

S. Schulz-Stübner · M. Dettenkofer
F. Mattner · E. Meyer
R. Mahlberg *Hrsg.*

Multiresistente Erreger

Diagnostik – Epidemiologie –
Hygiene – Antibiotika-
„Stewardship“

2. Auflage

 Springer

Multiresistente Erreger

Sebastian Schulz-Stübner
Markus Dettenkofer
Frauke Mattner • Elisabeth Meyer
Rolf Mahlberg
Hrsg.

Multiresistente Erreger

Diagnostik - Epidemiologie -
Hygiene - Antibiotika-
„Stewardship“

2. Auflage

 Springer

Hrsg.

Privatdozent Dr. Sebastian
Schulz-Stübner
(BZH GmbH)
Deutsches Beratungszentrum für
Hygiene
Freiburg, Deutschland

Prof. Dr. Markus Dettenkofer
Institut für Krankenhaushygiene
& Infektionsprävention
Gesundheitsverbund Landkreis
Konstanz
Radolfzell, Deutschland

Prof. Dr. Frauke Mattner
Institut für Hygiene
Kliniken der Stadt Köln
Köln, Deutschland

Privatdozent Dr. Elisabeth Meyer
Institut für Hygiene und
Umweltmedizin
Charite Universitätsmedizin
Berlin
Berlin, Deutschland

Dr. med. Rolf Mahlberg
Onkologisches Zentrum
Klinikum Mutterhaus der
Borromäerinnen
Trier, Deutschland

ISBN 978-3-662-58212-1

ISBN 978-3-662-58213-8 (eBook)

<https://doi.org/10.1007/978-3-662-58213-8>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2016, 2019
Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Fotonachweis Umschlag:(c)royaltystockphoto/iStock

Umschlaggestaltung: deblik Berlin

Springer ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Vorwort zur 2. Auflage

Multiresistente Erreger (MRE) sind in den vergangenen Jahren nicht nur zu einem medizinischen Problem geworden, sondern auch zu einem gesamtgesellschaftlichen Thema mit weitreichenden Public-Health- und individualpsychologischen Aspekten für Patienten, Angehörige und medizinisches Fachpersonal. Dies hat sich seit der letzten Auflage auch in politischen Initiativen und Programmen niedergeschlagen.

Die Herausgeber dieses Buches haben es sich zum Ziel gesetzt, mit einer gründlichen Zusammenfassung der Mikrobiologie, Epidemiologie und evidenzbasierter krankenhaushygienischer Maßnahmen sowie der Präventionskonzepte des so genannten „antibiotic stewardship“ den Themenkomplex „MRE“ verständlich und übersichtlich darzustellen.

Dabei hat sich die Zweiteilung in einerseits dieses Nachschlagewerk mit den wesentlichen, wissenschaftlichen Fakten und erforderlichen krankenhaushygienischen und generalpräventiven Maßnahmen als auch ein für den Praktiker/Kliniker am Krankenbett verwendbares Kitteltaschenbuch zur Antibiotikatherapie von MRE-Infektionen, welches als separates Werk „Antibiotika bei Infektionen mit multiresistenten Erregern“ erscheint, bewährt.

Wir hoffen, auch mit der zweiten, aktualisierten Auflage einen Beitrag leisten zu können, das Resistenzproblem zukünftig besser in den Griff zu bekommen und die uns anvertrauten Patienten

sicher und erfolgreich behandeln zu können, ohne unbegründete Ängste und Unsicherheiten zu schüren.

