krankenhaus sind beispielsweise der Anteil von Einbettzimmern, das Soll und Ist beim Hygienepersonal sowie die Pflege-Patienten-Relation. Derartige **Struktur-Surveillance**-Daten können zu einem Benchmarking (Vergleich) von Krankenhäusern herangezogen werden. Für die Zukunft ist dieses vermehrt zu erwarten.

Während es sich bei den Strukturdaten um relativ beständige Daten handelt, können sich Prozess- und Ergebnis-Parameter schneller verändern.

Prozessindikatoren (**Prozess-Surveillance**) liegen heute schon vor in Form der Erreger- und der Antibiotika-Statistik (beides ist nach § 23 IfSG zu bewerten) sowie für den Verbrauch an Händedesinfektionsmitteln, der seit 2018 von den Krankenhäusern veröffentlicht werden muss.

Bei der Surveillance der Ergebnisse (**Ergebnis-Surveillance, Outcome-Surveillance**) werden einzeitig oder über einen Zeitraum die nosokomialen Infektionsraten ermittelt.

Die Ergebnis-Surveillance kann sowohl intern als auch extern erfolgen, wobei derzeit allerdings die Validität aller Ergebnisse kritisch zu sehen ist.

Zu der **internen (Ergebnis-)Surveillance** gehören die folgenden Möglichkeiten:

- Eine einfache und vom Zeitaufwand her kurze Möglichkeit bietet die Ein-Tages-Prävalenz, die eine grobe Übersicht über die Situation im Hause liefert. Sie kann beispielsweise jährlich einmal auf allen Stationen durchgeführt werden.
- Die Surveillance kann allerdings auch über einen längeren Zeitraum erfolgen, z.B. 3 Monate oder auch während des gesamten Jahres. Ein derartiges Surveillance-System ist das KISS-System (Krankenhaus-Infektions-Surveillance-System), das vom NRZ (Nationales Referenzzentrum für Surveillance von nosokomialen Infektionen; angesiedelt an der Charité) angeboten wird. Es gibt verschiedene KISS-Module:
 - HAND-KISS (System zur Erfassung der Händedesinfektion),
 - ITS-KISS (Erfassung von Device-assoziierten Infektionen auf der Intensivstation, also Pneumonien durch Beatmung, Sepsis durch ZVKs, Harnwegsinfektionen durch Blasenkatheter),
 - MRSA-KISS,
 - NEO-KISS (für die Neonatologie) und
 - OP-KISS (postoperative Wundinfektionen),
 - ONKO-KISS (nosokomiale Septikämien und Pneumonien bei immunsupprimierten Patienten mit allogener und autologer Stammzelltransplantation),
 - STATIONS-KISS (z.B. nosokomiale Infektionen),
 - CDI-KISS (CDI).

Eine Beteiligung ist durch offizielle Anmeldung möglich. Allerdings werden die KISS-Referenzdaten auch auf der Webseite des NRZ zur Verfügung gestellt, so dass mit gleicher Methodik auch ohne Anmeldung eine Erfassung und Bewertung möglich ist.

Allerdings ist die Qualität der Daten, auch auf nationaler Ebene, schwer zu beurteilen, da letztlich die Erfassung durch das Krankenhauspersonal selbst erfolgt und eine bewusste oder unbewusste Verzerrung wahrscheinlich ist.

- Ideal wären vereinfachte Methoden, die möglichst EDV-gestützt arbeiten. Leider gibt es derzeit nicht in allen Krankenhäusern die elektronische Patientenakte. Bei deren Verfügbarkeit könnte beispielsweise mit der Verordnung von Antibiotika die automatische Frage an den Arzt erfolgen, welche Diagnose vorliegt und ob diese nosokomial bedingt ist. Die Beantwortung wäre Pflicht und könnte so einfach und mit wenig Aufwand Daten liefern.

- In einzelnen Bereichen können hilfsweise Re-Operationen als Auslöser für die Erfassung genutzt werden, insbesondere wenn bei diesen Eingriffen eine lange Zeit bis zur Feststellung der Infektion vergeht. Beispielsweise nach Herzoperationen sowie nach TEP-Implantationen kann die Verfolgung des OP-Planes im Hinblick auf Re-Operationen relativ einfach erfolgen, so dass für jede Re-Operation durch das Krankenhaushygiene-Personal abgefragt wird, ob diese auf einer nosokomialen Infektion beruht. Die hierbei ermittelten Daten sind relativ valide.

Zunehmend wird auch versucht, eine **externe Erfassung** von nosokomialen Infektionen zu etablieren, die primär dem Benchmarking der Krankenhäuser dienen soll. Bisher war dies implizit schon erfolgt im Rahmen der **externen Qualitätssicherung** (wobei die Daten relativ unvalide sind, siehe auch Kapitel Gesetzliche Grundlagen).

Darüber hinaus wird z.B. teilweise durch Landeshygiene-Verordnungen (z.B. HyMedVO NRW) die Meldung aller nosokomialen Infektionen an die Krankenhaushygiene vorgegeben. Grundsätzlich ist dies eine gute Regelung, die jedoch in der Praxis überwiegend in der Umsetzung scheitert.

Einige Begriffe der Infektionsepidemiologie

Die **Endemie** ist ein örtlich begrenztes, aber zeitlich unbegrenztes Auftreten einer Infektionskrankheit. Ein Beispiel ist die Frühsommer-Meningoenzephalitis, die in bestimmten Regionen in Deutschland gehäuft auftritt, dort also endemisch vorkommt.

Die **Epidemie** ist ein örtlich und zeitlich begrenztes Auftreten einer Infektionskrankheit. Ein Beispiel ist die Grippezeit im Winter in Deutschland.

Die **Pandemie** ist eine weltweite Epidemie. Ein Beispiel ist die COVID-19-Pandemie von 2020 bis 2022. Die Grippe ist im allgemeinen keine Pandemie, da sie zeitlich versetzt auf den Erdteilen auftritt.

Die **Prävalenz** gibt die Zahl der Erkrankten in einem bestimmten Zeitraum oder zu einem bestimmten Zeitpunkt (Punktprävalenz) an. Beispiele sind die Eintagesprävalenzerhebungen von nosokomialen Infektionen durch ECDC (siehe Kapitel „Nosokomiale Infektionen...“). Zum Beispiel wird die HPV (humanes Papillom-Virus)-Prävalenz bei Frauen in Europa auf 8 – 15 % geschätzt.

Die **Inzidenz** beschreibt die Zahl der Neuerkrankten in einem bestimmten Zeitraum, beispielsweise die Zahl der Neuerkrankungen in einem Jahr pro 100.000 Menschen. So liegt die Tuberkulose-Inzidenz in Deutschland aktuell bei 4,7 pro 100.000. Auch während der COVID-19-Pandemie wurde der Begriff der Inzidenz in Deutschland verwandt. Dabei handelte es sich aber um keine wirkliche Inzidenz, da die ermittelten Werte wesentlich von der Häufigkeit der durchgeführten Teste abhingen, die in die Inzidenzberechnungen aber nicht eingeflossen sind.

Die **Morbidität** ist die Anzahl der an einer bestimmten Erkrankung leidenden Personen über einen festgelegten Zeitraum, z.B. ein Jahr. Sie wird bezogen auf ein bestimmtes Bevölkerungskollektiv, z.B. 100.000 Personen. Die Morbidität ist ein Überbegriff für die Prävalenz und Inzidenz.

Die **Mortalität** ist die Anzahl der Menschen, die an einer Erkrankung in einem bestimmten Zeitraum versterben, meist bezogen auf die Gesamtbevölkerung.

Die **Letalität** ist die Zahl der an einer bestimmten Erkrankung Verstorbenen, bezogen auf die Gesamtzahl aller Erkrankten in einem bestimmten Zeitraum. Meist wird sie als prozentuale Sterberate angegeben.

Beispielsweise lag im Jahr 2021 die Mortalität der Tuberkulose in Deutschland bei 0,13 Todesfällen auf 100.000 Einwohner, die Letalität bei 2,9 %.

Ein **Ausbruch** ist die Zunahme einer Infektionskrankheit über die örtlich und zeitlich übliche Zahl hinaus mit nachgewiesener oder vermuteter gemeinsamer Ursache. Für das Krankenhaus beziehungsweise Gesundheitswesen gilt im allgemeinen als Ausbruch, wenn es zum Auftreten von zwei oder mehr nosokomialen Infektionen gekommen ist, bei denen ein epidemischer Zusammenhang wahrscheinlich ist oder vermutet wird (§ 6 Abs. 3 IfSG).

Ausbrüche sind nach § 6 Abs. 3 IfSG meldepflichtig. Dem RKI werden jährlich ca. 10.000 Ausbrüche gemeldet.

Die Ausbruchsdefinition ist nicht unabhängig von subjektiven Einschätzungen. Wenn beispielsweise auf einer Station im allgemeinen zwei MRSA-Patienten liegen, so ist bei drei oder vier Patienten nicht unbedingt ein Ausbruch zu vermuten, da eine gewisse Spanne normal ist. Kommt es aber dazu, dass sechs oder noch mehr MRSA-Patienten auf der Station liegen, sollte an den epidemischen Zusammenhang gedacht werden.

Die **Kontagiosität** ist die Ansteckungskraft beziehungsweise Übertragungsfähigkeit eines Krankheitserregers - das heißt seine Fähigkeit, auf den verschiedenen Infektionswegen von einem Individuum zu einem anderen zu gelangen.

Beispielsweise beträgt die Kontagiosität bei den Masern fast 100 %.

Infektiöse Dosis: Je geringer die Infektionsdosis ist, desto höher das Infektionsrisiko. Nachfolgend einige Beispiele für die infektiöse Dosis nach oraler Aufnahme (KRINKO 2022):

Infektiöse Dosis	Erreger
1 – 100 infektiöse Viruspartikel bzw. KbE	Noro-, Rotavirus, EHEC, ETEC, C. difficile, MRSA
< 10 ³ KbE	VRE, Acinetobacter spp., Klebsiella spp., C. jejuni
≥ 10 ³ KbE	Salmonella enteritidis
> 10 ⁵ KbE	E. coli, S. aureus

Die **Reproduktionszahl** beschreibt, wie viele Menschen eine infizierte Person im Mittel ansteckt. Solange die Reproduktionszahl über 1 liegt, steigt die Zahl der Neuerkrankungen.

Die **Basisreproduktionszahl** beschreibt, wieviele Menschen durch einen Infizierten angesteckt werden, wenn es noch keine Immunität in der Bevölkerung gibt und keine Maßnahmen ergriffen wurden.

Sie beträgt beispielsweise für

- Influenza 1 – 2,
- Masern 12 – 18,
- Polio 5 – 6,
- Pocken 4 – 7,
- SARS-CoV-2 2 – 4 und
- Windpocken 10 – 12.

Die **effektive Reproduktionszahl** gibt an, wieviele Menschen durch einen Infizierten unter den aktuellen Bedingungen (z.B. Impfung, Maskentragen, Ausgangsbeschränkungen) angesteckt werden. Sie liegt damit niedriger als die Basisreproduktionszahl.

Der **Manifestationsindex** ist die Wahrscheinlichkeit einer apparenten Erkrankung nach Infektion mit einem bestimmten Krankheitserreger. In der Regel wird er in Prozent als x/100 angegeben.

Beispielsweise beträgt der Manifestationsindex bei Hepatitis A 50 % und bei Masern 95 %.

In vielen neueren Studien werden heute **Disability-adjusted life years (DALYs)** (im Deutschen ungefähr identisch mit Krankheitslast) angegeben: Darunter versteht man die Summe der durch vorzeitigen Tod verlorenen Lebensjahre und der mit Krankheit oder Behinderung gelebten Lebensjahre. Zur Orientierung dient die durchschnittliche Lebenserwartung des jeweiligen Landes.

Folgende Definitionen werden benutzt:

- DALY = YLL (years of life lost) + YLD (years lived with disability/disease).
- YLL: Anzahl von Todesfällen multipliziert mit der verbliebenen Lebenserwartung in dem Alter, in dem der Tod vorzeitig eintritt.
- YLD: Anzahl der Fälle multipliziert mit durchschnittlicher Dauer der Krankheit/Behinderung bis zur Heilung oder bis zum Tod.

Beispielsweise hat das Projekt „Burden 2000“ des RKI zur Krankheitslast in Deutschland erbracht, dass die höchste mortalitätsbedingte Krankheitslast (YLL) bei Frauen und Männern durch koronare Herzkrankheit, Trachea-, Bronchial- und Lungenkrebs, Brustkrebs und Schlaganfall verursacht wird. Die höchste Krankheitslast (DALY) zeigt sich für beide Geschlechter bei der koronaren Herzkrankheit und dem Rückenschmerz.

Für zusammen 31 ausgewählte Infektionskrankheiten in Europa wurden für die Jahre 2009 bis 2013 1,38 Millionen DALYs ermittelt. An erster Stelle steht die Influenza, gefolgt von der Tuberkulose, HIV-Infektionen und invasiven Pneumokokken-Infektionen (Eurosurv 19 April 2018).

Tröpfchen, Tröpfchenkerne und Aerosole

Schon Ende der 1940er Jahre wurde publiziert, dass Tröpfchen zwischen 1 und 2.000 µm groß sind, die allermeisten aber zwischen 4 und 8 µm. Die Größen sind in etwa gleich beim Niesen, Husten und Sprechen. Tröpfchen größer als 8 µm verschwinden demnach innerhalb von 20 Minuten aus der Luft (sinken zu Boden), größer als 4 µm innerhalb von 90 Minuten. Kleinere, die oft keine Bakterien enthielten, könnten bis 30 Stunden in der Luft bleiben.

Der Ausstoß von Bakterien-haltigen Partikeln verhalte sich bei Niesen : Husten : Reden wie 400 : 7 : 1.

Ende der 1950er Jahre brachte der Anderson-Sammler Vorteile, als nunmehr Partikel bestimmter Größen korrekt gezählt werden konnten. Bis dahin hatte man Probanden Farbstoff in den Mund gegeben und z.B. husten lassen. Die Partikelgrößen wurden dann z.B. auf Glasplatten gemessen, auf denen die Tröpfchen aufgefangen wurden.

Inzwischen gibt es bessere Methoden der Partikelmessung, z.B. Laserpartikelzählung.

Heute versteht man unter Aerosolen ein Zweiphasensystem, bestehend aus einem Gas (meist Luft) und Partikeln darin. Die Partikel können fest oder flüssig sein und sind im Gas suspendiert. Aerosolpartikel sind also das flüssige und kleinere Pendant zu den Tröpfchen in der Luft.

Der geometrische Durchmesser atmosphärischer Partikel liegt ungefähr zwischen 0,001 und 100 µm. Kleine Aerosolpartikel neigen dazu, sich an größere Partikel anzulagern und können so zu Tröpfchen werden.

Partikelgrößen unter 10 µm gelten als biologisch relevant, da sie sich im Atemtrakt ablagern können. Umgekehrt können sie bei einer Infektion der Lunge (z.B. Pneumonie) – mit Erregern in ihnen – abgehustet werden. Partikel in einer Größe von 6-12 µm lagern sich im oberen Atemtrakt ab, Partikel kleiner 5 µm können bis in die Alveolen vordringen.

In der Medizin wird (historisch) die Grenze zwischen Tröpfchen und Aerosolpartikeln bei 5 (-10) µm gesetzt, die Aerosolforscher definieren die Grenze bei 100 µm. In Arbeitsschutzvorschriften wird Bezug genommen auf die medizinische Definition (auch beim Umweltbundesamt).

Es gibt aber auch Publikationen, in denen für Aerosolpartikel eine Größe unter 100 µm angegeben wird, Tröpfchen aber schon bei 5 µm beginnen – 100 Jahre Diskussion und noch viele Unklarheiten.

Tröpfchen sinken – da sie größer und damit schwerer sind - schnell zu Boden, meist innerhalb 1-2 m Abstand, und können dann nicht mehr eingeatmet werden.

Aerosolpartikel dagegen sind relativ klein und können durch die Wind- und Luftbewegungen über Stunden in der Luft und damit auch auf Atemhöhe gehalten werden.

Tröpfchen können nach bisherigem Verständnis mehr Bakterien und Viren enthalten als Aerosolpartikel, so dass eine Tröpfcheninfektion, einfach gesagt, schneller bzw. eher eintreten kann. Darüber hinaus ist eine Tröpfcheninfektion nur möglich bei relativer Nähe zur Indexperson, insbesondere bei geringem Abstand und längerer Zeitdauer. Wenn Tröpfcheninfektionen dominierend bei einer Krankheit sind, dann spricht dies nach bisherigem Verständnis eher dafür, dass eine große Menge Bakterien oder Viren für eine Infektion erforderlich ist.

Anschaulich ist folgende Berechnung über die in Partikeln entsprechender Größe transportierte Flüssigkeitsmenge:

Partikelgröße	0,3 µm	0,5 µm	1,0 µm	5,0 µm	10 µm
Volumen	0,014µ ³	0,065µ ³	0,52µ ³	65,5µ ³	523,6µ ³

In der Medizin wurde bisher angenommen, dass in größeren Tröpfchen/Aerosolpartikeln mehr Erreger sind. Dem widersprechen allerdings teilweise die Aerosolforscher, nach denen in den kleinen Aerosolpartikeln – z.B. bei Grippeinfektionen – fast 10 Mal mehr Erreger sind. Also auch hier: Jahrzehnte Forschung und alles unklar.

Neuere Studien zeigen, dass beim Singen und Husten ungefähr gleich viele Tröpfchen ausgestossen werden, nämlich 3-6 Mal mehr als beim normalen Sprechen; die Ausscheidung der Tröpfchen nimmt zu mit der Lautstärke des Sprechens; dies ist praktisch identisch mit den o.g. älteren Studien. Beim Sprechen wiederum werden mehr und größere Aerosolpartikel/Tröpfchen abgegeben als beim Atmen. Darüber hinaus gibt es aber auch individuelle Unterschiede, wie „feucht“ die

Aussprache bei einzelnen Personen ist („Super-Spreader“).

Heute nimmt man an, dass Tröpfchen/Aerosolpartikel in der Größe von 60-100 µm innerhalb von 2 m zu Boden fallen, beim Niesen können sie allerdings bis zu 6 m überwinden.

Über den „sicheren“ Abstand bei Tröpfchen-Infektionen herrschen verschiedene Ansichten: Für SARS-CoV-2 wird – im Jahr 2020 während der Covid-19-Pandemie - ein Abstandhalten von 1 Meter beispielsweise vorgegeben in Frankreich, Singapur und Italien, von 1,5 Meter in Deutschland und Australien, von 2 Meter in USA, UK, Kanada, Spanien und Neuseeland. China und die WHO nennen wiederum 1 Meter.

Allerdings können sich Tröpfchen in Aerosolpartikel umwandeln: Wenn Tröpfchen

durch die Luft fliegen, verlieren sie Wasser und werden dadurch kleiner, zu sogenannten Tröpfchenkernen, die die Größe von Aerosolpartikeln haben können.

Bei diesen Austrocknungsvorgängen können die in den Tröpfchen enthaltenen Bakterien und Viren allerdings beschädigt oder abgetötet werden, so dass der Übergang in Tröpfchenkerne nicht unbedingt eine weitere Infektiosität bedeuten muss. Wenn die Tröpfchenkerne auf Aerosolpartikelgröße abgenommen haben, verhalten sie sich in der Luft wie Aerosolpartikel.

Pauschal kann man sagen, dass eine höhere Temperatur (z.B. Sommer) die Umwandlung von Tröpfchen in Tröpfchenkerne begünstigt ebenso wie eine niedrige Luftfeuchtigkeit (z.B. Winter).

Wasserhygiene

Einführung

Trinkwasser ist der allgemein akzeptierte, aber umgangssprachliche Begriff für Wasser für den menschlichen Gebrauch. Die Definition erfolgt über die Nutzungszwecke für Trinkwasser und diese sind in der Trinkwasserverordnung (TrinkwV) definiert:

- Zum Trinken
- Zum Kochen sowie zur Zubereitung von Speisen und Getränken
- Zur Körperpflege und –reinigung
- Zur Reinigung von Gegenständen, die bestimmungsgemäß mit Lebensmitteln in Berührung kommen
- Zur Reinigung von Gegenständen, die bestimmungsgemäß nicht nur vorübergehend mit dem menschlichen Körper in Kontakt kommen
- Zu sonstigen in Bezug auf die menschliche Gesundheit relevanten häuslichen Zwecken
- Zu speziellen Anwendungszwecken in der Lebensmittelherstellung

Trinkwasser ist unser wichtigstes Lebensmittel und kann nicht anderweitig ersetzt werden, sodass besonders hohe Anforderungen an seine Qualität gestellt werden.

Gesetzliche Grundlagen

Auf Ebene der Europäischen Union (EU) steht übergeordnet die EU Richtlinie 2020/2184 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch.

Die nationale Basis für die Umsetzung der oben genannten Richtlinie ist das Infektionsschutzgesetz (IfSG). In § 37 formuliert dieses die Anforderungen, wie Trinkwasser beschaffen sein muss, insbesondere im Hinblick auf die menschliche Gesundheit mit Schwerpunkt auf Krankheitserreger. § 38 liefert die Verordnungsermächtigung und definiert die Inhalte der TrinkwV.

Begleitend zur Trinkwasserverordnung steht eine Vielzahl an normativen und technischen Regelwerken als auch Empfehlungen zur Verfügung, welche diese inhaltlich ergänzen.

Genannt seien hierzu beispielsweise Empfehlungen des Umweltbundesamtes (UBA), des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches e. V. (DVGW) oder des Deutschen Instituts für Normung (DIN).

Die Trinkwasserverordnung gilt nicht für natürliches Mineralwasser, Heilwässer im Sinne des Arzneimittelgesetzes, Schwimm- und Badebeckenwasser sowie für Wasser in wasserführenden Apparaten, welche hinter einer Sicherungseinrichtung endständig an die Trinkwasserinstallation angeschlossen sind (bspw. leitungsgebundener Trinkwasserspender, Zahnbehandlungseinheit).

In Lebensmittel-verarbeitenden Betrieben können besondere Nebenbestimmungen gelten.

In den §§ 5-9 der TrinkwV sind Anforderungen an die Beschaffenheit von Trinkwasser formuliert. Dabei werden neben allgemeinen Anforderungen zur Reinheit und Genusstauglichkeit auch konkrete mikrobiologische und chemische Anforderungen formuliert.

Neben expliziten formulierten Grenzwerten für ausgewählte Parameter gelten hierbei allgemeine Bestimmungen zu Stoffen, die eine Schädigung der menschlichen Gesundheit besorgen lassen.

Darüber hinaus soll ein Minimierungsgebot Trinkwasser vor Verunreinigungen, welche einen nachteiligen Einfluss auf die Beschaffenheit haben können, schützen. Dies beinhaltet alle in der TrinkwV nicht weiter definierten mikrobiologischen Parameter und chemischen Stoffe.

Die Untersuchungen dieser Parameter sind dabei abgestimmt auf die Art und Größe der jeweiligen Wasserversorgungsanlage.

Für Gebäudewasserversorgungsanlagen (Trinkwasserinstallationen) wird in der Regel eine begrenzte Auswahl gefordert.

Sinnvollerweise sollten im Rahmen der Verkehrssicherungspflicht dabei Parameter berücksichtigt werden, welche die jeweils verwendeten Installationsmaterialien widerspiegeln.

Der Tatsache, dass in der EU unter allen Krankheitserregern, die durch das Wasser übertragen werden können, laut WHO von *Legionella spec.* die stärkste Gesundheitsbelastung ausgeht, wird in der TrinkwV mit konkret formulierten Untersuchungs- und Handlungspflichten Rechnung getragen.

Einen weiteren Schwerpunkt der Verordnung bildet der chemische Parameter Blei, für den es in den vergangenen Fassungen der Trinkwasserverordnung zunehmende Verschärfungen der bis dato gültigen Regelungen gab.

In den weiteren Teilen dieses Kapitels wird vorzugsweise auf die Parameter eingegangen, welche für medizinische Einrichtungen im Fokus stehen.

Mikrobiologische Anforderungen

Eine Überwachung der Trinkkaltwasserinstallation erfolgt in der Regel auf die mikrobiologischen Parameter Koloniezahlen bei 22 °C und 36 °C, *Clostridium perfringens*, coliforme Bakterien, *Escherichia coli*, intestinale Enterokokken und *Pseudomonas aeruginosa*.

Insgesamt liegt der Schwerpunkt somit auf fäkalen Krankheitserregern.

Bei den ersten drei genannten Parametern handelt es sich zudem um sogenannte Indikatorparameter.

Während die Untersuchung auf *Clostridium perfringens* und dessen Sporen nur in ausgewählten Fällen erfolgen muss, ist die Untersuchung auf *Pseudomonas aeruginosa* in der TrinkwV bisher nur bei Abgabe in verschlossenen Behältnissen vorgeschrieben.

In ausgewählten Fällen muss auch eine Untersuchung auf *Legionella spec.* im Trinkkaltwasser vorgenommen werden.

Koloniezahlen bei 22 °C und 36 °C

Bei den beiden genannten Temperaturen handelt es sich um die Temperaturen, mit denen die entsprechenden Nährböden bebrütet werden. Durch die unterschiedlichen Temperaturen soll eine größtmögliche Vielzahl unterschiedlicher Erreger, entsprechend ihres Temperaturoptimums, angezchtet und damit erfasst werden können.

Mit Hilfe dieser Parameter werden zwar keine spezifischen Krankheitserreger nachgewiesen, es lassen sich jedoch Rückschlüsse ziehen auf die:

- Bakterielle Reinheit des Rohwassers und/oder die
- Qualität der Wasseraufbereitung und -verteilung

Zudem ermöglichen sie die Überwachung der Installation sowie des Betriebs einer Trinkwasserinstallation und so deren mögliche (Wieder-) Verkeimung.

Clostridium perfringens (und dessen Sporen)

Bei diesem Erreger handelt es sich um ein grampositives, obligat anaerob wachsendes Bakterium, das neben der Sporen- auch zur Toxinbildung fähig ist.

Humanmedizinische Bedeutung besitzt der Erreger als Typ A und Typ C und kann neben eitrigen Entzündungen und Lebensmittelvergiftungen auch den schwerwiegenden, häufig sogar tödlich verlaufenden Gasbrand (syn. Gasödem, Letalität 40-60 %, unbehandelt 100 %) verursachen.

Clostridium perfringens kommt im Darm von Warmblütern sowie ubiquitär im Erdreich vor und seine Sporen können monatelang im Wasser überleben.

Eine Untersuchungspflicht entsprechend TrinkwV besteht, „... wenn das Rohwasser von Oberflächenwasser stammt oder von Oberflächenwasser beeinflusst wird ...“.

Eine Überwachung des Parameters bei Gebäudeversorgungsanlagen ist daher angezeigt, wenn auf Grund von Wasserrohrbrüchen die Gefahr besteht, dass Erdreich und/oder Oberflächenwasser in die Trinkwasserinstallation eingetragen wurde.

Escherichia coli und coliforme Bakterien

Beide Erreger gehören der Familie der Enterobacteriaceae an und spielen eine wichtige Rolle bei nosokomialen Infektionen vielfältiger Art.

E. coli ist ein klassischer Fäkalindikator, dessen natürliches Reservoir im Darm von Warmblütern liegt. Neben den apathogenen Stämmen des fakultativ anaeroben Erregers, finden sich obligat pathogene Varianten mit großer humanmedizinischer Bedeutung wie beispielsweise EHEC und ETEC.

Neben den typischerweise hervorgerufenen Darminfektionen kann *E. coli* auch zu Wund- und Harnwegs- sowie seltener zu Atemwegsinfektionen führen.

Da der Nachweis des Erregers im Trinkwasser auf eine Kontamination mit Fäkalien menschlichen oder tierischen Ursprungs zurückzuführen ist, gibt die Untersuchung zudem Hinweise auf mögliche weitere Kontaminationen durch Viren, Protozoen oder Würmer.

Zu den Vertretern der coliformen Keime gehören bspw. *Citrobacter* oder *Klebsiella*, die zunehmend – auch als 3 oder 4MRGN – zu nosokomialen Infektionen wie Wund- und Harnwegsinfektionen, Pneumonien oder Septikämien beitragen.

Neben ihrem natürlichen Habitat in der Umwelt stellt auch bei dieser Gruppe der Darm von Mensch und Tier ein mögliches Reservoir dar.

Intestinale Enterokokken

Zur Gattung der Enterokokken gehören mit *Enterococcus faecium* und *Enterococcus faecalis* zwei relevante, pathogene Erreger.

Die fakultativ anaeroben, grampositiven Bakterien können auf Grund ihrer hohen Umweltpersistenz in einer Vielzahl an Umweltproben nachgewiesen werden. So zeigen sie bspw. eine hohe Temperaturstabilität bei 10-45 ° C und darüber hinaus sogar für > 30 min bei 60 ° C. Der Nachweis gelingt sowohl im Wasser, als auch in Lebensmitteln, Stäuben und anderen Umweltproben.

Da das Hauptreservoir der Gattung im Darm von Mensch und Tier liegt, lässt ihr Nachweis ebenfalls Rückschlüsse auf fäkale Kontamination zu. Wie bei *E. coli* muss auch in diesem Fall an weitere fäkalbürtige Erreger gedacht werden, mit denen die Wasserprobe möglicherweise zusätzlich kontaminiert ist.

Pseudomonas aeruginosa

Zur Gruppe der gramnegativen Stäbchenbakterien „Pseudomonas“ gehören neben dem humanpathogen besonders relevanten Erreger *Pseudomonas aeruginosa* weitere, weniger pathogene Keime wie *P. stutzeri* sowie andere Gattungen wie *Stenotrophomonas* oder *Ralstonia*.

Pseudomonas aeruginosa zeichnet sich durch eine hohe Umweltpersistenz und geringe Nährstoffansprüche aus und wird durch sein gehäuftes Auftreten an feuchten Standorten auch als „Pfützenkeim“ bezeichnet.

Mit seiner Fähigkeit Exopolysaccharide (extrazelluläre Polymere Substanzen = EPS) abzusondern, schafft er nicht nur sich selbst, sondern auch anderen Bakterien ein besonders gutes Habitat in Trinkwasserinstallationen. Die erzeugten Biofilme lassen sich nicht nur schwer wieder entfernen, sondern fördern zudem weiteres Bakterienwachstum.

Die Anlagerung von Exopolysaccharide scheint bei Kunststoffmaterialien gegenüber Werkstoffen aus Metall verstärkt zu sein, so dass dies bei der Auswahl der verwendeten Materialien für eine Trinkwasserinstallation berücksichtigt werden sollte. Selbst in entionisiertem Wasser ist der Erreger auf Grund seiner geringen Nährstoffansprüche zu finden und kann daher auch im Wasser von Vollentsalzungs- und Osmoseanlagen zu großen Problemen führen.

Pseudomonas aeruginosa stellt einen bedeutenden Erreger im Gesundheitswesen dar, der vielfältige Erkrankungen, wie Wund- und Harnwegsinfektionen, Sepsis und Lungenentzündungen verursachen kann.

Nosokomiale Infektionen, auch mit multiresistenten Varianten (3/4 MRGN) des Erregers sowie in Ausbruchsgeschehen, konnten, neben der Mensch-zu-Mensch-Übertragung, unter anderem auch direkt oder indirekt auf Trinkwasserinstallationen zurückgeführt werden.

Entsprechend der Trinkwasserverordnung besteht eine Untersuchungspflicht auf diesen Parameter zwar nur für die Abgabe in verschlossenen Behältnissen, auf Grund seiner hohen humanmedizinischen Bedeutung ist die Überwachung im Gesundheitswesen jedoch dringend anzuraten.

