

WDR

Fernsehen

RUNDFUNK
GEGÜHREN
FÜR GUTES
PROGRAMM.



Tödliche Keime – Gefahr aus dem Krankenhaus

Westdeutscher Rundfunk Köln
Appellhofplatz 1
50667 Köln

Tel.: 0221 220-3682
Fax: 0221 220-8676

E-Mail: quarks@wdr.de
www.quarks.de

Dienstags um 21.00 Uhr im
WDR Fernsehen



Skript zur WDR-Sendereihe *Quarks & Co*





Inhalt

- 4 Krankenhausinfektionen
- 5 Tatort Krankenhaus
- 8 Die Galerie der Antibiotika-resistenten Keime
- 10 Tausendfacher Tod durch ärztliche Hand
- 13 Die Abwehr-Strategien der Bakterien
- 16 Gehen wir zu leichtfertig mit Antibiotika um?
- 19 Konsequenter gegen die Keime
- 22 Die häufigsten Fragen zu Antibiotika und multiresistenten Keimen
- 26 Linktipps

Herausgeber: Westdeutscher Rundfunk Köln; **Verantwortlich:** Öffentlichkeitsarbeit;
Text: Jakob Kneser, Sonja Kolonko, Katrin Krief, Juliane Simon, Tilman Wolff; **Redaktion:**
Claudia Heiss; **Copyright:** wdr, Mai 2009; **Gestaltung:** Designbureau Kremer & Mahler,
Köln

Bildnachweis: alle Bilder Freeze wdr 2008 **außer:** Titel: großes Bild – Rechte:
OKAPIA; kleine Bilder v. l. n. r. – Rechte: imago, mauritius, Ulla Anne Giesen, dpa;
Innenteil: S. 10 – Rechte: Ullstein; S. 11 – Rechte: AKG; S. 12 l. – Rechte Inter-
foto/AGK; S. 12 r. – Rechte: sz-foto

Tödliche Keime – Gefahr aus dem Krankenhaus

Sie lauern überall im Krankenhaus: Keime, gegen die viele Antibiotika nicht mehr helfen. Wer mit diesen so genannten multiresistenten Bakterien infiziert wird, bezahlt das häufig mit seinem Leben.

In deutschen Kliniken infizieren sich jährlich laut groben Schätzungen zwischen 400.000 und 800.000 Menschen mit Keimen. Gut 30.000 Menschen sollen jedes Jahr daran sterben. Genaue Zahlen gibt es nicht, denn die Todesfälle aufgrund von Krankenhausinfektionen werden nirgendwo erfasst.

Quarks & Co ist der tödlichen Gefahr aus dem Krankenhaus auf der Spur: Weshalb können sich gefährliche Bakterien gerade in Kliniken so gut ausbreiten? Warum ist konsequentes Händewaschen so wichtig? Wie werden Bakterien resistent? Warum wird die Wunderwaffe Antibiotika langsam wirkungslos? *Quarks & Co* zeigt, wie Ärzte durch konsequente Isolation und Hygienemaßnahmen das Leben von Patienten retten können.

■ Weitere Informationen, Lesetipps und interessante Links finden Sie auf unseren Internetseiten.
Klicken Sie uns an: www.quarks.de



Links:
Die Zahlen in Publikationen über Krankenhausinfektionen in Deutschland weichen stark voneinander ab, denn es gibt keine Meldepflicht

Mitte:
Der Anteil der multiresistenten Staphylokokken wird immer größer

Rechts:
Etwa 40 Prozent der Deutschen tragen das Bakterium Staphylokokkus aureus im Nasen-Rachen-Raum oder auf der Haut

Krankenhausinfektionen

Eine Spurensuche in Deutschland

Krankenhäuser in Deutschland sind im internationalen Vergleich hoch angesehen. Und dennoch kommt es regelmäßig zu unheilbaren Infektionen. Jedes Jahr sterben daran 10.000 oder sogar bis zu 50.000 Patienten. Genaue Zahlen kennt niemand – denn eine Meldepflicht gibt es in Deutschland nicht. Die Schätzungen stammen aus unterschiedlichen Quellen. *Quarks & Co* hat sie zusammengetragen und gibt einen Überblick zur Lage in Deutschland:

■ Krankenhausinfektionen pro Jahr

Die Angaben über die Zahl der Infektionen in Krankenhäusern in Deutschland variieren zwischen 400.000 und 800.000 Patienten pro Jahr (bei insgesamt etwa 17 Millionen Patienten, die jährlich aus dem Krankenhaus entlassen werden). Dabei sind alle Keime erfasst, also neben Bakterien zum Beispiel auch Viren oder Pilze. Eine besonders gefährliche Untergruppe dieser Erreger sind so genannte resistente Bakterien: Bakterien, die sich so verändert haben, dass gegen sie kaum noch ein Medikament hilft.

■ Das Bakterium Staphylokokkus aureus

Unter diesen resistenten Bakterien ist eines besonders gefährlich: der sogenannte Methicillin-resistente Staphylokokkus aureus (MRSA). In den letzten Jahrzehnten hat der Anteil an Bakterienstämmen, die gegen mehrere Antibiotika resistent sind, drastisch zugenommen. Die Fachleute sprechen in diesem Fall von einer Multiresistenz. Schon heute tragen zwischen einem und fünf Prozent der Menschen in Deutschland diesen multiresistenten Erreger mit sich. Was er in den Krankenhäusern anrichtet, ist unklar: Darüber gehen die Schätzungen weit auseinander. Während die einen von 14.000 Infektionen und etwa 1.000 Toten pro Jahr ausgehen, sprechen andere von etwa 10.000 Todesfällen durch diesen einen Erreger. Aber eines ist unstrittig: Die Zahl der Infektionen ist gestiegen und wird weiter steigen, wenn keine Gegenmaßnahmen getroffen werden.

