

Das Fachmagazin für Krankenhaus- und Praxishygiene

Schutzgebühr 6,- €

aseptica

Besuchen Sie www.aseptica.com und nutzen Sie das umfangreiche Archiv!

24. Jahrgang 2018 | Heft 4



MRSA-Management

Das Katholische Klinikum Mainz geht in der Geburtshilfe und beim Patientenscreening neue Wege

Editorial

Liebe Leserinnen und Leser,

„der Fortschritt lebt vom Austausch des Wissens“. Dieses Zitat von Albert Einstein beschreibt diese aktuelle Ausgabe der „aseptica“ treffenderweise. Der erste Themenblock widmet sich multiresistenten Erregern (MRE). Der Artikel „MRSA-Management – peripartal“ des Autorentrios Karl-Peter Göttmann, Markus Kiesel und Hubert Holz beleuchtet Herausforderungen und Probleme, die auf einer Geburtsstation durch multiresistente Keime auftreten können. Besonders, weil eine Dekolonisation bei Neugeborenen mitunter schwierig und eine Therapie aufgrund nicht freigegebener Antiseptika nicht möglich ist. Das Katholische Klinikum Mainz hat einen neuen Weg eingeschlagen und führt mit Erfolg ein Vollscreening aller Patienten durch. Um für die Sicherheit der Mitarbeiter bei Positivscreenings zu sorgen, wurden vier Checklisten entwickelt, welche die im Artikel genannten Maßnahmen beinhalten.

Ein weiterer Beitrag befasst sich mit dem Austausch von Wissen, um für Fortschritt zu sorgen. Jan Huijs berichtet von seinen Schulungen über Sterilgutversorgung und wie die abstrakten und nicht leicht zu verstehenden Reinigungs-, Desinfektions- und Sterilisationsprozesse mit verschiedenen Lehrmitteln anschaulich dargestellt werden können. Vielleicht nehmen Sie die ein oder andere Idee aus diesem Artikel auf, wenn Sie selber Fachwissen vermitteln und dadurch den Fortschritt in Ihrer Einrichtung fördern möchten.

Die Redaktion wünscht Ihnen viel Spaß beim Lesen der aktuellen „aseptica“-Ausgabe sowie alles Gute, vor allem Gesundheit und Zufriedenheit für das neue Jahr 2019.



Aaron Papadopoulos

www.aseptica.com
 • Umfangreiches Archiv
 • Aktuelle Downloads

Meldung

Gefahr durch antibiotikaresistente Keime steigt

Eine Studie des Europäischen Zentrums für die Prävention und die Kontrolle von Krankheiten (ECDC) hat alarmierende Zahlen ausgewiesen. Es wurde belegt, dass jedes Jahr in der EU mehr als 33.000 Menschen an Infektionen mit antibiotikaresistenten Keimen sterben. Bisherige Schätzungen, die auf Informationen aus dem Jahr 2007 beruhten, gingen von deutlich weniger Fällen aus. Bei der aktuellen Untersuchung wurden Daten aus dem Jahr 2015 ausgewertet.

Generell habe sich die Zahl der Infektionen beinahe verdoppelt und der Verlauf der Krankheiten sei schlimmer geworden. Besonders gefährdet sind Kleinkinder sowie ältere Menschen, so die Autoren. Die Gefahr einer Infektion ist in Italien und Griechenland am größten, Patienten in diesen beiden Ländern waren europaweit am häufigsten betroffen. Rund 75 % der Ansteckungen seien auf Infektionen in Krankenhäusern, Praxen oder anderen Gesundheitseinrichtungen zurückzuführen.

Die Herausgeber der Studie weisen darauf hin, dass wahrscheinlich in mehr als 50 % der Fälle eine Ansteckung vermeidbar gewesen wäre – ein wichtiger Bestandteil der Vorsorge sind in diesem Zusammenhang auch Hygieneregeln und deren Einhaltung. In der Verantwortung sehen sie hier das medizinische Fachpersonal, aber auch Patienten, Apotheker, Landwirte und Politiker. Eine weitere zentrale Forderung der Autoren ist, dass Antibiotika nicht mehr so häufig eingesetzt werden sollten.

Quellen: NDR, Lancet, Europäisches Zentrum für die Prävention und die Kontrolle von Krankheiten (ECDC)

Inhalt

Infektiologie

MRSA-Management – peripartal 3

Aktuelles

Wirtschaftlicher Schaden durch multiresistente Erreger 10

Klinik und Hygiene

Neuen Schwung in die Schulungen über Sterilgutversorgung bringen: Lehrmittel für die Ausbildung 14

Routinemäßige Überwachung der Dampfdurchdringung bei Dampfsterilisationsprozessen 21

MRSA-Management – peripartal

K.-P. Göttmann, M. Kiesel, H. Holz

Dieser Artikel entstand auf Anregung der in diesem Bereich tätigen hygienebeauftragten Pflegekräfte.

Staphylokokken sind nicht bewegliche, grampositive, fakultativ pathogene Bakterien, die für gewöhnlich die Schleimhäute des Oropharynx beim Menschen besiedeln. Die höchste Pathopotenzen besitzt *Staphylococcus (S) aureus* als typischer Eitererreger. Gefürchtet sind sie als Erreger postoperativer Wundinfektionen und schwerer Septikämien [1].

Kurz nach der Einführung von Methicillin (heute gleichzusetzen mit Oxacillin oder Flucloxacillin) als Standardantibiotikum zur Behandlung von *S.-aureus*-Infektionen wurden 1961 bereits die ersten gegen Methicillin resistenten *Staphylococcus-aureus*-Stämme entdeckt (daher die Bezeichnung **MRSA**) [14]. Die Besonderheit der Methicillin-Resistenz liegt darin, dass sie mit einem Wirkungsverlust **aller β -Lactam-Antibiotika** (Penicilline, Cephalosporine und Carbapeneme) sowie zunehmend weiterer Antibiotikaklassen (Chinolone, Makrolide, Lincosamide, Tetracycline) verknüpft ist.

Dies schränkt die Therapieoptionen zunehmend ein und hat zur Folge, dass schwere Infektionen mit MRSA eine höhere Sterblichkeit nach sich ziehen als solche mit Methicillin-empfindlichen Staphylokokken. Der effektivste Ansatz zur »Bekämpfung von MRSA« ist daher immer noch die Verhinderung der Ausbreitung durch entsprechende Schutzmaßnahmen [23].

Die **EARS-Net-MRSA-Daten** zeigen zwar für Deutschland seit 2012 einen leicht rückläufigen Trend für MRSA [4], dennoch hat die epidemiologische Bedeutung dieses Erregers nicht abgenommen. Methicillin-resistente Staphylokokken stellten viele Jahre ausschließlich für Patienten im Krankenhaus ein Problem dar. Man bezeichnete diese nosokomialen Infektionen als **Hospital acquired MRSA** (HA-MRSA).

Dies hat sich weltweit in den letzten Jahren deutlich geändert. Durch das Auftreten sogenannter **Community acquired MRSA** (CA-MRSA) hat das Infektionsrisiko nun auch jüngere, immunkompetente Patienten außer-

halb von Gesundheitseinrichtungen erreicht [2]. Seit 2004 wird auch über zunehmend MRSA-kolonisierte landwirtschaftliche Nutztiere und damit in Zusammenhang stehende Infektionen beim Menschen berichtet – sogenannte **Livestock associated MRSA**(LA-MRSA)-Stämme.

Da MRSA in Deutschland nur beim Nachweis in Blutkulturen und Liquor meldepflichtig sind, verfügt das Robert Koch-Institut (RKI) derzeit über keine Daten zur MRSA-Besiedelung der deutschen Bevölkerung im Allgemeinen oder von Schwangeren in Deutschland im Speziellen [2]. Das Nationale Referenzzentrum für Surveillance von nosokomialen Infektionen (NRZ) gibt für das Jahr 2017 die Gesamtprävalenz für MRSA aller Patienten bei der stationären Aufnahme im Krankenhaus mit 0,79% an, was durch einen Analogieschluss zu Schwangeren zulässt [2]. In einer amerikanischen Studie wird die Prävalenz von MRSA in der Spätschwangerschaft dagegen auf 16,6% [6] geschätzt. Der Anteil von CA-MRSA variierte dabei zwischen 0,1 und 17% [4].

Screening

Als Screening wird die aktive Suche – unabhängig von klinischen Symptomen – nach MRSA-besiedelten Personen bezeichnet [2]. Ziel des Screenings ist die Detektion asymptomatischer MRSA-Träger, um durch Einleitung von über die Basishygiene hinausgehenden Hygiene- und Dekolonisationsmaßnahmen eine Transmission zu verhindern [2]. Ein weiterer Effekt kann hierbei sein, dass – falls erforderlich – eine erregerspezifische Auswahl des Antibiotikums vorgenommen werden kann [4].

In Deutschland sind Empfehlungen zu Screening und Isolation für Krankenhäuser und medizinische Einrichtungen erstmalig 1999 von der KRINKO (Kommission für Kran-

Autoren

Dr. med. Karl-Peter Göttmann,
Krankenhaushygieniker n. Curr. d. BÄK,
ABS-Experte (DGKH) und Facharzt für
Anästhesiologie
Stv. Leitung der Abteilung Krankenhaus-
hygiene Katholisches Klinikum Mainz

Markus Kiesel (MSc),
Hygienemanager und Leitende HFK®,
Katholisches Klinikum Mainz

Dr. med. Hubert Holz,
Leitender Krankenhaushygieniker der
Marienhaus Kliniken GmbH,
Facharzt für Hygiene & Umweltmedizin/
Anästhesiologie

kenhaushygiene und Infektionsprävention beim RKI veröffentlicht und regelmäßig, zuletzt 2014, überarbeitet worden [4]. Die aktuelle Empfehlung sieht derzeit nur ein Screening von gleichermaßen Schwangeren und Nichtschwangeren beim Vorliegen von Risikofaktoren auf Basis einer entsprechenden Risikoanalyse (s. [4] S. 710 ff.) vor.

Beim Screening werden Abstrich-Untersuchungen an definierten Prädilektionsstellen – üblicherweise Nasenvorhöfe, Rachen, Perineum und Leiste sowie ggf. vorhandenen Wunden – empfohlen. Die Effektivität eines risikobezogenen MRSA-Screenings bei Schwangeren mit elektiver Schnittentbindung bezüglich der Reduktion der infektiösen Morbidität der Mutter ist unklar und somit derzeit nicht empfohlen [4].

Bei bekanntem MRSA-Trägerstatus der Schwangeren empfiehlt das RKI, zusätzlich Abstriche aus dem Genitalbereich zu entnehmen [1]. Im Rahmen der Quarks-Studie des Bayerischen Landesamts für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL) wurden außerdem Abstriche der Mamillen [7] angelegt und empfohlen. Neugeborene von MRSA-positiven-Müttern sollten ebenfalls auf MRSA untersucht werden. Hier umfasst die Abstrich-Serie Nase, Rachen, Nabel und Anus, ggf. auch Wunden.

Bei allen Abstrichen ist der **kulturelle Nachweis** des Erregers der **Goldstandard**. PCR-basierte Screening-Verfahren bieten sich nur als adjuvante (zwar schnellere, aber nur ergänzende) Testverfahren an. Sie sind derzeit noch nicht zum Nachweis von MRSA-Infektionen bzw. zur Kontrolle von Dekolonisationsmaßnahmen geeignet [4].

Risiko für Mutter und Kind

Da Staphylokokken die Plazenta nicht passieren und es sich bei der Mehrzahl der Schwangeren um gesunde immunkompetente Frauen handelt [4], besteht primär für die Mutter und das ungeborene Kind bei einer asymptomatischen Kolonisation der Mutter keine Gefahr.

Bisherige Untersuchungen haben gezeigt, dass es nur selten zu einer vertikalen Transmission von MRSA zwischen Mutter und Kind kommt [12+13]. So lagen die MRSA-Besiedlungsraten bei reifen gesunden Neugeborenen mit kolonisierten Müttern in einer amerikanischen Untersuchung zwischen 0,6 und 3,6% [12+13]. Es ergibt sich hieraus in keinem Fall die **Indikation** zu einer **Antibiotikaphylaxe** oder gar zu einer **Sectio** [11].

Einerseits gehören MRSA in den USA inzwischen zu den am häufigsten nachgewiesenen Erregern bei der **Mastitis puerperalis** (67% aller schweren Mastitiden) und bei **Wundinfektionen nach Sectio** [3 + 6].

Andererseits konnte für Deutschland in einer zwei große Kliniken umfassenden Untersuchung des LGL Bayern kein signifikant erhöhtes Infektionsrisiko für Wundinfektion, postpartale Mastitis oder Harnwegsinfektionen für MRSA-tragende gesunde Schwangere gegenüber MRSA-freien Graviden nachgewiesen werden.

Diese Unterschiede sind möglicherweise durch unterschiedliche Phänotypen (insbesondere CA-MRSA – USA 300 Typ) und eine unterschiedliche Prävalenz von CA-MRSA und HA-MRSA zu erklären. CA-MRSA spielen derzeit in Deutschland noch eine untergeordnete Rolle [4]. Aber gerade deswegen sollte hier mit Blick über den Atlantik präventiv ein großzügiges **mikrobiologisches Monitoring** (Screening) erfolgen.