Zudem weist die Empfehlung des Umweltbundesamtes „Empfehlung zu erforderlichen Untersuchungen auf *Pseudomonas aeruginosa*, zur Risikoeinschätzung und zu Maßnahmen beim Nachweis im Trinkwasser“ auf eine regelmäßige, jährliche Überwachung dieses Parameters u. a. im Gesundheitswesen hin. Daneben fordert auch die VDI – Richtlinie 6023 eine Untersuchung auf diesen Erreger zumindest bei der Erst- und Wiederinbetriebnahme (also bspw. nach Baumaßnahmen) von Trinkwasserinstallationen sowie bei nicht ortsfesten Anlagen.

In der Regel wird die Überwachung im Rahmen der jährlichen Untersuchungspflicht auch von den zuständigen Gesundheitsämtern gefordert.

Die Grenzwerte für die zuvor genannten Parameter sind wie folgt:

Parameter	Grenzwert
Koloniezahl 22 ° C	100 KbE/1 ml
Koloniezahl 36 ° C	100 KbE/1 ml
<i>Clostridium perfringens</i>	0 KbE/100 ml
<i>Escherichia coli</i>	0 KbE/100 ml
Coliforme Keime	0 KbE/100 ml
Intestinale Enterokokken	0 KbE/100 ml
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0 KbE/100 ml

Legionella spec.

Vorrangig in der Trinkwarmwasserinstallation erfolgt die Überwachung auf den Parameter *Legionella spec.*

Während bei den oben genannten Erregern Mensch-zu-Mensch-Übertragungen zu den Hauptursachen von Infektionen zählen, erfolgt eine Infektion mit *Legionella spec.* nahezu ausschließlich durch die Inhalation von legionellenhaltigen Aerosolen, wie diese bspw. beim Duschen entstehen.

Eine weitere, allerdings wesentlich seltenere Möglichkeit einer Erregeraufnahme besteht in der (Mikro-)Aspiration legionellenhaltigen Wassers bspw. bei beatmeten oder tracheotomierten Patienten bzw. solchen mit Schluckstörungen.

In beiden Fällen werden Atemwegsinfektionen verursacht, die sich entweder als Legionärskrankheit oder aber als Pontiac-Fieber äußern.

Eine Mensch-zu-Mensch-Übertragung wurde bisher nur in einem einzigen Fall beschrieben.

Bei der Legionärskrankheit (Legionellose mit atypischer Pneumonie) handelt es sich um die schwer verlaufende Form der Legionellose, von der Männer doppelt so häufig wie Frauen betroffen sind. Hohes Alter und Immunsuppression stellen weitere prädisponierende Faktoren für diese Form der Erkrankung dar, die unbehandelt bei bis zu 20 % der Patienten zum Tod führen kann.

Beim Pontiac-Fieber hingegen handelt es sich um eine Legionellose ohne Pneumonie, deren Symptomatik einem grippalen Infekt ähnelt. Im Gegensatz zur Legionärskrankheit heilt das Pontiac-Fieber meist innerhalb weniger Tage von selbst aus.

Eine weitere Form der Legionellen-Infektion stellt eine extrapulmonale Form dar, die jedoch eher untypisch ist und in seltenen Fällen zu Wundinfektionen führen kann.

Hauptverursacher sowohl der ambulant erworbenen als auch der reiseassoziierten Legionellose stellt mit ca. 90 % *Legionella pneumophila* der Serogruppe 1 dar, die zu 30 – 50 % auch an nosokomial verursachten Legionärskrankheiten beteiligt sein soll. Daneben sind mittlerweile über 50 weitere Legionellenspezies mit einer Vielzahl an Serogruppen (>70) bekannt, die allerdings jedoch epidemiologisch zu den weniger bedeutsamen pathogenen Arten zählen.

Legionellen-Pneumonien lassen sich klinisch nicht von anderen Pneumonien abgrenzen. Mit kommerziellen Schnelltests wird in der Regel jedoch nur *Legionella pneumophila* SG 1 detektiert und zudem findet im ambulanten Bereich häufig keine adäquate Diagnostik statt, so dass von einer hohen Dunkelziffer an Erkrankungen ausgegangen werden muss.

Die gramnegativen, meist beweglichen Legionellen kommen ubiquitär in natürlichen und künstlichen Wassersystemen vor. Der Erreger ist in der Lage, sich bei Temperaturen von 25-55 ° C zu vermehren und wird daher vorzugsweise im Warmwassersystem angetroffen. Zudem geht er eine Symbiose mit Amöben und anderen Protozoen ein, in denen er sich intrazellulär vermehrt, so dass eine einzelne Amöbe bis zu 1.000 Legionellen enthalten kann.

In Zysten (Dauerformen) der Amöben sowie in Biofilmen sind Legionellen gut gegenüber hohen Temperaturen und oxidativen Desinfektionsmitteln wie Chlor und somit gegenüber Desinfektionsmaßnahmen geschützt.

Im Hinblick auf Legionellen stellt eine Wasserprobe ausschließlich eine Momentaufnahme dar, die zudem zum Zeitpunkt des Vorliegens des Befundes mindestens 10 Tage zurückliegt. Der Erreger kann sowohl als einzelnes Bakterium als auch in einem Bakterienzell-Aggregat im Biofilm, der sich ablöst, oder in Protozoen, die aufplatzen, auftreten.

Auf Grund des sogenannten Dosis-Wirkungs-Paradoxons ist eine Infektionsdosis nicht bekannt, so dass anstelle eines Grenzwertes ein technischer Maßnahmenwert für den Parameter *Legionella spec.* in der TrinkwV festgelegt wurde. Eine hohe Legionellenkonzentration muss nicht zwangsweise zu einer Infektion führen, während bereits geringe Keimzahlen eine Erkrankung verursachen können. Neben der Pathogenität und Virulenz der einzelnen Spezies scheinen die Vulnerabilität des Patienten sowie die Anzahl an freien Legionellen eine Rolle zu spielen. Bei Erreichen des technischen Maßnahmenwertes kann eine, von der Trinkwasser-Installation ausgehende, vermeidbare Gesundheitsgefährdung vorliegen, so dass Maßnahmen zur hygienisch-technischen Überprüfung sowie Sanierung der Trinkwasserinstallation eingeleitet werden müssen.

In bestimmten Fällen ist auch die Überwachung der Trinkkaltwasserinstallation vorgeschrieben und zwar dann, wenn eine Erwärmung des Kaltwasserstrangs auf > 20 - 25 ° C vorliegt oder vermutet wird.

Der technische Maßnahmenwert für *Legionella spec.* beträgt 100 KbE/100 ml.

Chemische Anforderungen

Zu den Untersuchungsparametern der Metalle/Schwermetalle, die von den meisten Gesundheitsämtern gefordert werden, gehören Blei, Cadmium, Nickel und Kupfer.

Blei

Das Schwermetall Blei wirkt toxisch auf das zentrale und periphere Nervensystem, die Nieren und das blutbildende System. Zudem gilt es als wahrscheinlich kanzerogen für den Menschen. Beim Embryo können auf Grund der Durchgängigkeit der Plazentaschranke Entwicklungsstörungen verursacht werden und bei Kindern liegt wahrscheinlich eine 5-fach höhere gastrointestinale Absorptionsrate gegenüber Erwachsenen und somit ein deutlich höheres gesundheitliches Risiko vor.

Auf diesen Parameter wird daher seit Jahren ein besonderes Augenmerk gelegt. Bereits seit den 70er Jahren (NRW) und teilweise davor ist die Verwendung von Bleileitungen in der Trinkwasserinstallation untersagt. In der Regel wird daher der zulässige Grenzwert für Blei in der BRD unterschritten. In älteren Gebäuden sowie auf Grund bleihaltiger Legierungen kann es jedoch nach wie vor zu Nachweisen kommen. In der aktuellen Trinkwasserverordnung wird in § 17 noch einmal spezifisch auf Trinkwasserleitungen aus Blei eingegangen. So werden Fristen genannt zur Stilllegung oder Entfernung dieser und die Informationspflicht bei bleihaltigen Leitungen gegenüber dem Verbraucher spezifiziert. Daneben wird die Anzeigepflicht beschrieben, die ein Wasserversorgungs- oder Installationsunternehmen gegenüber dem Gesundheitsamt zu erfüllen hat, bei Feststellung von Leitungen oder Teilen dieser aus dem Werkstoff Blei.

Während der Grenzwert für Blei aktuell noch bei 0,010 mg/l liegt, wird dieser ab dem 12. Januar 2028 auf 0,005 mg/l abgesenkt.

Cadmium

Bei Cadmium handelt es sich ebenfalls um ein Schwermetall, das toxisch ist und zudem als krebserregend eingestuft wird. Cadmium wird vorzugsweise in der Niere, aber auch in anderen Organen wie Leber, Speicheldrüsen oder Knochen, abgelagert und nur sehr langsam wieder ausgeschieden, so dass eine Kumulation mit zunehmendem Alter zu beobachten ist.

Die toxische Wirkung zeigt sich besonders in Schäden der Nierenfunktion.

Kupfer

Im Gegensatz zu Blei stellt Kupfer ein lebensnotwendiges Spurenelement dar, das Bestandteil einiger Enzyme und an verschiedenen Körperfunktionen beteiligt ist. Dennoch können erhöhte Kupferwerte zu Magen-Darm-Erkrankungen führen. Insbesondere bei Flaschen-ernährten Säuglingen sowie Trägern des Gendefekts der „Wilson’schen Krankheit“ sollte darauf geachtet werden, dass der vorgesehene pH-Wert des Wassers von 6,5 – 8,0 bei der Installation von Kupferrohren vorliegt, um einer erhöhten Kupfermobilisation aus der Installation vorzubeugen. Neben der gesundheitlichen Beeinträchtigung bzw. Gefährdung tragen erhöhte Kupferwerte zu Verfärbungen an Wäsche und Sanitärinstallationen bei und führen ab einer Konzentration von etwa 2,5 mg/l zu einem metallischen Geschmack des Trinkwassers.

Nickel

Überschreitungen des Grenzwertes von Nickel werden häufiger beobachtet, insbesondere in Stagnationsproben, da dieses Metall in diversen Legierungen verarbeitet wird und damit wiederum vermehrt Nickel-haltige Bauteile in Trinkwasserinstallationen zu finden sind. Zwar liegt keine akute Toxizität bei Nickel vor, hohe Konzentrationen können jedoch ebenfalls Magen-Darm-Symptomaten verursachen und zudem gehört das Metall zu den häufigsten Auslösern von Kontaktallergien. Kurzes Ablaufenlassen des Wassers führt in der Regel zur deutlichen Reduktion der Nickel-Konzentration, da diese hauptsächlich auf die Armaturen zurückzuführen sind.

Für die oben genannten Untersuchungsparameter (Metalle/Schwermetalle) gelten folgende Grenzwerte:

Metall	Grenzwert
Blei	0,010 mg/l bis 11.01.2028, danach 0,005 mg/l
Cadmium	0,003 mg/l
Nickel	0,020 mg/l
Kupfer	2,0 mg/l

Bei Neuinstallationen (von Teilen) der Trinkwasser-Installation ist eine Grenzwertüberschreitung der Parameter Blei, Nickel und Kupfer für maximal 16 Wochen auf das Doppelte des betroffenen Grenzwertes zulässig. Diese Zeit wird oftmals benötigt, damit sich schützende Deckschichten in der Installation ausbilden können. Kupferionen werden in erhöhten Konzentrationen allerdings teilweise bis zu 6 Monate abgegeben.

Probenahme von Wasserproben

Allgemeines

Zur Sicherung der Qualität von Trinkwasser sind in der Trinkwasserverordnung Grenzwerte für mikrobiologische und chemische Parameter formuliert. Zur Überwachung der Einhaltung der gestellten Anforderungen ist es notwendig, Trinkwasser zu untersuchen. Dies erfordert eine fachgerechte Probenahme mit geeigneten und standardisierten Methoden, welche auf die jeweiligen Parameter und Untersuchungsziele zugeschnitten sind. Ohne eine fachgerechte Probenahme ist das Ergebnis einer Untersuchung im Labor, und sei sie noch so exakt, nicht aussagekräftig.

Ein etablierter Standard zur Probenahme für mikrobiologische Untersuchungen von Proben aus Gebäudewasserversorgungsanlagen (Trinkwasserinstallationen) ist die Norm DIN EN ISO 19458:2006-12. Sie beschreibt neben der fachgerechten Probenahme auch den Transport, die Handhabung und die Lagerung von Proben bis zum Beginn der Untersuchung. Ein vergleichbarer Standard, speziell zur Entnahme von Wasserproben aus Trinkwasserinstallation, zur Untersuchung auf chemische Parameter liegt nicht vor. Hierzu hat jedoch das Umweltbundesamt die ergänzende Empfehlung „Beurteilung der Trinkwasserqualität hinsichtlich der Parameter Blei, Kupfer und Nickel („Probenahmeempfehlung“)" veröffentlicht. Die in der Empfehlung beschriebenen Probenahmezwecke können auf ausgewählte weitere chemische Parameter angewendet werden.

Je nach Fragestellung und Größe der Trinkwasserinstallation kann es erforderlich sein, mehrere Proben zu entnehmen. Dies erfordert die Aufstellung eines repräsentativen Probenahmeplans, welcher auf die jeweilige Trinkwasserinstallationen zugeschnitten ist. Dies gilt insbesondere für den Parameter Legionella spec., für welchen die Trinkwasserverordnung eine sogenannte systemische Untersuchung fordert.

Probenahme für mikrobiologische Untersuchungen

Probenahmen zur Untersuchung von mikrobiologischen Parametern aus Trinkwasserinstallationen können unterschiedlichen Zwecken dienen:

- Zur Untersuchung der Wasserbeschaffenheit im Verteilungsnetz aus einer zentralen bzw. dezentralen Wasserversorgungsanlage (Zweck a),
- zur Untersuchung der Wasserbeschaffenheit, welche durch die Trinkwasserinstallation beeinflusst wird (Zweck b),
- zur Untersuchung der Wasserbeschaffenheit, wie es der Verbraucher/Nutzer einer Entnahmemarmatur verwendet (Zweck c).

Für die Untersuchungen gemäß der Zwecke a und b kann es erforderlich sein, spezielle Probenahmeventile (siehe folgende Abbildungen) zu verwenden. Laut Norm DIN EN ISO 19458 sollten diese Ventile abflammbaar sein, um den Einfluss der Entnahmemarmatur bei der Probenahme zu minimieren. In der Praxis werden, insbesondere für die Probenahme gemäß Zweck b, jedoch häufig vorhandene Entnahmemarmaturen, z.B. Waschbeckenarmaturen, verwendet.



Probenahmeventil der Gebr. Kemper GmbH + Co. KG, Olpe, für Eckventil am Waschtisch



Probenahmeventil an einer Installation in der Technikzentrale

Die Durchführung der verschiedenen Zwecke unterscheidet sich vor allem in der Anwendung von Desinfektionsmaßnahmen und Spülvorgängen.

Der Ablauf der jeweiligen Probenahmezwecke ist in der nachfolgenden Tabelle schematisch beschrieben:

Probenahmen für mikrobiologische Untersuchungen	
Probenahmezweck	Durchführung
Zweck a	<ol style="list-style-type: none"> 1. Funktionsprüfung der Armatur: <ol style="list-style-type: none"> a. Dichtigkeit nicht gegeben, keine Probenahme zulässig. b. Dichtigkeit gegeben, in der Probenahme fortfahren mit Schritt 2. 2. Anbauteile (bspw. Siebstrahlregler) entfernen. 3. Verschmutzungen oder Ablagerungen an der Armatur entfernen. 4. Armatur mehrfach hintereinander vollständig öffnen und wieder schließen. 5. Armatur bevorzugt abflammen, ansonsten chemisch desinfizieren. 6. Wasser so lange ablaufen lassen, bis sich eine Temperaturkonstanz eingestellt hat. 7. Probe unter aseptischen Bedingungen entnehmen.
Zweck b	<ol style="list-style-type: none"> 1. Funktionsprüfung der Armatur: <ol style="list-style-type: none"> a. Dichtigkeit nicht gegeben, keine Probenahme zulässig. b. Dichtigkeit gegeben, in der Probenahme fortfahren mit Schritt 2. 2. Anbauteile (bspw. Siebstrahlregler) entfernen. 3. Verschmutzungen oder Ablagerungen an der Armatur entfernen. 4. Armatur bevorzugt abflammen, ansonsten chemisch desinfizieren. 5. Desinfektionswirkung durch Vorlauf (ca. 1 l) aufheben. 6. Probe unter aseptischen Bedingungen entnehmen.
Zweck c	<ol style="list-style-type: none"> 1. Probenahmebehälter ohne weitere Vorbereitungen an der Armatur direkt unter dieser platzieren. 2. Probe unter aseptischen Bedingungen entnehmen.

Ist bereits bekannt, dass das Trinkwasser in einer Trinkwasserinstallation kontaminiert ist, so kann es sinnvoll sein, alle drei Entnahmezwecke zur Ursachenfindung und Beurteilung des Schadensausmaßes gestaffelt anzuwenden.

Im Rahmen der Ermittlung einer Infektionsquelle (bspw. bei Verdacht auf oder Vorliegen einer Legionellose) ist es unerlässlich, Proben nach Zweck c zu entnehmen. Dadurch wird sichergestellt, dass lokale Kontaminationen, bspw. durch Duschköpfe oder Siebstrahlregler, die ursächlich für die Infektion sein können, erfasst werden.

Grundsätzlich ist bei allen Probenahmezwecken darauf zu achten, dass Proben nicht durch unsachgemäße Handhabung der Materialien kontaminiert werden. Auch der fachgerechte Umgang mit den Proben nach der Probenahme ist entscheidend für die Qualität des Ergebnisses. So sollten Proben zur mikrobiologischen Untersuchung vor Umwelteinflüssen, wie Wärme und Licht, geschützt transportiert werden. Auch die Dauer des Probenverkehrs sollte limitiert werden.

Zur Erfüllung der Untersuchungspflicht in Bezug auf den Parameter Legionellen fordert die Trinkwasserverordnung eine systemische Untersuchung der Trinkwasserinstallation. Die systemische Untersuchung entspricht einer so genannten orientierenden Untersuchung, wie sie im DVGW-Arbeitsblatt W 551 beschrieben wird. Dabei soll durch eine repräsentative Auswahl der Entnahmestellen die Trinkwasserinstallation in ihrer Gesamtheit beurteilt werden. Die Feststellung der Legionellenfreiheit an allen lokalen Entnahmestellen ist nicht das Ziel der orientierenden Untersuchung. Dabei setzt die Trinkwasserverordnung im Einklang mit den allgemein anerkannten Regeln der Technik eine Probenahme nach dem Zweck b voraus und schreibt dafür geeignete Probenahmestellen vor. Diese sollten mindestens an zentralen Bauteilen der Trinkwasserinstallation, wie zum Beispiel an der Trinkwassererwärmungsanlage, vorhanden sein. Die Probenahme nach Zweck b schließt die Probenahme an Duschköpfen aus.

Damit die systemische Untersuchung ihren Schutzzweck erfüllen kann, ist es unbedingt erforderlich, die Probenahme im Routinebetrieb durchzuführen. Betriebstechnische Änderungen (bspw. Veränderung von Temperaturen) sowie Spül- oder Desinfektionsmaßnahmen vor der Probenahme stellen eine vorsätzliche Verfälschung des Ergebnisses dar und können zu einer Gefährdung von Verbrauchern führen.

Wird im Rahmen der orientierenden Untersuchung die Überschreitung des technischen Maßnahmenwerts von 100 KbE/100 ml festgestellt, so wird zur Feststellung der Ursache und Beurteilung des Schadensausmaßes eine sogenannte weitergehende Untersuchung durchgeführt. Die weitergehende Untersuchung umfasst die Probenahmestellen der orientierenden Untersuchung und erweitert diese um Entnahmestellen an Strangenden, Stockwerksleitungen, Leitungsabschnitten mit Stagnation und Entnahmestellen, an denen sich kaltes Trinkwasser über 25 °C hinaus erwärmt.

Für medizinische Einrichtungen wie Krankenhäuser und Pflegeeinrichtungen wird im technischen Regelwerk empfohlen, grundsätzlich eine größere Anzahl von Proben zu untersuchen und entsprechend den Anforderungen zu weitergehenden Untersuchungen nach DVGW-Arbeitsblatt W 551 vorzugehen.

Bei der Untersuchung anderer mikrobiologischer Parameter, wie zum Beispiel *Pseudomonas aeruginosa*, kann es im Fall von Kontaminationen erforderlich sein, in analoger Weise zu dem Parameter Legionellen zu untersuchen und eine systemische Untersuchung durchzuführen.

Auf die zunehmende Anerkennung der Relevanz von *Pseudomonas aeruginosa* wurde seitens des DVGW mit dem eigenständigen Arbeitsblatt W 551-4 aus 03/2024 zur „Verhütung, Erkennung und Bekämpfung von Kontaminationen mit *Pseudomonas aeruginosa*“ reagiert.

Für die routinemäßigen Untersuchungen auf die Parameter *Escherichia coli*, intestinale Enterokokken, coliforme Bakterien, Koloniezahl bei 22 °C und 36 °C ist bei der Auswahl von Probenahmestellen ein risikobasierter Ansatz zu wählen. Dabei sind insbesondere Entnahmestellen zu berücksichtigen, welche der Zubereitung von Speisen und Getränken dienen und an denen Patienten (und Personal) Hand- und Mundhygiene betreiben. In der Praxis hat sich dabei die Probenahme nach Zweck b durchgesetzt. In definierten Risikobereichen (z.B. Stationen für

Knochenmarktransplantationen) ist jedoch die Anwendung des Probenahmezwecks c zu bevorzugen.

Probenahme zur Untersuchung chemischer Parameter

Verschiedenste Einflussfaktoren können die Stoffabgabe in Trinkwasserinstallationen beeinflussen und somit die Qualität des Trinkwassers nachteilig beeinflussen. Neben den verwendeten Materialien für Leitungen und Armaturen spielen die Länge und der Durchmesser von Rohrleitungen eine Rolle als auch die Fließ- und Stagnationszeiten. Auch das Alter der Trinkwasserinstallation und die chemische beziehungsweise physikalische Beschaffenheit (bspw. pH-Wert) des Trinkwassers haben einen Einfluss auf die Stoffabgabe an das Trinkwasser. All diese Faktoren können sich zudem überlagern, so dass Untersuchungsergebnisse in Abhängigkeit von der Tageszeit stark variieren können. Ein geeignetes Probenahmeverfahren muss diesen Überlagerungseffekt insbesondere im Hinblick auf die Fließ- und Stagnationszeiten berücksichtigen.

Zur Untersuchung bestimmter chemischer Parameter, vor allem der Parameter Kupfer, Blei und Nickel werden in der Empfehlung des Umweltbundesamts zwei Probenahmeverfahren beschrieben:

- Zufallsstichprobe (Z-Probe)
- Gestaffelte Stagnationsbeprobung (S0-, S1- und S2-Probe)

Die Entnahme von Proben mit dem Verfahren der Zufallsstichprobe bedarf keiner Vorbereitung. Zu einem zufälligen Zeitpunkt wird an einer Entnahmearmatur ein Liter Wasser für die Untersuchung entnommen.

Die Probenahme nach dem Verfahren der gestaffelten Stagnationsbeprobung hingegen muss vorbereitet werden. Sie enthält drei nacheinander zu entnehmende Proben (S0-Probe, S1-Probe, S2-Probe). Die S0-Probe, welche die gelieferte Trinkwasserqualität repräsentiert, wird unmittelbar nach Spülung der Entnahmearmatur bis zum Erreichen der Temperaturkonstanz entnommen. Nach Abnahme dieser Probe wird für einen Zeitraum von mind. zwei bis zu vier Stunden die Entnahmearmatur gesperrt, so dass das Trinkwasser in der Armatur und dem davorliegenden Leitungsweg stagniert. Nach Ablauf der Stagnationszeit werden zwei Proben (S1 und S2 – Probe) mit einem Volumen von je einem Liter direkt aufeinander folgend entnommen.

Dabei repräsentiert die S1-Probe den Einfluss der Entnahmearmatur sowie der Trinkwasserinstallation, während die S2-Probe nur den Einfluss der Trinkwasserinstallation erfasst.

Es ist zu berücksichtigen, dass bei Stagnationszeiten von weniger als vier Stunden eine Normierung durch Hochrechnung auf vier Stunden erfolgen muss. Die Einhaltung der Stagnationszeit von vier Stunden ist anzustreben.

Der Durchführung der gestaffelten Stagnationsbeprobung sollte Vorrang gegeben werden, da diese eine differenzierte Beurteilung der Einflüsse auf die Wasserqualität ermöglicht. Im Fall von Auffälligkeiten lassen sich mit den Ergebnissen Rückschlüsse auf deren Ursache ziehen, so dass unmittelbar gehandelt werden kann. Eine alleinige Zufallsstichprobe ermöglicht dies nicht, wird aus Gründen der Praktikabilität sowie Wirtschaftlichkeit jedoch häufiger durchgeführt. Liegen Auffälligkeiten vor, so werden in der Regel durch die Gesundheitsämter Nachbeprobungen mittels gestaffelter Stagnationsbeprobung gefordert.

Für die genannten Parameter steht vor allem die orale Aufnahme im Vordergrund. Bei der Auswahl der Probenahmestellen sollten primär Entnahmestellen, an denen normalerweise das Wasser zum Verzehr entnommen wird, einbezogen werden.

Wichtige Informationen aus einem Trinkwasserbefund

Zugelassene Trinkwasseruntersuchungsstellen stellen die Befunde einer Trinkwasseruntersuchung in einem Prüfbericht dar. Rudimentär sind die Inhalte eines Prüfberichtes in der Norm DIN EN ISO/IEC 17025 vorgegeben. Ergänzende Angaben sind in den Normen zur Probenahme und Untersuchung der jeweiligen Parameter zu finden. Weitergehende Angaben zu Inhalten von Prüfberichten in Bezug auf den Parameter Legionellen macht das Umweltbundesamt in seiner Empfehlung „Systemische Untersuchung von Trinkwasser-Installationen auf Legionellen nach Trinkwasserverordnung – Probenahme, Untersuchung und Angabe des Ergebnisses.“.

Damit nach dem Erhalt des Prüfberichtes auch für Dritte zugeordnet werden kann, wo Proben entnommen wurden, ist die vollständige und nachvollziehbare Dokumentation der Probenahmestelle wichtig. Dies beinhaltet:

- Gebäude / Bauteil
- Ebene / Etage
- Bereich / Station
- Raumnummer und Bezeichnung
- Lokale Lage der Entnahmestellen
- Art der Entnahmestellen
- Beprobte Matrix

So könnte beispielsweise die Beschreibung einer Entnahmestelle wie folgt aussehen:
Gebäude 07 (Hautklinik) / Ebene 3 / OP-Abteilung / Raum 07.3.126 Waschraum
OP 3 / Waschrinne / Thermostatmischbatterie rechts / Trinkwasser kalt (PWC)
Unvollständige Angaben können zu Missverständnissen bei der Ursachenforschung, der Sanierung oder bei Nachuntersuchungen führen.

Die Matrices bei der Untersuchung von Proben aus Trinkwasserinstallation sind begrenzt:

- Kaltes Trinkwasser (PWC)
- Erwärmtes Trinkwasser (PWH)
- Mischwasser aus PWC und PWH

Bei Untersuchungen in Bezug auf den Parameter Legionellen liegt der Fokus auf dem erwärmten Trinkwasser. Im Rahmen von weitergehenden Untersuchungen können auch Untersuchungen des kalten Trinkwassers erforderlich sein. Bei der Interpretation der Untersuchungsergebnisse ist zu beurteilen, ob ein Kontaminationsschwerpunkt im erwärmten und/oder kalten Trinkwasser zu sehen ist.

Wie bereits dargestellt, beschreibt die DIN EN ISO 19458 verschiedene Entnahmezwecke zur Beurteilung der Wasserbeschaffenheit im Verteilungsnetz (Zweck a), in der Trinkwasserinstallation (Zweck b) oder wie es der Verbraucher entnimmt (Zweck c). So ist das zu erwartende Kontaminationsausmaß bei einer Grenzwertüberschreitung nach einer Zweck a - Probenahme größer als nach einer Zweck c - Probenahme. Das bedeutet, dass je nach angewendetem Probenahmezweck unterschiedliche Maßnahmen abzuleiten sind. Das Ergebnis einer

Untersuchung ist also immer im Zusammenhang mit dem angewendeten Probenahmezweck zu beurteilen.

Zu den hygienisch wichtigen Betriebsparametern einer Trinkwasserinstallation gehört die Temperatur. So sollte kaltes Trinkwasser kalt sein, d. h. eine Temperatur von 25 °C nicht überschreiten und erwärmtes Trinkwasser eine Temperatur von 55 °C nicht unterschreiten. Die Dokumentation der Probenahme in Bezug auf den Parameter Legionellen erfordert die Aufnahme der Entnahme- und der Konstanttemperatur. Bei der Beurteilung, ob der Betriebsparameter „Temperatur“ Ursache für eine Kontamination sein könnte, sollte primär die Konstanttemperatur betrachtet werden.

Bei der Bewertung der Ergebnisse ist zwischen einer systemischen Untersuchung und einer risikobasierten Untersuchung zu unterscheiden.

Bei systemischen Untersuchungen ist die Gesamtbetrachtung der Befunde erforderlich. Nicht die Belastungsfreiheit an einzelnen Entnahmestellen steht hier im Vordergrund, sondern die Beurteilung, ob hygienisch-technische Mängel eine größere Anzahl an Entnahmestellen beeinträchtigen können.

Bei einem risikobasierten Ansatz hingegen, geht es um die konkrete Beurteilung des Risikos für die Patientengesundheit, welches durch Belastungen des Trinkwassers an den ausgewählten Entnahmestellen entstehen kann.

Schutz- und Sofortmaßnahmen zum Verbraucherschutz

Wasserassoziierte Erkrankungen können durch

- direkten Kontakt über die Haut (z.B. bei der Körperwaschung) oder über die Schleimhaut (z.B. bei der Mundhygiene),
- indirekt über die Kontamination medizinischer Geräte oder aus Wasserhähnen und
- inhalativ über Duschen entstehen.

Eine besondere Gefahr besteht für Immunsupprimierte, bei Patienten, bei denen ein Barriereverlust durch Wunden oder Verbrennungen vorliegt, oder durch Aspiration aufgrund von Schluckstörungen.

Je invasiver die medizinischen Anwendungen sind, desto keimärmer muss das Wasser sein.

Eine besondere Aufmerksamkeit sollte daher im Bereich der Endoskopie und Dialyse, bei Atemluftbefeuchtern/Ultraschallverneblern, im Zusammenhang mit zahnärztlichen- oder HNO-Einheiten, bei Wasser für die Aufbereitung von Medizinprodukten und bei der Wundversorgung (Wundspülungen!) liegen.

In Hochrisikobereichen (z.B. Hämatologie/Onkologie oder Intensivstationen) gilt für Legionellen ein Zielwert von $< 2 \text{ KbE}/100 \text{ ml}$. Aufgrund dessen werden dort heute überwiegend endständige Wasserfilter an den Wasserauslässen angebracht:



Dies hebt jedoch die Verpflichtung zur regelmäßigen Untersuchung des Wassers (dann ohne Filter) nicht auf. Außerdem muss bei solchen Filtern beachtet werden, dass diese bei unsachgemäßem Handling retrograd (aus dem Siphon oder durch Berührung mit kontaminierten Händen) kontaminiert werden können.

Da Filter keine dauerhafte Lösung sind und außerdem teuer, müssen bau- oder betriebstechnische Lösungen angestrebt werden, z.B. Hochfahren der Wassertemperaturen (falls technisch möglich) und Rückbau ungenutzter Wasserzapfstellen und -stränge. Im Wassersystem bilden sich Biofilme, wenn die Systeme wenig genutzt werden. Wenig oder überhaupt nicht genutzte Wasserstellen sollten daher bis zum Hauptstrang (in der Wand/im Boden) zurückgebaut werden. Andernfalls müssen Spülpläne aufgestellt werden, nach denen im Abstand von maximal 72 Stunden für mehrere Minuten sowohl das heiße als auch das kalte Wasser laufen muss (Spülung sowohl der Warm- als auch der Kaltwasserleitung – unbedingt dabei gut sitzende FFP2-Maske tragen!).