Tatort Krankenhaus

Warum Händewaschen Menschenleben rettet

Die gefährlichsten Keime haben sich ausgerechnet die Krankenhäuser als Tatort ausgesucht. Hierin kommen die Keime mit Patienten und Besuchern. Oftmals unbemerkt passieren sie die Pforte. Etwa 40 Prozent der Deutschen tragen das Bakterium Staphylokokkus aureus (siehe Galerie der Keime S. 8) mit sich. Einem gesunden Menschen kann das Bakterium, das sich oft im Nasen-Rachen-Raum versteckt, kaum etwas anhaben. Wenn es sich allerdings um die Antibiotika-resistente Form handelt, kann es spätestens dann gefährlich werden, wenn der Träger erkrankt und sein Immunsystem geschwächt ist. Diese Form wird MRSA genannt: MRSA steht für **► Methicillin-resistenter Staphylococcus aureus**.

„Im Krankenhaus ist er so gefährlich“, sagt der Hygienearzt und Leiter der Hygieneabteilung an der Uniklinik Münster, Dr. Alexander Friedrich, „weil dort ein einfacher Hautkeim zu einem echten Wundkeim werden kann und Eiter, Lungenentzündungen und Blutvergiftungen verursachen kann.“ Ihr wirklich gefährliches Potenzial entwickeln die eingeschleppten Bakterien aber erst, wenn sie es schaffen, in den Patienten einzudringen – durch einen Einstich etwa – oder, wenn sie sich auf Wunden ansiedeln.

■ Die Handlanger der Keime

Die Staphylokokken sind Überlebenskünstler. Selbst auf glatten und unwirtlichen Oberflächen wie Plastik können die Keime monatelang überleben – und auf ihre Chance warten. Wenn sich die Bakterien nämlich erstmal festgesetzt haben, können sie von Patient zu Patient weiterverteilt werden – ausgerechnet von denen, von denen sich die Patienten Gesundheit erwarten: von Schwestern, Pflegekräften und Ärzten. Um eine Übertragung zu stoppen, müssen die Patienten, die MRSA oder andere resistente Bakterienarten auf sich tragen, isoliert werden. Außerdem müssen die Keime bekämpft werden. Wichtig ist auch die regelmäßige Händehygiene der Schwestern und Ärzte. Doch die gründliche **► Desinfektion** der Hände nach jedem Kontakt mit einem Patienten unterbleibt oft. Das hat Gründe: Da in Deutschland nicht jeder Patient daraufhin untersucht wird, ob resistente Keime vorhanden sind, wissen Ärzte, Pfleger und Krankenschwestern nicht, von welchen Patienten besondere Gefahr ausgeht. So können die Mediziner, ohne es zu wissen, zu Überträgern der gefährlichen Keime werden. Und bei Überlastung auf der Station – viele Patienten, wenig Personal – und großer Hektik bleibt kaum Zeit zur Händedesinfektion.



Die richtige Händedesinfektion kann viel gegen die Verbreitung der Krankenhauskeime ausrichten



Mit MRSA infizierte Patienten müssen auf der Intensivstation strikt isoliert werden, um eine Verbreitung der Keime zu verhindern

Tatort Krankenhaus

Laut einer Studie der Hygieneärzte an der Uniklinik Münster hat das medizinische Personal auf einer normalen Krankenstation etwa 40 Kontakte mit verschiedenen Patienten pro Schicht. Auf der Intensivstation sind es bis zu 100 Kontakte pro Schicht: „In deutschen Krankenhäusern ist es so, dass dort eine Pflegekraft im Schnitt 2,7 Patienten versorgen muss,“ sagt der Münsteraner Hygienearzt Alexander Friedrich. „Manchmal sind es auch bis zu fünf Patienten, so dass die Kreuzübertragungen von Patient zu Patient sehr viel leichter passieren können, wenn die Pflegekräfte nicht penibel auf die Händehygiene achten und bei den 100 Kontakten, die sie pro Tag haben, dann auch wirklich hundert Mal die Hände desinfizieren.“

■ Gefahr im OP

Hände sind nicht das Einzige, was regelmäßig desinfiziert werden muss. Auch die medizinischen Geräte sind ein weiterer Übertragungsweg, wenn sie nacheinander bei verschiedenen Patienten eingesetzt werden. Lebensbedrohlich wird es, wenn

Keime unbemerkt in die Räume gelangen, in denen es oft um Leben oder Tod geht. Im OP muss alles ► **steril** sein. Wenn bei Operationen zum Beispiel Staphylokokkus aureus in den Körper oder sogar in die Blutbahn eines Patienten gelangt, ist das lebensbedrohlich. Trotzdem kommt es immer wieder zu Neuinfektionen im Krankenhaus. Deshalb ist es sinnvoll, dass größere Häuser, die über mehrere Operationssäle verfügen, einen Operationssaal ausschließlich für die Patienten reservieren, bei denen bekannt ist, dass sie MRSA-Bakterien mit sich tragen.