Freiburg, im März 2019

Für das Herausgeberteam

Freiburg, Deutschland

Sebastian Schulz-Stübner

Inhaltsverzeichnis

1	Geschichtliche Entwicklung, Public-Health-Aspekte und allgemeine Hygienemaßnahmen	1
	Sebastian Schulz-Stübner	
1.1	Geschichtliche Entwicklung	2
1.2	Public-Health-Aspekte	4
	Literatur	27
2	MRSA-Infektionen	31
	Alik Dawson und Sebastian Schulz-Stübner	
2.1	Epidemiologie	32
2.2	Typisierungsmethoden (Auswahl)	41
2.3	Resistenzmechanismus	46
2.4	Diagnostik	55
2.5	Risikofaktoren	62
2.6	Dekolonisierung	65
	Literatur	68
3	Vancomycin-resistente Enterokokken	77
	Markus Dettenkofer und Sebastian Schulz-Stübner	
3.1	Einführung	78
3.2	Pathogenität	79
3.3	Resistenztypen	79
3.4	Vorkommen und Verbreitung von Enterokokken ...	80
3.5	Epidemiologie von VRE	81
3.6	Maßnahmen zur Prävention und Kontrolle von VRE	85
	Literatur	92

4	Multiresistente gramnegative Erreger (MRGN)	95
	Frauke Mattner	
4.1	Gramnegative Stäbchen (GNE)	96
4.2	Antibiotikaresistenzmechanismen bei gramnegativen Erregern (GNE)	99
4.3	Definition einer Multiresistenz von gramnegativen Stäbchen	99
4.4	Definition von Carbapenem-resistenten Enterobacteriaceae	104
4.5	Epidemiologie der MRGN in Deutschland	107
4.6	Umweltresistenz der verschiedenen MR-gramnegativen Erreger	108
4.7	Reservoirs der MR-gramnegativen Erreger im Krankenhaus	109
4.8	Übertragbarkeit verschiedener MR-gramnegativer Erreger im Krankenhaus	109
4.9	Hygienemaßnahmen zur Verringerung von MRGN im Krankenhaus	110
	Literatur	121
5	Tuberkulose	123
	Rolf Mahlberg	
5.1	Epidemiologie	124
5.2	Risikogruppen	129
5.3	Meldepflicht und zu übermittelnde Angaben gemäß dem Infektionsschutzgesetz	129
5.4	Tuberkulose-Falldefinition (Stand 01.01.2015)	130
5.5	Definition des klinischen Bildes	130
5.6	Erregercharakterisierung	131
5.7	Übertragungsmechanismus	132
5.8	Bakteriologische Diagnostik	132
5.9	Infektionsweg	135
5.10	Inkubationszeit	136
5.11	Dauer der Ansteckungsfähigkeit	137
5.12	Klinische Symptomatik	138
5.13	Röntgendiagnostik	138
5.14	Prinzipien der Tuberkulosebehandlung	139

5.15	Medikamentöse Tuberkulosetherapie	143
5.16	Therapie der resistenten Tuberkulose	144
6	Prävention der Resistenzentwicklung in Krankenhaus, Arztpraxis und in der Veterinärmedizin	147
	Elisabeth Meyer	
6.1	Antibiotika – was ist das Problem?	148
6.2	Antibiotika und ihre Wirkung auf das Mikrobiom	150
6.3	Antibiotika und Resistenzentwicklung	154
6.4	Antibiotika in der Humanmedizin: wie viel, warum und was kann verbessert werden?	154
6.5	Preiselastizität – je billiger, desto mehr	159
6.6	Antibiotic stewardship	160
6.7	Antibiotika in der Veterinärmedizin: wie viel, warum und was kann verbessert werden?	169
	Literatur	176
7	Psychologische Aspekte im Umgang mit MRE	181
	Sebastian Schulz-Stübner	
7.1	Aus Sicht von Patienten	182
7.2	Aus Sicht der Angehörigen	191
7.3	Aus Sicht des medizinischen Personals	196
7.4	Aus Sicht der Öffentlichkeit	197
7.5	Haben Sie eine Penicillinallergie – Eine einfache Frage mit individueller und gesamtgemeinschaftlicher Auswirkung?	199
	Literatur	201
	Sachverzeichnis	203

Herausgeber- und Autorenverzeichnis

Über die Herausgeber und Autoren

Dr. med. Alik Dawson absolvierte seine Ausbildung zum Facharzt für Medizinische Mikrobiologie, Virologie und Epidemiologie am Institut für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene an der Universitätsklinik des Saarlandes, wo er auch als Mitglied des saarländischen MRE-Netzwerks zur Prävention und Kontrolle von MRSA sich wissenschaftlich in diesem Bereich betätigte. Aktuell arbeitet er als Oberarzt in der Abteilung für Labor- und Hygienemedizin in der Zentralklinik Bad Berka.