Dekolonisation

Sowohl vor als auch nach der Entbindung sollte **keine routinemäßige Sanierung** einer asymptomatischen Kolonisation erfolgen [4]. Die Dekolonisation von Scheide und Nasen-Rachenraum vor der Entbindung kann risikoabhängig erwogen werden. Obwohl es – sowohl bei vaginaler als auch bei Schnittentbindung – intrapartum zu Wundinfektionen oder Transmission auf das Neugeborene kommen kann, gibt es für eine routinemäßige Dekolonisation derzeit keine ausreichende Evidenz. Es bleibt somit eine fachärztliche Einzelentscheidung im Hinblick auf die Schutzziele [4].

Gleiches gilt für das gesunde reife Neugeborene. Auch hier gibt es keine Evidenz für routinemäßige Sanierungsmaßnahmen [4].

Besteht jedoch für Mutter oder Kind eine **medizinische Indikation** zur Sanierung, müssen beide gemeinsam dekolonisiert werden [11]. In diese Entscheidung ist immer auch ein Pädiater unter Berücksichtigung einer sorgfältigen Umgebungsanamnese mit einzubeziehen. Hier ist ggf. das Screening auf Kontaktpersonen auszuweiten [11].

Die MRSA-Dekolonisation sollte, sofern indiziert, auch bei der **Schwangeren** und dem **Neugeborenen** – gemäß

KRINKO Empfehlung [4] – als Maßnahmenbündel, bestehend aus Dekolonisierung von Nase, Rachen, Haut (ggf. Wunde), Haaren und Umgebung, erfolgen. Sowohl in der Schwangerschaft und Stillzeit als auch beim Neugeborenen können jedoch die bekannten **Aseptika** bzw. Antibiotika aufgrund der meist fehlenden Herstellerfreigaben nur mit **Einschränkungen** eingesetzt werden (Tabelle 1). So gibt beispielsweise GlaxoSmithKline an, dass Mupirocin-Nasensalbe® bei Säuglingen aufgrund einer potenziellen Aspirationsgefahr [18] nicht angewendet werden soll. Braun schränkt die Behandlung von Neugeborenen mit Polyhexanid-Lösung ein, da hierbei nur ungenügende klinische Erfahrung besteht. Der Einsatz sollte im Einzelfall nach sorgfältiger klinischer Abwägung erfolgen [19]. Zumindest der Substanz Octenidin von Schülke & Mayr wurde inzwischen der Orphan-Drug-Status für die Indikation »Prevention of late onset sepsis in premature infants of less than or equal to 32 weeks of gestational age« zugesprochen [20].

Aufklärung und Einbindung der Mutter

Unabhängig von der Entscheidung für oder gegen eine Sanierung muss die Mutter (und ggf. das Umfeld) über den MRSA-Befund aufgeklärt und ihr die Bedeutung der Besiedlung für die Schwangerschaft erläutert werden. Es ist Aufgabe des behandelnden Arztes, die Sorgen der Mutter ernst zu nehmen, ihr aber gleichzeitig zu vermitteln, dass für normale Schwangerschaftsverläufe und gesunde Neugeborene kein Risiko besteht. Hier kann es sinnvoll sein, auch auf Unterlagen oder Flyer des regionalen MRE-Netzwerks hinzuweisen. Ergänzend kann eine Beratung durch den Krankenhaushygieniker angeboten werden.

Barriere-Maßnahmen

Bei einem positiven Nachweis von MRSA sind die etablierten Barriere-Maßnahmen einzuleiten. Die hygie-

Tabelle 1: Übersicht Antiseptika zur Dekolonisation bei MRSA

Quelle: Dr. K.-P. Göttmann, kkm (Anmerkung: Der Autor übernimmt für diese Tabelle keine Gewähr auf Vollständigkeit bzw. Richtigkeit. Sie wurde nach vorhandenen Herstellerangaben bzw. Produktinformationen erstellt.)

Wirkstoff/Gruppe	Polyhexanid	Octenidin	Chlorhexidin	Polyvidon Jod	AB/Mupirocin	Tenside
Präparat®	Prontoderm® Lösung, Wipes, Foam, Gel, Prontoral	(1) Octenidin Konz.® 1 (2) Octenisept® (3) Octenisan - Waschlappen® 2 (4) Octenisan - Nasengel®	(5) Chlorhexidin- Gluconat Lsg.			Sterisept® Produkte 2
Mutter (Schwangerschaft und Stillzeit)						
- Nase	0	+ (4)			0	
- Mund - Rachen	0	+ (1,2)	+(5)	0/+		
- Haut - Haare	0	+ (1,2,3)	+(5)			+
Kind (Neugeborenes)						
- Nase	0	? (1) 0,1 %	-	-	-	-
- Mund - Rachen	0	? (1) 0,1 %	-	-		-
- Haut - Haare	0/+	+(2)	-	-		-
Kind (unreifes Neugeborenes)						
- Nase	?	? (1) 0,1 %	-	-	-	-
- Mund - Rachen	?	? (1) 0,1 %	-	-		-
- Haut - Haare	?	+(1)	-	-		-

Legende: + = geeignet, 0 = Keine Daten, sorgfältige Nutzenrisikoabwägung, ? = Herstellerangaben stehen noch aus, - nicht geeignet

1 Octinedin Konz.® Zwischenprodukt zur weiteren Zubereitung durch die KH Apotheke! 2 Zulassung gemäß Kosmetika-Verordnung

nischen Maßnahmen der **stationären Versorgung** der Mutter vor und nach der Geburt sind identisch mit denen von nicht schwangeren Patientinnen (s. jeweiliger Hygieneplan der Klinik).

Im **ambulanten Bereich** sollten MRSA-positive Schwangere nur in räumlichen Gegebenheiten betreut werden, die Distanzierungsmaßnahmen erlauben. Bei der körperlichen Untersuchung tragen Ärzte und Assistenzpersonal eine persönliche Schutzausstattung (PSA) in Form von Einmalkittel, Mund-Nasenschutz und keimarmen Handschuhen. Die Verwendung von transvaginalen **Ultraschallsonden** erfolgt unter der Verwendung von Schutzhüllen und anschließender **validierter desinfizierender Reinigung** (Vorgehen geregelt durch eine SOP, gesicherte Reproduzierbarkeit, Chargen-Dokumentation – gem. §4 MPBetreibV) [16+17]. Nach Abschluss der Untersuchung müssen alle patientennahen Kontaktflächen mit einem geeigneten VAH-gelisteten Desinfektionsmittel desinfiziert werden (s. hausinterner Hygieneplan). Sollte z. B. aufgrund eines respiratorischen Infektes (durch Aerosolbildung) ein erhöhtes Transmissionsrisiko bestehen, sollte die Patientin primär einen Mund-Nasenschutz tragen und die Desinfektionsmaßnahmen sollten entsprechend dem Kontaminationsgrad erweitert werden.

Im Bereich des **Kreislaufs** sollten die Patientinnen und ihre Angehörigen sich nur in dem ihnen zugewiesenen Raum aufhalten. Nicht benötigte Gegenstände sollten zuvor entfernt werden, um die abschließende Desinfektion zu erleichtern. Die Hygienemaßnahmen intrapartum entsprechen denen einer ambulanten körperlichen Untersuchung, d.h., Hebammen und Ärzte tragen eine persönliche **Schutzausstattung** (Einmalkittel, Mund-Nasenschutz und keimarme Handschuhe).

Manche Autoren empfehlen aufgrund des erhöhten Übertragungsrisikos (Sekretbelastung) im Kreislaufs zusätzlich auch das Tragen von Hauben. Sofern ein **Toilettenstuhl** oder Steckbecken genutzt werden kann, ist keine separate Toilette erforderlich. Auf die Durchführung von **Wassergeburt** sollte aufgrund der konstruktionsbedingt schwierigen Desinfektion der Wannen und des durch das Wasser deutlich erhöhten Transmissionsrisikos u. E. verzichtet werden. Die Nutzung von sogenannten **Entspannungswannen** (= reguläre Badewannen) ist bei sichergestellter suffizienter Desinfektion – inklusive Block des Siphons [15] – nach der Nutzung zulässig.

Die abschließende Desinfektion erfolgt auch hier gemäß dem Hygieneplan des Hauses mit einem geeigneten **VAH-gelisteten Desinfektionsmittel**. Die Herstellerangaben zu Konzentration und Einwirkzeit sind zu beachten. Insbesondere muss bei der Anwendung in Wannen die volle Einwirkzeit abgewartet werden, bevor die Wanne erneut genutzt werden kann. Die Abtrockenzeit allein ist hier nicht ausreichend [15].

Neugeborenes

Das **Neugeborene** einer MRSA-Trägerin muss isoliert werden. Das sollte beim gesunden Kind in Form von **Rooming-in** erfolgen, d.h., Mutter und Kind werden in einem Zimmer untergebracht [11]. **Familienmitglieder** müssen vom Pflegepersonal über die notwendigen Hygienemaßnahmen beim Betreten und Verlassen des Zimmers sowie das Anlegen der PSA (entsprechend dem hausinternen MRSA-Standard) belehrt werden.

Sollte das Neugeborene **überwachungspflichtig** sein, muss es im Kinderzimmer oder der Intensivstation isoliert werden. Die Schwangere sollte im Zeitraum des Trägerstatus sorgfältig auf eine gute Basishygiene – insbesondere eine ausreichende Händedesinfektion – achten [1]. Die Nabelpflege sollte mit einem Antiseptikum erfolgen (z. B. Octenisept®) [11].

Laktation und Stillen

MRSA-Besiedlungen der Brust bzw. der Brustdrüsengänge der Mutter eines Neugeborenen sind ebenso wie die Übertragung von MRSA auf das Neugeborene in der Literatur beschrieben [1]. Wenn auch andernorts dieses Risiko negiert wird [11], sollte die Entscheidung, ob ein Säugling bei MRSA-Besiedlung der Brust der Mutter gestillt werden kann, nach einer Risikoeinschätzung und unter Berücksichtigung der individuellen Gegebenheiten (immunkompetentes reifes Neugeborenes oder unreifes Frühchen) für das Kind durch den behandelnden Gynäkologen und Kinderarzt erfolgen.

Für gesunde reife Neugeborene sieht etwa die AG MRSA der Deutschen Gesellschaft für Pädiatrische Infektiologie das Stillen als sinnvoll an [11], das Abpumpen zur Aufbewahrung für spätere Gaben muss aber in jedem Fall vermieden werden [10 + 11]. Das Stillen sollte im entsprechenden Isolierzimmer erfolgen. Gegebenenfalls ist nach möglichen Alternativen zu suchen [8 + 9].

Fazit

Zum Abschluss noch eine eigene Betrachtung aus dem Katholischen Klinikum Mainz (kkm). Das kkm ist ein Krankenhaus der Schwerpunktversorgung mit 717/625 Betten und einer Mutter-Kind-Station mit 40 Betten. 2013 wurde im kkm ein Inhouse-Verfahren zur MRSA-Diagnostik implementiert [22]. Nachdem zunächst nur alle intensivmedizinischen und geriatrischen Patienten ein Aufnahmescreening erhielten, wurde das MRSA-Vollscreening schrittweise ausgeweitet. Mit der Aufnahme des Bereichs Geburtshilfe Ende 2017 führt das kkm nun bei allen Patienten ein solches Screening bei Aufnahme durch. Die MRSA-Abstriche werden in der Geburtshilfe zumeist bereits einige Wochen vor dem Geburtstermin abgenommen, sodass für die eigentliche Geburt der MRSA-Status bekannt ist. Nachfolgend werden die Ergebnisse für das Eingangsscreening in den ersten neun Monaten dieser Vollerfassung dargestellt. Im Zeitraum vom 1. Januar bis 30. September 2018 wurden bei 2.316 Schwangeren insgesamt 12 positive MRSA-Fälle nachgewiesen. Dies entspricht einer MRSA-Prävalenz bei Aufnahme von 0,5 %.

Dies deckt sich mit den Ergebnissen weiterer europäischer Studien (Prävalenz 0,4 bis 0,8 %) [7]. Köck et al. [21] geben die MRSA-Prävalenz unter der »Normalbevölkerung« mit 0,7 % an. Das bedeutet, dass statistisch gesehen die Prävalenzrate bei Schwangeren sogar niedriger ist als in der Normalbevölkerung. MRSA stellt somit derzeit für den Bereich der Geburtshilfe in Deutschland das gleiche epidemiologische Risiko dar wie für die übrigen Bereiche des Krankenhauses (Risikopatienten ausgenommen). Dennoch besteht vielerorts bei ansonsten gesunden Neugeborenen und Schwangeren (bzw. Müttern) deutliche Unsicherheit bezüglich der weiteren Vorgehensweise und der möglichen Konsequenzen im Falle eines positiven Screenings. Hier können Checklisten, welche die in diesem Artikel genannten Punkte algorithmisch aufarbeiten, für die notwendige Sicherheit bei den Mitarbeitern sorgen. Ein Beispiel, wie dies umgesetzt werden kann, stellen die Abbildungen 1 bis 4 dar.