■ Schutz gegen die Keime

Auf der Intensivstation finden die Bakterien ihre schwächsten Opfer. Deren Immunsystem funktioniert meist nicht mehr gut. Wenn die gefährlichen Keime jetzt eindringen können oder schon im Körper der Patienten sind, führt das häufig zu lebensgefährlichen Komplikationen. Besonders, wenn es sich um die Antibiotika-resistenten Bakterien handelt, die sich im geschwächten Körper einnisten.

Lungenentzündungen, Wundinfektionen oder Blutvergiftungen sind dann kaum noch zu stoppen. Den Medizinern bleiben in solchen Fällen kaum noch Möglichkeiten, den Menschen zu retten: Es gibt nur wenige Reserve-Antibiotika, die vielleicht noch helfen und die Staphylokokken-Besiedlung doch noch aufhalten. Außerdem ist die strikte Isolation der betroffenen Patienten wichtig, damit der Erreger nicht noch weitere Menschen befallen kann.

Gegen die resistenten Erreger haben Ärzte und Pfleger nur wenige Waffen. Die Wichtigste heißt regelmäßige Händedesinfektion. Schon um sich selbst und andere Patienten vor den Keimen zu schützen.

Methicillin
Methicillin ist ein Ende der 1950er-Jahre entwickeltes Antibiotikum, das robuster gegen Enzyme war, als das zuvor eingesetzte Penicillin (dass das erste Antibiotikum überhaupt war). Methicillin ist heute nicht mehr im Handel. Stattdessen werden Oxacillin, Dicloxacillin und Flucloxacillin verwendet. Wenn Staphylococcus aureus gegen Methicillin resistent ist, wird es „MRSA“, genannt. Besser und zeitgemäßer wäre der ebenfalls verwendete Begriff ORSA (Oxacillin-resistentes Staphylokokkus aureus), weil Oxacillin auch heute noch verwendet wird.

Desinfektion
Desinfektion im medizinischen Sinne heißt, die Keime in einen Zustand zu versetzen, in dem sie nicht mehr infizieren können. Dazu werden im Krankenhaus verschiedene Desinfektionsmittel verwendet, die aber nicht alle Keime töten können. Sie müssen nur in der Lage sein, die Keime um einen Faktor von mindestens 10⁵ zu reduzieren; das heißt, dass von ursprünglich 100.000 vermehrungsfähigen Keimen nicht mehr als ein Einziger überlebt.

Sterilisation
Sterilisation heißt eigentlich absolut keimfrei: Bei der Sterilisation darf im strengen Sinne überhaupt kein Keim oder infektiöses Material übrigbleiben. Das ist aber in der Praxis nicht möglich. Deshalb hat man auch hier eine Mindestgrenze festgelegt. Danach darf von einer Million vermehrungsfähigen Keimen maximal einer die Sterilisation überleben.



Staphylokokkus aureus



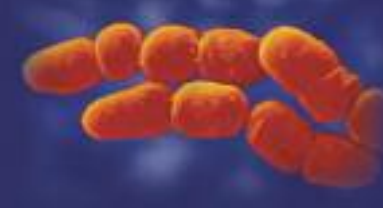
Enterococcus faecium



Escherichia coli



Pseudomonas aeruginosa



Clostridium difficile

Die Galerie der Antibiotika-resistenten Keime

■ Staphylokokkus aureus

Staphylococcus aureus ist ein kugelförmiges Bakterium, das goldfarben (lateinisch: aurum = Gold) aussieht. (Die unterschiedlichen Farben der Abbildungen kommen durch verschiedene Einfärbungen zustande und sind beliebig gewählt). S. aureus findet sich bei vielen Menschen auf der Haut und in den oberen Atemwegen. Meist löst es keine Krankheitssymptome aus. Bekommt der Keim aber durch ungünstige Bedingungen oder ein schwaches Immunsystem die Gelegenheit, sich auszubreiten, kann es zu Hautinfektionen (Furunkeln) und im Körper zu lebensbedrohlichen Erkrankungen wie Lungenentzündung, Entzündung der Herzinnenhaut, Schock-Syndrom und Blutvergiftung kommen. Wenn der Keim eine Resistenz gegen Antibiotika aufweist, ist er nur sehr schwer zu bekämpfen.

■ Enterokokkus faecium

Enterokokken sind Milchsäurebakterien, die in zwei Unterarten, nämlich E. faecium und E. faecalis, eine wichtige Rolle im Verdauungssystem haben. Einige Enterokokken-Stämme haben aber auch negative

Wirkungen und können Infektionen auslösen. 1988 wurden erstmals Vancomycin-resistente Enterokokken (VRE) gefunden. Vancomycin ist ein Antibiotikum, gegen das besonders der Enterococcus faecium Resistenzen entwickelt hat.

■ Escherichia coli

Escherichia coli (E. coli) ist ein stäbchenförmiges Bakterium, das im menschlichen und tierischen Darm vorkommt und nach seinem Entdecker Theodor Escherich benannt wurde. Bestimmte E. coli-Stämme haben die Fähigkeit, Antibiotika abbauende Enzyme freizusetzen, sogenannte Extended Spectrum Beta-Lactamasen (ESBL). ESBL-E. coli-Bakterien verursachen Harnwegsinfektionen, können aber auch zu Blutvergiftungen führen.