Prof. Dr. med. Markus Dettenkofer ist Facharzt für Hygiene und Umweltmedizin. Er war langjährig Leiter der Sektion Krankenhaushygiene am Universitätsklinikum Freiburg und ist seit 2015 Chefarzt und Leiter des Instituts für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention im Gesundheitsverbund Landkreis Konstanz. Er engagiert sich unter anderem in der European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases und ist Verfasser zahlreicher wissenschaftlicher Fachartikel und Fachbücher.

Dr. med. Rolf Mahlberg ist Facharzt für Innere Medizin mit dem Teilgebiet Hämato-Onkologie und den Zusatzbezeichnungen: Infektiologie, internistische Intensivmedizin und Sportmedizin. Er ist Chefarzt der Inneren Medizin I am Klinikum Mutterhaus der Borromäerinnen mit den Arbeitsbereichen: Hämato-Onkologie,

Infektiologie, Mukoviszidose und Kardiologie. Er ist seit langem Mitarbeiter der AGIHO und der DGI und dort auch an der Erstellung von Leitlinien infektiologische Themen betreffend beteiligt. Des Weiteren ist er Autor bzw. Koautor mehrerer Lehrbücher und Fachartikel.

Prof. Dr. med. Frauke Mattner ist Fachärztin für Hygiene und Umweltmedizin und Fachärztin für Laboratoriumsmedizin. Sie leitet seit 2010 als Krankenhaushygienikerin das Institut für Hygiene an den Kliniken der Stadt Köln, Krankenhaus Köln-Merheim, Universitätskrankenhaus der privaten Universität Witten-Herdecke. Sie engagiert sich in Fachgesellschaften und der Landesärztekammer und ist Verfasserin zahlreicher wissenschaftlicher Fachartikel und Fachbücher.

Privatdozent Dr. med. Elisabeth Meyer ist Fachärztin für Hygiene und Umweltmedizin und Fachärztin für Innere Medizin, Infektiologie DGI. Ihre Interessens- und Forschungsschwerpunkte sind Antibiotikatherapie und Resistenzentwicklung bakterieller Erreger.

Privatdozent Dr. med. Sebastian Schulz-Stübner ist Facharzt für Hygiene und Umweltmedizin und Facharzt für Anästhesiologie mit den Zusatzbezeichnungen Intensivmedizin, Notfallmedizin, Spezielle Schmerztherapie, Psychotherapie und Ärztliches Qualitätsmanagement. Er ist Mitgesellschafter und hauptamtlich einer der Ärztlichen Leiter des Deutschen Beratungszentrums für Hygiene (BZH GmbH) in Freiburg und nebenberuflich als Notarzt und Schmerz- und Psychotherapeut tätig sowie Autor zahlreicher wissenschaftlicher Fachartikel und Fachbücher. Er ist Geschäftsführer der Schulz-Stübner-Stiftung EIN LEBEN MIT BILDERN.

Wir danken dem Mitherausgeber und Koautor der ersten Auflage **Prof. Dr. med. Mathias Herrmann** für seine Unterstützung.