Um die Kontamination der Trinkwasser-Installation mit pathogenen Erregern zu verhindern, ist die Installation, Wartung und der Betrieb der Trinkwasseranlage nach den anerkannten Regeln der Technik notwendig.

Dies beinhaltet insbesondere die Einhaltung der korrekten Temperaturen sowie die Nutzung der Installation: Wasser darf nicht stillstehen.

So darf die Temperatur in der Kaltwasserinstallation an den Endstellen maximal bei 25°C , im besten Fall bei maximal 20°C liegen.

Für die Trinkwarmwasser-Installation ist es wichtig, dass das Wasser den Trinkwarmwassererwärmer mit einer Temperatur von mindestens 60°C verlässt und an den Endstellen mindestens 55°C gemessen werden. Der Temperaturunterschied darf maximal 5°C betragen. Zudem muss das Wasser in der Trinkwarmwasser-Zirkulation mit mindestens 55°C in den Trinkwarmwassererwärmer zurückgeführt werden.

Bei niedrigeren Temperaturen liegt nur noch eine verzögerte Abtötung und bei $30\text{-}45^{\circ}\text{C}$ sogar ein optimales Wachstum von Legionellen vor. Liegen in der Trinkkaltwasser-Installation (deutlich) höhere Temperaturen als 25°C vor, kann eine Untersuchung auf Legionella spp. auch im Kaltwasser notwendig sein.

Heutzutage tragen viele technische Maßnahmen - wie beispielsweise durchgeschliffene Leitungen mit Anschluss an die Trinkwarmwasser-Zirkulation - dazu bei, dass das vermehrte Aufkommen von Legionellen verhindert wird. Insbesondere in älteren Gebäuden können Stagnationsleitungen hingegen mit vermehrter Biofilmbildung und damit Keimvermehrung sowohl im Trinkwarm-, als auch im Trinkkaltwasser einhergehen.

Sonstige Wasserhygiene

Häufig besteht der Wunsch, die Versorgung der Patienten mit Wasserflaschen beziehungsweise –kästen einzustellen, da dies als aufwändig angesehen wird. Die Alternative hierzu sind **Trinkwasserbrunnen**, die an das Leitungsnetz angeschlossen werden. Wichtig dabei ist, dass die Trinkwasserinstallation durch einen Rückflussverhinderer am Trinkbrunnen und der Trinkbrunnen selbst durch einen Ausguss vor Keimvermehrung gesichert wird, der regelmäßig – z.B. stündlich - aufheizt.

Als Alternative zu den Trinkwasserbrunnen gibt es technisch weniger aufwändige Systeme mit **Wassergallonen**. Auch hier kann es zur Verkeimung der inneren Leitungen kommen, so dass neuere Systeme, bei denen der Ausguss in die Wegwerfgallone integriert ist, zu bevorzugen sind.

In **Schwimm- und Badebeckenwasser** wird das Wasser auf Grund von Erregereintrag von außen, beispielweise durch Hautschuppen oder Urin, desinfizierend vorbehandelt bzw. aufbereitet.

Neben mikrobiologischen Kontrollen, bspw. auf *Pseudomonas aeruginosa* oder Legionellen, müssen chemische Kontrollen, z.B. auf Trihalogenmethane (Desinfektionsnebenprodukte), durch ein akkreditiertes Labor durchgeführt werden.

Neben der Überwachung der Parameter im Beckenwasser müssen diese z. T. auch im Filtrat sowie bei Auffälligkeiten im Reinwasser untersucht werden. Welche Parameter in welcher Wasserart sowie in welchem Intervall überwacht werden müssen, ist der DIN 19463 „Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser“ (2023) sowie der UBA-Empfehlung „Hygieneanforderungen an Bäder und deren Überwachung“ (2014) zu entnehmen.

Neben der Probenahme und Auswertung durch ein Labor müssen Hygienehilfsparameter, wie freies Chlor oder der pH-Wert, zudem durch den Betreiber mehrmals täglich bzw. im besten Fall automatisiert fortlaufend bestimmt werden.

Praktisch alle **Siphons** von Waschbecken sind mit Wasserkeimen kontaminiert, insbesondere mit *Pseudomonas aeruginosa*. Insofern stellen sie immer ein Infektionsrisiko dar, insbesondere in Risikobereichen, in denen immunsupprimierte Patienten liegen. *Pseudomonas* ist ein häufiger Erreger Beatmungs-bedingter Pneumonien auf Intensivstationen und man muss annehmen, dass die Keime überwiegend von den Waschbecken über die Hände des Personals sowie über Spritzwasser und Aerosole verschleppt werden.



Intensivstation: Lagerung der Bettwäsche auf dem Waschbecken mangels Alternativen während des Waschens des Patienten. Eine Verschleppung von *Pseudomonas* aus dem Siphon/Waschbecken in das Bett ist naheliegend.

In letzter Zeit gerät auch das **Krankenhausabwasser** in die Diskussion, da Antibiotika, Zytostatika und auch multiresistente Keime in ihm gefunden wurden. Das HyReKa-Projekt der Uniklinik Bonn hat gezeigt, dass Krankenhäuser die größte Quelle für die Einleitung von multiresistenten Bakterien und Antibiotika-Rückständen in das kommunale Abwasser sind.

Für den Krankenhausbereich hat die KRINKO 2020 Empfehlungen gegeben (Beispiele):

- Der Abstand zwischen Waschbecken und Bett soll mindestens 1 m betragen.
- Bei Neuplanung ist auf Waschbecken in Patientenzimmern zu verzichten.
- Toilettenschüsseln sollen spülrandfrei sein.
- Der Toilettendeckel soll bei Spülung geschlossen bleiben.
- Auf Duschvorhänge soll möglichst verzichtet werden.

Ein Legionellen-Risiko geht auch von **Verdunstungskühlanlagen** und **Kühltürmen** (oft auf Dächern) aus, sodass diese ebenfalls überwacht werden müssen.

Lufthygiene

Grundsätzlich muss jeder Raum mit ausreichend **Frischluff** versorgt werden und Abluft muss abgeführt werden können. Über Fensterlüftung ist dies im Prinzip am einfachsten möglich. Bei unzureichender Lüftung ist das Problem die ansteigende Kohlendioxid-Konzentration (vom Abatmen), die zu Kopfschmerzen und Müdigkeit führen kann. Eine zu geringe Sauerstoffkonzentration in der Luft ist kaum zu erwarten. Innenliegende Räume (oft Toiletten) erhalten meist ihre Zuluft passiv über die Tür und werden aktiv abgesaugt.

Zusammensetzung von Ein- und Ausatemluft		
	Einatemluft in %	Ausatemluft in %
Sauerstoff	21	15
Kohlendioxid	0,03	4
Wasserdampf	1	6
Stickstoff	78	76

Räume müssen regelmässig be- bzw. entlüftet werden, je nach Nutzung, Personenzahl und auftretender Gerüche. Typische (Mindest-)Luftwechselraten (Erneuerung des gesamten Luftinhaltes des Raumes) sind:

- Wohnräume 0,5 fach pro Stunde,
- Küchen in Wohngebäuden 1,5 fach pro Stunde,
- Badezimmer in Wohngebäuden 1,5 fach pro Stunde,
- Klassenzimmer 2 fach pro Stunde,
- Büros 1 fach pro Stunde,
- Gewerbliche Küchen 15-30 fach pro Stunde,
- Labor 2-5 fach pro Stunde,
- OP-Saal 20-25 fach pro Stunde.

Die Pettenkoferzahl (1.000 ppm CO₂) ist seit über 100 Jahren etabliert als Grenzwert für die Innenraum-Luftgüte. Früher war die CO₂-Konzentration in der Luft noch wesentlich über die Beheizung (Kohle-Öfen) beeinflusst, heute praktisch nur noch über die Ausatmung der Nutzer.

Oft reicht die alleinige **Fensterlüftung** nicht aus, um ein physiologisch angenehmes Raumklima zu gewährleisten:

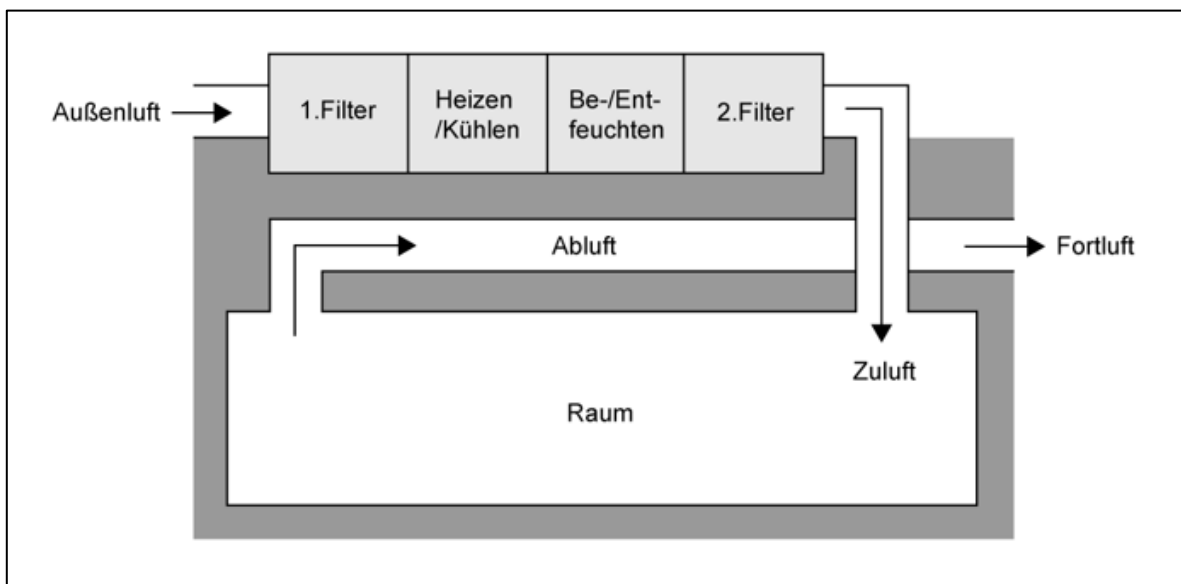
- Im Krankenhaus kann es beispielsweise zu Überwärmung in Räumen kommen, in denen laufend elektrische Geräte (z.B. Echo und Ultraschall) eingeschaltet sind, in denen Belastungs-EKGs stattfinden oder in denen großflächige Fensterflächen sind, die im Sommer den Eintritt von Sonnenstrahlen erlauben.
- In der AEMP/ZSVA kommt es beim Öffnen der RDGs und der Sterilisatoren zu Temperatur- und Feuchtigkeitsbelastungen.
- Im Operationssaal erwärmt sich die Luft bei langen OPs durch die Personen.

Daher ist man gezwungen, mindestens bestimmte Räume mit einer **Raumlufttechnischen Anlage (RLT-Anlage)** zu versehen. Typischerweise ist das

der Fall in der AEMP/ZSVA, in der OP-Abteilung oder in der Intensivstation. Die RLT-Anlage hat folgende Aufgaben:

- Sie soll ein physiologisch günstiges Raumklima schaffen.
- Sie soll eine hygienisch einwandfreie Qualität der Innenraumluft schaffen. Hierbei geht man davon aus, dass die Innenraumluft nicht schlechter sein darf als die Außenluft.
- Sie soll eventuell entstehende Lasten (Stoffe, Gerüche, Feuchte, Wärme) abführen.
- Sie soll gegen gesundheitlich nachteilige und belastende Stoffe und Einflüsse schützen (z.B. chirurgische Rauchgase im OP).
- Sie soll zu keiner Beeinträchtigung der Gesundheit oder Störungen der Befindlichkeit, der thermischen Behaglichkeit oder Geruchsbelastungen führen.

Nachfolgend findet sich das Schema einer RLT-Anlage nach VDI 6022, wie sie z.B. auch im Bürobereich (aber auch im Krankenhaus) eingebaut wird:



Für die Zuluft-Qualität (das ist die Luft, die in den Raum geblasen wird) wird folgendes gefordert:

- Sie soll gesundheitlich unbedenklich sein,
- geruchsneutral.
- Zusätze geruchsaktiver Stoffe, auch in unterschwelliger Konzentration, sind unzulässig (Ausnahme bei Zustimmung der Nutzer).
- Der Gehalt der Zuluft an organischen, anorganischen oder biologischen Inhaltsstoffen darf denjenigen der Vergleichsluft in keiner Kategorie überschreiten. Als Vergleichsluft ist auf jeden Fall immer auch die Außenluft heranzuziehen.



Üblicher Drallauslass für Zuluft, hier im OP-Saal.



Die Abluft-Öffnungen erkennt man meist gut am Schmutz, der sich dort fängt.

Eine besondere Bedeutung haben **RLT-Anlagen in der OP-Abteilung:**

Die meisten postoperativen Wundinfektionen entstehen während der Operation im Operationssaal.

Hierfür kommen verschiedene Ursachen in Betracht:

- Desinfektionslücken bei der präoperativen Hautdesinfektion, indem z.B. Bakterien in den Haarfollikeln des Patienten nicht vollständig abgetötet werden.
- Hautschuppen und Haarteile mit Bakterien – vom Kopf des OP-Personals.
- Aerosole aus dem Nasen-Rachenbereich. Damit kommt der Qualität und dem korrekten Tragen des Mund-Nasenschutzes größte Bedeutung zu.
- Kontaminierte Instrumente, die z.B. außerhalb des Schutzbereiches der TAV-Decke (siehe unten) stehen und dort kontaminiert werden.
- Die Hände des Chirurgen, wenn Handschuhe beschädigt werden oder werksseitig bereits löchrig sind.
- Pathogene in der Luft (auf Partikeln), die verwirbelt werden.
- Eine hämatogene Streuung von Erregern nach Maßnahmen, die mit einer Bakteriämie einhergehen.

Hierzu im Einzelnen:

- Die Disziplin in den Operationssälen ist leider zum Teil schlecht. Im Prinzip ist eine weitgehend vollständige Verhüllung des Kopfes möglich durch Astrohauben und einen Mund-Nasen-Schutz, so dass auch Bärte vollständig bedeckt werden können.



Astro-Haube und Mund-Nasen-Schutz bedecken optimal die meisten Hautstellen sowie sämtliche Kopfhaare.

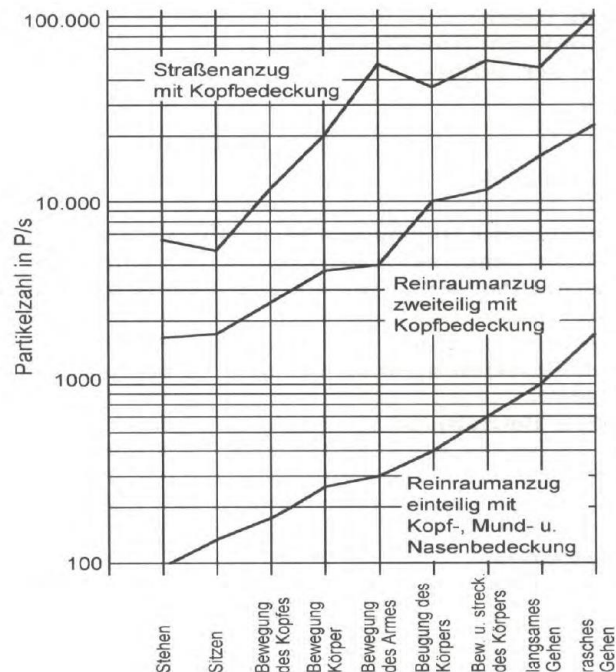
In der Realität sind jedoch häufig Haare und Ohren frei, Anästhesisten tragen manchmal den Mund-Nasen-Schutz unter der Nase. Aufgrund dessen ist damit zu rechnen, dass Hautschuppen und Haarteile, die mit Keimen kontaminiert sein können, in die Wunde gelangen. Der Mensch gibt pro Tag ca. 10^7 Hautschuppen ab, 10 % sind Träger von Bakterien (1 Million). Die meisten Hautschuppen werden von den Ohren abgegeben.

- Der übliche chirurgische Mund-Nasen-Schutz dient dem Patienten- (Verhütung von postoperativen Wundinfektionen) wie auch dem Personalschutz (z.B. vor Blutspritzern). Bei nachlässigem Tragen von Mund-Nasen-Schutz können Aerosole aus dem Nasen-Rachen-Bereich in das OP-Feld gelangen, insbesondere wenn während der Operation viel gesprochen wird.
- Auf dem Instrumententisch ausgelegte Instrumente werden mit der Zeit mit Keimen kontaminiert, insbesondere wenn die Tische nicht unter der TAV-Decke stehen.
- Durch falsches Handling und Unachtsamkeit können die sterilen Handschuhe der Operateure unsteril werden. Darüber hinaus können sie produktionsbedingt kleine, unsichtbare Löcher aufweisen und sie können weitere Löcher erwerben. Dies gilt ganz besonders für Operationen am Knochen (Thoraxchirurgie!) oder für Operationen, bei denen unter schlechten Sichtbedingungen mit Nadeln palpiert werden muss.
- Die präoperative Hautdesinfektion kann nur die Anzahl der Partikel auf der Haut reduzieren. Selbst wenn alle Keime auf der Haut abgetötet würden, besteht das anhaltende Risiko, dass das Desinfektionsmittel nicht in Haarbälge gelangt, in denen ebenfalls Keime sein können. Auf diesem Wege ist dann eine endogene Infektion möglich.
- Schließlich können Keime auf Partikeln im Raum zirkulieren, umso mehr wenn viele Personen sich dort aufhalten und bewegen. Es kommt dann zu Verwirbelungen, so

dass die Keime auf den Partikeln laufend in der Luft sich bewegen und nicht zu Boden fallen.

Partikelemission von Menschen je Sekunde:

(Partikelgröße: > 0,5 µm, bei unterschiedlicher Bekleidung und Bewegung)



Aus: Bauministerkonferenz, Planungshilfe
Funktionsstelle Operation

Diese Überlegungen führen dazu, dass auch der Luft eine Rolle bei der Verursachung von postoperativen Wundinfektionen zugewiesen wird. Deshalb werden **im OP-Saal Raumluf-technische Anlagen (RLT-Anlagen)** eingesetzt, die insbesondere folgende Aufgaben haben:

- Sie sollen für den Patienten hygienisch einwandfreie (keimarme) Luft liefern.
- Sie sollen ein Klima der thermischen Behaglichkeit (Heizen beziehungsweise Kühlen) für das Personal schaffen und toxische Lasten abführen (insbesondere chirurgische Rauchgase, die kanzerogen sein können).

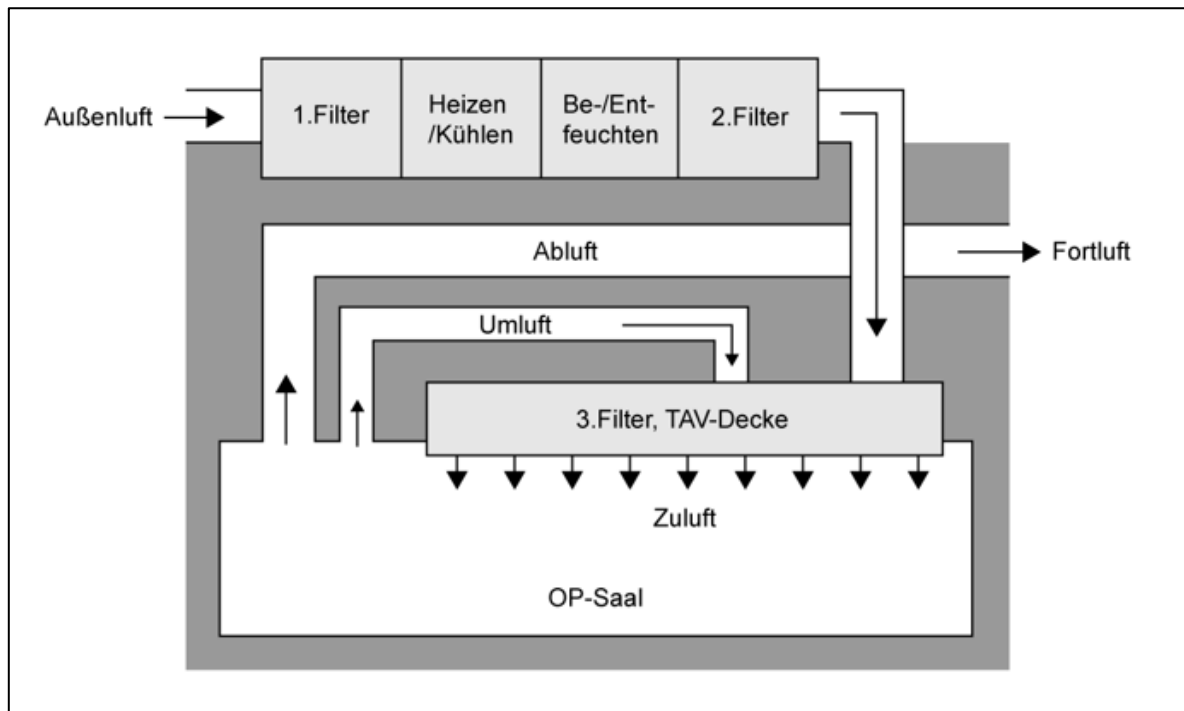
Bei den RLT-Anlagen werden nach DIN 1946-4 mehrere **Raumlufklassen** unterschieden:

- Raumlufklasse I verfügt über drei Filterstufen, wobei die erste Filterstufe vor der zentralen Anlage ist, die zweite Filterstufe nach der zentralen Anlage (also wie bei einer üblichen RLT-Anlage nach VDI 6022) und die dritte (endständige) Filterstufe in der Decke des OP-Saals. Die Räume der Raumlufklasse I haben immer eine positive Luftbilanz, d.h. die Luft fließt zu den Nebenräumen ab.
 - Unterschieden wird die Raumlufklasse I in IA mit einer TAV-Decke (Turbulenz-arme Verdrängungsströmung, früher Laminar air flow, LAF, genannt) (Außenmaße der TAV-Decke meist 3,2 x 3,2 m) und die

- Raumluftklasse IB: Diese verfügt über keine TAV-Decke, sondern die Luft tritt aus Einzelauslässen (z.B. Drallauslass) aus, wobei auch in diesen eine dritte Filterstufe ist.

Nach der DIN 1946-4 (2018) muss der Außenluftanteil pro OP-Saal mindestens 1.200 m³/h betragen und von 19°C bis 26°C einstellbar sein.

- Die Raumluftklasse II verfügt über die beiden zentralen Filter, aber keine dritte endständige Filterstufe. Die Zuluftversorgung muss hier mindestens 40 m³/h pro Person im Raum betragen.



RLT-Anlage mit dritter, endständiger Filterstufe in TAV-OP-Decke.

Die dritte Filterstufe hat immer H13- oder H14-Qualität.

Die erste Filterstufe hat meistens – nach alter Nomenklatur - F7- und die zweite Filterstufe F9-Qualität. Inzwischen gilt jedoch eine neue Prüfnorm ISO 16890 („Luftfilter für die allgemeine Raumluftechnik“). Diese Norm beschreibt Methoden, um Filterelemente zu bewerten. Anhand der Feinstaubklassen PM1, PM2.5 und PM10 bestimmt sie Filterabscheidegrade. Relevant ist dabei, ob ein Filter in der Lage ist, mehr als 50 % des entsprechenden Partikelgrößenbereiches abzuscheiden. Ist ein Filter beispielsweise in der Lage, mehr als 50 % PM1-Feinstaub abzuscheiden, so wird er als ISO ePM1-Filter eingeteilt. In welche Kategorie die bisherigen Filter in der neuen ISO-Norm eingeordnet werden, hängt von ihrer Beschaffenheit ab und muss für jeden Filter einzeln bestimmt werden.

Eine Arbeitsgruppe des VDI empfiehlt folgende Anforderungen an die neuen Luftfilter für Komfort-RLT-Anlagen:

Anstelle von:	zukünftige Mindestanforderung:	
M5	ISO ePM10	≥ 50 %
F7	ISO ePM2.5	≥ 65 %
oder	ISO ePM1	≥ 50 %
F9	ISO ePM1	≥ 80 %

In der letzten Filterstufe (d.h. hier zweiten Filterstufe) muss mindestens ein Filter ISO ePM1 ≥ 80 % (ehemals F9) eingesetzt werden.

Bei der TAV-Decke fällt die gegenüber der Umgebungsluft ein bis zwei Grad kältere Luft ohne Verwirbelungen nach unten. Unter Ruhebedingungen ist dies auf jeden Fall gewährleistet. Unter üblichen Arbeitsbedingungen ist dies jedoch nicht durchgehend der Fall, da z.B. OP-Leuchten (insbesondere, wenn sie warm sind) „stören“ und natürlich auch die Aktivitäten der Operateure, die ebenfalls Wärme abgeben.

Ein weiteres Problem ist, dass die TAV-Decken zwar heute mit 3,2 x 3,2 m bereits groß sind, dass aber die Zahl der Instrumententische bei manchen Operationen so groß ist, dass nicht alle unter der TAV-Decke stehen können – mit dem Risiko der Instrumentenkontamination über die Zeit:



Roter Pfeil: Ende der TAV-Decke – viele Instrumente (links) stehen nicht im Schutzbereich (rechts).

Ein besonderes Risiko für postoperative Wundinfektionen stellen Implantate dar. Es ist im Tierversuch bewiesen, dass die minimale Infektionsdosis von Staphylococcus aureus für einen Abszess 100.000 Mal niedriger ist, wenn Fremdkörper eingebracht werden. Bereits die Kolonisation von Fremdmaterial mit 100 Erregern kann eine Infektion auslösen. Daher macht es Sinn, insbesondere TEP-Implantate unter TAV-Decken durchzuführen: Infektionen im Knochen sind mit Antibiotika nur schwer zu erreichen.

Teilweise wird ein Teil der Luft im OP-Saal angesaugt und direkt über die TAV-Decke (also durch das letzte Filter) als Umluft wieder dem Raum zugeführt (siehe vorletzte Abbildung).

RLT-Anlagen im Gesundheitswesen müssen **regelmäßig überwacht** werden. Grundsätzlich muss dies vor allem nach der DIN 1946-4 erfolgen. Da diese DIN mehrfach überarbeitet wurde und dann neu erschienen ist (1999, 2008, 2018), gilt an sich, dass die Fassung dabei zu Grunde zu legen ist, die zum Installationszeitpunkt gültig war. Dies macht die Sache sehr kompliziert und unübersichtlich. Die Sektion Bau und RLT-Anlagen der DGKH (2023) schlägt daher grundsätzlich folgendes Überwachungsschema vor:

Art/Umfang und Frequenz periodischer Hygieneprüfungen von RLTs in OP-Bereichen		
	Art der Prüfung	Intervall
Raumluftklasse Ia	Strömungsgeschwindigkeitsmessung	jährlich
	Zuluft-Raumluft-Temperaturdifferenz	jährlich
	Partikelmessung/Dichtsitzprüfung	jährlich
	Strömungsrichtungsprüfung	jährlich
	Ggfs. Luftkoloniezahlbestimmung*	jährlich
Raumluftklasse Ib	Partikelmessung/Dichtsitzprüfung	jährlich
	Strömungsrichtungsprüfung	jährlich
	Messung der Erholzeit (Recoverytest) und der nativen Grundbelastung (ab 2008)	Alle 2 Jahre
	Ggfs. Luftkoloniezahlbestimmung*	jährlich
Anmerkung: Regelmäßige mikrobiologische Untersuchungen des Befeuchterwassers sind erforderlich, wenn die Befeuchtung nicht mit Reindampf erfolgt (in den meisten RLT-Anlagen erfolgt überhaupt keine Befeuchtung mehr).		
*nur in Abstimmung mit dem Krankenhaushygieniker		

Sehr lange wurde die Überwachung der RLT-Anlagen im OP nach einer Veröffentlichung der DGHM (1988; Bundesgesundhbl 6/89, 239) durchgeführt. Dabei wurde direkt unter dem Deckenfilter in der Zuluft gemessen und folgende Richt- und Grenzwerte angegeben:

Richt- und Grenzwerte nach DGHM in der Zuluft von RLT-Anlagen - 3-stufige Filterung mit S-Filter (ungefähr entsprechend Hepa-Filter) in 3. Filterstufe			
Luft-Partikel-Konzentration ≥ 0,5 µm/m ³		Luft-Keim-Konzentration KbE/m ³	
Richtwert	Grenzwert	Richtwert	Grenzwert
4.000	10.000	4	10

Dies kann hilfreich sein, da nicht wenige Firmen, die Messungen durchführen, noch diese oder ähnliche Methoden anwenden.

Luftkeimmessungen im OP sind allerdings problematisch, da man nach Aufbau des Gerätes meist eine längere Wartezeit einhalten muss, damit die Verwirbelungen der Luft durch die Bewegungen im Raum zurückgegangen sind. Erst dann kann der Luftkeimsammler – ferngesteuert – eingeschaltet werden. Wenn dieses nicht eingehalten wird, erhält man leicht falsch hohe Werte.

Aus den obigen Schemen ist ersichtlich, dass eine zentrale RLT-Anlage sehr aufwändig und teuer ist. Wenn nur einzelne Räume eine zu hohe Temperatur und Feuchtigkeit aufweisen (z.B. Belastungs-EKG in der Ambulanz), können auch **dezentrale Kühlgeräte** eingesetzt werden. Bei diesen fällt durch die Kühlung allerdings Wasser an, das abgeleitet werden muss:



Typisches Sekundär(Umluft)kühlgerät, in die Decke eingebaut.



Korrekte Ableitung des Kondenswassers aus einem Sekundär(Umluft)kühlgerät in der Decke.

Bei **Sekundärluftkühlgeräten (früher Umluftkühlgeräte genannt)** ist zu bedenken, dass im allgemeinen keine Frischluft zugeführt wird. Auch eine Luftreinigung mag als Neben aspekt teilweise erfolgen (Abscheidung von Aerosolen und in ihnen enthaltenen Keimen), jedoch ist dies nicht primäres Ziel des Gerätes. Wenn das auskondensierte Wasser nicht korrekt abgeführt wird, kann es zur Verkeimung des Gerätes kommen. Von der DGKH gibt es aus dem Jahr 2021 „Hygiene-Empfehlungen zu dezentralen Sekundärluftkühlgeräten (Umluftkühlgeräte)“, die wertvolle Hinweise geben. So sollen in Patientenzimmern, Untersuchungsräumen, AEMP, reinen Arbeitsräumen und Lagerräumen für Medizinprodukte nur noch Sekundärluftkühlgeräte eingesetzt werden, die saugseitig einen F7-Filter haben und druckseitig einen F9-Filter. Wartung, Reinigung und Inspektionen richten sich nach der VDI 6022-1. Dies waren in den Sommern 2023 und 2024 allerdings fromme Forderungen. Stattdessen sah man sehr oft reihenweise billige Sekundärluftgeräte, die eigenständig von der Technik in Baumärkten beschafft und unter unmöglichen Bedingungen

betrieben wurden. Außerdem wurden auch wieder **Ventilatoren** benutzt, die noch billiger sind und die bisher abgelehnt wurden. Hierzu gibt es inzwischen Veröffentlichungen, die zeigen, dass Ventilatoren zu keiner Absenkung der Körperkern-Temperatur führen (z.B. Review-Arbeit im Lancet: <https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S2542-5196%2824%2900030-5>).