■ Pseudomonas aeruginosa

Das Bakterium Pseudomonas aeruginosa ist der Krankenhauskeim, der im Januar 2009 zum Tod des brasilianischen Modells Mariana Bridi Da Costa geführt hat. Sein Stoffwechsel und die Struktur der

...Antibiotika-resistente Keime

Zellmembran machen es gegen mehrere Antibiotika resistent. In Deutschland gehört Pseudomonas aeruginosa zu den häufigsten Krankenhauskeimen – etwa zehn Prozent aller Infektionen im Krankenhaus gehen auf sein Konto. Die Folgen sind: Lungenentzündungen, Harnwegsinfekte oder Infektionen auf Brandwunden. Pseudomonas aeruginosa kommt in feuchten Milieus vor, beispielsweise auch in Leitungswasser, Duschen und Toiletten. Aber auch in Dialysegeräten und sogar Medikamenten und Desinfektionsmitteln; das macht den Keim im Krankenhaus sehr gefährlich.

■ Clostridium difficile

Das Bakterium Clostridium difficile ist ein Darmbakterium, das sich ausbreitet, wenn durch Antibiotikaeinsatz viele andere, normalerweise im Darm lebende, Bakterien absterben. In die entstehenden Lücken kann Clostridium difficile vorstoßen und sich rasend schnell ausbreiten. Das Bakterium produziert Gifte, wie Enterotoxin A und Zytotoxin B, die Darmzellen zerstören und Durchfall verursachen. Die Ansteckung erfolgt fäkal-oral (das heißt vom Stuhl in den Mund) und wird

durch mangelnde Hygiene begünstigt. Besonders erschreckend ist, dass in den letzten Jahren die Fähigkeit, Gifte zu produzieren bei verschiedenen Clostridium-difficile-Stämmen stark zugenommen hat und sich zudem aggressivere Mutationen des Bakteriums ausbreiten.



Links:
Im Allgemeinen Krankenhaus in Wien wurden Menschen kostenlos medizinisch versorgt

Mitte:
Wo Hebammen die Geburt leiteten, trat das Kindbettfieber viel seltener auf

Rechts:
In den großen Krankenhäusern des 19. Jahrhunderts lagen die Sezierräume oft unmittelbar neben den Geburtshilfe-Stationen

Tausendfacher Tod durch Ärztehand

Ignaz Semmelweis und die Entdeckung der Keimfreiheit

Jahrhundertlang ist die Geburt Sache der Hebammen und findet zu Hause statt. Aber zu Beginn des 19. Jahrhunderts entbinden immer mehr Frauen in Krankenhäusern – vor allem die, die sich keine teure Hausgeburt leisten können. Hier leiten nicht Hebammen sondern Ärzte die Entbindungen. Das Allgemeine Krankenhaus in Wien ist eines der größten und modernsten seiner Zeit. Aber die Situation auf den Geburtshilfestationen ist alarmierend: Seit den 1830er-Jahren ist die Zahl der Mütter, die am berüchtigten Kindbettfieber stirbt, sprunghaft gestiegen. Bei Hausgeburten tritt diese Krankheit dagegen nur selten auf. Vor allem die Erste Geburtsklinik des Wiener Krankenhauses ist als Todesfalle berüchtigt: Im Jahr 1847 stirbt dort fast ein Zehntel aller jungen Mütter, in manchen Jahren zuvor sogar fast ein Drittel. Die Infektion beginnt mit einer starken Vereiterung der Gebärmutter und greift schnell auf den ganzen Körper über. Die Ursachen der meist tödlich verlaufenden Krankheit sind unbekannt. Man macht das Wetter, Störung der Milchbildung oder krankmachende Dämpfe dafür verantwortlich.

■ Infektion durch Leichenspuren

Einer der Ärzte in dieser Abteilung ist der junge Assistenzarzt Ignaz Semmelweis. Anders als seine Kollegen glaubt er nicht, dass krankmachende Dämpfe für die hohen Todeszahlen auf seiner Station verantwortlich sind. Vor allem eine Beobachtung gibt ihm zu denken: In der zweiten Geburtsklinik gleich nebenan stirbt nur jede 30. Mutter am Kindbettfieber. In dieser Abteilung werden nicht Medizinstudenten, sondern Hebammen ausgebildet. Semmelweis vergleicht die Bedingungen auf beiden Stationen, aber die Ursache für den eklatanten Unterschied der Sterbeziffern findet er nicht.

Der Anstoß für die Lösung kommt erst, als 1847 ein Kollege am Wiener Krankenhaus stirbt, nachdem er sich bei einer Leichensektion an einem Skalpell verletzt hatte. Bei der Obduktion stellt sich heraus, dass der Mann die gleichen Symptome einer heftigen Infektion des ganzen Körpers aufweist wie die Frauen, die am Kindbettfieber gestorben sind. Es ist

Tausendfacher Tod...

der Unterschied, den Semmelweis gesucht hatte: Im Unterschied zu den Hebammen sezieren die Medizinstudenten Leichen – und oft gehen sie unmittelbar von der Leichensektion zur Untersuchung von Wöchnerinnen. Gerade sie sind durch die große Wunde nach Ablösung der Plazenta besonders anfällig. Semmelweis folgert, dass die Verunreinigung der Wunde mit winzigen Geweberesten von Leichen die Ursache der Krankheit sein muss – und die Ärzte selbst müssen es sein, die die Erreger übertragen!