Auch wenn, wie bereits erwähnt, CA-MRSA derzeit in Deutschland noch eine untergeordnete Rolle spielen [4], sollten wir aufgrund der amerikanischen Infektionsstatistiken gerade den Bereich der Geburtshilfe durch ein großzügiges **mikrobiologisches Monitoring** (Aufnahme-Screening) im Auge behalten. |

Literaturverzeichnis:

1. RKI-Ratgeber – Staphylokokken-Erkrankungen. Stand 19.05.2016
2. Epidemiologisches Bulletin – RKI. 27. Mai 2013/ Nr. 21
3. *Obstetrics and Gynecology* (2008; 112: 533-537)
4. Empfehlung zur Prävention und Kontrolle von Methicillin-resistenten *Staphylococcus aureus* (MRSA) Stämmen in medizinischen und pflegerischen Einrichtungen. Bundesgesundheitsblatt 2014 57: 696-732. DOI: 10.1007/s0013-014-1980-x
5. Maternal-Infant Perinatal Transmission of Methicillin-Resistant and Methicillin-Sensitive *Staphylococcus aureus*. *Amer.J.Perinatol* 2009; 26(2): 145-151. DOI: 10.1055/s-0028-1095179
6. Inadequate research on methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) risk among postpartum women. *Expert Rev.Anti Infect Ther.* 2013 November; 11(11): 1127-1130. DOI:10.1586/14787210.2013.850027
7. Prävalenz und klinische Relevanz der Besiedlung von gesunden Schwangeren mit SA, MRSA und MRGN. A. Dammeyer. Bayerisches LGL. www.lgl.bayern.de
8. Transmission of community associated methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* from breast milk in the neonatal intensive care unit. Gastelum DT., Dassey D., Mascola et. al. *Pediatric Infect Dis. J* 2005; 24: 1122-1124
9. Transmission of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* to preterm infants through breast milk. Behari P., Englund J., Alcasid G. et al. *Infect Control Hosp. Epidemiol.* 2004; 19: 411-417
10. Risikocharakterisierung intensivmedizinisch behandelter Früh- und Neugeborener und Daten zur Ist-Situation in deutschen neonatologischen Intensivpflegestationen 2013. *Epidemiol. Bulletin RKI* 2013; Supplement zur Ausgabe 42
11. Umgang mit MRSA-Nachweisen bei ansonsten gesunden Kindern ohne Infektionszeichen. Deutsche Gesellschaft für Pädiatrische Infektiologie e.V. *Hyg. Med.* 2014; 39-9
12. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* colonization among women admitted for preterm delivery. Lazenby G., Soper D., Beardsley W., Salgado C. D. *Am. J. of Obstetrics & Gynecology* April 2012; 206: 329.e1-5. DOI: 10.1016/j.ajog.2012.01.038
13. Genital tract methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: risk of vertical transmission in pregnant women. Andrews WW., Schelonka R., Waites K., Cliver SP., Moser S. *Obstet. Gynecol. Jan.* 2008; 111(1): 113-8. DOI: 0000298344.04916.11
14. Moellering RC Jr: MRSA: the first half century. *J Antimicrob Chemother* 2012; 67: 4–11 CrossRef MEDLINE
15. Anforderungen an die Hygiene bei der Reinigung und Desinfektion von Flächen. Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut (RKI). *Bundesgesundheitsbl – Gesundheitsforsch – Gesundheitsschutz* 2004 · 47:51–61 DOI 10.1007/s00103-003-0752-9
16. § 4 Aufbereitung von Medizinprodukten Medizinprodukte-Betreiberverordnung von 1998, zul. geänd. 2014
17. Aufbereitung von Ultraschallsonden Empfehlung des Fachausschusses Qualität (101); Zentralsterilisation 3/2017 Amann B., Appel T., Aravopoulou F., Bröcheler P., Bertram M., Carter A., Diedrich D., Diekmann C., Frey R., Früh B., Graf J., Härtel M., Jones A., Kamer M., Kirmse G., Kostrzewa M., Mock I., Krüger S., Otmann R., Roth K., Schick-Leisten M., Schreiner M., Schwibbe T., Zimmermann U. E-mail: qualitaet@dgsv-ev.de
18. GlaxoSmithKline, Fachinformation Turixin 2 % Nasensalbe, 2008
19. Braun, Gebrauchsanweisung: MDRO(MRE)-Dekolonisation mit Prontoderm® Lösung, Foam, Gels und ProntOral®, 2009
20. Beck, A. u. P., Octenidin zur Anwendung bei Frühgeborenen, in: schülke pluspunkt Antisepsis und Desinfektion 2011, Schülke & Mayr GmbH: Norderstedt. p. 6
21. Köck R., Werner P., Friedrich A.W. et al.: Persistence of nasal colonization with human pathogenic bacteria and associated antimicrobial resistance in the German general population. *New Microbe and New Infect* 2016; 9: 24-34
22. K. Schön-Hölz, M. Messinger, T. Weiser : Ein Verfahren für die MRSA-Schnelldiagnostik in der klinischen Routine. *aseptica* 2011; 3: 5-8
23. Prävention postoperativer Wundinfektionen – Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut. *Bundesgesundheitsbl* 2018 · 61:448–473 <https://doi.org/10.1007/s00103-018-2706-2> © Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2018

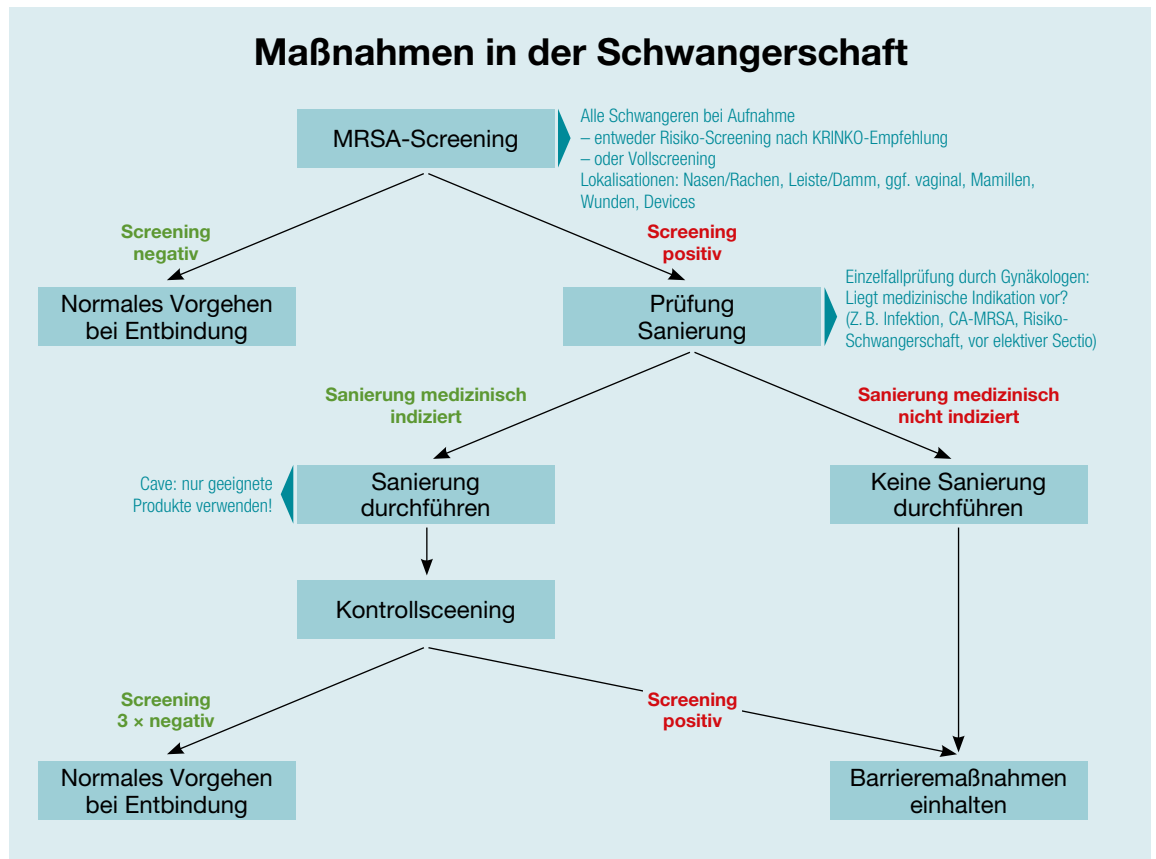


Abb 1.: Übersicht Maßnahmen in der Schwangerschaft

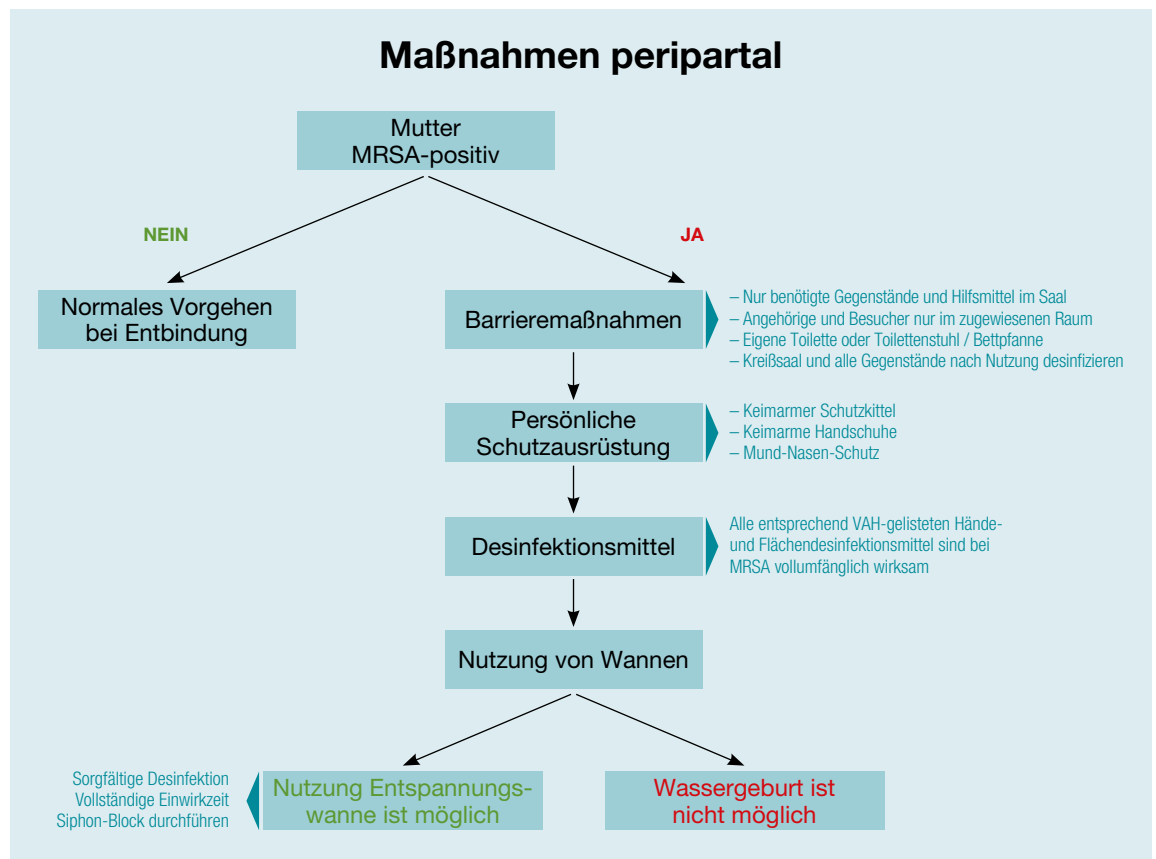


Abb. 2: Übersicht Maßnahmen peripartal

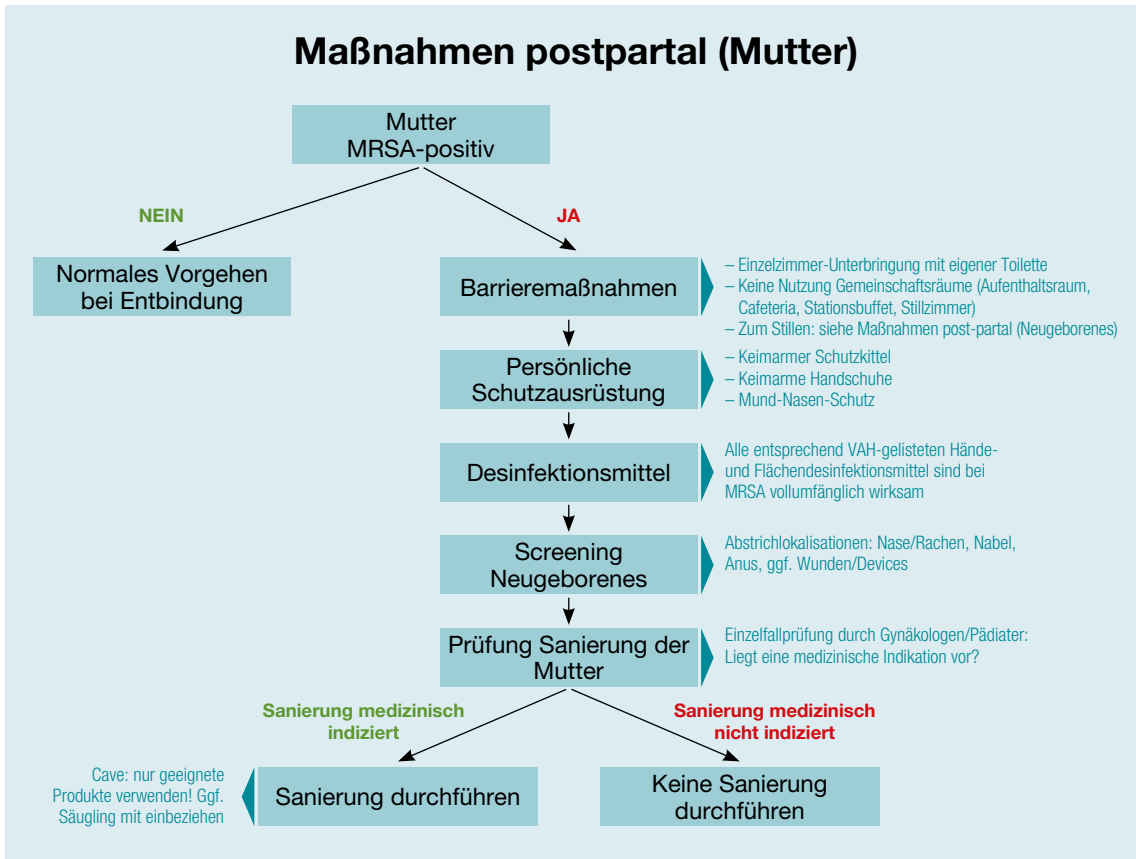


Abb. 3: Übersicht Maßnahmen postpartal (Mutter)