Im Rahmen der Corona-Pandemie gab es viele Diskussionen über **Luftreiniger**. Im wesentlichen sollten – wenn überhaupt nötig - Geräte nur mit HEPA-Filter zur Anwendung kommen. Eine Entkeimung mittels UV-C beinhaltet immer das Risiko der Bildung von Sekundärprodukten (z.B. Ozon), die toxikologisch bedenklich sein können. Außerdem sind die Geräte oft laut mit Lautstärken zwischen 35 und 70 dB, die sehr störend sein können.

Eine kleine Geschichte der Grippe

Die Grippe, wie auch andere Erkältungskrankheiten, gab es bereits im Altertum. Nach der medizinischen Lehre des griechischen Arztes Hippokrates (ca. 460-370 v. Chr.) sollte besonders kalter Nordwind den „Fluss“, d. h. den Schnupfen, erregen. Das Gehirn galt damals als schleimbildende Drüse. Mit dem Herabfließen (katarrhein) der schleimigen Gehirnschlacken (**phlegma**) als Repräsentanten des kaltefeuchten Elements in andere Körperregionen wurden die grippalen Hauptsymptome erklärt.

Im 15. und 16. Jahrhundert suchte der „**Englische Schweiß**“ („Schweißfieber“, „pestis sudorosa“) in mehreren Seuchenwellen Europa heim. Wahrscheinlich handelte es sich mindestens zum Teil um Grippewellen. Typisches Symptom waren starke Schweißausbrüche, die der Krankheit zu ihrem Namen verhalfen. Die typische Behandlung bestand damals in Bettaufenthalt und dauerhafter Wärme – wer also Fieber hatte, der wurde zusätzlich noch von außen aufgeheizt, was nicht selten zum Tod infolge Herz-Kreislauf-Versagens geführt haben dürfte. Schon damals wiesen Kritiker auf das Risiko für die Kranken hin, „tod zu schmoren“. Kranke, die sich dagegen wehrten, wurden teilweise in das Bettzeug eingenäht, bzw. legten sich die Gesunden noch auf die ohnehin schweren Daunendecken oben drauf, sodass den Kranken buchstäblich die Luft wegblieb.

Martin **Luther** (1483-1546) kritisierte anlässlich eines Ausbruchs des „Englischen Schweißes“ in Wittenberg 1529 diese hypochondrische Angst inklusive der Schwitzkuren. Er ging damals von Haus zu Haus, riss den Kranken die Federbetten weg und stieß die Fenster weit auf.

Immanuel **Kant** (1724-1804) erkrankte 1782 an der Grippe, sodass er seine täglichen Spaziergänge – immer zur gleichen Zeit – für zwei Wochen einstellen musste. Er wies bereits darauf hin, dass die Krankheit nicht durch Luftbeschaffenheit zu erklären sei, sondern durch Ansteckung. Im Allgemeinen glaubte man aber noch, dass die Krankheit durch einen mit Ausdünstungen (gr. Miasma, -men = Verunreinigungen) beladenen Wind über das Abendland gekommen sei.

Johann Wolfgang von **Goethe** (1749-1832) verstarb wahrscheinlich an den Folgen einer Grippeerkrankung. So ist in seiner Todesanzeige von einem „Katharrhalfieber“ die Rede.

Seit der Russischen Grippewelle 1889 gibt man den großen Pandemien **Ortsnamen**: Teilweise zeigen sie

den Ausbruchsort an. Teilweise wurden sie aber auch genutzt, um die Verantwortung einem anderen Land zuzuschreiben. Die Spanische Grippe 1918 erhielt ihren Namen, weil ihre Existenz in Spanien – im Unterschied zu anderen europäischen Ländern – nicht bestritten wurde.

Der Ausdruck „**influenza**“ wurde erstmals von den Italienern verwendet. Der lateinische Begriff „influere“ (= einfließen) deutete auf eine unheilvolle Stellung der Planeten und Sterne für die damals rätselhafte Krankheit hin („influentia coeli“ = „himmlischer Einfluss“). Die Engländer übernahmen Mitte des 18. Jahrhunderts den Begriff Influenza, die Franzosen nannten die Krankheit „la grippe“.

Im 20. Jahrhundert traten 3 Grippe-Pandemien auf:

- die Spanische Grippe 1918/19
- die Asiatische Grippe 1957/58
- die Hongkong Grippe 1968

Die **Spanische Grippe** verlief in 3 Wellen:

Anfang März 1918 kam es in Fort Riley, Kansas/USA, zu einem Ausbruch von grippeähnlichen Erkrankungen. In Fort Riley wurden Rekruten für die Teilnahme am Ersten Weltkrieg ausgebildet. Mit den ersten amerikanischen Einheiten erreichte die Grippe im Frühjahr 1918 Europa. Erste Grippeerkrankungen wurden Anfang April in der französischen Stadt Brest dokumentiert. In der Folge breitete sich die Grippe nicht nur unter den alliierten Soldaten, sondern auch in der Zivilbevölkerung aus. Die Krieg führenden Parteien, deren Truppen betroffen waren, schwiegen über den Grippeausbruch. Erste öffentliche Berichte stammten aus Spanien, wo Ende Mai 1918 etwa 8 Millionen Menschen erkrankt waren. Einige der Alliierten hielten die Grippe für eine neue Form biologischer Kriegführung der Deutschen. Man unterstellte, dass die Deutschen in Spanien Lebensmittel-Konserven mit dem Grippeerreger verseucht hätten.

Jedoch auch deutsche Soldaten blieben nicht verschont: Im Juli 1918 galten etwa eine halbe Million deutscher Soldaten als an Grippe erkrankt. Bereits Anfang Juni 1918 waren alle Teile Deutschlands betroffen, in mehreren deutschen Großstädten mussten die Straßenbahnen den Betrieb einstellen, weil mehr als die Hälfte des Personals krank war.

Die zweite Grippewelle begann Ende August 1918 zeitgleich in Boston, in Brest und in der Hauptstadt des westafrikanischen Staates Sierra Leone. Wegen des noch wütenden Ersten Weltkriegs wurde ihrer

Ausbreitung in Europa wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Während der Herbstwelle verlief die Krankheit teilweise sehr schnell, manche Patienten verstarben innerhalb von Stunden an einer von Blutungen begleiteten Lungenentzündung. In einzelnen Regionen der USA, so z. B. in San Franzisko und San Diego, wurde das Tragen von Masken in der Öffentlichkeit angeordnet. Auf die Straße zu spucken wurde unter Strafe gestellt. Die dritte Welle verlief in den verschiedenen Teilen der Welt unterschiedlich. In Deutschland begann die dritte Welle Anfang 1919 und endete im März/April 1919.

Durch die spanische Grippe 1918/19 **starben weltweit zwischen 20 und 40 Millionen** Menschen, mehr als durch den Ersten Weltkrieg. Andere Schätzungen gehen sogar von 50 Millionen Toten aus. Ein Fünftel der Weltbevölkerung wurde infiziert. Die Hälfte der US-Soldaten, die im Ersten Weltkrieg in Europa starben, starb an Influenza. Die Letalität war mit 2,5 % deutlich höher als die vorheriger Grippepandemien. Man schätzt, dass die Hälfte aller Pandemie-Toten jüngere Menschen im Alter zwischen 20 und 40 Jahren waren. 1996 und 1997 gelang es, aus Gewebeprobe, die von der US-Armee aus dem Ersten Weltkrieg aufbewahrt worden waren, sowie aus exhumierten Leichen Teile des Virus der spanischen Grippe nachzuweisen. 2005 wurde das Virus von amerikanischen Wissenschaftlern rekonstruiert. Es handelte sich um ein Influenzavirus vom Subtyp A/H1N1.

Die **Asiatische Grippe** (1957/58) wurde durch das Influenzavirus A/Singapore/1/57 (H2N2) ausgelöst. Dieser bis dahin unbekanntes Virussubtyp war aus der Kombination eines menschlichen Grippevirus mit einem Vogelgrippevirus entstanden und hat seinen Ursprung wahrscheinlich in China. Man

schätzt, dass weltweit 1 bis 2 Millionen Menschen an der Asiatischen Grippe verstarben.

Die **Hongkong Grippe** trat zwischen 1968 und 1970 auf und wurde durch ein Influenzavirus vom Subtyp A/H3N2 verursacht. Wegen der Verwandtschaft dieses Virus mit dem Erreger der Asiatischen Grippe hatte ein Teil der Menschen noch Antikörper, der Verlauf der Grippe war deshalb milder. Schätzungen über Grippe-Todesfälle lagen zwischen 800.000 und 2 Millionen Menschen. Alle Altersgruppen waren betroffen, die Krankenhäuser waren teilweise überfüllt. Die Zeitungen berichteten allerdings kaum über die Grippe – es war die Zeit des Vietnamkrieges und der Studentenunruhen, gleichzeitig gab es eine schwere Hungersnot in Afrika.

2002/2003 gab es die **SARS**-Pandemie, die durch ein Coronavirus hervorgerufen wurde. Insgesamt betroffen waren weltweit aber nur rund 8.100 Menschen.

2005/2006 kam es zur Ausbreitung des Influenza-A-Virus H5N1 (**Vogelgrippe**), das von der WHO allerdings nur in die damals geltende Pandemiephase 3 (von 6) eingestuft wurde. Weltweit wurden „nur“ 800 Todesfälle berichtet.

Im Juni 2009 erklärte die WHO die „**Schweinegrippe**“ zur Pandemie. Diese wurde durch ein Virus A(H1N1) hervorgerufen. Die Mortalität war gering mit unter 1 %. In Deutschland verstarben rund 350 Menschen in Folge einer Infektion, es gab in Deutschland insgesamt nur 226.000 bestätigte Infektionen.

Am 11. März 2020 erklärte die WHO die Ausbreitung des Virus **SARS-CoV-2** zur Pandemie.

Lebensmittelhygiene

Die Essensversorgung auf der Krankenhausstation erfolgt zunehmend über Zentralküchen im oder außerhalb des Krankenhauses. Die Zubereitung von Essen auf Station – auch „Bütterchen schmieren“ – ist obsolet, da dies nicht mehr den heutigen Anforderungen entspricht.

Grundsätzlich gibt es beim Essen, vor allem Mittagessen, drei wichtige Versorgungskonzepte:

- Beim **Cook & Serve**-Verfahren wird das Essen warm auf die Station geliefert. Von der Küche bis zur Ausgabe darf die Kerntemperatur von 60°C (seit 2020 laut BfR) nicht unterschritten werden und die Zeit darf maximal drei Stunden umfassen. Danach ist das Essen zu verwerfen; es darf auch nicht abgekühlt und dann wiedererwärmt werden.
- Beim **Cook & Chill**-Verfahren wird das warme Essen in der Küche schnell auf Kühlschranktemperatur gekühlt, im Kühlwagen zur Station transportiert und dort – im Kühlwagen - selektiv erhitzt (sodass z.B. die Suppe warm wird, aber nicht der Salat). Das Essen muss dann ausgegeben werden und darf nicht mehr abgekühlt und erneut erhitzt werden. Lediglich wenn das Essen vor dem Erhitzen aus dem Kühlwagen herausgenommen und in einem Kühlschrank aufbewahrt wird (bei +5 bis +7°C), kann es später in der Mikrowelle erhitzt werden. Dabei muss aber geklärt sein, dass mit der vorhandenen Mikrowelle tatsächlich die Kerntemperatur von 60°C erreicht wird.
- Beim **Cook & Freeze**-Verfahren wird das Essen in der Küche nach dem Garvorgang bei ca. -40°C schockgefrostet und kann bei Temperaturen bis -18°C gelagert werden. Kurz vor dem Verzehr erfolgt die Regeneration durch Auftauen und Erhitzen. Ansonsten gilt das gleiche wie für das Cook-and-Chill-Verfahren.



Typischer Kühlwagen für Cook-and-Chill-Essen.



Ungekühlte Lagerung von Mittagessen – nicht erlaubt.
Außerdem chaotisches Lager.

Zentrale Vorgaben der Lebensmittelhygiene liegen heute überwiegend von der EU vor, z.B. in der „Verordnung (EG) 852/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates

vom 29. April 2004 über Lebensmittelhygiene“. Daneben gibt es branchenspezifische „Leitlinien für eine gute Hygienepaxis“ und diverse DIN-Vorschriften.

Schon seit langem arbeiten die Küchen nach einem sogenannten **HACCP-Konzept**: Hazard Analysis and Critical Control Points.

Grundsätzlich muss das HACCP-Konzept der Küche alle Schritte vom Wareneingang über die Produktion bis zur Ausgabe an den Patienten umfassen. Dieses Konzept ist bis zum Endpunkt Patient von der Küche zu erstellen. Das HACCP-Konzept umfasst dabei die Festlegung kritischer Kontrollpunkte und regelmässiger Messungen an diesen, z.B. punktuelle dokumentierte Temperaturmessung bei Annahme des Essens auf Station.

HACCP-Konzept: Hazard Analysis and Critical Control Points (nach Codex Alimentarius)

Grundsätze des HACCP-Systems:

1. Identifizierung möglicher Gefährdungen bei der Lebensmittelherstellung
2. Abschätzung der Wahrscheinlichkeit des Vorkommens der Gefährdungen
3. Festschreiben von Vorbeugemaßnahmen zur Beherrschung
4. Festlegung von CCPs, die zur Überwachung der identifizierten Gefahren nötig sind
5. Festlegung kritischer Grenzwerte (Sollwerte), die eingehalten werden müssen, um eine mikrobielle, chemische oder physikalische Gesundheitsgefahr auszuschließen
6. Festlegung von Verfahren zur Prüfung/Beobachtung der kritischen Grenzwerte
7. Festlegung von Korrekturmaßnahmen bei Erreichen kritischer Werte, um akute oder mögliche Gefahren sicher auszuschalten
8. Dokumentation des HACCP-Planes
9. Prüfung des Systems zur Bestätigung der ordnungsgemäßen Überwachung der CCPs (Verifikation)

Im Rahmen des HACCP-Konzeptes ist ebenfalls festzulegen, wie im Falle der Abwesenheit von Patienten zu verfahren ist.



Messung der Kerntemperatur beim Portionieren

Es ist Aufgabe der Küchenleitung, die Umsetzung des HACCP-Konzeptes bis zum Patienten zu regeln und durchzusetzen, gegebenenfalls mit Unterstützung der Hygienekommission, der Krankenhaushygiene und der Pflegedienstleitung.

Falls die Geschäftsführung die Verantwortung entlang der Speiserversorgung anders geregelt hat – z.B. Verantwortung der Station nach Annahme des Essens -, dann ist für diese Verantwortlichkeiten ebenfalls ein HACCP-Konzept zu erstellen und umzusetzen.



Nicht durchgebratene Spiegeleier sind heute in der Gemeinschaftsverpflegung nicht mehr erlaubt – von beiden Seiten angebratene schon.



„Meine Mutter gab mir vor Reden immer Rotwein mit Ei, damit meine Stimme besser klingt“ (ehemaliger Bundespräsident Lübke) – wäre heute auch nicht erlaubt.

Alle Mitarbeiter, die mit Speisenzubereitung zu tun haben, müssen mindestens alle zwei Jahre eine Schulung erfahren – siehe auch Kapitel „Gesetzliche Grundlagen“ (§§ 42/43 IfSG).

Die Küche muss von den hergestellten Gerichten Rückstellproben für 7, besser 10, Tage aufheben, damit sie bei auftretenden Gesundheitsstörungen untersucht werden können.

Kühlschränke auf Station müssen täglich auf Temperatur kontrolliert werden und dies ist auch zu dokumentieren.

Im Küchenbereich eingesetzte Desinfektionsmittel müssen in der Liste der DVG (Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft) gelistet sein. Dies gilt nicht für die üblichen Stationsküchen, in denen keine Produktion mehr stattfindet.

Im **Jahr 2007** war es in mehreren deutschen Krankenhäusern zu **großen Ausbrüchen** lebensmittelbedingter Infektionen gekommen, die von den Krankenhausküchen ausgingen. Das BfR stellte daraufhin die nach Meinung von Experten häufigsten Fehler bei der Speiserversorgung in deutschen Krankenhäusern zusammen:

- Zu früher Produktionsbeginn verbunden mit ungenügender Kühlung von Rohwaren und Zwischenprodukten.
- Ungenügende Kühlung kalt angerührter Desserts zwischen Herstellung und Ausgabe aufgrund unzureichender Kühlraumkapazitäten und mangelhaftem Problembewusstsein beim Personal.
- Entnahme von Teilmengen aus angebrochenen Lebensmittelpackungen über einen langen Zeitraum, insbesondere in der Diätküche (Kontamination von Anbruchpackungen).
- Verarbeitung von überlagerten Speisen bei der Herstellung von passierter Kost.
- Verschmutzungen an Gewürzdosen als Ursache von Kreuzkontaminationen.
- Unsichere Temperaturführung bei der Heißhaltung von fertigen Warmspeisen.
- Abgabe von rohen tierischen Lebensmitteln (z.B. Rohmilchkäse, Räucherlachs).
- Möglicher Zugang von Patienten zu Speisewagen oder zu Stationsküchen.
- Fehlender Wechsel der Schutzkleidung auf den Stationen vor der Speisenausgabe.

- Lange Standzeiten der Speisen auf den Stationen bis zum Verzehr aufgrund von Abwesenheiten der Patienten.

Auswertungen des BVL und des RKI für das Jahr 2019 zeigen, dass bei Ausbrüchen vor allem folgende Erreger/Agens-Kombinationen auftreten:

- *Salmonella enteritidis* + Eier
- *Campylobacter* spp. + Rohmilch
- Histamin + Thunfisch
- *Salmonella typhimurium* + Rohwurst

Erkrankungen durch Lebensmittel

Beispiele für von Lebensmitteln potentiell ausgehende Gefahren:

Physikalische Gefahren:

- Metallsplitter (Konservendosen)
- Glassplitter (Flaschen, Gläser, Beleuchtung)
- Knochensplitter
- andere Fremdkörper

Chemische Gefahren:

- Reinigungs- und Desinfektionsmittel
- Rückstände aus nicht geeignetem Verpackungsmaterial
- Alte Frittierfette (Acrylamid)

Biologische Gefahren:

- Bakterien und ihre Giftstoffe
- Viren
- Parasiten
- Schimmelpilze und ihre Giftstoffe
- Fischtoxine
- BSE

Lebensmittel-Infektionen durch Bakterien und Viren:

Erreger	Risikolebensmittel
Brucella spp.	Rohe Milch, Milchprodukte
Campylobacter jejuni	Rohe Milch, rohes Fleisch und Geflügel
E. coli	Salat, rohes Gemüse, rohes Rindfleisch, nicht pasteurisierte Milch, nicht pasteurisierte Obst- und Gemüsesäfte
Listerien	Rohe Milch, Käse, rohes Fleisch
Mycobacterium bovis	Rohe Milch
Salmonella non typhi	Fleisch, Geflügel, Eier, Milchprodukte, Schokolade, Eis, Keimlinge, Tee, Gewürzpulver
Shigella	Kartoffel-, Eiersalate, Rohmilch, rohes Fleisch
Vibriolen	Roher Fisch, Krabben, Schalentiere
Yersinien	Rohmilch, Geflügel, Schweinefleisch
Hepatitis A Virus	Schalentiere, rohes Obst und Gemüse
Noroviren	Schalentiere

Lebensmittel-Infektionen durch Protozoen und Helminthen:

Erreger	Risikolebensmittel
Entamoeba histolytica	Rohes Gemüse und Obst
Toxoplasma gondii	Rohes Fleisch
Taenia	Nicht durchgegartes Fleisch
Trichinella spiralis	Nicht durchgegartes Fleisch
Trichiuris trichiura	Mit Ausscheidungen verschmutzte Lebensmittel

Lebensmittel-Intoxikationen:

Ursache	Lebensmittel	Hinweise
Bacillus cereus	Gewürze, trockene stärkehaltige Lebensmittel	Phänomen des Hitzeschocks, bei dem Sporen zu schnellerem und vermehrtem Auskeimen angeregt werden.
Staphylococcus aureus (enterotoxisch)	Schinken, Geflügel, Eiersalate, cremehaltige Backwaren, Milcherzeugnisse, Käse	Toxin thermostabil bis 120°C.
Clostridium botulinum	Fisch, Fleisch, Gemüse (hausgemachte Konserven)	Bombagenbildung – ungeöffnet wegwerfen!
Clostridium perfringens	Gekochtes Fleisch und Geflügel, Bratensoße, Bohnen	Enterotoxin kann sowohl im Lebensmittel nach Hitzeschock bei der Sporulation als auch bei der Sporulation im Darm gebildet werden.
Schimmelpilze	Nüsse, Mais, Reis, Weizen	z.B. Aflatoxine.

Hygienische Grundsätze zur Speisenversorgung auf Bettenstationen

- Persönliche Arbeitshygiene:
 - Einmalschürze und hygienische Händedesinfektion
 - Zeitgleich keine Pflegetätigkeiten oder andere patientennahen Tätigkeiten
- Belehrung nach § 43 IfSG
- Tätigkeits- und Beschäftigungsverbot nach § 42 IfSG
- Zugangsregelungen für Stationsküchen
- Korrekter Umgang mit Lebensmitteln:
 - Verwendung von Hilfsmitteln oder Schutzhandschuhen bei ausgepackten Lebensmitteln
 - Keine erneute Ausgabe von ausgelegten oder ausgegebenen Lebensmitteln (z.B. Buffetversorgung)
 - Reste aus Ausgabebehältnissen nicht umfüllen
 - Keine Bodenlagerung von Lebensmittelbehältnissen
- Lagerbedingungen für Lebensmittel:
 - Kaltspeisen: Lagerung bei + 5°C bis + 7°C, Austeilung bei ≤ 10°C
 - Warmspeisen: Lagerung bei ≥ 60°C für max. 3 Stunden (inkl. Transportzeit), Austeilung bei ≥ 60°C (Kerntemperatur)
 - Kontrolle von Mindesthaltbarkeits- und Verbrauchsdaten
- Schädlingsmonitoring
- Mikrobiologische Überwachung (Bioindikatoren) von Geschirrspülmaschinen
- Temperaturkontrolle inkl. Dokumentation von Kühlschränken
- Regelmäßige desinfizierende Reinigung von Arbeits- und Lagerflächen sowie der Küchengeräte (Spülmaschine, Kühlschrank etc.)
- Regelungen in Ausbruchssituationen (bspw. mit Noroviren):
 - Keine Buffetversorgung
 - Trinkwasserspender / Schankanlagen / Trinkbrunnen außer Betrieb nehmen

Bauhygiene

Bei größeren Bau-, Umbau- und Renovierungsmaßnahmen sollte grundsätzlich die Krankenhaushygiene eingeschaltet werden. Dies sollte bereits beim Beginn der Planungen erfolgen, gegebenenfalls anfangs auch auf Basis handgezeichneter Planentwürfe. Nur dann können Fehlentwicklungen früh und kostengünstig verhindert werden, die bei späterer Einschaltung der Hygiene oft nur mit erheblichem Aufwand oder unbefriedigend gelöst werden können.

Teilweise ist die Einschaltung eines Krankenhaushygienikers vorgeschrieben, beispielsweise in der HygMedVO in Nordrhein-Westfalen – dort in § 2, Abs. 3: „Für Einrichtungen nach § 1 Absatz 1 Satz 1 Nummer 1 bis 5 sind Bauvorhaben vor Beantragung der Baugenehmigung oder, soweit es sich um genehmigungsfreie Vorhaben handelt, vor ihrer Durchführung hinsichtlich der hygienischen Anforderungen durch die Krankenhaushygienikerin/den Krankenhaushygieniker zu bewerten und während der Bauausführung zu begleiten.“

Krankenhäuser werden auf eine Nutzungszeit von Jahrzehnten gebaut. Heute ist zu bedenken, dass die Zahl der Kurzlieger und der ambulanten Patienten zunehmen wird. Die Liegezeiten werden weiter abnehmen, sodass weniger Patientenzimmer benötigt werden. Dafür wird die Krankheitsschwere und die Immunsuppression bei vielen Patienten zunehmen, sodass mehr Schutz für diese Patienten erforderlich ist. Auch die intensive Diagnostik wird weiter zunehmen, sodass der Patient am Ende des Tages ein Bedürfnis nach Ruhe und Privatheit hat.

Ferner ist zu bedenken, dass Patienten immer größer und immer schwerer werden. Dadurch bedingt sind gegebenenfalls längere Betten einzuplanen und dementsprechend auch größere Patientenzimmer. Für übergewichtige Patienten sind stabilere Betten und Liegen erforderlich und mehr Hilfsmittel für die Umlagerung:



Die Patientenräume sollten auf jeden Fall so groß sein, dass das erste Bett nicht schräg gestellt werden muss, wenn das zweite herausgefahren wird.

Bei der Planung von Stationen ist immer sehr früh das **Speiseversorgungskonzept** zu erfragen, da es Auswirkungen auf die Raumplanung der Station haben kann. Beispielsweise müssen die Wägen mit Cook & Chill-Service (siehe auch Kapitel Lebensmittelhygiene) abgestellt und aufgeheizt werden. In dem Zusammenhang ist auch zu klären, wie viele Patienten im Durchschnitt vor allem beim Mittagessen fehlen (auf manchen Stationen bis zu 50 %) und wie ihre Speiseversorgung am Nachmittag laufen soll. Wenn die Speisen aufgehoben werden, dürfen sie nicht vorher erwärmt werden. Sie müssen also vor Aufheizen aus den Transportwagen genommen und in Kühlschränke gegeben werden. Für die Tablettts sind – gerade auch wegen der Anzahl – breitere Tablettkühlschränke erforderlich, die viel Platz einnehmen. Die spätere Erwärmung kann in der Mikrowelle erfolgen, wenn diese entsprechend (und gesichert) leistungsstark ist.

Ebenfalls muss die **Bettenaufbereitung** geklärt werden. Krankenhausbetten sind Medizinprodukte und entsprechend ergeben sich die Anforderungen der KRINKO-BfArM-Empfehlung zur Aufbereitung von Medizinprodukten. Eine zentrale Aufbereitung liefert im Allgemeinen bessere Ergebnisse, erfordert jedoch entsprechende Hol- und Bringe- und Aufzugkapazitäten.

Eine dezentrale Aufbereitung ist möglich. Sie muss jedoch in einem entsprechend großen Raum auf der Station oder mindestens auf der Ebene geschehen, in dem genügend Platz vorhanden ist zur Lagerung der unreinen und reinen Betten – mit Trennung in einen reinen und unreinen Bereich. Auch muss Platz für Wäscheabwurf (einschl. Inletts, die in die Wäscherei gehen) und Frischwäsche (einschl. Inletts, die aus der Wäscherei gekommen sind) eingeplant werden, ferner für einen evtl. eingesetzten Reinigungswagen.

Eine Aufbereitung auf dem Flur ist völlig obsolet und im Patientenzimmer sollte sie nur erfolgen, wenn es sich um ein Einbettzimmer handelt oder nach einer Isolierung.

In der aktuellen DGUV-Information 207-206 „Tätigkeiten mit Desinfektionsmitteln im Gesundheitsdienst“ finden sich auch Ausführungen zur Bettendesinfektion und insbesondere folgender Satz: „Die dezentral-manuelle Bettendesinfektion erfolgt hingegen auf jeder Station in einem gesonderten und ausreichend großen Raum“. Dies kann hilfreich sein bei Argumentationen zur Stationsplanung.

Für die **Sanitärzelle** gibt die KRINKO (2020) vor, dass das Waschbecken keinen Überlauf haben darf und der Wasserstrahl nicht direkt in den Siphon gerichtet sein soll. In den Patientenzimmern sollen keine Waschbecken mehr sein, allerdings muss das Personal Waschmöglichkeiten in der Nähe des Patienten haben, sodass diesbezüglich nur auf die Sanitärzelle ausgewichen werden kann. Dementsprechend sollten die Waschbecken in den Sanitärzellen heute mit Spendern für Händedesinfektionsmittel, Flüssigseife und Papierhandtücher ausgestattet sein.

Toiletten sollen nur noch spülrandfrei sein. Auf Stationen mit immunsupprimierten oder infektiösen Patienten sollen Steckbeckenspüler möglichst den Zimmern zugeordnet sein, idealerweise im Sanitärraum:



Bei Duschen sind wandnahe Bodenabläufe zu bevorzugen, Duschvorhänge sollten obsolet sein und durch Türen aus Glas oder Plexiglas ersetzt werden:



Teilweise wird eine automatische Schlauchentleerung gefordert. Dadurch soll vermieden werden, dass Restwasser im Schlauch verbleibt und der nächste Duschende erst einmal dieses Wasser abbekommt. Allerdings ist der Auslauf an der Armatur, sodass es nur funktioniert, wenn der Duschschlauch nicht – wie im Foto unten – durchhängt:



Die DGKH-Sektion Bau und RLT (LL Bauliche Auslegung von Sanitärbereichen, 2024) hält selbstentleerende Duschschläuche für nicht geeignet, da es beim Anbringen von Filtern zum seitlichen Austritt des kontaminierten Wassers komme.

Für Patientenzimmer fordert die KRINKO (2016) eine **Mindestausstattung mit Händedesinfektionsmittelspendern** bettennah pro Patientenbett auf Intensiv- und Dialysestationen. Auf Nichtintensivstationen soll ein Spender für je zwei Patientenbetten sowie in der Sanitärzelle vorhanden sein. Kittelflaschen sind nicht ausgeschlossen.

Alle Armaturen, die von Beschäftigten mit direktem Patientenkontakt genutzt werden, sollen mit verlängerter Hebelarmatur ausgestattet sein. Sensorgesteuerte Armaturen sind abzulehnen, da sie häufig verkeimen. Ebenso abzulehnen sind elektrische Warmlufttrockner, da sie Aerosole verwirbeln.

Insbesondere auf Intensivstationen ist früh zu überlegen, wo Kopfkissen, Bettdecke usw. abgelegt werden sollen, wenn die Patienten z.B. gewaschen werden:



So sollte es nicht sein.

Insbesondere in kleineren Krankenhäusern wird häufig versucht, in einem „**Multifunktionsraum**“ verschiedene Disziplinen unterzubringen. Dabei sollten reine Prozesse nicht mit unreinen kombiniert werden, also z.B. Linksherzkatheter im gleichen Raum wie Koloskopien. Wenn im Bauplan im Anschluss an einen derartigen Multifunktionsraum eine Patiententoilette vorhanden ist, kann dies ein Hinweis sein, dass Darmuntersuchungen oder proktologische Eingriffe geplant sind.

Handwaschplätze sind nach TRBA 250 immer mit fließendem warmen und kaltem Wasser auszustatten. Die Armaturen müssen ohne Handberührung bedienbar sein (z.B. Einhebelmischbatterien).

Die Hygiene muss nicht an jeder **Baubesprechung**, die teilweise wöchentlich stattfinden, teilnehmen, da sie oft ausufernd sind und meistens nicht Hygienethemen betreffen. Besser ist eine Separatlösung, in der an einem Termin nur hygienische Themen besprochen werden.

Die Krankenhaushygiene sollte aber alle Protokolle der Baubesprechungen lesen und zu kritischen Punkten unbedingt schriftlich Stellung nehmen.

Baupläne als PDF-Datei sind im Allgemeinen nicht groß genug auszudrucken. Daher sollten zumindest für die hygienische Stellungnahme zum Bauvorhaben (für Gesundheitsamt oder als Anhang zum Bauantrag) immer die großen Pläne der Architekten angefordert werden.

Typische Fragen, die von der Hygiene immer bedacht werden sollten:

- Wieviele Einbettzimmer sind vorgesehen? (Die DGKH fordert heute Einbettzimmer für 70 % der Patienten.)
- Reichen die Toiletten für Besucher und Personal? (Beispielsweise hat die EHEC-Epidemie mit vielen Durchfallerkrankungen gezeigt, dass in den Notaufnahmen meistens zu wenig Toiletten sind.)
- Gibt es einen Putzmittelraum?
- Gibt es einen reinen und unreinen Arbeitsraum?
- Wie lang sind die Laufwege zum unreinen Arbeitsraum?
- Wie ist die Speisenversorgung?
- Gibt es genügend Lagerräume in ausreichender Größe?
- Wie ist die Ver- und Entsorgung geregelt?
- Wie ist die Bettenaufbereitung geplant?