Mitarbeiterverzeichnis

Dr. med. Alik Dawson Abteilung Labor- und Hygienemedizin, Zentralklinik Bad Berka, Bad Berka, Deutschland, Alik.Dawson@zentraklinik.de

Prof. Dr. med. Markus Dettenkofer Institut für Krankenhaushygiene & Infektionsprävention, Gesundheitsverbund Landkreis Konstanz, Radolfzell, Deutschland, markus.dettenkofer@glkn.de

Dr. med. Rolf Mahlberg Onkologisches Zentrum, Klinikum Mutterhaus der Borromäerinnen, Trier, Deutschland, Mahlberg@mutterhaus.de

Prof. Dr. med. Frauke Mattner Institut für Hygiene, Kliniken der Stadt Köln, Köln, Deutschland, mattnerf@kliniken-koeln.de

Privatdozent Dr. med. Elisabeth Meyer Institut für Hygiene und Umweltmedizin, Charite Universitätsmedizin Berlin, Berlin, Deutschland, Elisabeth.meyer@charite.de

Privatdozent Dr. med. Sebastian Schulz-Stübner Deutsches Beratungszentrum für Hygiene, BZH GmbH, Freiburg, Deutschland, schulz-stuebner@bzh-freiburg.de



Geschichtliche Entwicklung, Public-Health-Aspekte und allgemeine Hygienemaßnahmen

1

Sebastian Schulz-Stübner

Inhaltsverzeichnis

1.1	Geschichtliche Entwicklung	2
1.2	Public-Health-Aspekte	4
1.2.1	Resistenzprävention	13
	Literatur	27

- ▶ Multiresistente Erreger stellen ein zunehmendes therapeutisches und sozioökonomisches Problem im Gesundheitswesen dar. Zur Eindämmung dieses Problems sind gesundheitspolitische Weichenstellungen, Aufklärung der Öffentlichkeit, Schulung des medizinischen Personals und koordinierte Forschungsanstrengungen erforderlich. Die praktischen Säulen der Prävention von Resistenzentwicklung und -verbreitung ruhen auf dem zielgerichteten, sparsamen Verbrauch von Antibiotika in Human- und Veterinärmedizin, konsequenter Standard-/Basishygiene und allgemeinem Problembewusstsein.

S. Schulz-Stübner (✉)
Deutsches Beratungszentrum für Hygiene, BZH GmbH,
Freiburg, Deutschland
E-Mail: schulz-stuebner@bzh-freiburg.de

1.1 Geschichtliche Entwicklung

Mit der Entdeckung des Penicillins durch Alexander Flemming und seine Erstbeschreibung 1929 (Flemming 1929) begann nicht nur die therapeutische Ära der Antibiotika, die die moderne Medizin entscheidend geprägt und verändert hat, sondern auch die Geschichte der Resistenzentwicklung der Erreger, wobei sich diese ihre genetische Variabilität, zahlreiche intrinsisch vorhandene Resistenzmechanismen, multiple Modi des Genaustausches und die kurze Generationszeit im Sinne einer raschen Selektion und Mikroevolution zunutze machen können.

Bis zum klinischen Einsatz des Penicillins vergingen über 12 Jahre und erst in den 1940er-Jahren erfolgte der breite klinische Einsatz, vor allem bei den Verwundeten im Zweiten Weltkrieg. Rasch bildeten sich penicillinasebildende Staphylokokkenklone heraus und Penicillin G verlor zunehmend an Wirksamkeit. Im Jahr 1959 wurde mit Methicillin eine neue Substanz eingeführt, die gegenüber den Penicillinasen stabil war. Schon zwei Jahre nach der Einführung von Methicillin wurden die ersten MRSA-Stämme beschrieben. Nach 1961 verbreiteten sich die MRSA rasch in den USA und Europa und sind inzwischen ein weltweites Problem mit Prävalenzraten von 1 % der Staphylokokkenisolate in den Niederlanden, über 20 % in Deutschland bis zu 60 % in den USA.