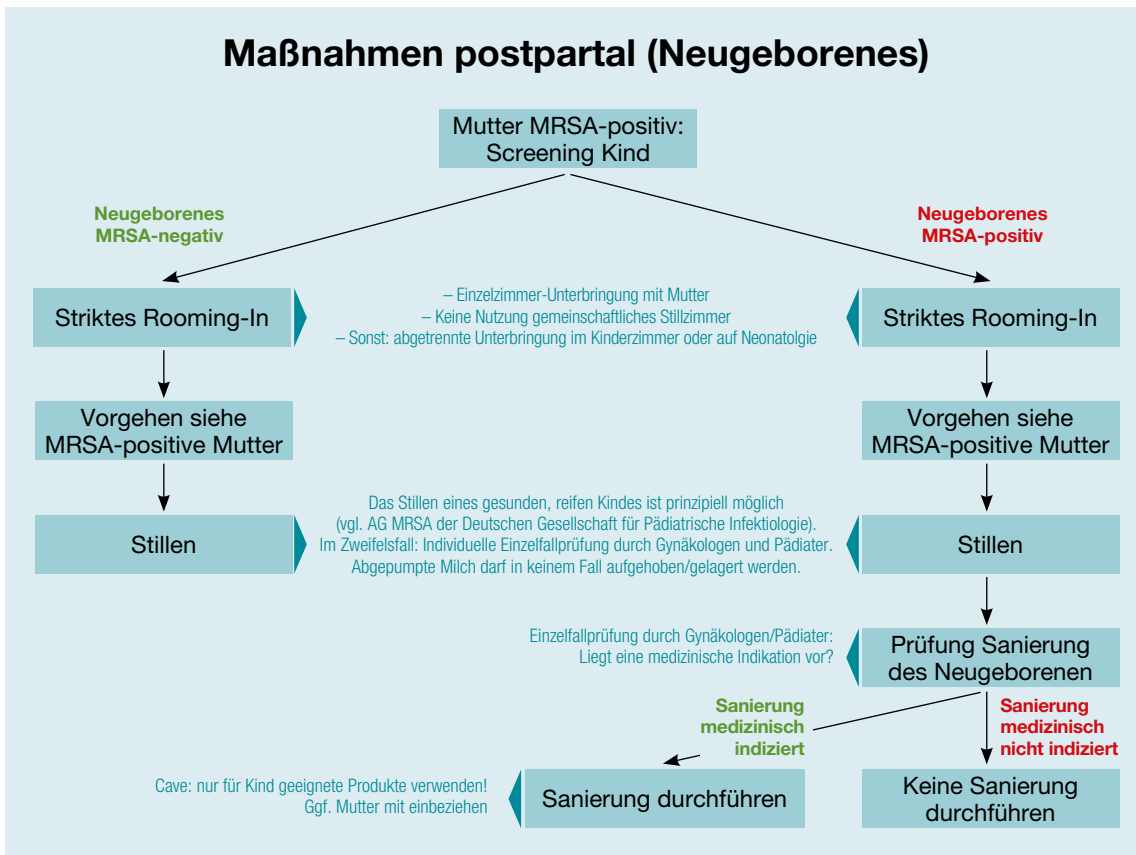


Abb. 4: Übersicht Maßnahmen postpartal (Neugeborenes)

Wirtschaftlicher Schaden durch multiresistente Erreger

H.-T. Panknin, M. Trautmann

Multiresistente Krankenhauskeime stehen seit Jahren im Fokus der Hygieliteratur. Allein seit 2012 sind drei aktuelle Leitlinien der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut hierzu erschienen.

Die erste, im Jahr 2012, widmete sich den multiresistenten gramnegativen Stäbchenbakterien [1]. Es folgten die aktualisierte Leitlinie zum Umgang mit MRSA [2] und, ganz aktuell, im September 2018 die neue Empfehlung zu Vancomycin-resistenten Enterokokken [3]. Doch trotz aller Hygienemaßnahmen in Deutschland und der verstärkten öffentlichen Wahrnehmung scheint das Problem nicht geringer zu werden.

Aktuelle Studie belegt dramatische Auswirkungen für Europa

Laut einer aktuellen Analyse aus dem Fachblatt *Lancet Infectious Diseases*, einer der weltweit führenden Infektiologie-Zeitschriften, scheint die Resistenzentwicklung

insbesondere in Südeuropa ungebremst weiterzugehen. Die neue Publikation zeigt darüber hinaus, dass pro Jahr in der Europäischen Union ca. 87.000 Lebensjahre durch vorzeitigen Tod oder gesundheitliche Schädigung infolge resistenter Erreger als Produktivfaktor verloren gehen. Damit wird erstmals auch ein dramatischer wirtschaftlicher Schaden durch die Resistenz belegt [4].

Methodik der paneuropäischen Studie

Federführend in der Studie war eine Forschergruppe der europäischen Gesundheitsbehörde ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control). Die in Solna, Schweden, beheimatete Behörde wird aus EU-Mitteln finanziert. Sie erstellt Krankheitsstatistiken und veröffentlicht Präventionsempfehlungen. Die Autoren konzentrierten ihre Auswertung auf acht wichtige Bakterienspezies, deren Antibiotika-Resistenzverhalten jährlich von zahlreichen Krankenhauslaboratorien an das europäische Resistenz-Netzwerk (European Antimicrobial Resistance Surveillance Network, EARS-Net) in Schweden gemeldet wird (Tab. 1).

Tab. 1: In der Studie erfasste Erregerresistenzen

Erregerspezies	Erfasste Resistenz
Escherichia Coli	Resistenz gegen Drittgenerations-Cephalosporine bzw. Colistin
Klebsiella pneumoniae	Resistenz gegen Drittgenerations-Cephalosporine bzw. Carbapeneme bzw. Colistin
Staphylococcus aureus	Resistenz gegen Methicillin bzw. Oxacillin (= MRSA)
Pseudomonas aeruginosa	Resistenz gegen Carbapeneme bzw. Colistin bzw. Multiresistenz
Acinetobacter baumannii	Resistenz gegen Carbapeneme bzw. Colistin
Enterococcus faecalis und Enterococcus faecium	Resistenz gegen Vancomycin (= VRE)
Pneumokokken	Resistenz gegen Penicillin

Tab. 2: Ergebnisse pro 100.000 EU-Einwohner

Erregerspezies	Anzahl (Mittelwert)	95 % statistischer Unschärfbereich
Infektionsinzidenz pro 100.000 Bevölkerung	131	113–149
Mortalität (Todesfälle durch Infektionen mit resistenten Erregern)	6,44	5,54–7,48
Gesundheitlich eingeschränkte Lebensjahre	170	150–192
Durch vorzeitigen Tod verlorene Lebensjahre (% der gesundheitlich eingeschränkten Lebensjahre)	145 (85,3)	nicht angegeben

Für die Auswertung wurde das Jahr 2015 ausgewählt. Ausgangspunkt der Berechnung war die Anzahl der Isolate aus Blutkulturen (Sepsis) und Liquorkulturen (Meningitis), die aus den einzelnen EU-Mitgliedsstaaten gemeldet wurde. Aus deren Anzahl errechneten die Autoren den zunehmenden Anteil anderer Infektionsarten durch die gleichen Erreger. Dies gelang auf Basis einer Punktprävalenzstudie, die in den Jahren 2011–2012 in zahlreichen europäischen Krankenhäusern durchgeführt worden war. Damals wurden aus den Teilnehmerkrankenhäusern alle dort aufgetretenen nosokomialen Infektionen einschließlich Infektionsart sowie Alter und Geschlecht der betroffenen Patienten an das ECDC übermittelt. Aus diesem Datensatz ließ sich das Verhältnis der einzelnen Infektionsarten, wie z. B. Harnwegsinfektion, Pneumonie oder chirurgische Wundinfektion, zueinander ableiten. Aus den Berichten der EU-Mitgliedsstaaten an das ECDC ließ sich ferner der Bevölkerungsanteil des jeweiligen Staates ableiten, aus dem die Daten gewonnen wurden. Die Zahl der Gesamtbevölkerung wurde aus allgemein bekannten EU-Datensätzen entnommen. Sie beträgt im europäischen Wirtschaftsraum aktuell 512 Millionen. Durch komplexe statistische Analysen konnten die Autoren alle gewonnenen und abgeleiteten Daten miteinander in Beziehung setzen.

Statistische Analysen

Die Berechnungen ergaben, dass im Jahr 2015 insgesamt 671.689 Infektionen durch die genannten antibiotikaresistenten Erreger in der Europäischen Union bzw. im europäischen Wirtschaftsraum auftraten. Durch diese Infektionen kam es zu 33.110 damit assoziierten Todesfällen und zu 874.541 gesundheitlich eingeschränkten Lebensjahren (disability-adjusted life years, DALYs). Der Begriff der DALYs kommt aus der Sozial- und Gesundheitsforschung. Er beschreibt die Belastung einer Gesellschaft durch verlorene Lebensjahre (also vorzeitigen Tod) oder durch Lebensjahre, die der Betroffene infolge einer gesundheitlichen Schädigung mit einer eingeschränkten Lebensqualität oder Behinderung verbringt. Sofern diese Lebensjahre in eine frühe und mittlere Lebensphase fallen, gehen einer Gesellschaft dadurch auch Arbeitskraft, Innovationskraft und Wirtschaftskraft verloren.

Wurden die Zahlen auf je 100.000 Einwohner rückgerechnet, so ergaben sich die in Tabelle 2 dargestellten Resultate. Da im europäischen Wirtschaftsraum aktuell ca. 512 Millionen Menschen leben, kann die Zahl von 170

eingeschränkten Lebensjahren auch anders ausgedrückt werden: In der gesamten Europäischen Union gingen im Jahr 2015 ca. 87.000 aktive Lebensjahre durch Folgeschäden infolge von Infektionen durch (multi-)resistente Erreger verloren.

67,9 % der gesundheitlich eingeschränkten Lebensjahre entstanden durch vier bakterielle Erreger, nämlich Drittgenerations-Cephalosporin-resistente *Escherichia Coli*, MRSA, Carbapenem-resistente *Pseudomonas aeruginosa* und Drittgenerations-Cephalosporin-resistente *Klebsiella pneumoniae*. Vancomycin-resistente Enterokokken trugen dagegen aufgrund der geringeren mit ihnen verbundenen Mortalität in deutlich geringerem Maße zur Anzahl der mit gesundheitlicher Einschränkung verbrachten Lebensjahre bei. Bei Betrachtung der Altersgruppen der Patienten waren Kleinkinder < 1 Jahr und ältere Erwachsene (> 65 Jahre) am stärksten von den gesundheitlichen Folgen der Infektionen durch resistente Erreger betroffen. Unter den einzelnen europäischen Ländern waren vor allem Italien und Griechenland von erheblichen Resistenzproblemen betroffen. Dort fanden sich auch die höchsten Raten von Carbapenem-resistenten und Colistin-resistenten gramnegativen Erregern. Die höchsten MRSA-Raten waren in Portugal und Malta zu verzeichnen.

Die Studie zeigt, dass es im Vergleich zu einer vorangegangenen Auswertung aus dem Jahre 2007 in der EU zu einer dramatischen Ausweitung des Resistenzproblems gekommen ist. Die Anzahl von Infektionen durch resistente Erreger und die Mortalität nahmen im Vergleich zu 2007 um den Faktor 2,52 bzw. 2,46 zu. Während in Deutschland ein leichter Rückgang der MRSA-Zahlen zu konstatieren ist, nahm auch dieser resistente Erreger europaweit gesehen um den Faktor 1,28 zu.

Europaweites Echo in der Presse

Die Studie erzeugte europaweit ein großes Medienecho. In Deutschland widmeten sich Sendungen in Funk und Fernsehen der dadurch wieder neu befeuerten Thematik. Drei Dinge standen dabei besonders im Vordergrund: (1) die offensichtlich weiter steigende Zahl von Infektionen durch resistente Erreger, die mit ernst-

Autoren

Hardy-Thorsten Panknin
Badensche Straße 8B
D-10825 Berlin
Kontakt: ht.panknin@berlin.de

Prof. Dr. med. Matthias Trautmann
Leiter des Instituts für
Krankenhaushygiene
Klinikum Stuttgart
Kriegsbergstraße 60
D-70174 Stuttgart

haften Folgeschäden oder sogar erhöhter Mortalität einhergehen, (2) der Verlust an Wirtschaftsleistung in der Europäischen Union durch verlorene aktive Lebensjahre und (3) das starke Betroffensein von kindlichen Patienten (Abb. 1).