Insbesondere auf Intensivstationen und Stationen mit Patienten, die lange Liegezeiten im Bett haben, sollte auch vermehrt auf die Deckengestaltung geachtet werden. Es ist nicht schön für Patienten, tagelang auf ramponierte, verdreckte und verschobene Deckenplatten zu sehen.

Bei den **Sanierungs-/Umbaumaßnahmen**, insbesondere im Bestand, ist darauf zu achten, dass hygienische Schutzmaßnahmen, wie bspw. die Errichtung von Staubschutzwänden, getrennte Wegeführung (insbesondere für die Abfuhr von Schutt) und eine erhöhte Reinigungsfrequenz jederzeit gewahrt sind.



Die hygienische Überwachung der Baumaßnahme muss regelmäßig durch die Hygiene erfolgen.



Arbeiten im Unterdruck (mit Absaugung) dürfen natürlich nicht bei geöffnetem Fenster erfolgen.

Gegebenenfalls müssen Baumaßnahmen außerhalb der Betriebszeiten, notfalls auch am Wochenende, einhergehend mit Sperrung von Teilbereichen der Abteilung, stattfinden.

Folgende **Stellungnahmen außerhalb der KRINKO-Empfehlungen**, die immer zu beachten sind, können ggfs. hilfreich sein, die im allgemeinen gegoogelt werden können:

- Generell:
 - DGKH: Leitlinie der DGKH: Bauliche und funktionelle Anforderungen an Eingriffsräume. 2021.
 - DGKH: Leitlinie der DGKH: Hygiene-Empfehlungen zu dezentralen Sekundärluftkühlgeräten (Umluftkühlgeräten). 2021.
 - DGKH: Leitlinie der DGKH: Notwendigkeit von Einzelzimmern in Krankenhäusern. 2022.

- DGKH: Leitlinie der DGKH: Empfehlungen zum Einsatz von Verbrühungsschutz in Einrichtungen des Gesundheitswesens. 2022.
- DGKH: Leitlinie der DGKH: Hygiene bei Baumaßnahmen in Krankenhäusern und anderen medizinischen Einrichtungen. 2022
- DGKH: Krankenhaushygienische Leitlinie für die Planung, Ausführung, und Überwachung von Raumluftechnischen Anlagen für OP-Bereiche und Eingriffsräume. 2024
- DGKH: Leitlinie der DGKH: Bauliche Auslegung von Sanitärbereichen für stationäre Patienten in Krankenhäusern. 2024
- DGKH: Empfehlung der DGKH: Bauhygienische Maßnahmen zum Hitzeschutz im Krankenhaus. Hitze- und Sonnenschutz vs. Tageslichtversorgung. 2024
- DIN 13080: Gliederung des Krankenhauses in Funktionsbereiche und Funktionsstellen. 2016.
- DGUV Information 207-016: Neu- und Umbauplanung im Krankenhaus unter Gesichtspunkten des Arbeitsschutzes – Basismodul. 2016.
- DGUV Information 207-027: Neu- und Umbauplanung im Krankenhaus unter Gesichtspunkten des Arbeitsschutzes. Anforderungen an Pflegebereiche. 2019.
- DGUV Information 207-017: Neu- und Umbauplanung im Krankenhaus unter Gesichtspunkten des Arbeitsschutzes. Anforderungen an Funktionsbereiche. 2019.
- Bauministerkonferenz – ARGEBAU (<https://www.is-argebau.de/verzeichnis.aspx?id=22338&o=7590512005430>) – mit Planungs- und Arbeitshilfen zu den Themen:
 - Intensivtherapie
 - OP,
 - Palliativstation,
 - IMC,
 - Allgemeinpflege,
 - Forensische Psychiatrie,
 - Geriatrie,
 - Psychiatrie
 - Zentrale Notaufnahme.
- LAGUS (verbindlich nur in MV, aber generell interessant und hilfreich) zum Thema Neu- und Umbauten (https://www.lagus.mv-regierung.de/Gesundheit/Krankenhaushygiene_Allgemeine_Hygiene/Informationsmaterial-und-Formulare/#anforderungen):
 - AEMP,
 - Endoskopieeinheit,
 - Neonatologie,
 - Entbindungsabteilung,
 - Hitzeschutz,
 - Immunsupprimierte Patienten,
 - Kreißsaal,
 - Intensivstation,
 - Milchküche,
 - Notaufnahme,

- Allgemeinpflegestation,
 - Psychiatrie,
 - Sanitärraum,
 - OP und Eingriffsraum.
- TRBA 250: Biologische Arbeitsstoffe im Gesundheitswesen und in der Wohlfahrtspflege – z.B. zum Handwaschplatz.
- Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR): Bauliche Hygiene im Klinikbau. 2021.
- Intensivstationen:
 - DIVI: Empfehlungen zur Struktur und Ausstattung von Intensivstationen. 2022.
- Herzkatheter:
 - Leitlinie zum Einrichten und Betreiben von Herzkatheterlaboren und Hybridoperationssälen/Hybridlaboren. 2015
- Notaufnahmen:
 - DIVI und DGINA: Empfehlungen der DGINA und DIVI zur Struktur und Ausstattung von Notaufnahmen. 2024
- Niedergelassene Praxen und MVZ:
 - KBV: Hygiene in der Arztpraxis.

Hilfreiche Baupläne und neue architektonische Ansätze finden sich z.B. in folgenden Büchern:

- Stockhorst et al: Krankenhausbau. Medizinisch Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, 2019
- BBSR: Bauliche Hygiene im Klinikbau. 2021: https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/zukunft-bauen-fp/2018/band-13-2-dl.pdf;jsessionid=C9B09576323352F243EFF4A43AB017B7.live21323?_blob=publicationFile&v=2
- TU Braunschweig, Charité: Karmin. Evaluation des infektionspräventiven Patientenzimmers. 2022: <https://www.irbnet.de/daten/rswb/22089004769.pdf>

Antibiotic Stewardship (ABS)

Präambel

- 10 goldene Regeln der Antibiotikatherapie
- Pharmakodynamik und -kinetik
- Resistogramme lesen

Ausgewählte Infektionen

- Sepsis
- Pneumonie mit „community aquired pneumonia“ (CAP) und „hospital aquired pneumonia“ (HAP)
- Harnwegsinfektionen
- Gefäßkatheter-assoziierte Infektionen (CLABSI [central line-associated blood stream infection] und CRBSI [catheter-related bloodstream infection])
- Clostridiodes difficile assoziierte Infektionen (CDI)

Prophylaxe

- PAP (perioperative Antibiotikaprohylaxe)

Präambel

ABS zeichnet sich durch den rationalen und verantwortungsvollen Einsatz von Antibiotika aus.

Das Maßnahmenbündel (ABS) umfasst primär

- den Nachweis einer (bakteriellen) Infektion,
- die Wahl des geeigneten Antibiotikums,
- die Anpassung der Therapiedauer,
- die Dosierung und
- die Form der Antibiotikagabe.

Für den Patienten soll das beste klinische Behandlungsergebnis unter Beachtung einer minimalen Toxizität angestrebt werden.

Die **10 goldenen Regeln der Antibiotikatherapie** (modifiziert nach Prof. Dr. Kern, Dr. Dr. de With – ABS-Kurse 2011/2012) sind immer zu berücksichtigen:

1. **Indikationsstellung – Antibiotika sind keine Antipyretika.** Keine Therapie ohne Infektionsdokumentation!
2. **A + B = Infektionsdiagnose** heißt immer auch **Erregersicherung** (Blutkulturen, Sputum u.a.)
3. **Chirurgische Intervention – Ubi pus, ibi evacua** (wo immer sich Eiter befindet, sollte dieser entleert werden)
4. **Geeignetes Untersuchungsmaterial** (weniger Abstriche, besser Flüssigkeiten, Gewebe in 0,9% NaCl- Lösung – Rücksprache mit dem Labor) – **Diagnostic Stewardship**
5. **So schmal wie möglich, so breit wie nötig – Focus, focus, focus – Ever change a winning team!**
6. **Antibiotika nach Spektrum, Pharmakokinetik, Nebenwirkungen und Kosten** auswählen – u.a. prolongierte Infusionen bei einigen Antibiotika.
7. **Mono- versus Kombinationstherapie** – Kombination nur in Ausnahmefällen.

8. **Kürzer statt länger** – wer empirisch startet, darf auch empirisch stoppen – Pneumonie 5 - 8 Tage statt 12 Tage.
9. **Initial immer intravenös** (hit hard - hochdosierte), aber Empfehlung zur Sequenztherapie (Oralisierung) beachten.
10. **Up to date** bleiben.

Eine Umsetzung der S3-Leitlinie „Strategien zur Sicherung rationaler Antibiotikaaanwendungen im Krankenhaus“ [AWMF-Registernummer 092/001 – update 2018] sollte angestrebt werden.

Sie erläutert die Voraussetzungen für erfolgreiche ABS-Programme und zeigt Strategien zur Optimierung des Ordnungsverhaltens und zur Therapieoptimierung auf.

Die Entwicklung und Verbreitung von antibiotikaresistenten Erregern wird von vielen Faktoren beeinflusst. Die Menge an Antibiotikaverordnungen spielt eine entscheidende Rolle in der Resistenzentwicklung.

Neben krankenhaushygienischen Interventionen spielen auch Diagnostic Stewardship und Antiseptic Stewardship in diesem Kontext eine wichtige Rolle.

Noch bevor ABS greift, soll *Diagnostic Stewardship* durch Optimierung des Einsatzes diagnostischer Mittel und Verhinderung falscher oder unnötiger Diagnostik helfen, den Einsatz antimikrobieller Substanzen zu steuern und Resistenzen zu verhindern. *Antiseptic Stewardship* unterstützt durch lokal angewandte Maßnahmen die Abtötung von Mikroorganismen oder Inaktivierung von Viren ohne den Einsatz von Antibiotika im Rahmen von lokalen Infektionen. Im Falle von systemischen Infektionen sind Antibiotika unverzichtbar.

Das Erregerspektrum von ambulant oder nosokomial erworbenen Infektionen unterscheidet sich. Jede Infektion, bei der der auslösende Erreger außerhalb des Krankenhauses aufgenommen wurde, wird als ambulant bezeichnet. Infektionen die 48 h nach Krankenhausaufnahme auftreten (oder innerhalb der ersten 14 Tage nach Krankenhauserkrankung) werden als nosokomial bezeichnet. Das Erregerspektrum ist schwieriger abzuschätzen, verschiebt sich oft in den gram-negativen Bereich und es ist häufiger mit resistenten Erregern zu rechnen.

Eine antiinfektive Therapie kann gezielt (bei bekanntem Erreger) oder kalkuliert (bei unbekanntem Erreger und/oder Fokus) erfolgen.

Der zentrale Begriff in der Resistenztestung ist die minimale Hemmkonzentration (MHK). Die geringste Antibiotikakonzentration, die ein sichtbares Wachstum der Bakterien in der Suspension verhindert, wird als MHK bezeichnet.

Pharmakodynamik und -kinetik

Antibiotika müssen vor Ort (im Gewebe, in der Blutbahn, im Gehirn u.a.) eine Konzentration oberhalb der MHK erreichen. Diese Konzentration liegt normalerweise bei dem zwei- bis vierfachen der MHK des Erregers.

Antibiotika entfalten ihre Wirkung zeitabhängig (T) oder konzentrationsabhängig (C_{max}).

$T > \text{MHK}$ Zeitabhängige Kinetik (T=Zeit, in der die Konzentration des Antibiotikums oberhalb der MHK liegt) – wichtigster Parameter, um die Wirksamkeit zu optimieren. Diese Antibiotika profitieren von einer längeren Infusionsdauer und/oder einer häufigeren Gabe. Eine nochmalige Dosissteigerung der Einzeldosis zieht dagegen keine Optimierung nach sich. [Beispiele: β -Laktam Antibiotika, Vancomycin, Clindamycin]

C_{max}/MHK Konzentrationsabhängige Kinetik – die Wirksamkeit ist größer, wenn kurzfristig hohe Spitzenkonzentrationen [C_{max}] erreicht werden. Es kann ein sogenannter postantibiotischer Effekt postuliert werden. Hier ist die Einmalgabe vorteilhafter, um möglichst hohe Spitzenspiegel zu erreichen. [Beispiel: Aminoglykoside]

$\text{AUC}_{24h}/\text{MHK}$ Fläche unter der Konzentrations-Zeit Kurve dividiert durch die MHK – beschreibt die Wirksamkeit vom Verhältnis aus Substanzmenge zur MHK des Erregers [Beispiel: Fluorchinolone]

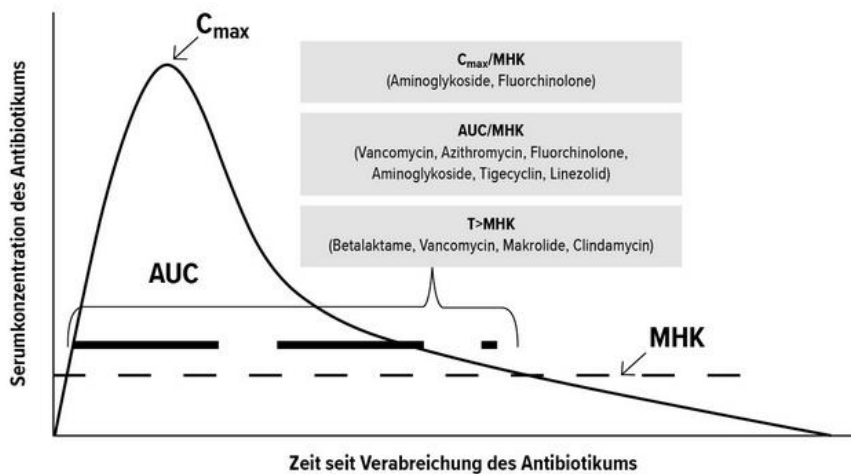


Abbildung modifiziert nach Al-Dorzi H.M. Antibiotic therapy of pneumonia in the obese patient: dosing and delivery; Curr Opin Infect Dis 2013 Apr; 27(2):165-173

Resistogramme lesen

$S = \text{sensibel}$

bei Standardexposition:

Ein Mikroorganismus wird als S eingestuft, wenn eine hohe Wahrscheinlichkeit für einen therapeutischen Erfolg bei Standarddosierung der Substanz besteht.

$I = \text{sensibel}$

bei erhöhter Exposition:

Ein Mikroorganismus wird als I eingestuft, wenn bei erhöhter Exposition des Erregers gegenüber der Substanz eine hohe Wahrscheinlichkeit für einen therapeutischen Erfolg besteht, z.B. durch Erhöhung der Dosis/geänderte Verabreichungsform oder durch Konzentrierung am Infektionsort.

$R = \text{resistent}$

Ein Mikroorganismus wird als R eingestuft, wenn auch bei erhöhter Exposition eine hohe Wahrscheinlichkeit für ein therapeutisches Versagen besteht.

Ausgewählte Infektionen

Sepsis

Definition: Als Sepsis wird seit 2016 eine lebensbedrohliche Organdysfunktion definiert, die durch eine dysregulierte Immunantwort der Patienten auf eine Infektion verursacht wird. Die Organdysfunktionen werden mithilfe des SOFA-Scores festgelegt.

Der *septische Schock*, als eigene Sonderform wird anhand zirkulatorisch-metabolischer Parameter wie Blutdruck, Volumen- und Katecholamintherapie sowie des Serum-Laktats weiter definiert.

Bei lebensbedrohlichen Erkrankungen wie der Sepsis muss möglichst rasch (< 60 Minuten) mit einer kalkulierten Interventionstherapie begonnen werden.

Diagnostic Stewardship:

In allen Fällen einer geplanten Antibiotikatherapie und insbesondere im Falle einer Sepsis ist zur optimalen Therapiesteuerung eine mikrobiologische Diagnostik (BK, Trachealsekret, Sputum, Urin, Abstriche oder besser Flüssigkeiten oder Gewebeprobe) anzustreben, die den Beginn der Therapie nicht verzögern darf. Mindestens 2 (besser 3) Blutkultursets entnehmen, möglichst noch vor der ersten Antibiotikagabe.

Hinweis: Es besteht keine Korrelation zwischen Fieberanstieg und hoher Bakterienlast im Blut und die Einmalpunktion zur Blutkulturdiagnostik ist der Mehrfachpunktion an unterschiedlichen Stellen nicht unterlegen.

Das höhere Blutvolumen erhöht die Rate positiver Blutkulturen und verringert auch die Kontaminationsrate. Die kalkulierte Antibiotikatherapie kann schneller begonnen werden.

[A. Ekwall-Larson, D. Yu, P. Dinnézt, H. Nordqvist, V. Özenci – Single-Site Sampling versus Multisite Sampling for Blood Cultures: a Retrospective Clinical Study – J Clin Microbiol 2022 Feb 16;60(2):e01935-21]

Korrekte Beschriftung. Rascher Transport.

Der frühe Therapiebeginn ist entscheidend, andernfalls steigt infolge inadäquater Initialtherapie das Risiko zu versterben (Mortalitätsrisiko beim septischen Schock > 40 %). Die Antibiotikatherapie sollte im Rahmen der kalkulierten Therapie so gewählt werden, dass alle in Frage kommenden Erreger miterfasst werden.

Bewährt hat sich in diesem Kontext die *Tarragona-Strategie*:

- *Look at your patient*
(Vorerkrankungen, Infektionsfokus bzw. Zielgewebe, erwartetes Erregerspektrum)
- *Listen to your hospital*
(lokale Resistenzstatistik)
- *Hit hard and early*
(Antiinfektiva früh und ausreichend dosiert verabreichen)
- *Get to the point*
(Gewebespiegel im Zielorgan erreichen)
- *Focus, focus, focus*
(ständige Reevaluation – Eskalation oder idealerweise Deeskalation)

Die Wahl des geeigneten Antibiotikums sollte sich an der optimalen Dosis, der Pharmakokinetik sowie der Gewebepenetration bzw. dem Fokus orientieren und nicht an der Unterscheidung bakteriostatisch – bakterizid. Bakteriostatische Regime sind nur dann unterlegen, wenn sie unterdosierte oder keine ausreichenden Wirkkonzentrationen am Zielorgan erreichen.

[N. Wald-Dickler, P. Holtom, B. Spellberg – Busting the Myth of „Static vs Cidal“: A Systematic Literature Review – Clin Infect Dis 2017 Dec 26; 66(9) 1470-1474]

Für den Therapieerfolg ist die erste hoch dosierte Gabe besonders wichtig, diese ist auch bei Leber- oder Niereninsuffizienzen für die Erstgabe identisch zu organgesunden Patienten.

Mögliche kalkulierte Antibiotikatherapie:

Fokus	nosokomial		ambulant		
	Antibiotikum	Dosierung	Antibiotikum	Dosierung	
Unbekannt	Meropenem + (Ciprofloxacin)	3 x 2g* 3 x 400mg	Piperacillin- Tazobactam + (Ciprofloxacin)	4 x 4,5g* 3 x 400mg	
Atemwegstrakt	Piperacillin- Tazobactam + (Ciprofloxacin)	4 x 4,5g* 3 x 400mg	Piperacillin- Tazobactam + Clarithromycin	4 x 4,5g* 2 x 500mg	
Urogenitaltrakt	Meropenem	3 x 2g*	Ceftriaxon	1 x 2g	lokale Resistenzen auf E.coli beachten!
Galle	Piperacillin- Tazobactam	4 x 4,5g*	Piperacillin- Tazobactam	4 x 4,5g*	
Abdomen	Imipenem	3 x 1g*	Piperacillin- Tazobactam	4 x 4,5g*	
Haut Weichgewebe	Meropenem + Clindamycin	3 x 2g* 3 x 900mg	Piperacillin- Tazobactam + Clindamycin	4 x 4,5g* 3 x 900mg	Clindamycin als „Toxin-Fänger“
Katheter- assoziiert	Vancomycin + Piperacillin- Tazobactam	2 x 15mg/kg 4 x 4,5g*			
MRSA-Risiko	+ Linezolid + Vancomycin	2 x 600mg 2 x 15mg/kg			Bei pneumogener Sepsis um Linezolid ergänzen.
MRGN-Risiko	Carbapeneme einsetzen				Vorbefunde beachten
VRE-Risiko	+ Linezolid, Tigezyklin				
Candida- Risiko	+ Echinocandin				

*prolongiertes Infusionsregime mit Loading dose und anschließender Infusion mit verlängerter Infusionsdauer (z.B. 3h)

Grundsätzlich muss jede antiinfektive Therapie nach 2 – 4 Tagen reevaluiert werden!
(nach Erhalt der Resistogramme, anhand klinischer Parameter)
Es sollte frühzeitig eine Deeskalation angestrebt werden.

Bei Verdacht auf eine Toxin-Beteiligung (Toxic shock Syndrom) durch Staphylokokken oder Streptokokken immer um Clindamycin ergänzen. Sollte zusätzlich noch MRSA in Betracht kommen, wäre auch Linezolid (als „Toxinfänger“) in dieser Funktion einsetzbar.

Pneumonie

Auch bei dieser Infektionsentität ist zwischen ambulanten und nosokomialen Infektionen zu unterscheiden.

Ambulant erworbene Pneumonie (CAP)

Die CAP ist die häufigste zur Hospitalisierung führende Infektionserkrankung und bleibt mit einer erheblichen Morbidität und Letalität verbunden. Die Infektion wurde außerhalb des Krankenhauses erworben (Nachweis bei Aufnahme bzw. bis zu 48 h nach Aufnahme).

Definition: akute oder chronische Entzündung des Alveolarraumes u./od. Interstitiums. Nachweis eines Infiltrates im Röntgenbild des Thorax.

Diagnostic Stewardship:

- Entnahme von mindestens 2 Blutkultursets (BK)
- bakterielle Sputum-Diagnostik (bei purulentem Sputum)
- Legionellenantigennachweis im Urin
- Ein Urinantigentest auf Pneumokokken kann erwogen werden, der bei positivem Test ggf. zur Therapiefokussierung verwendet werden kann.
- saisonal Testung auf SARS-CoV-2 und Influenza A/B

Auswertung:

- Der Urin-Antigentest auf Legionellen detektiert mit einer Sensitivität von 75 % und einer Spezifität von 99 % Legionella pneumophila Serotyp 1 (sollte mit anderen Serogruppen gerechnet werden, muss eine PCR/kultureller Nachweis aus respiratorischen Materialien erfolgen), d.h. eine Legionellose kann nicht zu 100% ausgeschlossen werden, bei positivem Befund ist sie aber hochwahrscheinlich.
- Sputum: Proben mit >25 Granulozyten und <10 (-25) Plattenepithelzellen pro Gesichtsfeld bei 80-100-facher Vergrößerung erfüllen die Qualitätskriterien für eine Sputum-Kultur.
- Interpretation von Sputum-Kulturen:

Häufige und mögliche Erreger	Seltene Erreger	Keine Erreger → in der Regel keine Therapieindikation
<ul style="list-style-type: none">• Streptococcus pneumoniae• H. influenzae• Staphylococcus aureus	<ul style="list-style-type: none">• Enterobakterien (E. coli, K. pneumoniae, Proteus mirabilis)• Pseudomonas aeruginosa	<ul style="list-style-type: none">• vergrünend wachsende Streptokokken• Staph. epidermidis und andere koagulase-negative Staphylokokken• Enterokokken• Corynebakterien• Neisserien (außer sehr selten N. meningitis)• Haemophilus spp. (außer H. influenzae)• Candida spp.

Zusätzlich wird die CAP noch nach Schweregrad in die Gruppen 1a, 1b und 2 eingeteilt (S3 Leitlinie „Behandlung von Patienten mit ambulant erworbener Pneumonie – Update 2021).

Die Gruppe 1a wird als leichtere Form der Pneumonie beschrieben, die Gruppe 1b als schwere Form, während bei der Gruppe 2 noch zusätzliche Komorbiditäten hinzukommen, die eine infauste Prognose ergeben (oft erst im Laufe der Behandlung erkennbar) und die Palliation dann das Therapieziel definiert.

Die Risikostratifizierung sollte anhand des **CRB-65 Index** erfolgen, der mithilfe von 3 weiteren Parametern (Sauerstoffsättigung, Komorbidität und chronische Bettlägerigkeit) noch optimiert wird.

Parameter	Punkt	Index Score	Major Kriterien	Intubation / maschinelle Beatmung
Bewusstseinstörung (Confusion)	1	← CRB-65	Minor-Kriterien	Vasopressorengabe < 4h
Atemfrequenz ≥ 30/min. (Respiratory rate)	1			schwere resp. Insuffizienz p _a O ₂ < 55mmHg
Blutdruck p _d ≤ 60 mmHg oder p _s < 90 mmHg (Blood pressure)	1			Atemfrequenz ≥ 30
Lebensalter ≥ 65 Jahre	1			Multilobuläre Infiltrate im RTX
Zusätzliche Parameter		→ ATS-Score	Minor-Kriterien	Bewusstseinstörung neu aufgetreten
Sauerstoffsättigung sO ₂ < 90%	1			p _s < 90 mmHg mit aggressiver Volumentherapie
Potentielle instabile Komorbidität	1			akutes Nierenversagen
Chronische Bettlägerigkeit (≥ 50% des Tages)	1			Leukopenie (L < 4.000/μl)

Patienten mit einem Punktwert ≥1 haben ein erhöhtes Letalitätsrisiko und eine Indikation für eine stationäre Aufnahme. Patienten ohne soziale Kontraindikationen, die keines der genannten Kriterien aufweisen (Punktwert 0) und Medikamente oral einnehmen können, können ambulant behandelt werden (Verlaufskontrolle obligat).

Die Aufnahmekriterien auf eine Intensivstation (ICU) werden über den **ATS-Score** beschrieben, der bei 1 Major-Kriterium oder 2 Minor-Kriterien als positiv gewertet wird. Auch hier ist ein sofortiger Therapiebeginn (innerhalb von max. 4 h, besser noch innerhalb der ersten Stunde) indiziert.

Mögliche kalkulierte Antibiotikatherapie:

Indikation	Antibiotikum	Dosis	Dauer
CAP			
mit Indikation zur Hospitalisierung (CRB-65 >1)	Ampicillin-Sulbactam ± Azithromycin* oder ± Clarithromycin*	3 x 3g KI 1 x 500mg i.v. 2 x 500mg i.v.	5 – 7d (vor Therapieende klinische Stabilisierung von mind. 2d) 3d (sofern Ausschluss von atypischen Erregern erfolgt ist) 3d (sofern Ausschluss von atypischen Erregern erfolgt ist)
mit Indikation zur ICU (positiver ATS-Score)	Piperacillin-Tazobactam + Azithromycin* oder + Clarithromycin*	4 x 4,5g i.v.** 1 x 500mg i.v. 2 x 500mg i.v.	7d (vor Therapieende klinische Stabilisierung von mind. 2d) 3d (sofern Ausschluss von atypischen Erregern erfolgt ist) 3d (sofern Ausschluss von atypischen Erregern erfolgt ist)
MRGN-Risiko	Carbapeneme einsetzen		
MRSA-Risiko	+ Linezolid	2 x 600mg i.v.	

* Interaktionen mit Ko-Medikation berücksichtigen:

Clarithromycin und Statine bzw. Antikoagulantien sowie zwischen Makroliden und QT-Zeit verlängernden Medikamenten; unter den Makroliden weist Azithromycin deutliche Vorteile gegenüber Clarithromycin auf und sollte daher besonders bei älteren Patienten bzw. Interaktions-relevanter Ko-Medikation eingesetzt werden. Innerhalb der Makrolide ist das Interaktionspotential und die Gefahr der QT-Zeit Verlängerung beim Einsatz von Azithromycin am geringsten.

**prolongiertes Infusionsregime mit Loading dose und anschließender Infusion mit verlängerter Infusionsdauer (z.B. 3h)

Nosokomial erworbene Pneumonie (HAP)

Sie tritt frühestens 48 Stunden nach Krankenhausaufnahme auf und kann bis zu 3 Monaten nach Klinikaufhalten vorkommen.

Klinisch können Pneumonien noch in eine VAP (ventilator-associated pneumoniae) und eine Pneumonie bei spontan atmenden Patienten bzw. nicht-invasiv beatmeten Patienten (nvHAP) unterschieden werden.

Sie werden zu 85 % durch endogene (körpereigene Flora des Patienten) und zu 15 % durch exogene Erreger (direkter oder indirekter Kontakt mit der Patientenumgebung) verursacht.

Erregerspektrum HAP
Enterobacteriales (z.B. E. coli, Klebsiella spp. Enterobacter spp.)
Haemophilus influenzae
S. aureus
Streptococcus pneumoniae

Risikofaktoren für MRE (multiresistente Erreger) sollten Berücksichtigung finden:

- Voraufenthalte auf ICU (intensive care unit) (vergangenes Jahr)
- antimikrobielle Vortherapien (bis zu 3 Monate)
- Hospitalisierungen ≥ 5 Tage
- Invasive Beatmung (> 5 Tage)
- Septischer Schock, Sepsis-assoziierte akute Organdysfunktionen
- Mangelernährung
- Strukturelle Lungenerkrankungen (z.B. Mukoviszidose, Bronchiektasen, COPD)
- Bekannte Kolonisation mit MRE
- Aufnahme aus LZ-Bereichen (Dialyse, Beatmungs-WG/-Heim, Früh-Reha)
- Medizinische Versorgung im Ausland (Süd- oder Osteuropa, Afrika, Naher Osten, Asien)
- Tracheostomaträger, offene Hautwunden

Mögliches Erregerspektrum bei Risikofaktoren:

Risikofaktor	Erregerspektrum
Strukturelle Lungenerkrankungen (z.B. COPD, Bronchiektasen, Mukoviszidose)	Pseudomonas aeruginosa, Enterobacteriaceae
Steroidtherapie ($\geq 20\text{mg/d}$ über > 2 Wochen) = schwere Immunsuppression)	Legionellen, Nokardien, Aspergillen
Neutropenie (angeboren od. chemotherapie-induziert)	MSSA, MRSA, Enterobacteriaceae inkl. Pseudomonas aeruginosa, Aspergillen, CMV
Humorale Immundefizienz (B-Zellen, Immunglobuline) z.B. Splenektomie, hämatologische Neoplasie, anti-CD20-Antikörper, CVID (variables Immundefektsyndrom)	Streptococcus pneumoniae, Haemophilus spp., Neisseria spp.
Zelluläre Immundefizienz (T-Zellen) z.B. nach Organtransplantationen, HIV, hämatologische Neoplasien, anti-TNF- α Therapie	Myokardien, Nokardien, Pneumocystes jrovecii, CMV, Kryptokokken, Legionellen
ZNS-Erkrankung mit Bewusstseinstörung, V.a. Aspiration	MSSA, MRSA, anaerobe Bakterien
Reiseanamnese (Hotelaufenthalt – Whirlpool)	Legionellen
Reisen in Länder mit endemisch hohem MRE-Aufkommen	Carbapenemase bildende Bakterien z.B. Enterobacteriaceae, Pseudomonas aeruginosa, MRSA

Mögliche kalkulierte Antibiotikatherapie:

Indikation	Antibiotikum	Dosis	Dauer
Nosokomiale Pneumonie			
Keine RF für MRE nicht ICU	Ampicillin-Sulbactam	4 x 3g KI	7 - 8 d (bei positivem klinischen Verlauf) Pneumokokken 7d, Enterobacteriaceae 8d, P. aeruginosa 8-10d, atyp. Pneumonieerreger 10d
RF für Pseudomonas aeruginosa mit Indikation zur ICU	Piperacillin-Tazobactam ± Ciprofloxacin*	4 x 4,5g** 3 x 400mg	7 - 8d (bei immunsupprimierten Patienten, CF-Patienten, Abszessen oder nekrotisierenden Pneumonien verlängert sich die Therapiedauer je nach Klinik/PCT Verlauf)
MRGN-Risiko	Carbapeneme einsetzen z.B. Meropenem	3 x 2g**	
MRSA-Risiko	+ Linezolid	2 x 600mg	

* Interaktionen mit Ko-Medikation berücksichtigen: Fluorchinolone mit anderen QT-Zeit verlängernden Substanzen.