Die heutzutage aufgrund des besseren Nebenwirkungsprofils überwiegend verwendeten, verwandten Substanzen, wie z. B. Oxacillin oder Flucloxacillin unterliegen dem gleichen Resistenzmechanismus wie Methicillin, doch hat sich der Name MRSA anstelle von ORSA in der Literatur durchgesetzt. Vancomycin wurde in den 1950er-Jahren entwickelt und war über 30 Jahre lang ein Reserveantibiotikum, das gegen praktisch alle grampositiven Erreger wirksam war. Im Jahr 1986 gab es die ersten Berichte über VRE in Europa und wenig später auch in den USA. Inzwischen sind auch einzelne Fälle mit Vancomycin- und Methicillin-resistenten Staphylokokken (VRSA) bzw. Linezolid-resistenten Staphylokokken aufgetreten, allerdings

haben diese (noch) keine klonale Verbreitung gefunden und die Anzahl der individuellen Fälle bemisst sich im zweistelligen Bereich weltweit.

Die WHO veröffentliche unlängst eine Liste der „12 gefährlichsten Bakterienfamilien“. Als kritisch werden hier derzeit carbapenemresistente *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* und Enterobacteriaceae eingestuft. Mit hoher Priorität werden vancomycinresistente Enterokokken (VRE), methicillinresistente *Staphylococcus aureus* (MRSA), aber auch weniger im Bewusstsein präsenste Vertreter wie clarithromycinresistente *Helicobacter pylori*, chinolonresistente *Campylobacter* spp., Salmonellen und chinolon- und cephalosporinresistente *Neisseria gonorrhoeae* aufgelistet. Mit mittlerer Priorität werden penicillinunempfindliche *Streptococcus pneumoniae*, ampicillinresistente *Haemophilus influenzae* und chinolonresistente *Shigella* spp. genannt (WHO 2017).

Die weltweite epidemiologische Lage stellt sich heterogen dar. Während in den USA beispielsweise der community-acquired (CA-) MRSA (meist Typ USA 300) inzwischen der dominierende Vertreter ist, kommen CA-MRSA in Deutschland mit ca. 1 % der Isolate verhältnismäßig selten vor und die Gesamtzahl der MRSA-Infektionen ist inzwischen eher rückläufig. Hohe Inzidenzen von multiresistenten gramnegativen Erregern (MRGN) werden insbesondere in Indien beschrieben, wobei Lübbert et al. unlängst auch eine hohe Belastung des Abwassers in der Nähe pharmazeutischer Unternehmen mit Antibiotikarückständen zeigen konnte (Lübbert et al. 2017). Eine Verbreitung von MRGN durch Fernreisen lässt sich aus Untersuchungen von Reiserückkehrern aus Endemieregionen ableiten (Lübbert et al. 2015), aber auch in Deutschland finden sich MRGN in Gewässern und Antibiotikarückstände in Kläranlagen.

Hinweise für zoonotische Übertragungswege ergeben sich sowohl durch MRSA-Nachweise in der Lebensmittelkette als auch für ESBL-Bildner oder mobile Colistinresistenzen (Liu et al. 2015; Exner et al. 2017).

Bei MRSA spielen in Deutschland Healthcare-Associated(HA)-MRSA jedoch nach wie vor die Hauptrolle und Lifestock-associated (LA)- und Community-associated (CA)-

MRSA eine untergeordnete Rolle, sodass der Verhinderung von Transmission über Kontakte mit dem Gesundheitswesen nach wie vor eine große Bedeutung zukommt. Für die hauptsächlich im Darm als Reservoir anzutreffenden Enterokokken und MRGN spielen allerdings nicht mit dem Gesundheitswesen assoziierte Verbreitungswege innerhalb der Allgemeinbevölkerung eine Rolle, sodass transmissionspräventive Maßnahmen innerhalb von Krankenhäusern alleine zur Verhinderung einer weiteren Ausbreitung nicht effektiv sind, zumal es für diese Erreger keine langfristig wirksamen Dekolonisationsregime im Gegensatz zu MRSA gibt. Dies gilt es, im Rahmen des sog. „One Health“-Approaches zur Resistenzbekämpfung zu berücksichtigen. Abb. 1.1 gibt eine zusammenfassende epidemiologische Risikobewertung der derzeit klinisch wichtigen Erreger, wobei Resistenzen von Erregern häufiger ambulant erworbener Infektionen (z. B. Harnwegsinfektionen, Pneumonien) bei gleichzeitiger Verbreitung in der Allgemeinbevölkerung naturgemäß ein anderes epidemiologisches Problempotential aufweisen, als auf den medizinischen Bereich fokussierte Infektionen, die durch konsequente infektionspräventive Maßnahmen im Rahmen der Basishygiene gut beherrschbar sein sollten.