Das letztgenannte Ergebnis der Studie erschreckt zwar beim Blick auf die Grafik, muss aber auch im medizinischen Kontext gesehen werden. Es ist zu bedenken, dass in Deutschland und einigen anderen EU-Ländern dem

In Deutschland werden seit der entsprechenden KRINKO-Empfehlung aus dem Jahre 2013 Neu- und Frühgeborene auf neonatologischen Intensivpflege-Abteilungen systematisch ... gescreent.

Thema der Neugeborenenkolonisation durch resistente Erreger überproportionale Aufmerksamkeit zuteilwird. In Deutschland werden seit der entsprechenden KRINKO-Empfehlung aus dem Jahre 2013 Neu- und

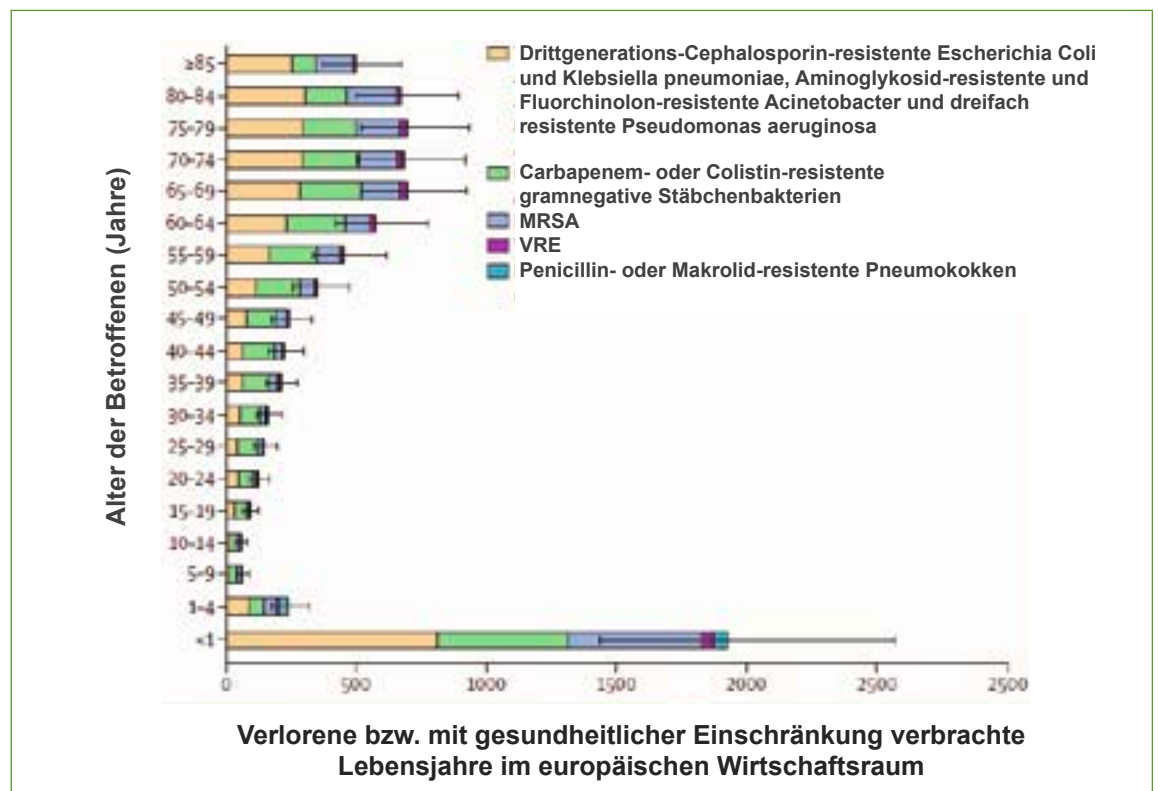
Frühgeborene auf neonatologischen Intensivpflegeabteilungen systematisch auf zahlreiche resistente und nicht resistente Erreger gescreent [5]. Die »Entdeckungsrate« dieser Erreger ist dadurch im Vergleich zu Erwachsenen

ungleich höher. Nachdem in Nordirland im Jahr 2012 drei Neugeborene auf einer neonatologischen Intensivstation an Pseudomonasinfektionen zu Tode kamen, gab es auch im Vereinigten Königreich ein erhebliches öffentliches Aufsehen. Berichte in Funk und Fernsehen sowie öffentliche Diskussionsrunden führten zu einer erheblichen Intensivierung des infektiologischen Managements in diesem Bereich [6]. Jede Schädigung und jeder vorzeitige Tod von kleinsten Kindern wirkt sich dramatisch auf die Zahl der mit gesundheitlicher Einschränkung verbrachten Lebensjahre, bezogen auf eine statistische Lebenserwartung, aus. Unter diesem Aspekt wird der besonders hohe Verlust an DALYs, der in der Grafik zum Ausdruck kommt, verständlich.

Konsequenzen für Europa

Während die eingangs zitierten Hygieneempfehlungen der KRINKO in Deutschland Zug um Zug umgesetzt werden, haben die südeuropäischen Länder hier noch erheblichen Nachholbedarf. Sie benötigen ein von der jeweiligen Regierung initiiertes Hygieneprogramm, wie

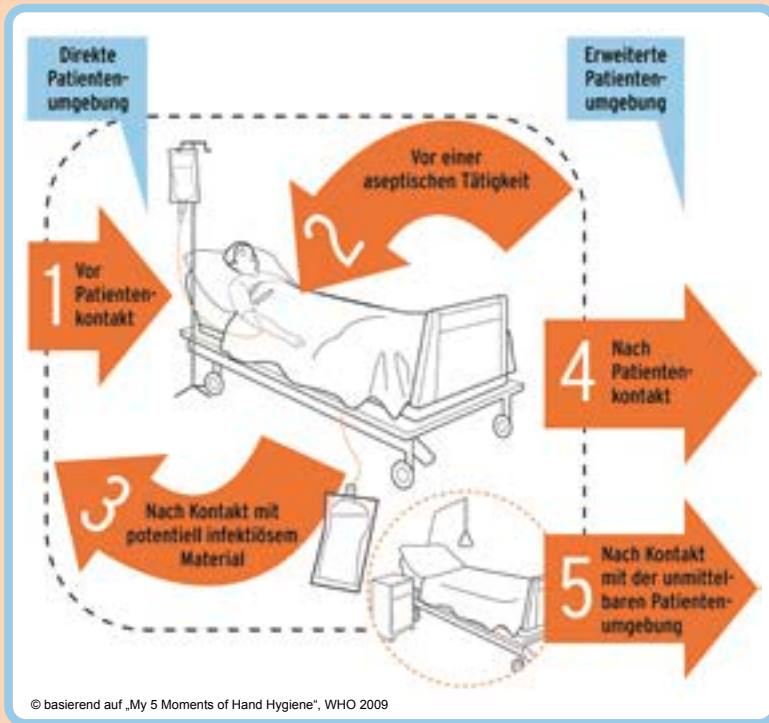
Abb. 1: Verlorene oder mit gesundheitlicher Einschränkung verbrachte Lebensjahre in Bezug zum Lebensalter der von Infektionen durch (multi-)resistente Erreger betroffenen Patienten (nach [4])





„Keine Chance den Krankenhausinfektionen“

Die 5 Indikationen der Händedesinfektion



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

ASH 2008 - 2013

Weitere Informationen unter:

www.aktion-sauberehaende.de

Abb. 2: Mit freundlicher Erlaubnis der »Aktion Saubere Hände«, Institut für Hygiene und Umweltmedizin, Charité-Universitätsmedizin Berlin

es die Bundesregierung seit dem Jahr 2011 mit dem Hygieneförderprogramm des Bundes aufgelegt hat. Hygienestrukturen müssen geschaffen und die Einhaltung von Hygienemaßnahmen überwacht werden. Von eminenter Wichtigkeit dürfte es auch sein, den Antibiotikaverbrauch dieser Länder einzudämmen und den vielerorts noch üblichen rezeptfreien Verkauf von Antibiotika (»over-the-counter«) durch verbesserte Überwachung zu unterbinden. Die europäischen Behörden können und müssen hierzu Hilfestellung leisten, nachdem sie das Problem jetzt so deutlich artikuliert haben. |

Literatur:

1. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut. Hygienemaßnahmen bei Infektionen oder Besiedlung mit multiresistenten gramnegativen Stäbchen. Bundesgesundheitsbl 2012;55:1311-1354.
2. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut. Empfehlungen zur Prävention und Kontrolle von Methicillin-resistenten Staphylococcus-aureus-Stämmen (MRSA) in medizinischen und pflegerischen Einrichtungen. Bundesgesundheitsbl 2014;57:696-732.
3. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut. Hygienemaßnahmen zur Prävention der Infektion durch Enterokokken mit speziellen Antibiotikaresistenzen. Bundesgesundheitsbl 2018;61:1310-1361.
4. Cassini A et al. Attributable deaths and disability-adjusted life years caused by infections with antibiotic-resistant bacteria in the EU and the European economic area in 2015: a population-level modelling analysis. Lancet Infect Dis 5. November 2018 online.
5. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO). Praktische Umsetzung sowie krankenhaushygienische Konsequenzen des mikrobiellen Kolonisati-onsscreenings bei intensivmedizinisch behandelten Früh- und Neugeborenen. Epidem Bull 2013;42:421-433.
6. Wise J. Three babies die in pseudomonas outbreak at Belfast neonatal unit. Brit Med J 2012;344:e592.

Neuen Schwung in die Schulungen über Sterilgutversorgung bringen: Lehrmittel für die Ausbildung

J. Huijs

Ein wichtiger Bestandteil, um eine sichere Gesundheitsversorgung zu bieten, ist die Bereitstellung steriler Medizinprodukte. Allerdings ist die Sterilgutversorgung meist ein Thema, das nicht leicht zu verstehen ist, da es sich mit nicht sichtbaren Keimen befasst, die unschädlich gemacht werden müssen. Die Reinigungs-, Desinfektions- und Sterilisationsprozesse sind eher abstrakt.

Um die verschiedenen Schritte der Instrumentenaufbereitung zu begreifen, müssen Fragen aus verschiedenen wissenschaftlichen Bereichen beantwortet werden, z. B. aus der Mikrobiologie, Physik, Medizin, Elektrotechnik, dem Maschinenbau und heutzutage auch aus der IT. Diese Fragen lauten oftmals: »Wo genau sind diese nicht sichtbaren Mikroorganismen?«, »Wie verbreiten sie sich?«, »Wieso behindert die Oberflächenspannung von Wasser das richtige Reinigen?«, »Was sind nicht kondensierbare Gase?«, »Wieso ist es ein Problem, wenn sich Luft im Dampfsterilisator befindet?«, »Wie erzeuge ich die richtige Temperatur für Dampf, um eine sichere Sterilisation zu gewährleisten?«, »Weshalb wird ein Vakuum benötigt, um die Ladung zu trocknen?«, »Was passiert überhaupt in einem Sterilisator?«.

Lange habe ich Schulungen für die Mitarbeiter der ZSVA und Sterilisationstechniker gehalten. Die meiste Zeit in Afrika, aber auch in Asien, dem Nahen Osten und kürzlich in den Niederlanden. Mit der Zeit wurden einige Experimente und praktische Übungen für eine Reihe von Themen in den Lehrplan für die Mitarbeiter in der Sterilgutversorgung eingebaut. Dies bringt mehr Leben in die Schulungen, welche andernfalls weiter meistens aus PowerPoint-Präsentationen bestehen würden. Die folgenden Beispiele sind noch nicht vollständig ausgereift, einige können verbessert und Neue hinzugefügt werden.

Dieser Artikel behandelt verschiedene Lehrmittel und Ideen für die unterschiedlichen Schritte in der Sterilgutversorgung.

Mikrobiologie: Die Keime sichtbar machen

In der Sterilgutversorgung müssen nicht sichtbare Keime unschädlich gemacht werden. Um zu erkennen, dass diese Keime existieren und überall um uns herum sind, gibt es keinen besseren Weg, als die Schulungsteilnehmer in direkten Kontakt mit diesen zu bringen, sei es in oder auf dem eigenen Körper oder auch in der direkten Umgebung. Um die Keime besser kennenzulernen, sollte man sie sichtbar machen. Man kann dafür eine Petrischale mit einem Nährmedium (z. B. DIN EN ISO 4833 – horizontales Verfah-

Autor

Jan Huijs
HEART Consultancy
Quadenoord 2
6871 NG Renkum, Niederlande
Mobil: +31 617918924
Tel.: +31 317-316756
www.heartware.nl



Abbildung 1: 17.10.2017
Kuala Lumpur, Malaysia:
Spaß nach einer
Praxisstunde in der
Sterilisationsabteilung.



Abbildung 2: 19.5.2008, Ouagadougou, Burkina Faso: Das Zusammentreffen mit den Mikroorganismen. Eine Probe der Keime wird mit der Fingerspitze genommen.

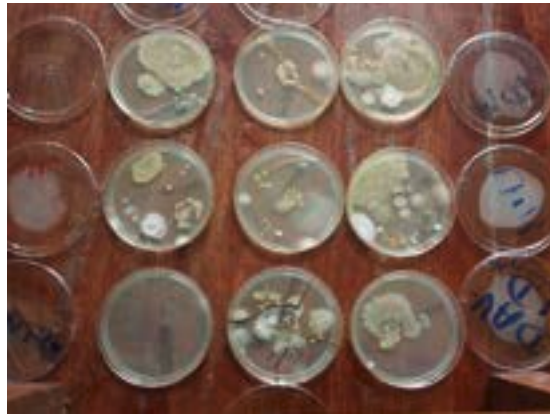


Abbildung 3: 10.11.2017, Serabu, Sierra Leone: Mit der Zeit werden die Mikroorganismen sichtbar und vermehren sich. Unten links befindet sich die Kontrolleinheit (keine Luftaussetzung), diese zeigt kein Wachstum. Die Schale mittig rechts wurde der Luft ca. 30 Minuten lang ausgesetzt.