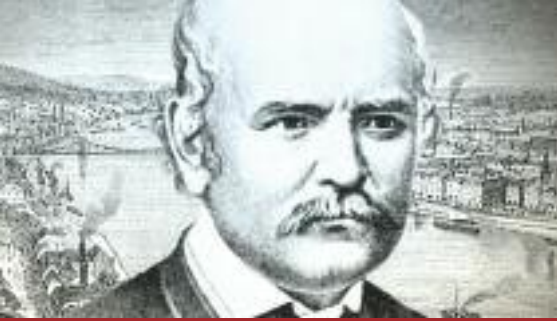
■ Chlorkalk rettet Leben

Um seine Hypothese zu überprüfen, experimentiert Semmelweis mit Chemikalien, die die Leichenspuren beseitigen können – bisher waschen sich die Ärzte die Hände nach dem Sezieren nur mit Seife. Chlorkalk funktioniert am besten, man setzt es bereits für das Reinigen der Präparierbestecke ein. Semmelweis ordnet an, dass die Studenten die Hände nach dem Sezieren mit Chlorkalk desinfizieren sollen, bevor sie Frauen untersuchen. Die mei-

sten seiner Kollegen halten die Idee für abwegig, aber Semmelweis gelingt es, den Klinikchef zu einem Versuch zu überreden. Und die Maßnahmen zeigen Erfolg: Die Sterberate auf der Station sinkt, bald sterben auf der ersten Station nicht mehr Frauen am Kindbettfieber als auf der zweiten! Und Semmelweis entdeckt, dass es nicht nur Leichenspuren sind, die die Infektion verursachen, sondern auch eiternde Wunden lebender Menschen. Er weist die Studenten an, sich grundsätzlich vor jeder Behandlung die Hände zu desinfizieren.

■ Rückschlag für Semmelweis

Obwohl Semmelweis seine Untersuchungen zunächst nicht veröffentlicht, verbreitet sich die Nachricht von seiner Entdeckung schnell. Neben begeisterten Anhängern, die seine Methode erfolgreich übernehmen, gibt es viele Kollegen, denen die Ideen des jungen Arztes zutiefst suspekt sind und die an den alten Vorstellungen festhalten. Auch der anfänglich wohlwollende Chefarzt seiner



Links:
Den Durchbruch seiner Ideen erlebte Ignaz Semmelweis nicht mehr

Mitte:
Forscher wie Robert Koch weisen nach, dass es tatsächlich Bakterien sind, die Infektionen wie das Kindbettfieber hervorrufen

Rechts:
Antibiotika (hier rot) können Bakterien effektiv zerstören, wenn diese nicht resistent sind

...durch ärztliche Hand

Abteilung stellt sich gegen Semmelweis und verlängert seinen Vertrag nicht. Der konservative Zeitgeist nach den Unruhen von 1848 ist auch für revolutionäre Ideen in der Wissenschaft nicht günstig. Semmelweis verlässt Wien und geht nach Budapest. Erst 1861 entschließt er sich endlich, seine Entdeckung zu veröffentlichen. Doch viele seiner Fachkollegen bleiben weiterhin skeptisch. Sie können oder wollen nicht akzeptieren, dass sie selbst den Tod so vieler Mütter verursacht haben. Semmelweis beginnt, offene Briefe zu schreiben, in denen er seine Gegner als „Mörder“ bezeichnet – ein Verhalten, das bei vielen Kollegen Befremden auslöst und den Durchbruch seiner Lehre nicht gerade fördert. Semmelweis resigniert zunehmend. 1865 stirbt er in einer Wiener Irrenanstalt – kurz nach seinem 47. Geburtstag.

■ Zeitalter der Keimfreiheit

Semmelweis hatte in seiner Schrift über das Kindbettfieber von *Cadavertheilen* gesprochen, die die

tödliche Infektion auslösen sollten. Untersuchungen über die Natur dieser Substanz hatte er jedoch nicht unternommen. Wenige Jahre nach Semmelweis' Tod gelingt es Wissenschaftlern wie Louis Pasteur und Robert Koch nachzuweisen, dass es tatsächlich Mikroorganismen sind, die Infektionen wie das Kindbettfieber auslösen. Auch die letzten Skeptiker müssen nun einsehen, dass Semmelweis Recht hatte. Seine Erkenntnisse werden jetzt auf breiter Front umgesetzt, vor allem auch in der Chirurgie – hier führt der englische Chirurg Joseph Lister Anfang der 1870er-Jahre den keimfreien Operationssaal ein, eine Maßnahme, die Tausenden Menschen das Leben rettet. Bis zum Jahr 1900 sinkt die Zahl der am Kindbettfieber gestorbenen Frauen auf unter 0,1 Prozent. Das Zeitalter der Keimfreiheit hat begonnen.

Die Abwehr-Strategien der Bakterien Wie resistente Bakterien die Antibiotika überlisten

Antibiotika galten lange als Wunderwaffe der Medizin. Mit ihrer Entdeckung im Jahr 1928 hatten die Ärzte endlich ein Mittel, um die häufig tödlich verlaufenden Infektionskrankheiten in den Griff zu bekommen. Seitdem haben Antibiotika Millionen von Menschen das Leben gerettet. Doch in den letzten Jahren setzen sich die Bakterien immer häufiger gegen diese Medikamente zur Wehr. Sie werden resistent.