1.2 Public-Health-Aspekte

Der Wettlauf zwischen Erreger und Resistenz über die **Multiresistenz** (MDR) über die **extreme Resistenz** (XDR) bis hin zur **Panresistenz** (PDR) spiegelt sich besonders deutlich beim Tuberkuloserreger, dem *Mycobacterium tuberculosis*, wider (Kap. 5). Eine in der Nomenklatur ähnliche Klassifikation klinisch bedeutender grampositiver und gramnegativer Erreger wurde 2012 von Magiorakos veröffentlicht (Tab. 1.1).

2007 kommt der Arzneimittelbericht zu folgender Feststellung:

In den letzten Jahren haben viele der großen Pharmafirmen die Forschung im Bereich Antiinfektiva komplett aufgegeben. Die wenigen neueren Substanzen der letzten Jahre sind häufig durch kleinere, spezialisierte Unternehmen entwickelt worden. Seit

	MRSA	VRE	3 MRGN	4 MRGN
Trend	abnehmend	zunehmend	zunehmend	Auf niedrigem Niveau stabil
Verbreitung	Nosokomial bzw. bekannte Wiederaufnahme, (selten) zoonotisch (Lifstock-associated MRSA, Nachweise in der Lebensmittelkette)	Hohe Aufnahmeprävalenzen deuten auf zunehmende Verbreitung außerhalb medizinischer Einrichtungen hin.	Verbreitung innerhalb der Bevölkerung, Nachweise in der Lebensmittelkette	Risikogruppen (z. B. medizinische Behandlung in Hochendemie-regionen) aber auch „spontane“ Fälle ohne typisches Risikoprofil
Klinische Bedeutung	Infektionen	Viele Kolonisationen, Infektionen v. a. bei Risikopatienten (Immunsuppression, Störungen der Darmbarriere)	Viele Kolonisationen	Komplizierte Therapie bei Infektionen
Krankenhaus-hygienische Bedeutung	Ausbrüche	Ausbrüche, teilweise scheinbar hohe Umweltpenetranz, Assoziation mit Reinigungsregime	Ausbrüche (v. a. <i>Acinetobacter baumannii</i> Klebsiellen, Serratien und <i>Pseudomonas aeruginosa</i>)	Ausbrüche
Eher unproblematisch, beherrschbar				
Problematisch, schwer beherrschbar				
Sehr problematisch, hohes Risiko				

Abb. 1.1 Epidemiologische Risikobewertung für Deutschland

1998 sind in den USA nur 10 neue Antibiotika zugelassen worden; davon waren nur zwei Substanzen neuartig und ohne Kreuzresistenzen gegenüber Antibiotika, die bereits klinisch verwendet werden. Ein Grund für die Zurückhaltung der großen Pharmafirmen ist unter anderem, dass Antibiotika meist nur für einen begrenzten Zeitraum gegeben werden müssen, im Gegensatz zu vielen Substanzen für chronische Erkrankungen (Karzinome, chronische Schmerzen, Hypertonie) sowie „lifestyle drugs“. Die deutlich reduzierte Forschung und Entwicklungsarbeit im Antibiotikabereich führt zu einem Mangel therapeutischer Alternativen und verschärft die Probleme bei schwer therapierbaren Infektionen.