Abbildung 4: Material für das Seifen-Experiment: Ein Stück Vliesstoff, eine Spritze mit Wasser und eine mit Flüssigseife.



Abbildung 5: 7.11.2017, Serabu, Sierra Leone: Demonstration des Effekts von Flüssigseife auf die Oberflächenspannung von Wasser. Durch die Seife hat sich das Wasser auf der gesamten Oberfläche verteilt.

ren zur Zählung von Mikroorganismen) verwenden, um die Teilnehmer Proben nehmen zu lassen, z. B. von Fingerabdrücken, Handflächen oder vom Husten oder Niesen. Dieser Vorgang wird auch Abklatsch genannt.

Eine Petrischale lassen wir eine halbe Stunde offen und verschließen sie dann. Eine weitere Schale ist als Kontrolleinheit die ganze Zeit über geschlossen. Ein Kurs dauert normalerweise drei bis fünf Tage, in dieser Zeit können die Teilnehmer das Wachstum auf ihren eigenen Schalen beobachten und bemerken, dass dort definitiv Leben vorhanden ist. Die Schale, die der Luft ausgesetzt ist, zeigt ebenfalls Anzeichen von Wachstum. Ein wahres Aha-Erlebnis! Da die Temperaturen meist hoch genug sind, braucht man keinen Inkubator. Nach dem Experiment werden die Schalen entsorgt.

Infektionskontrolle

Es ist bekannt, dass Krankheiten meistens durch Handkontakt verbreitet werden. Um dies zu demonstrieren, habe ich vor Schulungsbeginn einen fluoreszierenden Puder (Glo Germ) auf meine Handinnenflächen gegeben, welches dann Mikroorganismen vortäuschen sollte. Als die Teilnehmer den Raum betraten, schüttelte ich ihnen die Hand. Als wir das Thema der Krankheitsübertragung besprachen, wurde der Raum verdunkelt und ich überprüfte mittels einer UV-Leuchte, wer tatsächlich meine Hand geschüttelt hatte. Einige Teilnehmer machten sich Sorgen, ob sie denn kontaminiert seien. Sie fragten auch, ob die Situation nun gefährlich für sie sei. Das Experiment löste bei allen Anwesenden einen WOW-Effekt aus.

Abbildung 6 (links):

2.4.2008, Kumba, Kamerun:
Mit dem fluoreszierenden
Puder und UV-Licht wird
die richtige Handhygiene
überprüft.

**Abbildung 7 (rechts):**

2.4.2008, Kumba, Kamerun:
Mit dem Set wird auch das
richtige Reinigen von OP-
Instrumenten überprüft.

**Abbildungen 8 und 9 (links):**

Ede, Niederlande:
Test eines Ultraschallreini-
gungsgerätes mit Alufolie.
Hier haben die Ultraschall-
wellen große Löcher in die
Folie gerissen.

**Abbildung 10 (rechts):**

Wageningen, Niederlande:
Edelstahl rostet? Instrumente
in Salzwasser. Nach ein paar
Tagen erscheinen Rostbla-
sen an den Instrumenten, die
zeigen, dass eine Reinigung
notwendig ist.



Reinigung: Oberflächenspannung

Ein wichtiger Aspekt bei der Reinigung ist die Oberflächenspannung, erneut ein abstrakter Begriff. Um den zu erklären, benutze ich zwei Spritzen, eine gefüllt mit Wasser und die andere gefüllt mit Flüssigseife.

Mit der Spritze gebe ich einen großen Tropfen Wasser auf einen Vliesstoff, der Wasser fast komplett abweist. Das Wasser formt sich zu einer großen Perle auf dem Stoff. Die Oberflächenspannung hält das Wasser in dieser Form. Nun gebe ich mit der zweiten Spritze vorsichtig einen Tropfen Flüssigseife auf die Wasserperle. Sofort fällt die Wasserperle in sich zusammen, verteilt sich auf der gesamten Vliesoberfläche und befeuchtet damit das Material. Damit weist man nach, dass dieser Prozess die gesamte Oberfläche reinigt und somit den Schmutz auflöst.

Sauberkeit garantieren

Das Reinigen von Gelenken und Verzahnungen ist meist eine herausfordernde Aufgabe, erst recht, wenn per Hand gereinigt wird. Um zu zeigen, ob diese schwieri-

gen Stellen richtig gesäubert wurden, kann man ein fluoreszierendes Puder (Glo Germ) und eine UV-Leuchte verwenden. Vor der Übung trägt man Puder auf die schwer zu reinigenden Stellen auf. Dann säubert man sie. In einem abgedunkelten Raum kann man mit dem UV-Licht die unreinen Stellen schnell erkennen.

Die Funktionsfähigkeit des Ultraschallreiners überprüfen

In einem Ultraschallreinigungsgerät vibriert Wasser in so hohen Frequenzen, dass es das menschliche Ohr nicht hören kann. Diese Wellen haben jedoch einen sehr effektiven Reinigungseffekt. Ob ein Ultraschallbad richtig funktioniert, kann man testen, indem man Streifen aus Aluminiumfolie in das Wasser hängt. Dazu kann man handelsübliche Alufolie benutzen. Man positioniert die Streifen an verschiedenen Stellen, um zu überprüfen, ob der Reinigungseffekt überall gleich ist.

Wenn alles richtig funktioniert, sind nach dem Reinigen Löcher in der Folie oder Teile der Folie fehlen ganz. Falls das Gerät nicht funktioniert, wird man keine Verände-

rung am Material feststellen. Mit dieser Methode kann man ebenfalls den Effekt von Gummi im Wasser zeigen, welches die Reinigungskraft deutlich verringert.

Demonstration, wie wichtig das richtige Reinigen ist

Oft hört man, dass Edelstahl beständig gegen Korrosion sei. In der Realität ist Edelstahl aber besonders anfällig, wenn Chlor ins Spiel kommt. Dies kann man deutlich machen, wenn man Operationsbesteck in Salzwasser legt. Man muss sicherstellen, dass auch die Gelenke und Kerbverzahnungen im Wasser sind. Nach ein paar Tagen bildet

sich eine bräunliche Blase, vor allem neben den Gelenken. Blut und Gewebe auf benutzten Instrumenten enthalten viel Salz und somit auch Chlor. Das zeigt: Eine sorgfältige Reinigung der Instrumente hilft, Korrosion zu vermeiden.

**Physik des Dampfes:
Dampfdurchdringungsset**

Dampf ist die am häufigsten genutzte Methode, um zu sterilisieren. Deshalb ist es wichtig, mehr über die genaue Wirkungsweise zu erfahren. Dieses Set und seine Anwendung wird im Detail in einem separaten Artikel in 2019 beschrieben.



Abbildung 11 (links): Das Dampfdurchdringungsset.

Abbildung 12 (rechts): 16.10.2017, Kuala Lumpur, Malaysia: Das Dampfdurchdringungsset in Aktion: Wasser kochen, die Hitze des aufsteigenden Dampfes spüren.

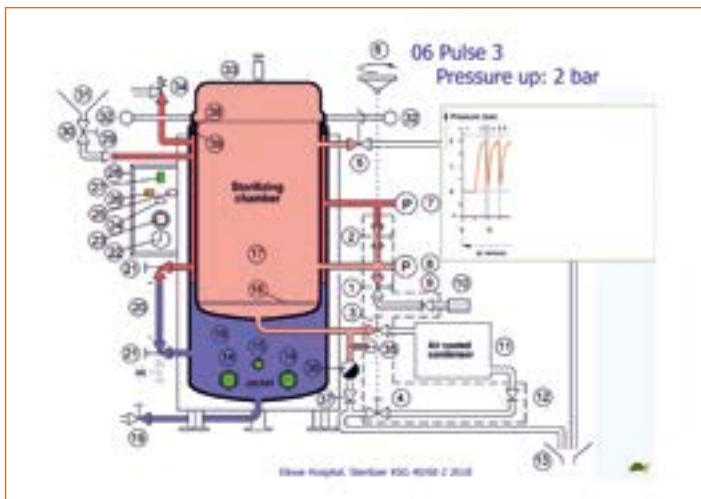


Abbildung 13: Details einer Simulation eines handbetriebenen Sterilisators (KSG 40/60-2): Dieses Bild zeigt, wie der Druck für den dritten Dampfstoß zunimmt. Verschiedene Farben zeigen die unterschiedlichen Medien wie Dampf, kaltes Wasser, Luft an. Die aktivierten Bestandteile sind grün markiert.

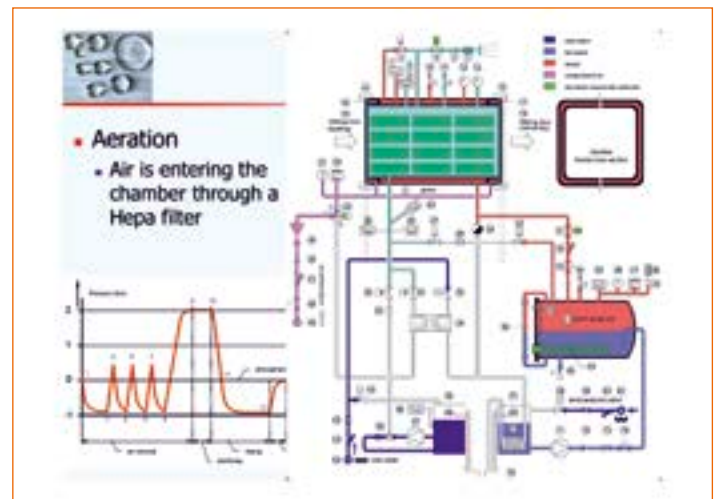


Abbildung 14: Details einer Simulation eines professionellen, computer-gesteuerten Sterilisators (Matachana S1000): Die Abbildung zeigt die Luftzufuhr nach der Trocknungsphase. Die Prozesskurve (links) zeigt die Phase auf.

Der Betrieb des Sterilisators: Prozesssimulation

Während der Schulung wird das Prinzip des Dampfsterilisators erklärt. Daraus resultieren die heutigen Dampfsterilisatoren, ausgestattet mit Mitteln für die richtige Luftevakuierung und das richtige Trocknen. Diese komplexen Maschinen führen die heutzutage übliche Sterilisation mit verschiedenen Phasen durch. Das sind:

- Luftevakuierung durch pulsierenden Dampf,
- die Sterilisationsphase,
- Vakuum zum Trocknen,
- Luftzufuhr.

Diese Abläufe machen den modernen Sterilisator zu einem komplexen Gerät. Abhängig vom eigentlichen Sterilisator am Schulungsort, habe ich verschiedene Prozesse

simuliert, die genau zeigen, was im Sterilisator in allen Phasen passiert. Die verschiedenen Medien (Dampf, Wasser, Luft, Druck) werden mit Farben dargestellt und die Aktivierung verschiedener Bestandteile wie Pumpen, Ventile und Heizungen wird aufgezeigt. Normalerweise wird diese Simulation während des Praxisteils gezeigt, um zu sehen, was während des Zyklus im Inneren der Maschine geschieht.

Einfluss von Luftzufuhr in der Beladung

Luft wirkt wie eine Isolation beim Weiterleiten von Hitze. Wenn Luft auf einer kritischen Oberfläche in einem Sterilisator ist, kann der Dampf diese Oberflächen nicht erreichen. Die Hitze kann nicht weitergeleitet werden und dies führt zu einem gescheiterten Sterilisationsprozess.

Abbildung 15 (links):
29.3.2018, Eikwe, Ghana:
Eine praktische Übung in der ZSVA: Nachvollziehen und Dokumentieren aller Details eines Zyklus in der Kammer und der Beladung.



Abbildung 16 (rechts):
29.11.2014, Monrovia, Liberia: Thermoelement in der Sterilisationskammer.



Abbildung 17: 30.4.2008, Nkongsamba, Kamerun: Das Set zur Echtzeitmessung von Druck und Temperatur in der Kammer und in der Mitte eines Bowie-Dick-Testpaketes zur Benutzung bei Vorvakuumsterilisatoren (inkl. eines 2-Kanal-Thermoelements [links]). Das Manometer zeigt den Druck in der Kammer. Mit dem roten Ventil kann eine Luftzufuhr hergestellt werden. Das einseitige Ventil schützt vor ausdringendem Dampf, wenn das rote Ventil im falschen Moment betätigt wird. Die Verschraubung auf der rechten Seite ist an der Validierungsöffnung der Sterilisationskammer befestigt.



Abbildung 18: 6.4.2008, Kumba, Kamerun: Ein ähnliches Set, befestigt an der Validierungsöffnung der Sterilisationskammer.



Abbildung 19: 23.4.2008, Nkongsamba, Kamerun: Überwachen eines Sterilisationszyklus in einer Praxisstunde. Jede Person in der Gruppe hat eine Aufgabe. Die Prozessparameter wurden jede Minute aufgezeichnet.



Abbildung 20: 21.10.2015, Umuowa,, Nigeria: Freude nach einem erfolgreichen Bowie-Dick-Testpaket.