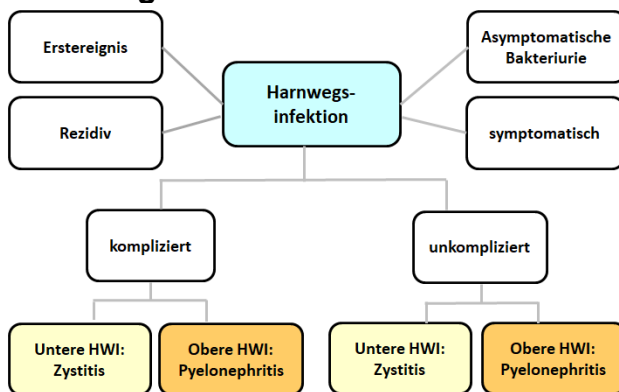
**prolongiertes Infusionsregime mit Loading dose und anschließender Infusion mit verlängerter Infusionsdauer (z.B. 3h)

Nach Erhalt der mikrobiologischen Befunde (*Diagnostic Stewardship* auch bei der nosokomialen Pneumonie beachten mit BK, Sputum, TS und ggf. PCR-Diagnostik auf Viren u.a. zu berücksichtigende Mikroorganismen laut Risikoprofil) **gezielte Therapie der Erreger!**

- Fokussierung der Initialtherapie bei relevantem Erregernachweis.
- Bei Patienten mit klinischer Stabilisierung soll die Therapie auch ohne Erregernachweis deeskaliert werden.
- Die Therapiedauer sollte i.d.R. 7-8 Tage betragen.

Harnwegsinfektionen (HWI)

Einteilung



Definitionen

Unkomplizierte Harnwegsinfektionen

- Keine funktionellen oder anatomischen Anomalien im Harntrakt und
- keine relevanten Nierenfunktionsstörungen und
- keine relevanten Begleiterkrankungen, die eine Harnwegsinfektion bzw. eine gravierende Komplikation begünstigen würden.

In der Regel nur jüngere Frauen (<60 Jahre), die nicht schwanger sind! aber: Es gibt natürlich auch unkomplizierte HWI bei "fitten" älteren Patientinnen.

Komplizierte Harnwegsinfektionen

- Männer
- Anatomische oder funktionelle Veränderungen
- Störung der Immunität
- Einbringen von Fremdkörpern

Rezidivierende Harnwegsinfektionen

≥2 symptomatische Episoden innerhalb von 6 Monaten oder ≥3 symptomatische Infekte innerhalb von 12 Monaten (Ausnahme: ≥2 symptomatische Episoden während der Schwangerschaft).

Ambulant versus nosokomial

Katheter assoziierte Harnwegsinfektionen

HWI, die bei liegendem Blasenkatheter oder innerhalb von 48 h nach Ziehen eines Blasenkatheters auftreten.

Diagnostic Stewardship

- Die Uringewinnung muss unter aseptischen Bedingungen erfolgen!
- Resistenzstatistik beachten:
 - Ab einer Erreger-Resistenz >20 % steht R ⇒ für die kalkulierte Therapie nicht geeignet.
 - eine Auswertung erfolgt erst bei >20 Isolaten.
- Leukozyturie (sensitiv, aber unspezifisch) falsch neg. bei Neutropenie, Vit-C Einnahme (im Teststreifen), bei ABX-Therapie.
- Nitrit oft auch bei asymptomatischer Bakteriurie (>70 %) positiv und nur bei Enterobakterien, wenn der Urin >4 h in der Harnblase war.
- Nicht zur Diagnose geeignet sind unangenehmer oder veränderter Uringeruch, trüber oder flockiger Urin (nur, wenn makroskopisch eindeutig Eiter zu sehen ist).
- Bei Urosepsis immer auch an Blutkulturen (2 Sets) denken.

HWI sind in der Regel klinische Diagnosen

Positive Urinkultur:

- ≤2 Erreger
- gleichzeitig positive Blutkultur (gleicher Erreger)
- Die früher gebräuchliche „Kass-Zahl“ (≥10⁵ KBE/ml) eines Uropathogens zur Diagnose einer Harnwegsinfektion ist weder sensitiv noch spezifisch.

Unkomplizierte Zystitis

Ziel: Rasches Abklingen der klinischen Symptome (Die Wahrscheinlichkeit für den Übergang in eine Pyelonephritis liegt bei ca. 2 %).

- Spontane klinische Heilungsrate ca. 30-50 % innerhalb einer Woche.
- Antibiose für eine schnellere (bis zu 2 Tage) sowie bessere klinische und mikrobiologische Heilung plus Vermeidung einer Reinfektion.

Bei der akuten unkomplizierten Zystitis stellt die alleinige symptomatische Therapie (z.B. Ibuprofen) eine vertretbare Alternative zur sofortigen antibiotischen Behandlung

dar.

Ausführliche Aufklärung über leicht erhöhtes Pyelonephritis Risiko sollte erfolgen.

Auswahl des Antibiotikums:

- Relevante, echte Allergie? Anamnese!
- Häufigster Erreger: E. coli – Resistenzraten beachten!

Bei Resistenzraten >10 % ist das Risiko für ein Therapieversagen größer als der Therapievorteil!

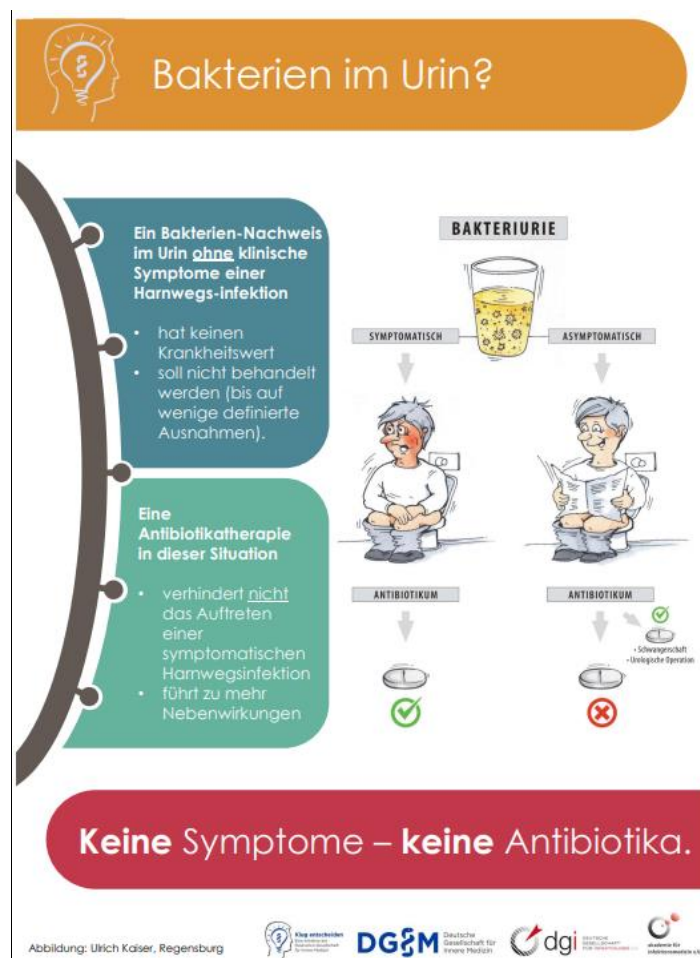
CAVE: Kollateralschäden durch Resistenzentwicklung und Auslösung von CDI (Clostridium difficile assoziierter Diarrhoe).

Keine Therapiekontrolle bei sonst gesunden Frauen und Beschwerdefreiheit!
Bei Therapieversagen: Untersuchung (ggf. Sono) + Diagnostik (Resistogramm explizit zusätzlich auf: Pivmecillinam, Nitrofurantoin, Cefpodoxim und Fosfomycin anfordern), ggf. AB-Wechsel.

Asymptomatische Bakteriurie (ABU)

Bei asymptomatischer Bakteriurie und Candidurie ist keine Therapie erforderlich!

Ausnahmen: Schwangerschaft, Z.n. Nierentransplantation, vor geplanten urologischen Interventionen, rezidivierende HWIe bei Kindern.



Quelle: DGI

In der Schwangerschaft: Möglichst keine kalkulierte, sondern gezielte Therapie nach Antibiotogramm!

- Nach Ende der Antibiotikatherapie Urin-Kultur ⇒ Kontrolle der Keimelimination.
- Therapiekontrollen 1 Woche und 4 Wochen nach beendeter Therapie und vor Geburt.
- Bei weiterbestehender Bakteriurie längere Therapiedauer, ggf. Prophylaxe bis zur Entbindung (z.B. Amoxicillin bei Enterokokken oder Cefalexin in einer Dosierung von 1 x 125 – 250 mg p.o.).
- 20 – 40 % der Patientinnen mit einer asymptomatischen Bakteriurie in der Frühschwangerschaft entwickeln später eine Pyelonephritis. [Screening ab der 12.-16. SSW]

Komplizierte Zystitis

Falls direkt eine kalkulierte Antibiotikatherapie erforderlich ist, die vorangegangene Antibiotikatherapie berücksichtigen.

Wenn klinisch vertretbar: Urinkulturbefund (Resistogramm) möglichst abwarten.

MEMO:

- Bei MSSA/MRSA im Urin und Sepsis: adäquate Fokussuche forcieren! Selten Urosepsis.
- Ein Delir ist kein Zeichen einer Zystitis.
- Bei Querschnittsymptomatik oft keine typischen Zystitis-Symptome, sondern Blasenspastik und Reflexinkontinenz zunehmend.

Katheter-assoziierte Zystitis

Bei bewusstlosen Patienten (z.B. auf der Intensivstation) sind klinische Kriterien oft nicht zu erheben.

Zystitis-Symptome sind bei Patienten mit Blasenkatheter oft durch den Katheter selbst verursacht, d.h. die Katheter-assoziierte Zystitis kann klinisch nur nach Entfernung des Katheters gestellt werden.

Diagnostic Stewardship

Vor Abnahme der Urinkultur den Katheter (bei einer Liegedauer >14 d) wechseln, denn sonst stört der Biofilm die Kulturinterpretation.

Tägliche Indikationsprüfung!

- Pro Tag steigt die Kolonisationsrate (=ABU) um 3-5 %.
- Nach 4 Wochen Liegedauer sind fast 100 % der Patienten kolonisiert!

Gezielte Therapie nach Erregernachweis und Resistogramm, wenn klinisch möglich!
Bei Bakteriämie immer kalkulierte Therapie.

Pyelonephritis: Nierenbeckenentzündung mit Einschluss des Nierenparenchyms, kann mit und ohne Symptomatik auch bei einer akuten unkomplizierten Zystitis vorliegen.

Urosepsis: Klinische Kriterien einer Harnwegsinfektion **plus Sepsis-Kriterien.**

- Eine unauffällige Bildgebung spricht bei passender Klinik nicht gegen eine Pyelonephritis.
- Ein positiver Urinstix oder eine positive Urinkultur machen aus einer Sepsis keine Urosepsis. Selbst eine positive Urinkultur mit Bakteriämie (gleicher Erreger) sichert die Diagnose nicht post hoc, macht sie gleichwohl aber sicher wahrscheinlicher.
- Bei Sepsis ohne Fokus dennoch Urinkulturbefunde bei der empirischen AB-Therapie berücksichtigen, sofern es sich um häufige Sepsis-Erreger und virulente Spezies wie Enterobakterien, Pseudomonas aeruginosa oder Staphylococcus aureus handelt.
- Memo: Adäquate Fokussuche nicht vernachlässigen! Immer Diagnostik!

CAVE:

Patienten die klinisch nicht oder kaum auf Antibiotika ansprechen (z.B. persistierendes Fieber) ⇒ an intrarenalen oder perinephritischen Abszess denken! Die Therapiedauer würde sich dann auf 2 - 3 Wochen verlängern. Bei größeren Abszessen (>5 cm) ist i.d.R. auch eine Drainagen Einlage bzw. OP erforderlich (Urologisches-Konsil).

Mögliche kalkulierte Antibiotikatherapie:

Indikation	Antibiotikum	Dosis	Dauer
Harnwegsinfektion			
unkompliziert	Pivmecillinam	3 x 400mg p.o.	3 Tage
Asymptomatische Bakteriurie (ABU) * nur bei Indikation (vor urologischen Interventionen, in der Schwangerschaft ...)	Pivmecillinam	3 x 400mg p.o.	3 Tage
kompliziert	Cefuroxim	4 x 1,5g i.v.	7 – 10 –14 Tage Therapie möglichst erst nach Resistogramm (Urinkultur/ BK-Sets) Bei raschem Ansprechen 7 Tage, bei schwerem Verlauf eher 10 – 14 Tage
Pyelonephritis			
unkompliziert	Levofloxacin	1 x 500mg p.o.	7 – 10 Tage
kompliziert/Urosepsis	Piperacillin-Tazobactam	4 x 4,5g i.v.**	10 – 14 Tage

**prolongiertes Infusionsregime mit Loading dose und anschließender Infusion mit verlängerter Infusionsdauer (z.B. 3h)

Die Mehrzahl der HWI weist E. coli als verursachenden Erreger auf. Ab einer Resistenzrate für E. coli von über >20 % ist das Antibiotikum nicht für die kalkulierte Therapie geeignet!
Die Resistenzstatistik von E.coli muss dahingehend jährlich berücksichtigt werden.

Gefäßkatheter-assoziierte Infektionen

Sprachgebrauch:

a) Epidemiologische Definition:

CLABSI – central line associated bloodstream infection:

Primäre Blutstrominfektion ohne Hinweis auf einen Fokus an anderer Stelle bei einem Patienten mit einem Gefäßkatheter (bei Abnahme oder in einem Zeitfenster von 48 h vor Abnahme der Blutkultur vorhanden).

b) Klinische Definition:

CRBSI – catheter-related bloodstream infection:

Blutstrominfektion, die gesichert oder wahrscheinlich von einem Gefäßkatheter ausgeht.

Diagnostic Stewardship:

- Entnahme von mindestens 2 (Paar) Blutkultursets.
 - Mindestens 1 Paar aus dem Katheter nach sorgfältiger Desinfektion des Katheterhubs.
 - Mindestens 1 Paar von einer anderen Punktionsstelle (ideal periphere Vene).
 - DTP (Differential Time to Positivity) anfordern.
- Gegebenenfalls Katheterspitze (nur wenn die Einstichstelle nicht sichtbar kontaminiert/infiziert ist) einsenden – nur sinnvoll in Kombination mit Blutkultursets.
- Kontroll-Blutkulturen 48-72 h nach Beginn der antibiotischen Therapie bei einem Keimnachweis von: Candida spp. und Staph. aureus oder Staph. lugdunensis

Auswertung:

Katheter **SICHER** als Quelle der Bakteriämie:

- Wenn die gleiche Erregerspezies, die in der (peripher-)venös abgenommenen Blutkultur gefunden wurde und gegebenenfalls an der Katheterspitze (>15 KBE) nachgewiesen wird.

Katheter **WAHRSCHEINLICH** als Quelle der Bakteriämie:

- Wenn bei gepaarten (parallelen) Blutkulturen für die Blutkultur aus dem Katheter mindestens 2 h schneller ein positives Signal im Blutkulturautomaten dokumentiert wird (DTP).
- Wenn „gepaarte Blutkulturen“ aus unterschiedlichen Schenkeln eines ZVK entnommen wurden und sich zwischen diesen Kulturen eine DTP <2 h ergibt.

Erregerspektrum

Häufige und mögliche Erreger	Seltene Erreger	Immunsupprimierte Patienten
<ul style="list-style-type: none"> • Staphylokokken • Staphylococcus aureus • Enterokokken • Streptokokken und andere Hautkeime • Enterobakterien (E.coli, Klebsiellen, Pseudomonas aeruginosa) 	<ul style="list-style-type: none"> • Acinetobacter spp. • Stenotrophomonas maltophilia 	<ul style="list-style-type: none"> • Candida spp.

Zusätzlich können die Katheter-assoziierten Infektionen (positive Katheterkultur, Bakteriämie, Klinik) noch unterteilt werden in:

Unkompliziert

- Ansprechen auf antibiotische Therapie (Entfieberung und negative Kontrollblutkulturen) innerhalb von 48 -72 h nach Beginn der Antibiotikatherapie.
- Kein Nachweis von Endokarditis, septischer Thrombophlebitis u./o. *S. aureus*, *S. lugdunensis*, *Candida spp.*, keine Immunsuppression und keine maligne Grunderkrankung.

Kompliziert

- Fortbestehen positiver Blutkulturen ≥ 48 h nach Therapiebeginn mit adäquatem Antibiotikum.
- Auftreten einer Endokarditis, Osteomyelitis, septischen Thrombophlebitis oder Embolien, Bildung von Abszessen.
- Persistierende Bakteriämie länger als 72 h nach Entfernung des Katheters.

Management:

1. Katheter, wenn medizinisch möglich, entfernen.
2. Katheter immer entfernen bei einem Nachweis von:
 - *Staphylococcus aureus*, *S. lugdunensis*
 - *Pseudomonas aeruginosa*
 - *Candida spp.*
3. Katheter-Entfernung obligat bei:
 - persistierendem Fieber
 - Schmerzen, Rötung, Induration oder Exsudation an der Katheter-Einstichstelle
 - Fieber nach Beendigung der antibiotischen Therapie
 - weiterhin positiven Kontroll-Blutkulturen (≥ 48 h bei Kurzzeitkathetern, ≥ 72 h bei Langzeitkathetern nach Therapiebeginn)
 - Auftreten von Komplikationen: Endokarditis, Abszedierungen, Thrombophlebitis

Tabelle: Management bei Langzeitkatheter-Infektion (positive Blutkultur):

Erreger-Nachweis	Katheter	Antibiotische Therapie	Therapiedauer
<i>Staph. aureus, S. lugdunensis</i> Kontrollblutkulturen 48h nach Therapiebeginn	ex	ja	Mind. 14 Tage detaillierte Therapieempfehlungen im Kapitel Staph. aureus-Bakteriämie
<i>P. aeruginosa</i>	ex	ja	10-14 Tage
<i>Candida spp.</i> Kontrollblutkulturen 48h nach Therapiebeginn	ex	ja	14 Tage nach 1. negativer Blutkultur
Enterokokken	Optional belassen/ besser ex ex bei Nichtansprechen der Therapie	ja	7-14 Tage
Enterobacterales	Optional belassen/ besser ex ex bei Nichtansprechen der Therapie	ja	7-14 Tage
Koagulase-negative Staphylokokken	Optional belassen/ besser ex ex bei Nichtansprechen der Therapie	ja	10-14 Tage

Mögliche kalkulierte Antibiotikatherapie:

Indikation	Antibiotikum	i.v.-Dosis/d	Dauer
V.a. Katheter-Infektion (inkl. MRSA-Risiko)	Vancomycin** + Piperacillin/Tazobactam oder Meropenem	2 x 15 mg/kg 3 - 4 x 4/0,5g 3 x 2 g	Bis Erregernachweis, dann gezielte Therapie
V.a. Katheter-Infektion <u>UND</u> Penicillin-Allergie	Vancomycin** + Fosfomycin	2 x 15 mg/kg 3 x 5 g	
V.a. Katheter-Infektion <u>UND</u> Candida-Risiko***	+ Echinocandin z.B. Anidulafungin	Initial: 1 x 200 mg, dann 1 x 100 mg	

** TDM: regelmäßige Medikamenten-Spiegelkontrollen und Kontrolle der Retentionswerte

*** Candida-Risiko bei:

- septische Patienten mit parenteraler Ernährung/ Langzeittherapie mit Breitbandantibiotika/hämatologischen Erkrankungen
- kritisch kranker Patient mit Femoraliskatheter als möglichem Fokus
- Candida-Kolonisation an multiplen Stellen

Sonderfälle

Nosokomiale Candidämie bei Katheterinfektion

Vorgehen:

- Empfindlichkeitsprüfung veranlassen („Resistogramm“).
- Beginn einer antimykotischen Therapie (mit Echinocandin) so schnell wie möglich.
- Falls noch nicht erfolgt, Katheterentfernung oder Wechsel unter antimykotischer Therapie.
- Tägliche Kontroll-Blutkulturen bis zur ersten negativen Blutkultur.
- Vor Therapieende sollte durch einen Ophthalmologen eine Chorioretinitis oder Endophthalmitis ausgeschlossen werden.
- bei persistierender Candidämie muss eine erweiterte Fokussuche (weitere Katheter/Implantate, Endokarditis, tertiäre Peritonitis, Osteomyelitis/ Spondylodiszitis, Abszesse) erfolgen.

Staph. aureus-Bakteriämie (SAB) bei Katheterinfektion – MSSA und MRSA

Vorgehen:

- Antibiotische Therapie nach Resistogramm.
- Bei Vorhandensein von Implantaten, insbesondere, wenn diese den Infektionsherd darstellen, ist die zusätzliche Gabe einer Biofilm-aktiven Substanz (Rifampicin, Fosfomycin) indiziert.
- Falls noch nicht erfolgt, Katheterentfernung oder Wechsel unter antibiotischer Therapie.
- Kontroll-Blutkulturen 48 h nach Beginn der antibiotischen Therapie.
- Kontroll-Blutkulturen mindestens alle 48 h bis zur ersten negativen Blutkultur.
- Durchführung einer TEE, bei nicht eindeutigem Befund und weiterhin bestehendem klinischen Verdacht Kontrolle nach ca. 7 Tagen.
- Fokussuche nach septischen Metastasen.

Unterteilung

	Unkomplizierte Form	Komplizierte Form
Kennzeichen	kein Organfokus (Endokarditis, Spondylodiszitis, Osteomyelitis) bzw. infiziertes Fremdmaterial erste Folgeblutkultur nach Therapiebeginn negativ klinische und laborchemische Besserung innerhalb der ersten Tage keine intravaskulären Implantate/Katheter in situ	ALLE anderen Fälle
Therapie	14 Tage i.v.-Therapie (nach 1. negativer Blutkultur)	mindestens 14 Tage i.v.-Therapie, anschließend Sequenztherapie/orale Folgetherapie Therapiedauer insgesamt 4-6 Wochen

Clostridioides difficile Infektionen (CDI)

Erreger: Sporenbildendes, toxinbildendes, grampositives, obligat anaerob wachsendes Stäbchen mit hoher Umweltresistenz (auch Desinfektionsmittel!).

Eine Infektion mit Clostridioides difficile (früher Clostridium difficile) bleibt bei Gesunden meist asymptomatisch.

Typischerweise kommt es erst im Verlauf einer Antibiotikatherapie (meist 4-10 Tage nach Antibiotikatherapie, selten bis 10 Wochen danach oder schon während der Antibiotikatherapie) zu Beschwerden:

- Antibiotika –assoziierte (pseudomembranöse) Kolitis mit Fieber,
- Bauchschmerzen,
- charakteristischen übelriechenden Durchfällen

und mit möglichen Komplikationen:

- Ileus,
- Sepsis,
- toxisches Megakolon.

Anteil von 10% an allen nosokomialen Infektionen (vierthäufigste Infektionsart). Letalität: 1-2%, kann bei älteren Patienten deutlich höher sein. Es besteht eine Meldepflicht nach Infektionsschutzgesetz (IfSG) bei schwer verlaufenden Fällen, definiert als

- Stationäre Behandlung einer ambulant erworbenen CDI (Symptombeginn vor oder am Tag der stationären Aufnahme, kein Aufenthalt in einer medizinischen Einrichtung innerhalb von 12 Wochen vor Symptombeginn)
- Behandlung der CDI und ihrer Komplikationen auf einer Intensivstation
- Notwendigkeit eines chirurgischen Eingriffs, z. B. einer Kolektomie, aufgrund eines Megakolons, einer Perforation oder einer refraktären Kolitis
- Tod innerhalb von 30 Tagen nach der Diagnosestellung mit CDI als direkte Todesursache oder zum Tode beitragende Erkrankung.

Diagnostic Stewardship:

- Toxin-Nachweis im Stuhl als Stufendiagnostik:
 - Suchtest GDH-Antigennachweis, wenn positiv, dann
 - Bestätigungstest Nachweis des Toxingens mittels PCR.

Allgemeine Regeln:

1. Kolonisierte Patienten ohne Symptome erhalten keine Therapie.
2. Nur bei leichtem Krankheitsbild **kann** bei Patienten ohne Risikofaktoren nach Absetzen des auslösenden Antibiotikums und unter engmaschiger klinischer Beobachtung der Spontanverlauf abgewartet und auf eine spezifische Therapie verzichtet werden.
3. Bei allen anderen Fällen **sollte** frühzeitig eine spezifische Therapie eingeleitet werden.
4. Bei schwerem Krankheitsbild und hochgradigem Verdacht auf eine CDI **kann** eine spezifische Therapie bereits unmittelbar im Anschluss an die Abgabe einer Stuhlprobe zur Diagnostik eingeleitet werden.
5. Einer oralen Therapie (z. B. per Magensonde) ist immer der Vorzug zugegeben. Ist dies nicht möglich oder liegt eine schwere Motilitätsstörung vor, kann Metronidazol (nicht aber Vancomycin) auch parenteral verabreicht werden, da es aktiv in das Darmlumen sezerniert wird.

Mögliche kalkulierte Antibiotikatherapie:

Indikation	Antibiotikum	Dosis	Dauer
Leichte Infektionen			
ohne Risikofaktoren	Fidaxomicin	2 x 200 mg p.o.	10 – (14) Tage
	oder Vancomycin*	4 x 125 mg p.o.	10 – (14) Tage
	Metronidazol (nur wenn 1./2. Wahl nicht verfügbar)	3 x 500 mg p.o.	10 – (14) Tage Verlängerung auf 14 Tage nur bei verzögertem Ansprechen
mit Risikofaktoren **	ggf. PLUS Bezlotoxumab****	10 mg/kg i.v.	einmalig
Mit erhöhtem Rezidivrisiko	Fidaxomicin (1. Wahl)	2 x 200 mg p.o.	10 – (14) Tage Verlängerung auf 14 Tage nur bei verzögertem Ansprechen
Schwere Infektionen ***			
	Fidaxomicin	2 x 200 mg p.o.	10 Tage
	ggf. PLUS Metronidazol oder PLUS Tigezyklin	3 x 500 mg i.v. 2 x 50 mg i.v. (Startdosis 100mg i.v.)	10 Tage 10 Tage
	alternativ: Vancomycin* PLUS Metronidazol oder PLUS Tigezyklin	4 x 125 mg p.o./MS 3 x 500 mg i.v. 2 x 50 mg i.v. (Startdosis 100mg i.v.)	10 Tage 10 Tage 10 Tage
bei Ileussyndromatik	zusätzlich Vancomycin-Einläufe	4 x 500 mg/100 ml rektal	10 Tage
Rezidiv			

1. Rezidiv	Fidaxomicin (1. Wahl) (insbes. wenn Behandlung der Erstinfektion mit Vancomycin)	2 x 200 mg p.o. oder <u>Pulstherapie</u> 2 x 200 mg p.o. 1 x 200 mg p.o.	10 Tage Tag 1- 5, jeden 2. Tag, für 20 Tage
	alternativ: Vancomycin*	<u>Pulstherapie</u> 4 x 125 mg p.o. 2 x 125 mg p.o. 1 x 125 mg p.o. 1 x 125 mg p.o.	10 – 14 Tage, 7 Tage, 7 Tage, alle 2-3 Tage, für 2-8 Wo.
Begleitende Therapie (insbesondere bei Rezidiv innerhalb von 6 Monaten)	(wenn Behandlung der Erstinfektion nur mit Metronidazol)	4 x 125 mg p.o.	10 Tage
	PLUS Bezlotoxumab****	10 mg/kg i.v.	einmalig
Ab 2. Rezidiv	Fidaxomicin (1. Wahl)	Standard oder Pulstherapie p.o.	s.o.
	alternativ: Vancomycin*	Standard oder Pulstherapie p.o.	s.o.
	oder: Vancomycin* anschl. Rifaximin	4 x 125 mg 3 x 400 mg	10 Tage 20 Tage
Begleitende Therapie	PLUS Bezlotoxumab****	10 mg/kg	einmalig
Alternative Therapien			
Fäkale Stuhltransplantation/ Mikrobiomtransfer (zumindest 3 CDI-Episoden sollten adäquat antibiotisch therapiert worden sein)	Koloskopische Stuhl- übertragung in erfahrenen Zentren, nach Vortherapie mit Vancomycin*	4 x 500 mg p.o.	4 Tage
Operative-Therapie	Enge Zusammenarbeit mit der Chirurgie: bei Verschlechterung unter konservativer Therapie (schwere Sepsis/septischer Schock), Peritonitis, Perforation, toxisches Megakolon, akutes Abdomen, therapierefraktärer Ileus, Laktatazidose (OP bevor Laktat > 5mmol/l)		

*Vancomycin p.o.: i.v.-Lösung kann getrunken werden, falls keine Vancomycin-Kapseln gelistet sind

**** Risikofaktoren für Rezidiv:**

- Alter > 65 Jahre
- vorangegangene CDI-Episode

***** Klassifikation einer schweren Infektion (mind. ein Kriterium):**

- Fieber > 38,5 °C
- Leukozytose > 15.000 × 10⁹/l
- Serum-Kreatininanstieg > 50 % des Ausgangswertes

Kennzeichen einer komplizierten (fulminanten) Infektion

- Hypotension (systolischer Blutdruck < 100 mmHg)
- Septischer Schock
- Serum-Laktaterhöhung (≥ 20 mg/dl bzw. ≥ 2,2 mmol/l)
- Ileus
- Toxisches Megakolon
- Perforation
- Fulminante Krankheitsdynamik

- Prädiktoren für eine schwere CDI:

- Alter > 65 Jahre
- Signifikante Komorbidität (z. B. Niereninsuffizienz, Immunsuppression ...)

**** Der Vertrieb ZINPLAVA® (Bezlotoxumab) wurde in Deutschland zum 01.01.2024 eingestellt.

Anmerkung:

Die lokalen Gegebenheiten im eigenen Arbeitsumfeld und die aktuellen Empfehlungen sind immer zu berücksichtigen. Antibiotikaauswahl und -dosierungen sind immer

individuell zu treffen und ggf. anzupassen (u.a. bei begrenztem Zugang zu Fidaxomicin).

Abdominelle Infektionen (Sekundäre und tertiäre Peritonitis)

Abdominelle Infektionen zählen zu einer der häufigsten Ursachen für eine Sepsis und betreffen jährlich ca. 150.000 Patienten. Sie stellen die zweithäufigste Ursache des septischen Schocks dar.

Infektionen können ambulant, als auch nosokomial erworben sein mit allen Schweregraden, die lokalisiert oder diffus/organüberschreitend auftreten.

Bei der Peritonitis handelt es sich um eine Entzündung des Bauchfells, die bakteriell oder chemisch toxisch bedingt ist und unterschiedliche Ursachen hat.

Über 90% der Patienten müssen sich einer chirurgischen Herdsanierung unterziehen und bedürfen je nach Schweregrad auch einer intensivmedizinischen Therapie.

Im Folgenden wird insbesondere auf die sekundäre und tertiäre Peritonitis näher eingegangen.