Dieses therapeutische Dilemma und die durch die Konzentration in der Pharmabranche hervorgerufene, zentralisierte Produktion einzelner Substanzen mit enormer Störanfälligkeit und

Tab. 1.1 Einteilung multiresistenter Erreger in MDR, XDR und PDR. (Adaptiert nach Magiorakos et al. 2012)

Bakterium	Antibiotikaklassen	MDR	XDR	PDR
<i>Staphylococcus aureus</i>	Aminoglykoside Ansamycine Anti-MRSA- Cephalosporine Antistaphylokokken- β - Laktame Fluorchinolone Folsäureantagonisten Fucidinsäure Glykopeptide Glykozykline Lincosamine Makrolide Oxazolidine Chloramphenicol Fosfomicin Streptogramine Tetracykline	MRSA oder Resistenz in mindestens 3 der gelisteten Antibiotikaklassen	Resistenz gegen alle außer 2 der gelisteten Antibiotikaklassen	Resistenz gegen alle der gelisteten Antibiotikaklassen

Enterokokken	Aminoglykoside (Gentamicin „high level“) Streptomycin „high level“ Carbapeneme Fluorchinolone Glykopeptide Glykozykline Lipopeptide Oxazolidine Penicilline Streptogramine Tetrazykline	Resistenz ^a in mindestens 3 der gelisteten Antibiotikaklassen	Resistenz ^a gegen alle außer 2 der gelisteten Antibiotikaklassen	Resistenz gegen alle der gelisteten Antibiotikaklassen
--------------	--	--	---	--

(Fortsetzung)

Tab. 1.1 (Fortsetzung)

Bakterium	Antibiotikaklassen	MDR	XDR	PDR
Enterobacteriaceae	Aminoglykoside Anti-MRSA- Cephalosporine Anti-Pseudomonas- Penicilline mit β -Laktamase-Inhibitor Carbapeneme Cephalosporine der 1./2. Generation Cephalosporine der 3./4. Generation Cephamycine Fluorchinolone Folsäureantagonisten Glykozykline Monobaktame Penicilline mit β -Laktamase-Inhibitor Chloramphenicol Fosfomicin Polymyxin (Colistin) Tetrazykline	Resistenz ^a in mindestens 3 der gelisteten Antibiotikaklassen	Resistenz ^a gegen alle außer 2 der gelisteten Antibiotikaklassen	Resistenz gegen alle der gelisteten Antibiotika- klassen

<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Aminoglykoside Anti-Pseudomonas- Carbapeneme Anti-Pseudomonas- Cephalosporine Anti-Pseudomonas- Fluorchinolone Anti-Pseudomonas- Penicilline mit β -Laktamase-Inhibitor Monobaktame Fosfomycin Polymyxin (Colistin)	Resistenz in mindestens 3 der gelisteten Antibiotikaklassen	Resistenz gegen alle außer 2 der gelisteten Antibiotikaklassen	Resistenz gegen alle der gelisteten Antibiotikaklassen
-------------------------------	---	---	--	--

(Fortsetzung)

Tab. 1.1 (Fortsetzung)

Bakterium	Antibiotikaklassen	MDR	XDR	PDR
<i>Acinetobacter spp.</i>	Aminoglykoside Anti-Pseudomonas- Carbapeneme Anti-Pseudomonas- Cephalosporine Anti-Pseudomonas- Fluorchinolone Anti-Pseudomonas- Penicilline mit β -Laktamase-Inhibitor Cephalosporine der 3./4. Generation Folsäureantagonisten Penicilline mit β -Laktamase-Inhibitor Polymyxin (Colistin) Tetracykline	Resistenz in mindestens 3 der gelisteten Antibiotikaklassen	Resistenz gegen alle außer 2 der gelisteten Antibiotikaklassen	Resistenz gegen alle der gelisteten Antibiotikaklassen

"Liegt eine intrinsische Resistenz bei der jeweiligen Spezies vor, wird diese nicht gezählt