Um das den Schulungsteilnehmern zu demonstrieren, führten wir einen fehlgeschlagenen und einen erfolgreichen Versuch durch. Als Beladung verwendeten wir ein Bowie-Dick-Test-Wäschepaket mit einem Gewicht von sieben Kilogramm. In die Mitte des Wäschepaketes hatten wir verschiedene Materialien gelegt, um zu demonstrieren, ob die Dampfsterilisation richtig durchgeführt wurde: einen A4-Bowie-Dick-Testindikator und ein Kreuz aus Indikator Klebeband (wie es auch Anfang der 1960er die Erfinder Mr. Bowie und Mr. Dick taten). Zusätzlich legten wir auch ein Thermoelement in das Wäschepaket, das die Temperatur in Echtzeit misst. Ein zweites Thermo-element wurde auf das Paket gelegt, um die Temperatur im Raum zu messen.

Meist finden unsere Schulungen in Krankenhäusern mit manuell bedienbaren Sterilisatoren statt. Dort kann jeder Zyklus demonstriert werden: ein fehlgeschlagener Zyklus wäre ein Zyklus ohne Luftevakuierung, wohingegen ein erfolgreicher Zyklus die vorgegebene Dampfentwicklung für eine Standardsterilisation benötigt. Dieser Prozess beinhaltet meist mehr als drei Dampfstöße. Der Prüfstutzen kann mit einem Manometer ausgestattet werden, um den Druck in der Kammer anzuzeigen. Für einen Vorvakuumsterilisator kann ein Ventil angebaut werden, das die Luftzufuhr einleitet und so den Zyklus fehlschlagen lässt. Das Belüftungsventil ist mit einem speziellen Sicherungssystem ausgestattet, um gefährliche Situationen wie austretenden heißen Dampf beim versehentlichen Öffnen des Ventils unter Druck zu verhindern.

Für den Praxisteil wurden die Teilnehmer in Gruppen aufgeteilt und jeder bekam eine eigene Aufgabe: z. B. den Druck und die Temperatur abzulesen, die Zeitplanung zu erstellen, Anweisungen zu geben oder Ergebnisse aufzuschreiben. Während des Prozessablaufs wurde jede Minute abgelesen. Die Teilnehmer sahen so, was in Echtzeit mit der Temperatur innerhalb der Kammer und im Zentrum des Paketes passierte.

Während des fehlgeschlagenen Zyklus bemerkten sie, dass am Ende der Sterilisationsphase die Temperatur im Zentrum nur bei 30 °C bis 40 °C lag. Diese Temperatur ist eher für die Inkubation als für die Sterilisation geeignet. Während des erfolgreichen Zyklus konnte man beobachten, wie sich der Effekt des pulsierenden Dampfes auswirkte und dass nach dem Start der Sterilisationsphase die Temperatur im Bowie-Dick-Testpaket die adäquate Sterilisationstemperatur erreichte. Die Teilnehmer wurden gebeten, ihre Werte aufzuzeichnen und die Ergebnisse in einer darauffolgenden Schulungseinheit darzustellen. Dies vertiefte noch einmal den Einblick in den Sterilisationsprozess. Außerdem musste die Gruppe intensiv zusammenarbeiten und das förderte eine Atmosphäre voller Enthusiasmus.

Prozessüberwachung mit Datenloggern und dem elektronischen Bowie-Dick-Test

Datenlogger sind sehr hilfreich, um die Leistung des Sterilisators zu bewerten und dessen Zyklen zu kennen. Mit einem Datenlogger für Temperatur und Druck in der

Abbildung 21: Monrovia, Liberia: Datenlogger für Druck/Temperatur erlauben die einfache Registrierung eines Sterilisationsprozesses, auch innerhalb der Ladung. Sehr nützlich für Vorführungen während einer Schulung.

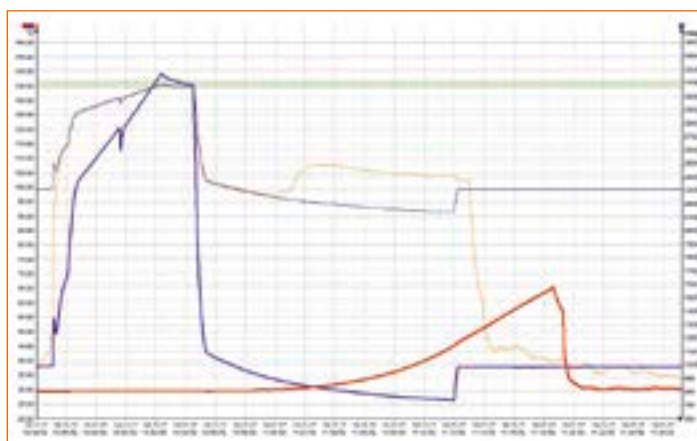


Abbildung 22 (Grafik): Beispiel eines fehlgeschlagenen Sterilisationsprozesses (keine aktive Luftentnahme). Aufzeichnung der Temperatur in der Kammer (orange Linie) und dem Mittelpunkt des Bowie-Dick-Paketes (rote Linie). Die blaue Linie zeigt den Druck in der Kammer. Die Temperatur im Mittelpunkt des Paketes nach der Sterilisation lag nur bei 30 °C.

Abbildung 23 (unten links): Kuala Lumpur, Malaysia: Während einer Schulung der ZSVA können verschiedene Geräte demonstriert werden. Die Datenlogger bieten Aufzeichnungen vom laufenden Autoklav, die für Erklärungen genutzt werden können.

Abbildung 24 (unten rechts): Kuala Lumpur, Malaysia: Die Aufzeichnungen des Datenloggers zeigen den genauen Sterilisationsprozess. Dies kann während einer Schulung gezeigt werden, um zu erklären, was in einem Autoklav passiert.



Kammer und einem zusätzlichen Temperaturfühler ergibt sich eine wirksame Lehrhilfe, um zu demonstrieren, was genau im Sterilisator und in der Beladung geschieht.

Ein großer Vorteil von Datenloggern ist, dass sie sehr einfach zwischen Beladungen platziert werden können. Man benötigt keine Validierungsstützen. Außerdem sind Datenlogger sehr nützlich, um praktische Workshops für den Sterilisator vorzubereiten. Besonders dann, wenn der Autoklav, an dem gerade gearbeitet wird, weder ein Display noch eine Ausgabefunktion besitzt, um den Prozess zu zeigen. Die Logger sind auch nützlich, um den Zyklus eines RDG oder Steckbeckenspülers zu überwachen. Nutzt man einen elektronischen Bowie-Dick-Test, z. B. den kompakten ebro® EBI 16, kann der komplette Prozess aufgezeichnet werden und es ist möglich, sofort die Leistung des Sterilisators zu beurteilen.

Fazit

Die Sterilgutversorgung beschäftigt sich mit der Sicherstellung von sterilen Medizinprodukten durch Inaktivierung von nicht sichtbaren Keimen. Um dies zu erreichen, werden verschiedene Methoden und Ausrüstungen verwendet. Indem man Teile der Schritte im Sterilisationszyklus greifbarer macht, können diese leichter verstanden werden. Dadurch kann mehr Bewusstsein für die Anwesenheit der nicht sichtbaren Keime geschaffen werden, für deren Verhalten und wie man sie unschädlich macht. Nutzt man die unterschiedlichen Lehrhilfen, können einige Aspekte der Physik, bezogen auf Reinigung und Dampfsterilisation, vorgeführt und so besser verstanden werden. Das sorgt teilweise auch für mehr Spaß an unserem eigentlich sehr faszinierenden Beruf, was wiederum die Kompetenz der Mitarbeiter verbessert und im Endeffekt eine bessere Patientensicherheit schafft. |

Routinemäßige Überwachung der Dampfdurchdringung bei Dampfsterilisationsprozessen

J. P. C. M. van Doornmalen Gomez Hoyos

Seit den 90er-Jahren hat sich die minimal-invasive Chirurgie schnell entwickelt. Minimal-invasive Instrumente verfügen oftmals über enge Lumen. Zur Sterilisation aller Oberflächen inklusive der Lumen ist eine gute Dampfdurchdringung unabdingbar.

Zur Gewährleistung der erforderlichen Bedingungen in jedem Sterilisationsprozess schreibt die ISO-17665-1-Norm [1] in Abs. 10.1 unter anderem vor, dass die **»Lenkung der Anwendung und die Routineüberwachung (...) bei jedem Arbeitszyklus durchgeführt werden«** müssen.

Die einschlägige Literatur jedoch besagt, dass jeder Sterilisationsprozess einzigartig ist [2, 3]. Die Dauer der Konditionierungsphase variiert, beispielsweise aufgrund des Gewichtes der Beladung, und kann nicht ausschließlich anhand von Druck- und Temperaturmessungen vorhergesagt werden [4]. Daraus kann man die Notwendigkeit ableiten, in jedem Dampfsterilisationsprozess die Dampfdurchdringung zu überwachen [3, 5].

Unter Beachtung der Temperaturspezifikationen gemäß EN 285 [6], der Dampftabellen [7] und physikalischer Gesetzmäßigkeiten (der Gesamtdruck eines Gases ist die Summe der einzelnen Drücke der einzelnen Gase) kann der Beweis geführt werden, dass die Wasserdampfsättigung (Water Vapor Fraction = WVF) $\geq 92\%$ sein sollte [8]. Demzufolge muss die Wasserdampfsättigung während der Sterilisationsphase (Haltezeit [6]) an allen Stellen innerhalb der Kammer und der Beladung $\geq 92\%$ betragen. Zusammen mit den Kombinationen aus Temperatur (T) und Zeit (t), die aus der Literatur hervorgehen [9], sehen daher die Kriterien für einen Sterilisationsprozess bei 134 °C wie folgt aus:

$$\begin{aligned} 134\text{ °C} &\leq T \leq 137\text{ °C} \\ \text{WVF} &\geq 92\% \\ t &\geq 180\text{ s. [1]} \end{aligned}$$

In Krankenhäusern beträgt die übliche Länge der Hohlkörperinstrumente 1 m. Die größte Herausforderung bei der Gewährleistung einer Wasserdampfsättigung $\geq 92\%$

stellt die Mitte der Lumen dieser Instrumente dar. Die Dampfdurchdringung bei dünnwandigen Kanälen lässt sich am besten mit einem einseitig geschlossenen Lumen darstellen. Die größte Herausforderung ist somit das Erreichen der Wasserdampfsättigung $\geq 92\%$ am geschlossenen Ende.

Dünnwandige Instrumente werden in dem vorliegenden Text als Kanäle definiert, bei denen die Aufwärmung der Innenfläche gleich schnell oder schneller erfolgt als die Durchdringung des Lumens mit Dampf. Die Erwärmung erfolgt durch Kondensation auf den Außenflächen des Hohlkörpers.

Um einen 1 m langen durchgängigen Hohlkörper darzustellen, kann ein 0,5 m langer einseitig geschlossener

| Autor

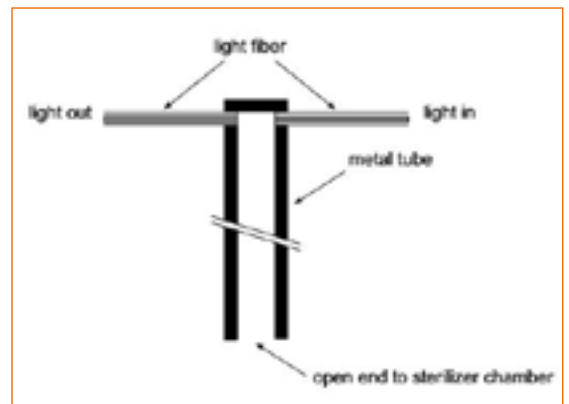
Josephus P. C. M. van Doornmalen Gomez Hoyos^{1, 2}

¹ Eindhoven University of Technology,
PO Box 513,

5600 MB Eindhoven, Niederlande

² Steelco S.p.A., Via Balegante, 27,
31039 Riese Pio X (TV), Italien

Abb. 1: Schematische Darstellung des Sensors mit angeschlossenem Prüfkörper (Hohlkörper) [10]. Der Prüfkörper ist einseitig geschlossen. Er wird so positioniert, dass das geschlossene Ende im Sterilisator nach oben zeigt und das offene Ende nach unten. Am geschlossenen Ende (x = L) wird ein Infrarotstrahl erzeugt und mittels Glasfaser in den Prüfkörper gesendet. Am anderen Ende empfängt ein zweiter Sensor das Lichtsignal, das durch das Gasgemisch in dem Prüfkörper gesendet wird. Wenn nur Luft (NKGs) vorhanden ist, wird das Licht vollständig gesendet und empfangen. Je mehr Wassermoleküle (Wasserdampfsättigung) vorhanden sind, desto mehr von dem Infrarotlicht wird absorbiert und desto weniger Licht kommt beim Empfänger an. Die empfangene Lichtmenge kann dazu verwendet werden, die Wasserdampfsättigung am geschlossenen Ende des Prüfkörpers zu bestimmen. Die Länge des Prüfkörpers kann so gewählt werden, dass Bedingungen nachgestellt werden, um den Worst Case nachzustellen.