Einteilung

Nach Ursache		Nach Ausdehnung	
Infektionen intraabdomineller Organe ohne Peritonitis 5-10%	<ul style="list-style-type: none"> • Cholezystitis • Appendizitis • Divertikulitis etc. 	Unkomplizierte intraabdominelle Infektion	<ul style="list-style-type: none"> • max. ein Organ betroffen • Peritoneum nicht involviert
Primäre Peritonitis 1%	<ul style="list-style-type: none"> • spontan bakterielle Peritonitis • Peritonitis bei Peritonealdialyse 		
Sekundäre Peritonitis 80-90%	<ul style="list-style-type: none"> • Ambulant erworben nach Hohlorganperforation 60% • Postoperativ/-interventionell 40% 	Komplizierte intraabdominelle Infektion	<ul style="list-style-type: none"> • Infektion überschreitet das betroffene Organ • Ein oder mehrere Organe betroffen • Lokalisierte oder diffuse Peritonitis
Tertiäre Peritonitis 5-10%	Persistierende intraabdominelle Infektion ohne chirurgisch sanierbaren Fokus		

Diagnostic Stewardship

- obligate klinische Untersuchung
- laborchemische und bildgebende Untersuchung (Abdomen-CT +/- KM)
- adäquate Gewinnung von Probenmaterial

Qualitätsanforderungen für Proben

- Repräsentativ für den infektiologischen Fokus
- mind. 1-2 ml Peritonealflüssigkeit/ Eiter und/oder Gewebe nativ
- Abstriche sind Flüssigkeits- und Gewebeproben deutlich unterlegen!
- Parallel Abnahme von Blutkulturen (mind. 2 Paar)
- Möglichst kurze Transportzeiten
- Präzise Anforderung/ korrekte Materialbezeichnung

Mögliche kalkulierte Antibiotikatherapie:

	Beispiele	Kennzeichen	Kalkulierte Antinfektive Therapie (i.v.)	Alternative bei Penicillin-Allergie (i.v.)	Dauer (Tage)
I Minimale Peritonitis	Akute Cholecystitis, phlegmonöse Appendizitis, "burned-serosa-syndrom" nach endoskop. Polypabtragung, keine Voroperationen	Ambulant erworben, kein MRE-Risiko, Patient hämodynamisch stabil	Cefuroxim 1,5g 3 x tgl. PLUS Metronidazol 0,5g 3 x tgl.	Levofloxacin* 0,5g 1 x tgl. PLUS Metronidazol 0,5g 3 x tgl.	1
II Lokalisierte Peritonitis	Frische Perforation <4h, Abszess, traumatische oder iatrogene Perforation mit Versorgung <24h und vollständiger Fokussanierung	Lokal begrenzt, leicht trübes Exsudat, chirurgisch sanierbar, keine MRE-Risiko, Patient hämodynamisch stabil	Cefuroxim 1,5g 3 x tgl. PLUS Metronidazol 0,5g 3 x tgl.	Levofloxacin* 0,5g 1 x tgl. PLUS Metronidazol 0,5g 3 x tgl.	3
III Ältere/ diffuse Peritonitis	Perforation > 4h, Freie Sigma-perforation	Diffuse, fortgeschrittene lokale Peritonitis, Trübes Exsudat, MRE-Risiko, Patient hämodynamisch stabil oder instabil	Piperacillin/ Tazobactam 4/0,5g 3-4 x tgl. ggf. PLUS Echinocandin aber nur bei Candida Risiko** <u>und</u> bei hämodynamischer Instabilität	Moxifloxacin*400mg 1 x tgl.	5
IV Nosokomiale Peritonitis	Anastomoseninsuffizienz	Diffuse, fortgeschrittene Peritonitis, Patient hämodynamisch stabil oder instabil	Imipenem 1g 3 x tgl. ggf. PLUS - bei MRSA/VRE Linezolid 600mg 2 x tgl. - Echinocandin aber nur bei Candida Risiko** <u>und</u> bei hämodynamischer Instabilität	individuelle Risiko-Nutzen Abwägung ggf. Kombination mit Fosfomycin 5g 3 x tgl.	7-10

* CAVE: Rote Hand Brief für Chinolone, nur nach kritischer Prüfung der Notwendigkeit

** Therapie von Candida spp.

Eine antimykotische Therapie kann sinnvoll sein, wenn es sich um ein schweres Krankheitsbild handelt (Hämodynamische Instabilität) und folgende Risikofaktoren für eine invasive Candidiasis vorliegen:

- Vorheriger längerer Einsatz von Breitspektrumantibiotika
- Systemische Gabe von Glukokortikoiden
- ZVK in situ; parenterale Ernährung
- Kolonisation von mehr als einer Schleimhautregion mit Candida spp.
- Komplizierte abdominalchirurgische Eingriffe (i.d.R. Hohlorganperforationen)
- Granulozytopenie
- ANV oder chron. Dialyse

Mögliche Indikationen für eine antimykotische Therapie (individuelle Risiko-Nutzen Abwägung)	Immer Indikation für eine antimykotische Therapie
<ul style="list-style-type: none"> • Nachweis aus Peritonealflüssigkeit • Nekrotisierende Pankreatitis • Gastrointestinale Perforationen (v.a. im oberen GI-Trakt) • postoperativ nach Anastomoseninsuffizienz • nach Lebertransplantation • zunehmende Keimzahl in Folgekulturen • klinische Verschlechterung bei fehlendem Keimnachweis 	<ul style="list-style-type: none"> • Positive Blutkulturen • Nachweis aus intraoperativ gewonnenen Gewebeprobe

Scores können zusätzlich helfen das Risiko einer invasiven Infektion abzuschätzen. Beispielsweise sei hier der Candida Score von Leon et al. aufgeführt. Ein Wert ≥ 3 ist mit dem Auftreten einer invasiven Candidiasis korreliert.

– OP bei Aufnahme auf ITS	1 Punkt
– Vollständige parenterale Ernährung (TPE)	1 Punkt
– Schwere Sepsis bzw. nach aktuellen Sepsis Kriterien septischer Schock	2 Punkte
– Candida Kolonisation	1 Punkt

Candida Score nach Leon et al. 2006 („A bedside scoring system for early treatment in nonneutropenic critically ill patients with Candida colonisation“, Crit. Care Med. 34(3): 730-737)

Mögliche kalkulierte antimykotische Therapie bei Candida Risiko:

kalkulierte Therapie i.v.	Dauer
Echinocandin z.B. Anidulafungin Loading mit 200mg 1 x tgl. anschließend 100mg 1 x tgl.	3d, bei Nachweis mindestens 14d

Immer Re-Evaluation der Therapie nach 48-72h und gezielte Therapie nach Resistogramm.

Prophylaxe

PAP (Perioperative Antibiotikaphylaxe)

Ziel einer PAP ist unabhängig von der Art des operativen Eingriffes eine Senkung der Rate postoperativer Wundinfektionen (SSI – surgical site infection).

Die SSI stehen jährlich an zweiter bis vierter Stelle der nosokomialen Infektionen. Sie können nach aseptischen Eingriffen in bis zu 5 % und nach intraabdominellen Eingriffen in bis zu 40 % auftreten.

Die Risiken für eine SSI lassen sich in patienteneigene Faktoren und in chirurgische Faktoren (prä-, intra- und postoperative Risiken) unterteilen:

Patienteneigene Faktoren	Chirurgische Faktoren		
	präoperativ	intraoperativ	postoperativ
<ul style="list-style-type: none"> • Alter • Diabetes mellitus • Immuninkompetenz • Reduzierter AZ • Übergewicht • Mangelernährung • ASA > II • MRSA/MSSA Träger • Fieber innerhalb einer Woche vor OP • Weibliches Geschlecht bei Eingriffen am Kolon, Cardiochirurgie • Männl. Geschlecht nach Trauma, in der Gefäßchirurgie, bei Knie-TEP • Dialyse • Hepatitis • Stoma • Drogenabusus • Infektionen anderer Lokalisation • pAVK • Periphere Ödeme • Lymphangitis • Neuropathie • Linksherzversagen nach koronarem Bypass • Rheumatoide Arthritis bei Knie-TEP • Zirrhose 	<ul style="list-style-type: none"> • Notfall-OP • Längerer präoperativer KRH Aufenthalt • Falsches AB • Falscher Zeitpunkt der AB-Gabe • Wundklassifikation kontaminiert-schmutzig • Vorbestrahlung • Hochrisiko-OP • Rezidiv Eingriffe • Steine im Gallengang, Gallenwegsverschluss • CRP hoch • Fremdkörperimplantation • Rasur nicht unmittelbar vor OP • Prä-op DK • Vorausgegangene (neurochirurgische) Eingriffe 	<ul style="list-style-type: none"> • Erfahrung des Chirurgen • OP Dauer > 2h • Kontaminierter OP-Bereich • Bluttransfusion, Albumin-Zufuhr • Mehr als ein Eingriff • Diathermie • Sauerstoffabfall • Unterkühlung • Wundstapler • Unvorhersehbare Komplikationen • OP-Technik • Ineffektive AB-Wirkspiegel • Verfahrenswechsel (LAPS ⇒LAP) • Enterokokken / Enterobacteriaceae / Bacteroides fragilis in der Wunde 	<ul style="list-style-type: none"> • Drainagedauer > 3 Tage • Respiratorische Sepsis • Invasive Techniken (z.B. DK, Thoraxdrainage, Nasensonde, ZVK) • Dialyse • Frühe Re-OP wegen Blutung • Externer Shunt, Leck der Zerebrospinal-Flüssigkeit

Tab.: Risikofaktoren für postoperative Wundinfektionen modifiziert n. Wacha et al.

Eingriffe nach Infektionsrisiko	Wundklasse	Operationskategorie	Risiko [%]
Sauber (aseptisch)	I	aseptische Operationen ohne Eröffnung des GI- oder Respirationstraktes.	1-2
Sauber-kontaminiert (bedingt aseptisch)	II	Saubere Operationen mit Eröffnung des GI-, Urogenital- oder Respirationstraktes ohne Austritt von Inhalt, Operationen an der Mukosa und oder intertriginösen Arealen.	2-10
Kontaminiert	III	Operationen bei akuter Entzündung und/oder Entleerung von Hohlorganinhalt – Durchbrechung der Asepsis bei der Versorgung frischer traumatischer Wunden.	3-15
Stark kontaminiert (septisch)	IV	Operationen bei Eiteransammlungen, nach Perforation von Hohlorganen und allen Verletzungen, Wunden die länger als 4h bestehen.	bis 40

Tab.: Wundklassifikation modifiziert n. Cruse

Indikation zur PAP

Eine PAP ist dann notwendig, wenn das Risiko einer intraoperativen Kontamination des OP-Gebietes mit nachfolgender Infektion gegeben ist (Wundklasse II oder III), oder wenn bei geringem Infektionsrisiko (Wundklasse I) eine erhebliche Mortalität oder Letalität droht.

- Eingriffe mit hohem Keimeintrag (Wundklasse II oder III).
- Eingriffe bei immunsupprimierten Patienten.
- Implantationen von Gefäß- oder Gelenkimplantaten, Osteosynthesematerialien sowie allen anderen alloplastischen Materialien.
- Operationen an großen Gelenke und bei offenen Frakturen.

Zeitpunkt der PAP

Das Optimum liegt bei **30 – 60 Minuten vor Schnitt** in der Regel intravenös.

Die erst nach Hautnaht verabreichte PAP hat keinen Einfluss auf die SSI-Inzidenz.

Ausnahmen:

Vancomycin über 60 – 120 Minuten (dosisabhängig) – Memo: Red man Syndrom bei schnellerer Infusion. Beginn 90 – 120 Minuten vor Schnitt.

Ciprofloxacin über 30 – 60 Minuten, Beginn 90 – 120 Minuten vor Schnitt (dosisabhängig).

Eine Einmaldosis = Single Shot ist bei einer OP-Dauer von 2 - 3 Stunden ausreichend.

Wiederholungsgaben nur in definierten Ausnahmefällen. Keine Prophylaxe >24 Stunden (Ausnahmen definieren).

Indikation zur Wiederholungsgabe:

- Länger dauernder Eingriff (>3 Stunden) – 1-2-fache HWZ der Substanz – Berechnung nach der 1. Dosis.
- Größerer Blutverlust (ab ca. 1,5 l bei 70 kg KG).

Praxistipp:

- Bei Eingriffen unter Blutleere sollte das Antibiotikum 10 Minuten vor Anlage der Blutsperre und eine Folgedosis nach Eröffnen der Blutsperre infundiert werden.
- Bei hohem Blutverlust sollte die 2. Gabe des Antibiotikums nach der Gabe des Blutersatzes erfolgen (bei anhaltender aktiver Blutung nach Kreislauf-Stabilisierung).
- Bei sehr langen OP-Zeiten ist auch eine 3. Dosis zu erwägen - keine aktuellen Empfehlungen.
- Patienten mit PAP benötigen in der Regel keine zusätzliche Endokarditis-Prophylaxe.

Patienten unter antibiotischer Therapie

Antibiotikatherapie für PAP geeignet	Antibiotikatherapie nicht für PAP geeignet
zusätzliche Dosis 30 - 60 min. vor Hautschnitt	zusätzliche PAP wie für OP empfohlen

Besonderheit

Patienten unter Vancomycin-Therapie: Applikation der vollen Dosis, wenn OP ≥ 8 h nach der letzten Gabe, halbe Dosis <8 h, bei normaler Nierenfunktion.

Patienten mit MRE (modifiziert nach Infektiopedia/DGI)

MRSA-Kolonisation	Grundsätzlich ist bei bekanntem MRSA ein Sanierungsversuch erforderlich Vancomycin 1g i.v. ersetzt Cefuroxim oder Ampicillin/Sulbactam (Unacid®)
ESBL-Kolonisation (2/3-MRGN)	Meropenem/Imipenem ersetzt die Standardprophylaxe, außer Ciprofloxacin bei Wirksamkeit gegen ESBL-Bildner Ertapenem ist auch möglich. ggf. RS Mikrobiologie/ABS-Team
4-MRGN	Rücksprache Mikrobiologie/ABS-Team
VRE-Kolonisation	VRE-Kolonisation muss nicht immer Berücksichtigung finden. Linezolid oder Tigazyklin.

Antibiotika für die PAP – Dosierung und Intervalle (mod. nach SWISSNOSO 2015)

Gruppe	Substanz	Initialdosis nach Gewicht (kgKG)		Applikation vor Schnitt	HWZ	Empfohlenes Intervall (h) für die Dosiswiederholung (seit 1. Gabe)		
		< 80	≥ 80 (bei abweichender Empfehlung)			CrCl > 50ml/min	CrCl 20 – 50ml/min	CrCl < 20ml/min
Aminopenicillin + β-Laktam-Inhibitor (BLI)	Ampicillin + Sulbactam	3g (2/1g)		30	1h	3		
Aminopenicillin + β-Laktam-Inhibitor (BLI)	Piperacillin + Tazobactam	4,5g		30	45 min.	3		
Cephalosporin Gruppe 2	Cefuroxim	1,5g	3g	5 (Kurzinfusion)	70 min.	3	6	12
Cephalosporin Gruppe 3a	Cefotaxim	2g						
Fluorchinolon Gruppe 2	Ciprofloxacin	400mg	400mg	30 – 60 120 min. po	3-5	8	12	keine WDH
Aminoglykosid	Gentamicin	3-5mg/kg Max: 540mg		30	1,5-2	keine WDH	keine WDH	keine WDH
Lincosamid	Clindamycin	600mg	900mg	20-30 45 – 120 min. po	2,5	5	5	5
Nitroimidazol	Metronidazol	500mg	500mg	20-60	6-8	8	8	8
Glykopeptid	Vancomycin	15mg/kg 1g ≤ 60kg 1,5g 61-90kg 2g > 90kg Max: 2,5g		≤ 1g – 60 1,5g – 90 2g - 120	4-8	8	16	keine WDH
Carbapenem	Meropenem	2g		30	1	3		
Carbapenem	Imipenem	1g		30	1	3		

Dosierung bei Einschränkung der Nierenfunktion

- Die Dosis bei einmaliger Verabreichung (single dose) ist unabhängig von der Einschränkung der Nierenfunktion.
- Wenn jedoch eine Wiederholung der Dosis indiziert ist, muss das Dosisintervall an die Nierenfunktion angepasst werden.

Dosierung bei Adipositas

- Übergewicht ist ein bekannter Risikofaktor für nosokomiale Infektionen. Darüber hinaus ist Adipositas (BMI >30 kg/m²) ein unabhängiger Risikofaktor für SSI.
- Die Dosierungsempfehlung „One size fits all“ (eine Dosierung für alle Patienten) ist nicht sinnvoll und mitunter auch nicht wirksam (Pädiatrie: Dosierung nach Körpergewicht bzw. Körperoberfläche).
- Die Körperzusammensetzung des adipösen Patienten unterscheidet sich vom normgewichtigen Patienten im größeren Anteil an Fettgewebe, im geringeren Anteil an Gesamtkörperwasser bei gleichzeitig gesteigertem Plasmavolumen sowie in der prozentual geringeren fettfreien Masse.
- Die Medikamenten-Aufnahme wird in der Regel nicht relevant beeinflusst.
- Das Verteilungsvolumen, insbesondere von lipophilen Medikamenten, ist teilweise massiv erhöht. Oft ist auch die Medikamenten-Clearance gesteigert.

In Anbetracht der begrenzten Studienlage und fehlenden Richtlinien können nur für wenige Substanzen klare Dosisempfehlungen für Patienten mit Adipositas gegeben werden.

5-R-Regeln zur PAP

Richtige Indikation	Strenge Indikationsstellung
Richtiges Antibiotikum	nach Art des Eingriffs, zu erwartendes Erreger-Spektrum, bekannte Problem-Erreger
Richtiger Zeitpunkt	in der Regel 30 Minuten vor Hautschnitt
Richtige Dosis	ggf. gewichtsadaptierte Dosisanpassung
Richtige Dauer	in der Regel Single Shot; Wiederholung nach langer OP-Dauer nach HWZ der Substanz

Exemplarische Beispiele für eine mögliche prophylaktische Antibiotikagabe im Rahmen einer PAP:

Viszeral- und Thoraxchirurgie					
Operation	AB der 1. Wahl	Dosis i.v. (g) (bei 70kgKG)	Alternative (Penicillinallergie)	Dosis i.v. (bei 70kgKG)	Anmerkungen
Leber-, Pankreas-, Ösophagus Eingriffe	Cefuroxim + Metronidazol	1,5 0,5	Clindamycin + Gentamicin (3-5mg/kgKG) <u>bei GFR<60ml/min:</u> Ciprofloxacin + Metronidazol	600mg 240mg 400mg 0,5g	Bei Risikopatienten: Piperacillin-Tazobactam
Magenchirurgie	Cefuroxim + Metronidazol	1,5 0,5	Clindamycin + Gentamicin (3-5mg/kgKG) <u>bei GFR<60ml/min:</u> Ciprofloxacin + Metronidazol	600mg 240mg 400mg 0,5g	Bei Risikopatienten: Piperacillin-Tazobactam
Gallen- und Gallenwegschieurgie ¹⁾ nur bei Vorliegen von Risikofaktoren (akute Entzündung, Ruptur der GB, Gallen-drainage, intra-op Cholangiogramm, Ikterus, Pankreatitis, Karzinom, Diab. mell, Immun-suppression, Schwangerschaft, >70LJ u.a.)	Cefuroxim + Metronidazol	1,5 0,5	Clindamycin + Gentamicin (3-5mg/kgKG) <u>bei GFR<60ml/min:</u> Ciprofloxacin + Metronidazol	600mg 240mg 400mg 0,5g	Alternative: Piperacillin-Tazobactam
Lungenchirurgie	Cefuroxim	1,5g	Clindamycin	600mg	Alternative: Piperacillin-Tazobactam Bei MRSA-Risiko: Vancomycin
Gefäßchirurgie					
Eingriffe an <u>peripheren</u> Gefäßen - bei Gefäßprothesen (Fremdmaterial) und /oder - >2h	Cefuroxim	1,5g	Vancomycin (auch bei MRSA Risiko)	1g	
Varizenchirurgie, PTA, PTCd, Eingriffe < 2h ohne Fremdmaterial	keine				
Rezidiv-Varikosis	Cefuroxim	1,5g	Clindamycin	600mg	
Beinamputation	Cefuroxim + Metronidazol	1,5g 0,5g	Vancomycin (auch bei MRSA Risiko) + Metronidazol	1g 0,5g	
Gynäkologie und Geburtshilfe					
Sectio caesaria Gabe präoperativ, nicht erst bei Abnabelung	Cefuroxim	1,5g	Clindamycin	600mg	
Mamma Chirurgie Ausnahme: Mamma-PE/Biopsie	Cefuroxim keine	1,5g	Clindamycin	600mg	
Neurochirurgie					
Kraniotomie Transspenoidale Eingriffe	Cefuroxim	1,5g	Clindamycin	600mg	
Liquor-Shunt-OP Verlängerte Prophylaxe 48h	Cefuroxim	1,5g	Clindamycin	600mg	bei Infektionsraten >10 % und bei MRSA-Risiko: Vancomycin
Unfallchirurgie/Orthopädie					
Saubere Eingriffe: Knie, Fuß ohne Implantate	keine				
Gelenkersatz 2-malige Gabe post-operativ max. 24h	Cefuroxim	1,5g	Clindamycin	600mg	MRSA-Risiko: Vancomycin V.a. gram-neg. Bakterien: + Gentamicin
Offene Frakturen 1. Gabe direkt bei Aufnahme Therapie für 3 Tage	Cefuroxim + Metronidazol	1,5g 0,5g	Clindamycin + Gentamicin (3-5mg/kgKG) <u>bei GFR < 60ml/min:</u> Ciprofloxacin + Metronidazol	600mg 240mg 400mg 0,5g	Alternative: Ampicillin/Sulbactam
Urologie					
diagnostische Eingriffe					
urodynamische Untersuchung nur Risikopatienten	Cefuroxim	1,5g	Cotrimoxazol	960mg	
sauber, kontaminierte Eingriffe					
Nierenteilresektion; Pyeloplastik, harnableitende OP	Cefuroxim	1,5g	Cotrimoxazol	960mg	

Anmerkung: Am 20.12.2023 ist geplant, eine aktualisierte S3-Leitlinie zur perioperativen Antibiotikaphylaxe in den AWMF-Leitlinien zu veröffentlichen.

Wichtiger Hinweis:

Alle Angaben zu Medikamenten (Dosierungen, Applikationsformen, Indikationen, Nebenwirkungen und Kontraindikationen) wurden sorgfältig wiederholt geprüft. Dennoch kann keine Gewähr übernommen werden! Die Anwender müssen alle Angaben immer auf Richtigkeit und individuelle Anwendbarkeit überprüfen – die Verantwortung liegt immer beim Anwender.

Ethik und Hygiene

Hippokrates von Kos (460 bis 370 vor Christus) gilt als Vater der modernen Medizin. Der **Eid des Hippokrates** bezieht sich auf ihn und in ihm heißt es: „Meine Verordnungen werde ich treffen zu Nutz und Frommen der Kranken, nach bestem Vermögen und Urteil; ich werde sie bewahren vor Schaden und willkürlichem Unrecht“.

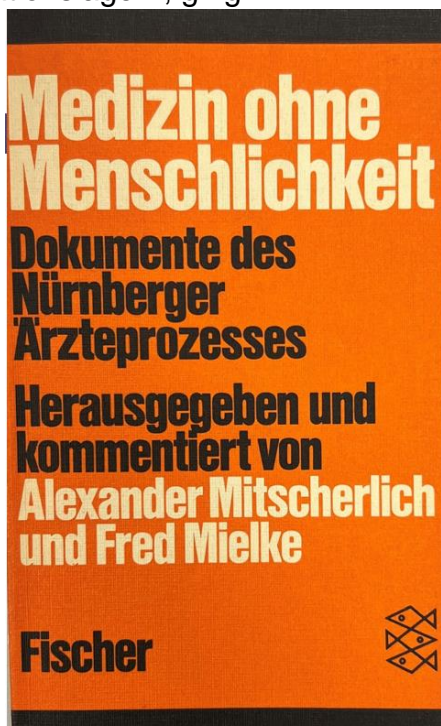
Im Mittelalter entstanden in Europa die ersten Krankenhäuser, in denen in der Folgezeit zunehmend Nonnen sich um die Patienten kümmerten. Hier manifestierten sich die Grundprinzipien der **Barmherzigkeit** und der christlichen Nächstenliebe: Den Armen und Hilfsbedürftigen helfen.

Eine besondere Rolle kommt **Florence Nightingale** (1820 bis 1910) zu, die als Gründerin der modernen Krankenpflege gilt. Sie stammte aus einer bürgerlichen reichen Familie, zeigte aber Interesse für Krankenpflege, machte 1851 für drei Monate eine Ausbildung in Kaiserswerth bei den Diakonissinnen, danach noch eine in Paris. 1853 bis 1856 war sie in Scutari während des Krim-Krieges die Leiterin einer Gruppe von Pflegerinnen für verwundete Soldaten. Durch ihren vermehrten Einsatz für Hygiene gingen die Sterberaten der Verwundeten zurück.

Wenn man bis hierher zusammenfassen will, ergeben sich folgende ethische Forderungen in der Medizin:

- Handeln zum Wohle des Patienten.
- Dem Patienten nicht schaden.
- Barmherzigkeit und Nächstenliebe.

1946 bis 1947 fanden die **Nürnberger Ärzteprozesse** statt, in denen es um medizinisches Fehlverhalten während der NS-Zeit, vor allem in den Konzentrationslagern, ging:



INHALT	
Von der Absicht dieser Chronik Eine Einleitung von Alexander Mitscherlich mit Vorwort 1977	7
MEDIZIN OHNE MENSCHLICHKEIT	
Unterdruck- und Unterkühlungsversuche	20
1. Versuche zur Rettung aus großen Höhen	20
2. Versuche über langandauernde Unterkühlung	51
Die Versuche zur Trinkbarmachung von Meerwasser	72
Fleckfieber-Impfstoff-Versuche · Hepatitis epidemica-Virus- Forschung	91
1. Fleckfieber-Impfstoff-Versuche	91
2. Hepatitis epidemica-Virus-Forschung	127
Sulfonamid-, Knochentransplantations- und Phlegmone- versuche	131
1. Sulfonamidversuche	131
2. Knochentransplantationsversuche	153
3. Phlegmonversuche	159
Lost- und Phosgenversuche	166
Jüdische Skelettsammlung für die »Reichsuniversität« Straßburg	174
Euthanasieprogramm – Ausmerzungen unerwünschten Volks- tums – Massensterilisation	183
1. Die »Euthanasie« der Geisteskranken der Heil- und Pflege- anstalten	183
2. Die Tötung mißgebildeter und idiotischer Kinder	210
3. Die »direkte Ausmerzungen« unerwünschten Volkstums und unerwünschter Kranker in Euthanasieanstalten	212
4. Die Planungen zur »Sonderbehandlung« tuberkulosekranker Polen	231
5. Die experimentellen Vorarbeiten für Massensterilisationen	237

Im Nürnberger Ärzteprozess wurde in der Urteilsverkündung der **Nürnberger Kodex** im Hinblick auf medizinische Forschung formuliert. Wesentliche Punkte darin sind:

- Freiwillige Zustimmung der Versuchsperson.
- Umfassende Aufklärung vorher.
- Versuch so gestaltet, dass fruchtbare Ergebnisse für das Wohl der Gemeinschaft zu erwarten sind.
- Versuch aufbauend auf Tierversuchen und Wissen, sodass die zu erwartenden Ergebnisse die Durchführung des Versuchs rechtfertigen.
- Kein unnötiges körperliches und seelisches Leiden, keine Schädigungen.
- Durchführung nur durch wissenschaftlich qualifiziertes Personal.
- Versuchsperson darf jederzeit abrechen.

In der Folge wurden ähnliche Forderungen in das **Genfer Gelöbnis (Hippokratischer Eid)** des Welt-Ärzte-Bundes (erstmal 1948, 2024 zuletzt überarbeitet) aufgenommen. In der **Deklaration von Helsinki des Welt-Ärzte-Bundes** (erstmal 1964, zuletzt 2013 überarbeitet) wurden ethische Richtlinien zur medizinischen Forschung am Menschen formuliert, unter anderem:

- Erfordernis einer Einwilligungserklärung.
- Schutz nicht-einwilligungsfähiger Patienten.
- Verpflichtung der Genehmigung eines Forschungsvorhabens durch eine unabhängige Ethikkommission.
- Vorrang des Wohlergehens der Versuchsperson vor den Interessen der Wissenschaft.
- Nichtveröffentlichung von Forschungsergebnissen aus unethischen Versuchen.

Resultierend aus dem Ausgeführten lassen sich **folgende ganz wesentliche Prinzipien der medizinischen und wissenschaftlichen Tätigkeit** formulieren:

- Handeln zum Wohle des Patienten.
- Dem Patienten nicht schaden.
- Handeln nach dem Grundsatz „Alle Menschen sind gleich“.
- Der aufgeklärte Patient (Einwilligung bei Forschung - Ethikkommission – keine unethische Forschung).
- Arztgeheimnis.

Dem gegenüber spielt die Barmherzigkeit heute keine wesentliche Rolle mehr durch die Verweltlichung der Pflege und abnehmende Mitgliedschaft in den christlichen Kirchen.

Viele der genannten Prinzipien finden sich im Übrigen auch im **Grundgesetz** der Bundesrepublik Deutschland:

- Artikel 1:
 - Die Würde des Menschen ist unantastbar...
- Artikel 2:
 - Jeder hat das Recht auf freie Entfaltung seiner Persönlichkeit...
 - Jeder hat das Recht auf Leben und körperliche Unversehrtheit...
- Artikel 3:
 - Alle Menschen sind vor dem Gesetz gleich.

Im Hinblick auf die o.g. Prinzipien manifestiert sich **unethisches Handeln in der Hygiene** im Allgemeinen in einem **Schaden für den Patienten**.

Zunehmende Bedeutung gewinnt unethisches Verhalten, auch in hygienischer Hinsicht, unter den Aspekten des **ökonomischen Druckes im Gesundheitswesen**. Derartige unethische Vorstellungen manifestieren sich teilweise auch in höchstrichterlichen Entscheidungen. So hat das Oberlandesgericht Hamm 2015 in einem Urteil ausgeführt, dass nach Ansicht des Gutachters das deutsche Gesundheitswesen nach der Personalsituation nicht zulasse, alle denkbaren Maßnahmen zu ergreifen, um eine Infektion zu vermeiden und dass daher keine zu harten (hygienischen) Forderungen an das Gesundheitswesen zu stellen seien.

Bereits 2014 hat der Fresenius Konzern, zu dem auch die Helios-Häuser gehören, gefordert, dass die Krankenhäuser 15 % Gewinn abwerfen.

In den letzten Jahren gibt es eine zunehmende Diskussion um MVZen und den Einstieg von Finanzinvestoren. Hierzu wird diskutiert, ob durch den Einfluss von Finanzinvestoren unter Umständen teure Leistungen zu häufig „verkauft“ werden, ob OPs ohne Indikation durchgeführt werden und ob es bei Arbeiten unter Zeitdruck zu hygienischen Mängeln kommt.

Insgesamt ergeben sich im Hinblick auf die **Hygiene zwei Dimensionen der Ethik**:

- Auf der Individuellen Ebene geht es um die eigenverantwortliche Compliance und Umsetzung von Hygieneregeln.
- Auf der organisatorischen Ebene erleben wir einen zunehmenden ökonomischen Druck im Gesundheitswesen, der Auswirkungen auf die Hygiene haben kann. Gleichzeitig hängt aber auch vieles davon ab, inwieweit die Geschäftsführungen Hygiene für wichtig erachten.

Es ist Sache jedes einzelnen Mitarbeiters, diese Dimensionen in Einklang zu bringen, um dem Patienten möglichst wenig oder gar nicht zu schaden.