■ Wie sich Bakterien gegen Medikamente wehren

Damit Antibiotika wirken können, müssen sie ins Innere des Bakteriums gelangen. Dort verhindern sie, dass die Bakterien nach der Zellteilung eine neue Zellwand bilden können und stören so ihre Vermehrung. Bakterien haben im Lauf der Zeit verschiedene Methoden entwickelt, die das Antibiotikum nicht ins Innere vordringen lassen oder das Antibiotikum in seiner Wirkung stören.

Normalerweise dringen Antibiotika durch sogenannte Poreneinbauten in das Bakterium ein. Das sind winzige Öffnungen, die auf der Zellwand der Bakterien sitzen. Einige resistente Bakterien können diese Poreneinbauten dichtmachen und so das Antibiotikum effektiv abblocken. Andere resistente Bakterien haben spezielle Pumpen, mit denen sie die Antibiotika, die ins Zellinnere vorgedrungen sind, wieder nach außen befördern.

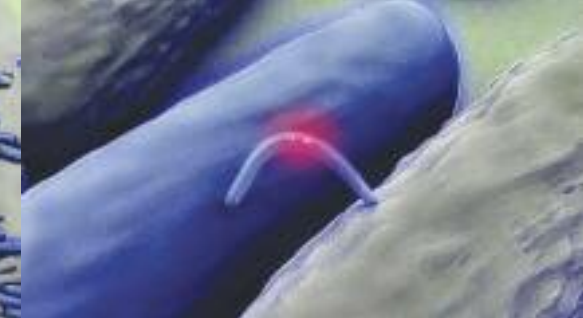
Einer der bekanntesten Abwehrmechanismen ist die sogenannte *b-Lactamase*. Dieses **Enzym** wird von vielen verschiedenen Bakterien gebildet. Zurzeit sind über 300 Varianten der *b-Lactamase* bekannt. Die *b-Lactamase* spaltet den sogenannten ***b-Lactam-Ring***, einer chemischen Struktur, die alle *b-Lactam-Antibiotika* besitzen. Durch die Spaltung des Rings wird das Antibiotikum inaktiviert, das Bakterium kann ungehindert weiter wachsen. Neben diesen Mechanismen gibt es noch unzählige weitere Strategien, mit denen Bakterien gegen Antibiotika resistent werden können.



Links:
Macht das Bakterium die Poren auf der Zellwand dicht,
kann das Antibiotikum nicht eindringen

Mitte:
Wenn Antibiotika nicht-resistente Bakterien vernichten,
schafft das Platz für resistente Stämme

Rechts:
Über einen Plasmanschlauch können Bakterien
Erbinformationen austauschen



Die Abwehrstrategien der Bakterien

■ Resistenzentwicklung: Evolution im Zeitraffer

Resistenzen entstehen eher zufällig durch Veränderungen im Erbgut der Bakterien – also durch Mutationen. Da sich Bakterien schnell vermehren – manche Arten verdoppeln sich alle 20 Minuten – ist die Wahrscheinlichkeit für eine Mutation recht hoch. Die Resistenzentwicklung der Bakterien ist sozusagen Evolution im Zeitraffer. Denn hier zeigt sich ganz schnell, wie eine Veränderung im Erbgut nicht unbedingt zum Nachteil für das Bakterium sein muss, sondern im Gegenteil sogar eine bessere Überlebenschance bieten kann. Diese Fehler werden genau dann zum Vorteil, wenn sie das Bakterium gegen Antibiotika widerstandsfähiger machen. Wenn ein Antibiotikum eingenommen wird, werden die nichtresistenten Bakterien abgetötet, die resistenten Bakterien (mit dem veränderten Erbgut) haben dann optimale Bedingungen. Die Wahrscheinlichkeit steigt, dass sich auf diese Weise resistente Bakterien bilden, wenn Patienten die Antibiotika zu früh absetzen oder

über einen längeren Zeitraum eine zu geringe Dosis einnehmen, die nicht ausreicht, um die Bakterien abzutöten.

■ Austausch der Informationen

Bakterien sind vor allem in der Masse gefährlich. Umso beunruhigender ist es, dass die Bakterien Wege gefunden haben, die Informationen über die Abwehrstrategien weiter zu geben: Mehr oder weniger gezielt tauschen sie die Stücke des Erbguts aus, die die Informationen zur Antibiotika-Resistenz enthalten.

Eine Möglichkeit hierzu ist die sogenannte Konjugation. Biologen sprechen scherzhaft auch von *Bakteriensex*. Dabei verbinden sich zwei Bakterien über einen dünnen Plasmanschlauch – den *Sexpilus*. Durch diesen Schlauch wandert ein Stück Erbgut vom resistenten Bakterium zum nicht-resistenten Artgenossen. Die Information über die Resistenz kann so weitergegeben werden.

Auch wenn bestimmte Viren im Spiel sind, kann sich das Erbgut, auf dem die Antibiotika-Resistenz liegt, verbreiten. Einige Viren infizieren die Bakterien regelrecht. Dazu spritzen die Viren ihr Erbgut in das Bakterium ein, integrieren es in das Erbgut der Bakterien und nutzen so die gesamten Stoffwechselfvorgänge und Nährstoffe der Bakterien zur eigenen Vermehrung. Es passiert dabei recht häufig, dass die Viren Bruchstücke des Bakterien-Erbguts versehentlich in ihr eigenes Erbgut einbauen. So werden sie zu unfreiwilligen Komplizen bei der Verbreitung von Resistenzen. Dann nämlich wenn die Bakterien-DNA, die das Virus weiter trägt, die Information über die Antibiotikaresistenz enthält. Wenn die Viren dann ein weiteres Bakterium infizieren, übertragen sie die resistenten Gene.