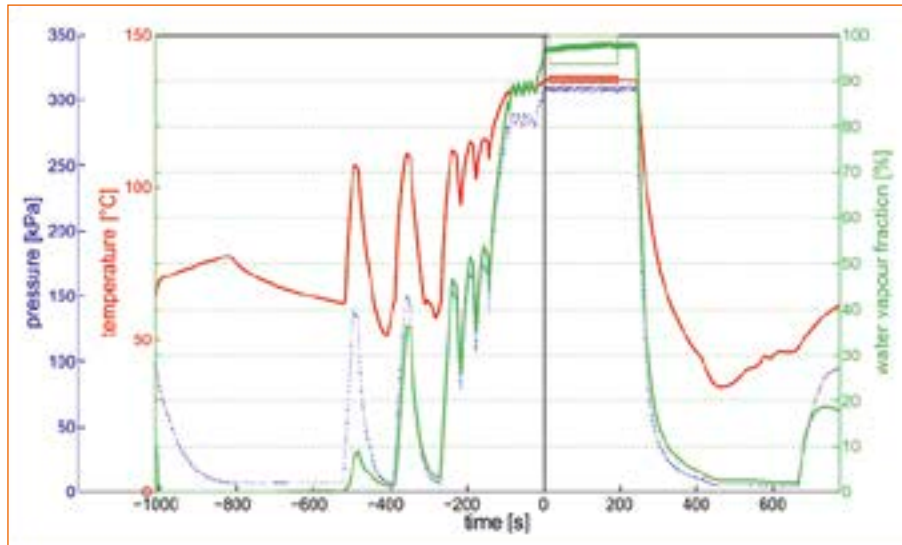


Abb. 2 a: Vollständiger Prozess

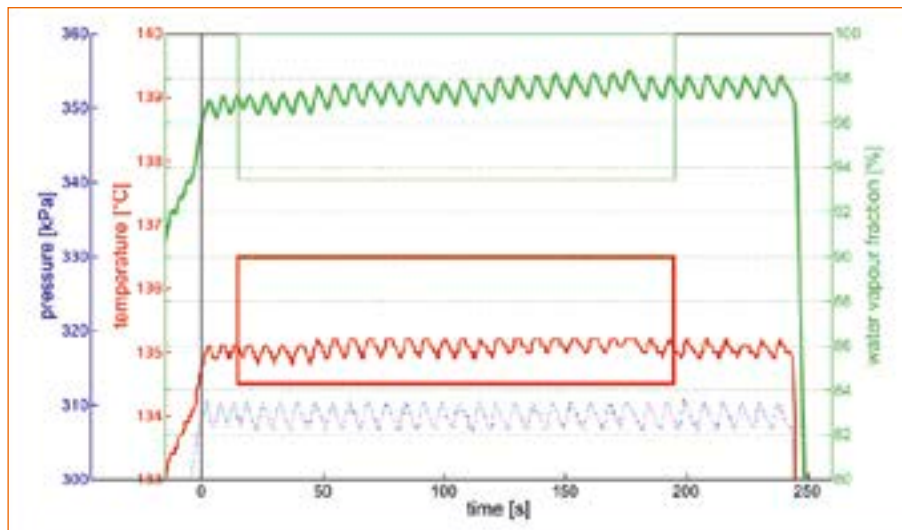


Abb. 2 b: Plateauzeit

Abb. 2 a–c: Darstellung von Temperatur (T), Wasserdampfsättigung (WVF) und Druck (p) in Echtzeit. Abb. 2 a stellt einen vollständigen Prozess dar; Abb. 2 b zeigt die Plateauzeit (Ausgleichszeit plus Haltezeit). In diesem Beispiel gilt eine Ausgleichszeit von 15 s [6]. Abb. 2 c zeigt das Display eines Dampfsterilisators während eines Prozesses.

Hohlkörper verwendet werden. Um einen Worst Case zu simulieren, kann sogar auf 0,7 m verlängert werden.

Eine mögliche Methode zur Ermittlung der Wasserdampfsättigung am geschlossenen Ende ist in Abb. 1 dargestellt. Diese Methode erlaubt die Ermittlung der Wasserdampfsättigung quantifiziert und in Echtzeit am Ende des Hohlkörpers.

Die Länge des Hohlkörpers entspricht dem Worst Case (dem kritischsten Hohlkörperinstrument). Der Wert für die Wasserdampfsättigung kann auf dem Bildschirm des Dampfsterilisators ähnlich wie der Temperaturverlauf angezeigt werden (Abb. 2 c). Die Wasserdampfsättigung sowie der Temperaturverlauf können ausgewertet und für die parametrische Freigabe herangezogen werden.

Die Vorteile der beschriebenen Messung der Wasserdampfsättigung direkt am Ende eines einseitig geschlossenen Hohlkörpers sind:

- Ermittlung der Wasserdampfsättigung in Echtzeit.
- In jedem Dampfsterilisationsprozess wird eine Dampfdurchdringungsprüfung durchgeführt. Die Prüfung ist automatisiert und erübrigt manuelle Eingriffe und die Notwendigkeit der Interpretation.
- Es wird mehr Information über den Prozess geliefert, ohne zusätzlich Zeit und Kosten zu investieren.
- Die Prüfung lässt sich an den Worst Case (längster Hohlkörper) anpassen.
- Die Wasserdampfsättigung am geschlossenen Ende wird quantitativ erfasst.
- Die wichtigen Parameter der Sterilisation werden erfasst.
- Im Falle von Änderungen im Dampfsterilisationsprozess können die Kriterien im Sensor angepasst werden. |

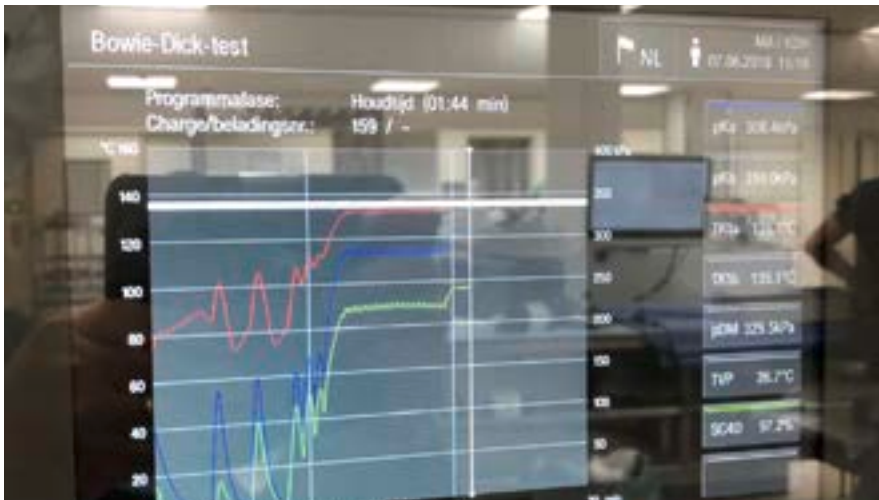


Abb. 2 c: Display

Referenzen:

1. Standard ISO 17665 part 1. International Organization for Standardization: Sterilization of health care products – Moist heat – Requirements for the development, validation and routine control of a sterilization process for medical devices, 2006.
2. Lapanaitas N and van Doornmalen Gomez Hoyos JPCM. Fallstudie: Korrelation zwischen der Dauer der Dampfsterilisation, dem Prozess und dem Gewicht der Beladung. Central Service, 4, 2018.
3. van Wezel RAC, van Gastel A, de Ranitz A, and van Doornmalen JPCM. Following trends in steam sterilizer performance by quantitative monitoring of non-condensable gases. The Journal of Hospital Infection, 2017, DOI: 10.1016/j.jhin.2017.08.008.
4. van Doornmalen Gomez Hoyos JPCM, Tessarolo F, and Kopinga K. Measurements of only pressure and temperature are insufficient to monitor steam sterilization processes: a case study. Central Service, 4:250(253, 2014.
5. van Doornmalen Gomez Hoyos JPCM and Riethoff WJC. A case study of steam penetration monitoring indicates the necessity of Every Load Monitoring of steam sterilization processes. Central Service, 5:320 (325, 2016.
6. Standard EN 285. European Committee for Standardization: Sterilization – Steam sterilizers – Large sterilizers, 2015.
7. National Institute of Standards and Technology (NIST). https://webbook.nist.gov/cgi/fluid.cgi?Action=Load&ID=C7732185&Type=SatP&Digits=5&THigh=140&TLow=1&TInc=1&RefState=DEF&TUnit=C&PUnit=bar&DUnit=kg%2Fm3&HUnit=kJ%2Fkg&WUnit=m%2Fs&VisUnit=uPa*s&STUnit=N%2Fm
8. van Doornmalen Gomez Hoyos JPCM, Paunovic A, and Kopinga K. Steam sterilisation does not require saturated steam. The Journal of Hospital Infection, 2017, DOI: 10.1016/j.jhin.2017.07.011.
9. Working party on Pressure Steam Sterilizers of the Medical Research Council. Sterilisation by steam under increased pressure. The Lancet, 273:425(435, 1959, DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(59\)92258-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(59)92258-5).
10. van Doornmalen Gomez Hoyos JPCM, Verschueren M, and Kopinga K. Penetration of water vapour into narrow channels during steam sterilization processes. Journal of Physics D: Applied Physics, 2013, DOI: 10.1088/0022-3727/46/6/065201.

| Impressum

Wissenschaftlicher Beirat:

H. Biering, Düsseldorf
 F. Brill, Hamburg
 J. Gebel, Bonn
 A. Hartwig, Berlin
 H. L. Holz, Mainz
 U. Junghannß, Köthen
 S. Kauertz, Dortmund
 S. Kaufmann, Saarbrücken
 T. Miorini, Graz
 M. Pietsch, Mainz
 B. Wilbrandt, Berlin

Herausgeber:

Office, das Büro der aseptica
 Bernd Vierendege
 Frieda-Nadig-Straße 53
 33332 Gütersloh
 E-Mail: info@aseptica.com

Verantwortlich für den Inhalt:
 Reinhild Portmann
 Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
 Miele & Cie. KG
 Carl-Miele-Straße 29
 33332 Gütersloh
 Telefon: 05241 891952
 Fax: 05241 891950

Gesamtherstellung:

TERRITORY
 CTR GmbH
 Carl-Bertelsmann-Str. 33
 33311 Gütersloh
 Telefon: 05241 23480-50
 Fax: 05241 23480-61
 ISDN: 05241 23480-64
 E-Mail: info@aseptica.com
 Internet: www.aseptica.com
 Stephan Dittmar, Ulrich Borghardt

In Zusammenarbeit mit:
 Ecolab Deutschland GmbH
 Ecolab-Allee 1 | 40789 Monheim am Rhein;
 Miele & Cie. KG
 Postfach | 33325 Gütersloh;
 OLYMPUS Deutschland GmbH
 Postfach 10 49 08 | 20034 Hamburg;
 Xylem Analytics Germany Sales GmbH & Co. KG
 ebro®
 Peringerstraße 10 | 85055 Ingolstadt;
 Kögel GmbH
 Hagenfeldstraße 4 | 75038 Oberderdingen;
 Innovations Medical Vertriebs GmbH
 Badstraße 11 | 78532 Tuttlingen

Redaktion:

Aaron Papadopoulos, Ecolab
 Ulrike Weber, Miele
 Christian Roth, Olympus
 Iven Kruse, ebro
 Peter Sauer, Kögel
 Michael Schändlinger,
 Innovations Medical

Titelbild: © Getty Images Westend61
 Erscheinungsweise: viermal jährlich
 Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier

Nachdruck nur mit Genehmigung der
 Redaktion. Namentlich gekennzeichnete Beiträge
 können von der Meinung der Redaktion abweichen.
 Für unverlangt eingesandte Manuskripte und
 Fotos wird keine Haftung übernommen. Die
 Redaktion behält sich vor, Leserbriefe zu kürzen.
 ISSN 1439-9016

-ebro-
a xylem brand

WIR SCHULEN KOMPETENZ!

Das neue Seminarprogramm 2019 ist verfügbar unter:
www.ebro.com/de/unternehmen/kompetenzentrum.html
Gerne senden wir Ihnen auch den neuen Prospekt zu:
+49 841 95478-0

NEU! Validierungsseminare in Kooperation mit dem
Brandenburgischen Bildungswerk für Medizin und
Soziales e.V.



www.ebro.com

Xylem Analytics Germany Sales GmbH & Co. KG, ebro - Fertigungsstr. 10 - 99095 Ingolstadt - Tel. +49 841 954780 - Fax: +49 841 95478-80 - E-Mail: ebro@xyleminc.com

xylem

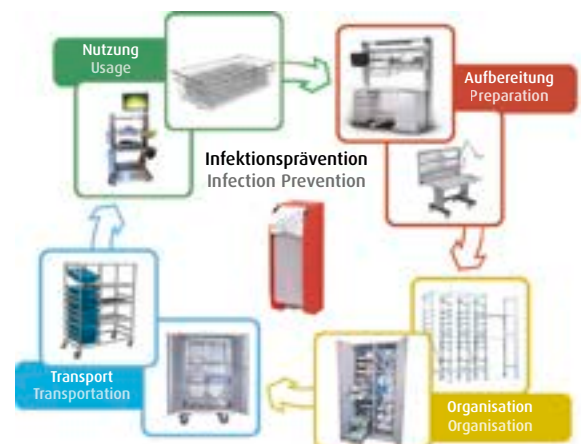
Innovations **MEDICAL**

sterile container
safety in its most beautiful form

KÖGEL

KÖGEL – höchste Qualität und Zuverlässigkeit

Unsere Beratung und Produktvielfalt garantieren
eine ganzheitliche und wirtschaftliche Sterilgut-
Logistik. Alles aus einer Hand.



Kögel GmbH · MEDSolutions
Hagenfeldstraße 4 · 75038 Oberderdingen | Germany
Tel. +49 7045 982-0 · Fax +49 7045 982-22
www.mk-koegel.de · info@mk-koegel.de