Geschichte der Krankenhaushygiene

Hinweise auf hygienisches Verhalten finden sich schon im klassischen Altertum, z.B. im Gleichnis vom barmherzigen Samariter (Lukas 10, Neues Testament): „Es war ein Mensch, der ging von Jerusalem hinab gen Jericho und fiel unter die Mörder; die zogen ihn aus und schlugen ihn und gingen davon und ließen ihn halbtot liegen. Es begab sich aber ungefähr, dass ein Priester dieselbe Straße hinabzog; und da er ihn sah, ging er vorüber. Desgleichen auch ein Levit; da er kam zu der Stätte und sah ihn, ging er vorüber. Ein Samariter aber reiste und kam dahin: und da er ihn sah, jammerte ihn sein, ging zu ihm, verband ihm seine Wunden und goss drein Öl und Wein und hob ihn auf sein Tier und führte ihn in die Herberge und pflegte sein.“

Öl und Wein sind historisch Produkte, die zur Wundbehandlung eingesetzt wurden. Bei Wein ist dies ganz augenscheinlich nachvollziehbar, da der darin befindliche Alkohol eine gewisse desinfizierende Wirkung hat.

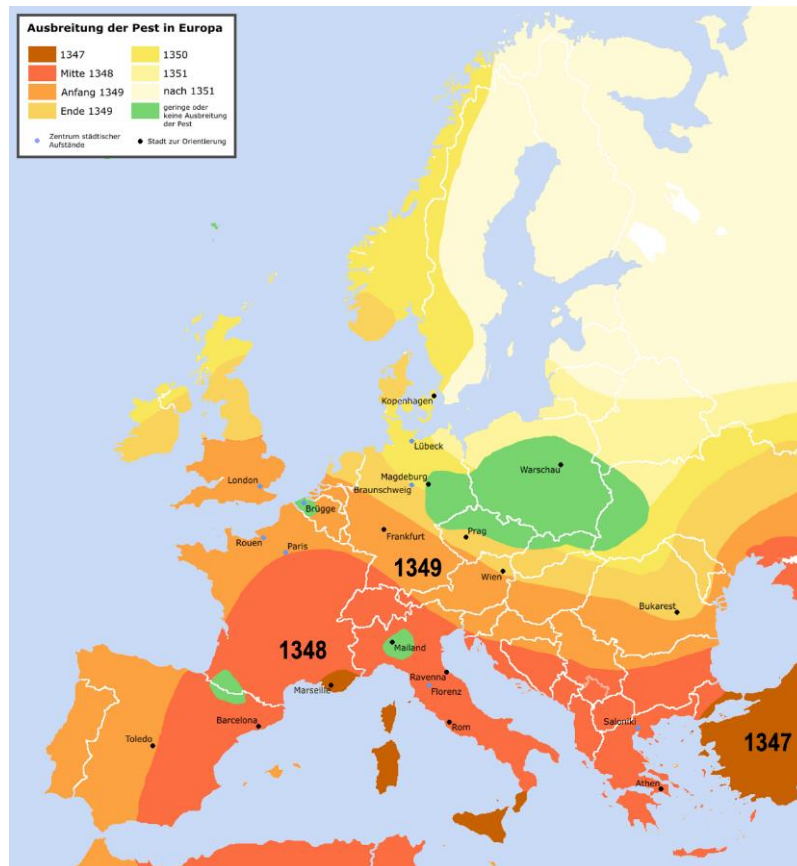


Francesco Bassano: Gleichnis vom Barmherzigen Samariter, um 1575

Im Altertum gab es keine Krankenhäuser, zumindest nicht für die normale Bevölkerung. Das Militär in der Römerzeit hatte dagegen bereits Hospitäler, die offensichtlich ein teilweise hohes hygienisches Niveau hatten, z.B. mit einem Sanitärbereich für 2 Zimmer.

Früher konnten sich Infektionskrankheiten ungehemmt ausbreiten, da es keine Antibiotika und somit keine Behandlungsmöglichkeiten gab und man auch die Ursachen nicht kannte. Oft kam es zu Epidemien, also seuchenartigen Ausbreitungen. Oft verstarben viele der Kranken.

Die **letzte große Pest-Epidemie in Europa** zog sich von 1347 bis 1351 hin. Von den damals geschätzt in Mitteleuropa lebenden 70 Mio. Menschen verstarben 20 Mio.



Ausbreitung der Pest in Europa 1347-1351

Man muss sich vorstellen, welche Auswirkungen dies für die Gesellschaften hatte: Todesfälle in allen Lebensaltern, Verlust von Familienmitgliedern, Verlust von Einkommen und Verlust von Kenntnissen für die Gesellschaft.

1348 gab es zeitgleich ein Erdbeben, das die damals herrschende Miasmen-Theorie zu belegen schien. Die Vorstellung war, dass durch das Erdbeben Miasmen aus dem Erdboden austreten konnten und so zu einer Art „Fäulnis“ der Luft führten.

Gleichzeitig gab es mannigfache Erklärungs- und Verschwörungstheorien. So wurde z.B. den Juden „Brunnenvergiftung“ vorgeworfen und es kam zu Judenverfolgungen. Insbesondere nach dieser großen Pest-Epidemie, aber auch nach anderen Pestausbrüchen, wurden in vielen Städten sogenannte Pestsäulen errichtet, die heute noch auf zentralen Plätzen zu bewundern sind, z.B. auf der Fischerbastei in Budapest oder in Linz:



Pestsäule in Linz, Österreich

Nebenbei gibt es heute noch Pest, z.B. sind Murmeltiere Pestträger in der Mongolei oder Kojoten in den USA. Jedes Jahr kommt es zu einzelnen Pestfällen selbst in den USA.

Wie bedeutend Infektionskrankheiten waren, lässt sich gut am **Rußlandfeldzug von Napoleon** Anfang des 19. Jahrhunderts zeigen. 500.000 Soldaten rückten ursprünglich nach Rußland aus, doch die meisten verstarben an Durchfall, Lungenentzündung und fieberhaften Erkrankungen, die allerwenigsten durch das Kriegsgeschehen. 1812 erreichten 35.000 noch Vilnius und lediglich 3.000 von ihnen kehrten nach Frankreich zurück. Wie moderne Studien aus Massengräbern der damaligen Zeit zeigen, spielten Läuse-übertragene Erkrankungen, wie z.B. Flecktyphus und Schützengrabenfieber, eine bedeutende Rolle.

Wie bereits ausgeführt, war eine hauptsächliche Erklärung für Infektionskrankheiten über viele Jahrhunderte die **Miasmen- Theorie**: Danach kam es zu Ausdünstungen aus Sümpfen, die über die Luft verbreitet wurden. Das heißt: Die Krankheiten wurden über die Luft übertragen. Tatsächlich spielt die Luft nach unserem Wissen eine zweitrangige Rolle im Vergleich zu anderen Übertragungswegen, wie z.B. den Händen. Typische luftübertragene Krankheiten sind heute Masern, Grippe, COVID-19 oder Aspergillen-Infektionen bei Immunsupprimierten.

Gegen die angenommenen Miasmen wurden **Räucherungen** eingesetzt. Einerseits war dies gerichtet gegen die Miasmen, sozusagen als Gegenmittel, andererseits wurden aber z.B. auch Tote oder deren Kleidung geräuchert, damit sie wieder benutzt werden konnte. Die Theorie war relevant bis 1900, also noch etwa 30 Jahre über die Entdeckung der Bakterien hinaus.

Von dieser Theorie geprägt sind auch die Schutzkleidungen, die aus dem Mittelalter überliefert sind mit Schutzmänteln und Masken vor dem Gesicht, die teilweise Rauch von sich gaben:



Pestarzt
(Kupferstich aus dem 18.
Jahrhundert).
Der Rauch aus der Nase
der Maske war gegen die
Miasmen gerichtet.

Neben der Miasmen-Theorie gab es, schon seit der Antike, die **Humoralpathologie**/Humorallehre. Danach gebe es vier Körpersäfte – gelbe Galle,

schwarze Galle, Blut und Schleim -, deren richtige Mischung und Zusammensetzung Voraussetzung für Gesundheit sei. Diese (Vier-)Säftelehre wurde erstmals im Corpus Hippocraticum beschrieben.

Infektionskrankheiten waren allgegenwärtig als Bedrohung des gesamten Lebens. Man muss davon ausgehen, dass rund die Hälfte der Neugeborenen über Jahrhunderte hinweg verstarb, überwiegend an **Wundstarrkrampf (Tetanus)**, der über die Nabelschnur in das Baby gelangte. Daher war das typische Bild des Tetanuskranken mit dem Risus sardonicus („Teuflisches Grinsen“) allgegenwärtig bekannt und findet sich auf vielen zeitgenössischen Bildern:



Andreas Schlüter
(1664-1714):
Maske eines Kriegers
mit typischem Risus
Sardonicus

Auch gab es bis zur Entwicklung der Antibiotika keine Therapie für die **Lepra**, die ebenfalls in Mitteleuropa präsent war. Sie führt zu schweren Verstümmelungen und Entstellungen, so dass die Leprakranken immer als Bedrohung erlebt und häufig außerhalb der Städte in sogenannten Leprosorien isoliert wurden. Sie durften sich den Städten nur nähern, wenn sie ein Glöckchen mit sich führten, so dass der normale Bürger, wenn er es hörte, Reißaus nehmen konnte. Aus dieser Zeit datiert auch der heute in der Kirche eingesetzte Klingelbeutel, da er von den Leprakranken benutzt wurde, um auf Distanz von den Bürgern Spenden entgegen zu nehmen. Die Lepra, damals als „Aussatz“ bezeichnet, wurde auf unterschiedlichste, aber immer inkompetente Weise, diagnostiziert. So wurden bspw. ein Aderlass und eine Blutprüfung durchgeführt. Über das Blut wurde rohes Öl gegossen und wenn nach einer Stunde das Blut wie gekocht aussah, lag Aussatz vor. Oder es wurde auf Harn Bleiasche aufgestreut und wenn diese nicht sank, bestand Lepraverdacht. Leprakranke wurden aus der Gesellschaft ausgestoßen, für bürgerlich tot erklärt, die Ehe wurde aufgelöst. Die Häufigkeit der Lepra nahm, aus unbekanntem Gründen, ab dem 16. Jahrhundert ab. Die verursachenden Bakterien (*Mycobacterium leprae*) wurden 1874 entdeckt.

Ab 1500 breitete sich in Mitteleuropa auch die **Syphilis** epidemisch aus. In jeder Nation wurde sie nach dem Hauptfeind benannt, dem man sie zuschrieb:

Syphilis und „verursachendes“ Land:

Frankreich: Neapolitanische Krankheit, morbus Germanicus
Neapel: Französische Krankheit
Florenz: Neapolitanisches Leiden
England: Morbus Gallicus, Spanish Disease, French pox, Malady of France
Portugal: El mal de los castellanos
Polen: Deutsche Krankheit
Rußland: Polnische Seuche
Japan: Chinesische Krankheit, portugiesische Krankheit
Deutschland: Franzosenkrankheit, „die Franzosen“, gallische Krankheit
Holland: Spanske Pocken
Türkei: Fränkische Krankheit
Indien: Portugiesische Krankheit
Nordafrika: Spanische Krankheit

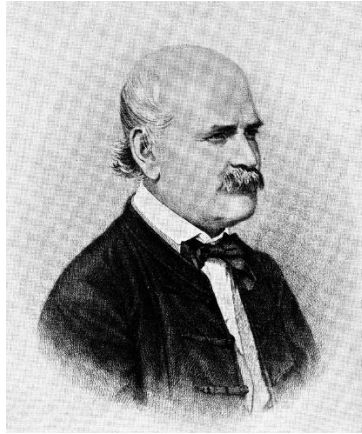
Die damals bedeutsame humoralmedizinische Lehre erklärte die Krankheit dadurch, dass Samen zurückgehalten und verdorben und dann gesundheitsschädlich werde. Dementsprechend wurde die Krankheit mit Quecksilbersalben „therapiert“. Im Speichelfluss der Quecksilberintoxikation sah man die Heilwirkung. In Wirklichkeit kam es zu allen typischen Symptomen der Quecksilbervergiftung: Geschwüre von Rachen, Zunge und Gaumen, Zahnfleischschwellungen, Lockerung der Zähne, ununterbrochener Speichelfluss sowie blutige Brechdurchfälle.

Im **Mittelalter** wurden dann die ersten **Seuchenstationen** gebaut, die am ehesten **Krankenhäusern** nach unserem Verständnis entsprachen. Sie dienten anfangs überwiegend der Isolierung der Kranken. Dementsprechend waren die hygienischen Bedingungen katastrophal: Oft lagen bis zu 4 Kranke in einem Bett und so konnten sich Parasiten und Infektionen ungehindert ausbreiten. In Folge der christlichen Nächstenliebe kam es aber auch zu einer zunehmenden pflegerischen Versorgung der Kranken, z.B. durch Nonnen.

Wundinfektionen waren an der Tagesordnung. Von 1874 ist aus London berichtet, dass in den 4 größten Krankenhäusern bei Amputationen 38 % der Patienten verstarben.

Die Neuzeit der Hygiene begann etwa ab 1850.

Einer der ersten war **Ignaz Semmelweis**, der in der Wiener Gebärklinik und Hebammenklinik vergleichende Untersuchungen auf 2 Stationen machte und zeigen konnte, dass die Kindbettfiebersterblichkeit der Mütter von rund 18 % auf rund 2 % gesenkt werden konnte, wenn das Personal sich vor Untersuchung der Mütter mit Chlorkalklösung die Hände wusch. Er führte diese Erkenntnisse auf „Kadaverpartikel“ zurück – 30 Jahre später kultivierte Louis Pasteur *Streptococcus pyogenes* erstmals aus dem Blut einer Erkrankten.

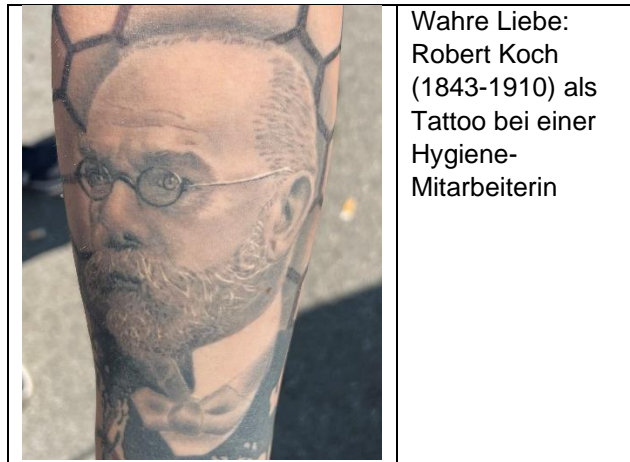


Ignaz Semmelweis (1818-1865)

In London kam es 1854 zu einer Cholera-Epidemie mit 14.000 Toten. **John Snow** (britischer Chirurg, der die Äther- und Chloroform-Narkose einführte) machte vor-Ort-Ermittlungen und stellte fest, dass sich die Todesfälle im Bereich einer Wasserpumpe in der Broad Street konzentrierten. Auf seine Empfehlung hin wurde die Pumpe außer Betrieb gesetzt, worauf es zum Stillstand der Epidemie kam. Seine Kartenzzeichnung mit den Fall-Dokumentationen gilt als eine der ersten epidemiologischen räumlichen Analysen:



Ganz wesentliche Erkenntnisse wurden von **Robert Koch** (1845 - 1910) geliefert, der viele Methoden zur Züchtung und Färbung von Bakterien entwickelte. Von ihm wurden der Milzbranderreger, die Staphylokokken, der Tuberkulose- und der Choleraerreger entdeckt und beschrieben einschließlich ihrer Übertragungswege.



Der erste Hygieniker Deutschlands war **Max von Pettenkofer** (1818-1901), dem 1865 in München das erste Ordinariat für Hygiene eingerichtet wurde. Das zugehörige Hygieneinstitut wurde von 1876 bis 1879 gebaut. Pettenkofer hatte zuvor die Kupfer-Amalgam-Zahnfüllung erfunden und zusammen mit Justus von Liebig den Fleischextrakt („Suppenwürfel“ nach Liebig) entwickelt. Auf sein Betreiben wurde in München eine vorbildliche Trinkwasserversorgung und ein leistungsfähiges Abwassersystem (Schwemmkanalisation) eingerichtet. Außerdem geht die Pettenkoferzahl (siehe Kapitel „Lufthygiene“) auf ihn zurück.

1876 wurde das **kaiserliche Gesundheitsamt** gegründet, in das 1880 auch Robert Koch berufen wurde.

Louis Pasteur, ein Franzose, trug Wesentliches zur Entwicklung der Desinfektion und Sterilisation bei und von ihm stammt auch die Methode der Pasteurisierung, wie wir sie bei der Milch kennen.

Florence Nightingale leitete nach Ausbruch des Krimkrieges (1853-1856) im Auftrag der britischen Regierung eine Gruppe von Pflegerinnen, die verwundete britische Soldaten im Militärkrankenhaus in Scutari auf der Krim pflegten. Unter dem Eindruck der katastrophalen Zustände dort legte sie größten Wert auf Hygiene – sie führte auch Diagramme zur Darstellung der Todesursachen ein - und konnte die Sterberate von 42 % auf 2 % senken. Sie wurde nicht nur zur Begründerin der Hygiene in der Pflege, sondern überhaupt der systematischen Pflege-Ausbildung.

Ab Ende des 19. Jahrhunderts wurden Sterilisatoren in den Krankenhäusern eingeführt, so dass sterile Instrumente zum Einsatz kommen konnten. Die Sterilisationsräume und OP-Räume wurden weiter entwickelt, Holz wurde entfernt, die Wände sollten abwaschbar sein und es wurden überwiegend Metall und Kacheln eingesetzt.

1889 führte der deutsche Chirurg Curt Theodor Schimmelbusch die von ihm entwickelten Behälter für sterile Instrumente und OP-Wäsche ein (Schimmelbuschtrommel).

Um 1890 führten Paul Friedrich in Deutschland und William Stewart Halsted in England Gummihandschuhe bei Operationen ein.

1896 verwendete der deutsch-österreichische Chirurg Johann von Mikulicz erstmals einen Mundschutz bei der Operation.

Der Wundverband mit Phenol führte zu einer dramatischen Senkung der Wundinfektionen.

Weitere positive Entwicklungen ergaben sich durch das Einführen des **Impfens** und der **Antibiotika**:

Schon im osmanischen Reich haben moslemische Sklavenhändler insgeheim eine Blatternimpfung durchgeführt und so einen Schutz gegen Pocken erzielt. Ab Ende des 17. Jahrhundert wurde auch in Mitteleuropa die „Pockeneinpfropfung“ bekannt, wobei Pockeneiter eines Kranken durch eine Nadel bei dem zu Impfenden eingebracht wurde. Nach 8 Tagen kam es zu einer fieberhaften Erkrankung bei den meisten und danach bestand Schutz gegen die Pocken. Allerdings war diese Impfung nicht massenkompatibel, da der Pockeneiter nicht immer verfügbar war und auch qualitativ unterschiedlich.

Der entscheidende Fortschritt kam von **Edward Jenner**, der 1796 erstmals einen Jungen mit Kuhpocken infizierte, der danach gegen die Pocken immun war. Da der Impfstoff von Kühen war, nannte Jenner seinen Impfstoff Vaccine (lateinisch Vacca - Kuh) und die Technik der künstlichen Immunisierung Vaccination (lat. Vaccinus - von Kühen stammend).



Edward Jenner (1749-1823)

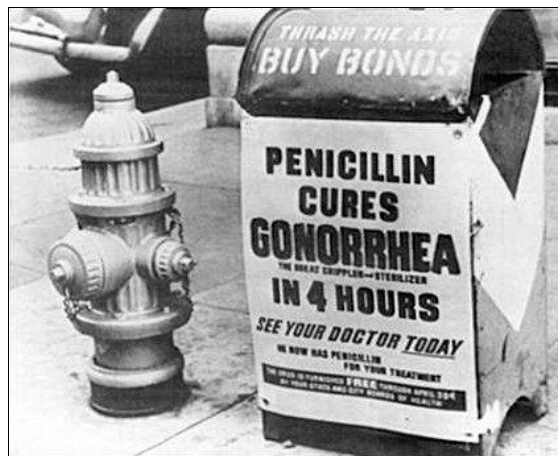
1870 bis 1873 kam es weltweit noch einmal zu einer Pockenpandemie mit über 100.000 Todesfällen in Deutschland. Daraufhin wurde 1874 das Reichsimpfgesetz erlassen mit Einführung der Pflicht-Erst- und Wiederimpfung. Dies bedeutete das praktische Erlöschen der Pocken in Deutschland. In den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts wurde die Pflichtimpfung dann abgeschafft.

Sir Alexander Flemming fiel in den 20er Jahren des 20. Jahrhunderts bei Laborexperimenten auf, dass das Wachstum von Staphylococcus aureus in der Nähe einer zufällig eingeschleppten Kolonie des Pilzes Penicillium gehemmt wurde.



Natürliche Penicilline werden von Schimmelpilzen wie beispielsweise *Penicillium chrysogenum* gebildet.

1939 wurde das daraus entwickelte Penicillin als Antibiotikum in die Heilkunde eingeführt, wobei allerdings 1942 bereits die ersten Resistenzen beschrieben wurden. Der Beginn der Antibiotikatherapie führte zu gigantischen Heilungserfolgen und man war der Meinung, dass man nunmehr auf Hygiene verzichten könne. Im 2. Weltkrieg haben viele Soldaten mit Kriegsverletzungen ihr Leben dem Penicillin zu verdanken. Der massenhafte und ungehemmte Einsatz des Penicillins und der nachfolgenden Antibiotika führte jedoch sehr schnell zur Ausbildung von Resistenzen, die gerade heute für uns ein dominierendes Problem darstellen.



Ende der 40er Jahre des 20. Jahrhundert, also nach dem 2. Weltkrieg, konnte man erstmals Chemotherapeutika gegen die Tuberkulose einsetzen. Dies führte zu einer massiven Abnahme der Tuberkulose: Bspw. verstarben in Berlin 1946 noch 26 Personen unter 10.000 der Bevölkerung an der Tuberkulose, 1983 waren es nur noch 0,17.

Betrug die Säuglingssterblichkeit pro 1.000 Lebendgeborene 1870 noch 250 (also 25 %) so sank sie auf 100 (10 %) bei Einführung der Sulfonamide 1935 und liegt heute in Deutschland bei 3 (pro 1.000).

Machten 1900 in den USA noch Tuberkulose, Lungenentzündung und Durchfälle fast die Hälfte der Todesursachen aus, so verursachen heute Herzkrankheiten und Krebs

2/3 der Todesfälle. Allerdings gibt es deutliche Hinweise, dass Infektionskrankheiten wieder an Bedeutung gewinnen, insbesondere als Folge multiresistenter Keime.

1952 wurde als Nachfolgeorganisation des Reichsgesundheitsamtes (1918 – 1945) das **Bundesgesundheitsamt (BGA)** gegründet. Dieses wurde 1994 in Folge eines Skandals um HIV-verseuchte Blutkonserven mit 600 Toten aufgelöst. Folgeeinrichtungen waren das Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM), das **Robert-Koch-Institut (RKI)** und das Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV).

Aktuell (Stand November 2023) sollen die Aufgaben des RKI auf die Abwehr von Infektionskrankheiten reduziert und ein neues Bundesinstitut für Prävention und Aufklärung in der Medizin (BIPAM) geschaffen werden, das sich um die Vermeidung nicht übertragbarer Krankheiten (z.B. Krebs, Demenz, KHK) kümmern soll.

In den 70er Jahren wurden in Deutschland die ersten **Hygienefachkräfte** ausgebildet: Krankenschwestern und Krankenpfleger, die heute eine 2jährige Weiterbildung absolvieren müssen und die dann hauptamtlich nur für die Hygiene in Krankenhäusern zuständig sind. Parallel dazu blieb es aber so, dass nur wenige große Krankenhäuser und vor allem Universitätskliniken einen hauptamtlichen Arzt für Hygiene beschäftigten, wobei die Zahl der Lehrstühle in den letzten 20 Jahren noch einmal massiv abgebaut wurde: Von 26 im Jahr 1990 auf 10 im Jahr 2014. Allerdings wurden in den letzten Jahren einige Lehrstühle wieder geschaffen.

Erst mit der Novellierung des Infektionsschutzgesetzes 2011 wurde eine Vorschrift der KRINKO verbindlich, wonach alle Krankenhäuser über 400 Betten einen eigenen hauptamtlichen Arzt für Hygiene brauchen. 2016 wurde dies dahingehend geändert, dass alle Krankenhäuser entsprechend Bettenzahl und Risiken, die von der KRINKO definiert sind, die anteilige oder volle Anstellung eines Krankenhaushygienikers ausrechnen und umsetzen müssen. Gleiches gilt für die Zahl der zu beschäftigenden Hygienefachkräfte. Die Berechnungsmethoden wurden 2023 leicht geändert.

Inzwischen haben sich neue Risiken für die Hygiene in den letzten Jahren gezeigt, z.B. die multiresistenten Keime, SARS, Schweinegrippe, Vogelgrippe, EHEC, Ebola oder COVID-19. Durch die **Globalisierung** und schnellen Reisemöglichkeiten dauert die Ausbreitung der infektiösen Bedrohung über die Erde nicht mehr Wochen oder Monate, wie früher, sondern kann in wenigen Stunden erfolgen:

	Altertum	Mittelalter	Heute
Besiedlung	Ländlich, dünn	Zunehmende Verstädterung	Stadt
Ausbreitung von Krankheiten	Militär - Monate	Postkutsche - Tage	Flugzeug - Stunden
Reaktion auf Krankheiten	Lokal	Staatlich - national	Kontinental - global
Verständnis der Krankheiten	Aussehen	Aussehen und Klinik	Erreger
Umgang mit Kranken	Absonderung	Absonderung außer bei Geschlechtskrankheiten, teilweise Therapie	Therapie, Impfen, Absonderung, Schutzausrüstung
Player	Lokale Gruppen	Staat (Adel, Bürger)	Regierung, Behörden, Medien, „Fachleute“, Pharmaindustrie, Patientengruppen, EU, WHO

In den letzten 40 Jahren sind nicht wenige neue Erreger entdeckt worden bzw. traten weltweit bedeutsame Infektionswellen auf:

- 1981 – HIV
- 1982 – E. coli O157:H7, ebenso Borrelia burgdorferi
- 1989 – Hepatitis-C-Virus
- 1997 – H5N1-Grippe
- 1999 – West-Nil-Virus
- 2001 – Anthrax-Anschläge
- 2003 – SARS
- 2009 – H1N1-Grippe
- 2012 – MERS
- 2013 – Chikungunya-Virus
- 2014 – Ebola in Westafrika
- 2015 – Zika-Virus
- 2018 – Ebola in Demokratischer Republik Kongo
- 2019 – Covid-19

Die schnelle Ausbreitung von Viren zeigte sich nicht zuletzt in der Corona-Pandemie ab 2020.

Eigentlich war Deutschland zumindest teilweise darauf vorbereitet: Es gab einen Pandemieplan des RKI, zuletzt aktualisiert 2016. Dieser empfahl die Benutzung von Mund-Nasen-Schutz, die Etablierung einer regelmäßig zu untersuchenden Kohorte und nannte 15 potentielle Indikatoren. Statt hier aufzubauen riet das RKI anfangs von Masken ab und ständig wurden neue Indikatoren (z. B. Inzidenzen oder R-Wert) etabliert. Auch eine Kohorte mit regelmäßigen Untersuchungen und Befragungen wurde nicht etabliert, sodass Deutschland keinerlei gut abgesicherte Daten liefern konnte und auf Erkenntnisse aus UK, Israel und anderen Ländern zurückgreifen musste. Von Sektionen riet das RKI anfangs ab, obwohl diese seit 400 Jahren als wesentlicher Erkenntnisgewinn bei Krankheiten anerkannt sind.

Spätestens im Sommer 2020 hätte von der Kontaktpersonen-Nachverfolgung (Containment) auf den Schutz vulnerabler Gruppen (Protection – entsprechend Pandemieplan) übergegangen werden müssen, was aber nie erfolgte. Dies hat wesentlich mit zu den vielen Toten in den Alten- und Pflegeheimen Ende 2020 beigetragen.

Typische Übertragungsrisiken für Mitarbeiter im Krankenhaus waren oft Compliance-Defizite:

- Nicht passende oder mit Leckage getragene FFP2-Masken,
- Aufenthalt in Sozialräumen ohne Maske und Distanz,
- gemeinsame Fahrten zu und von der Arbeit (z. B. 4 Personen im Auto ohne Masken),
- Bartträger,
- fehlende praktische Kenntnisse von Auszubildenden durch monatelangen Online-Unterricht.

Diese Defizite konnten nur durch Vor-Ort-Ermittlungen aufgedeckt werden, die somit auch in einer Pandemie essentiell sind.

Relativ früh stellte sich heraus, dass Kinder selten schwere Verläufe erleiden und auch nicht Treiber der Pandemie sind. Zunehmend wurden auch die sozialen und psychischen Folgeschäden für Kinder und Jugendliche durch Lockdown und Schulschließungen erkannt. Von den Entscheidungsträgern wurde dies allerdings erst im Herbst 2022 akzeptiert.

Während Fachgesellschaften und Institutionen – z.B. KRINKO, DGKH, Kinderärztliche Fachgesellschaften – von den Entscheidungsträgern und Medien ignoriert wurden, wurden sogenannte Experten sowohl in den Medien als auch von den Entscheidungsträgern hofiert. Diese vertraten teilweise absurde Forderungen, z.B. nach einer No-COVID- oder Zero-COVID-Strategie. Letztere scheiterte grandios 2022 in China.

Für Hygieniker und Arbeitsschutzexperten war klar, dass FFP2-Masken nur für geschultes Personal in Frage kommen, das zudem eine Auswahl aus verschiedenen Maskentypen hat. Dieses wurde völlig ignoriert und noch im Herbst 2022 wurden FFP2-Masken verpflichtend für Fernzüge vorgegeben.

So waren die inhaltlichen Diskussionen und Empfehlungen bestimmt durch selbsternannte Experten und „Faktenchecker“, Politiker, die alles beurteilen konnten, und Medien, die dies wohlwollend begleitet haben. Es wird wohl Jahre dauern, bis die negativen Folgen all dieser Entscheidungen aufgearbeitet sind. Auf jeden Fall hat auch die Wissenschaft mit ihren Grundsätzen der Streitkultur erheblichen Schaden genommen und es bleibt abzuwarten, wie sich dies in der Zukunft entwickeln wird.

Ein weiterer Tiefpunkt ist, dass bis heute keine Kohorte in Deutschland etabliert wurde, die zumindest die Folgen der Pandemie (z.B. Impfraten, Long-Covid) dokumentieren würde.

Autoren

Prof. Dr. med. Walter Popp
Arzt für Innere Medizin, Arbeitsmedizin, Hygiene, ABS-Experte (DGKH)
HyKoMed GmbH
Balkenstr. 17-19
44137 Dortmund

Dipl. Chem. Andreas Bremshey
Diplomchemiker
Gesundheitsamt der Stadt Bochum
Wasser- und Umwelthygiene
Westring 28-30
44777 Bochum

Dr. med. Sabine Meyer
Ärztin für Anästhesie und Intensivmedizin, Schmerztherapie und Notfallmedizin,
ABS-Expertin (DGI), Krankenhaushygienikerin
Kath. St. Paulus Gesellschaft
Marienhospital Lünen
Altstadtstr. 23
44534 Lünen

Dr. med. vet. Nina Parohl
Tierärztin
HyKoMed GmbH
Balkenstr. 17-19
44137 Dortmund

Stefanie Werner
Ärztin für Anästhesie und Intensivmedizin, ABS-Expertin (DGI)
Kath. St. Paulus Gesellschaft
Marienhospital Lünen
Altstadtstr. 23
44534 Lünen