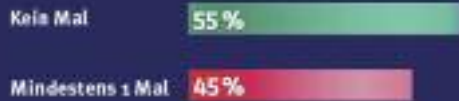
Enzym

Ein Enzym ist ein Eiweiß, das eine bestimmte chemische oder biochemische Reaktion unterstützt.

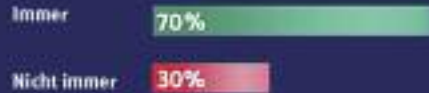
b-Lactam-Antibiotika

Alle *b*-Lactam-Antibiotika haben in ihrer chemischen Strukturformel einen sogenannten Laktam-Ring. Die *b*-Lactam-Antibiotika gehen auf das Penicillin zurück, das Alexander Fleming im Jahr 1928 entdeckt hat. *b*-Lactam-Antibiotika stören den Aufbau der Zellwand von Bakterien. Eine weitere bekannte Wirkstoffgruppe der *b*-Lactam-Antibiotika sind neben den Penicillinen auch die Cephalosporine.

Wie häufig haben Sie in den letzten 12 Monaten Antibiotika genommen?



Antibiotika müssen regelmäßig eingenommen werden. Beachten Sie das bei der Einnahme?



Bakterien-
einnahme

Antibiotika-
verbrauch

10,9
10,7
12,4

Links:
Kleine Stichprobe, große Mengen Antibiotika

Mitte:
Viele vergessen die regelmäßige Tabletten-Einnahme

Rechts:
Im Norden Europas nehmen die Menschen deutlich weniger Antibiotika als im Süden. Mit den resistenten Bakterienstämmen verhält es sich genau umgekehrt

Gehen wir zu leichtfertig mit Antibiotika um? Quarks & Co macht den Test

Resistente Bakterien entstehen auch, weil zu viele Antibiotika verschrieben und zu häufig falsch eingenommen werden. Quarks & Co hat 150 Menschen zu ihren Erfahrungen mit Antibiotika befragt. Wogegen helfen Antibiotika eigentlich; gegen Bakterien, Viren oder Pilze – oder gegen alles? Nur die Hälfte aller Befragten wusste die richtige Antwort: Antibiotika wirken ausschließlich gegen Bakterien. Dabei nehmen durchschnittlich 80 Prozent der Deutschen einmal im Jahr Antibiotika – offenbar ohne zu wissen, was sie da genau schlucken!

Die Folge: Nach jeder Antibiotika-Einnahme ist die natürliche Bakterienflora zum Beispiel im Darm oder auf den Schleimhäuten erst einmal gestört, denn Antibiotika setzen alle Bakterien schachmatt – die „bösen“ genauso wie die „guten“, die den Körper eigentlich schützen. So entsteht ein idealer Nährboden für die Ausbreitung resistenter Bakterien, denn die sensiblen Bakterien werden vom Antibiotikum abgetötet, ein paar resistente bleiben übrig und können sich ungestört vermehren. Diesen Vorgang bezeichnet man als **Selektion**. Das Gemeine ist, erklärt der Mitverfasser des **Resistenz-Atlas „Germap 2008“** Dr. Michael Kresken, dass sich diese selektierten, resistenten Bakterien

nicht nur bei dem wohlfühlen, bei dem sie entstanden sind, sondern bei jedem! Das bedeutet, selbst wenn eine Person noch nie Antibiotika genommen hat, kann sie von resistenten Bakterien besiedelt werden.

■ Mehr Resistenzen im Süden

In südlichen Ländern gibt es mehr Resistenzen: Das lässt sich gut an einem Bakterienstamm verdeutlichen, dem sogenannten **Staphylococcus aureus**, der sich auf Haut und Schleimhaut des Hals-Nasen-Ohren-Trakts findet. Hier sind bereits über 25 Prozent aller untersuchten Bakterienstämme resistent – und zwar nicht nur gegen ein Antibiotikum, zum Beispiel gegen Penicillin, sondern gegen die meisten verfügbaren Antibiotika – man spricht daher von multiresistenten Keimen. Betrachtet man diese Zahlen im europäischen Vergleich, fällt auf: In den Ländern, in denen viel Antibiotika genommen werden, kommt es auch verstärkt zu Resistenzen. Dabei gibt es ein interessantes Nord-Süd-Gefälle. Skandinavien und Holland haben sehr niedrige Resistenzraten, in den Mittelmeerländern ist es umgekehrt. In Griechenland oder Portugal zum Bei-

spiel nehmen die Leute fast doppelt so viele Antibiotika wie hierzulande – und in Portugal sind bereits knapp die Hälfte aller getesteten Staphylokokken multiresistent! Doch nicht nur die absoluten Zahlen sind erschreckend, auch die Entwicklung der Resistenzraten: In Deutschland hat sich der Anteil von multiresistenten Staphylokokken allein in den letzten zehn Jahren verdoppelt.

■ Die Einnahme-Häufigkeit ist nicht die einzige Ursache

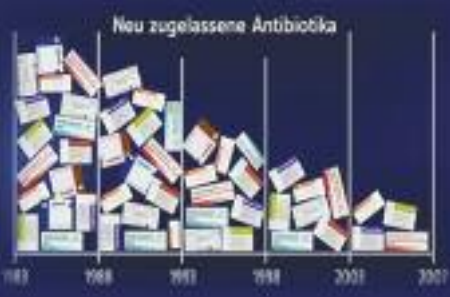
Doch warum nehmen die Südländer so häufig Antibiotika? Ein Grund könnte sein, dass in vielen Mittelmeerländern Antibiotika frei verkäuflich sind. So werden Antibiotika nicht nur häufiger, sondern häufig auch falsch eingenommen – und auch Einnahmefehler begünstigen Resistenzen! Wenn kein Arzt über die Einnahme aufklärt, dann wird diese vielleicht leichter vergessen, der Kranke dosiert nach Gutdünken oder, was ein besonders beliebter und gleichzeitig gefährlicher Fehler ist: Man hört mit der Einnahme auf, sobald es einem bessergeht.

Diese Einnahme-Fehler sind allerdings auch in Deutschland weit verbreitet: Bei unserer Fragebogen-Aktion gab immerhin ein Drittel der Befragten an, dass es ihnen schwer falle, an die regelmäßige Einnahme zu denken. Das ist fatal, denn um alle Bakterien abzutöten, muss der Wirkstoffspiegel lange genug ausreichend hoch sein – sonst kommt es wieder zur Selektion – und damit zu neuen resistenten Keimen.

■ Ärzte machen Fehler

Michael Kresken schätzt, dass 40 bis 60 Prozent der Antibiotika-Rezepte Fehlverordnungen sind. Das bedeutet, in jedem zweiten Fall werden Antibiotika verschrieben, obwohl sie gar nicht helfen können, also zum Beispiel bei einem Schnupfen. Das liegt zum einen daran, dass Ärzte nicht immer überprüfen können oder wollen, ob es sich wirklich um eine bakterielle Infektion handelt, zum anderen an der Erwartungshaltung der Patienten: Sie sind krank und wollen bitte nur mit einem potenten Mittel wieder entlassen werden! Das Vertrauen in Penicillin & Co ist eben oft größer als in die eigenen Selbstheilungskräfte. Hinzu kommt, dass die meisten von

Gehen wir zu leichtfertig...



Links:
Es werden immer weniger Antibiotika entwickelt

Mitte:
Das Tragen von Masken, Handschuhen und Haarschutz bei der Behandlung von Patienten mit MRSA ist obligatorisch

Rechts:
Seit 2005 herrscht am Kreiskrankenhaus Schramberg ein striktes Anti-MRSA-Regiment



...mit Antibiotika um?

dem Problem der zunehmenden Resistenzen noch nie etwas gehört haben. Über 50 Prozent der Befragten antworteten auf die Frage: „Was passiert, wenn man Antibiotika zu häufig einnimmt?“ mit Mutmaßungen, von „wird man abhängig“ bis hin zu „nichts Schlimmes“. Doch leider passiert eben doch etwas Schlimmes: Die Bakterien werden nicht nur immer schneller, sondern auch gegen immer mehr Antibiotika, resistent. Selbst wenn Antibiotika nur noch ganz gezielt eingesetzt würden, müsste die Pharmaindustrie viel mehr und schneller neue Antibiotika entwickeln. Doch obwohl Antibiotika nach Schmerzmitteln und Herzmedikamenten den drittgrößten Anteil der Arzneimittelausgaben in der gesetzlichen Krankenversicherung ausmachen, wurden in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich weniger Antibiotika entwickelt: Kamen in den Jahren 1983 bis 1987 noch 16 neue Antibiotika auf den Markt, waren es in den Jahren 2003 bis 2007 nur noch vier neue Präparate. Die Pharma-Industrie muss zusehen, dass sie den Wettlauf gegen die Bakterien nicht verliert.

Selektion
Der Einsatz der Antibiotika begünstigt die Entstehung eines resistenten Stamms durch Schaffung neuer Wachstums- und Nahrungsräume für diese Bakterien. Diesen Vorgang bezeichnet man als Selektion. Alle nicht-resistenten Zellen werden abgetötet, das schafft optimale Bedingungen für die resistenten Spezies.

Resistenz
Bakterien werden durch das Wechselspiel von Mutation und Selektion resistent oder durch Genaustausch von anderen Stämmen oder Individuen. Resistente Bakterien werden zu einer Gefahr durch Selektion.

Staphylococcus aureus
Staphylococcus aureus ist natürlicher Bestandteil der menschlichen Mikroflora. („aureus“, ist Lateinisch und bedeutet goldgelb, die Kolonien sind gelb gefärbt). Die Bakterien vermehren sich in Hautpickeln, bei Entzündungen und bei Erkältungen im Nasen-Rachenraum. Sie wachsen am besten bei Körpertemperatur. Auch vermehren sie sich rasch in proteinhaltiger Nahrung und bilden einen Giftstoff, der Magen- und Darmschleimhautentzündung verursacht.

Konsequent gegen die Keime Der Kampf der Schwarzwaldklinik

Die Niederlande gelten als Vorbild im Kampf gegen die resistenten Krankenhauskeime. Jeder Patient wird dort bei der Einweisung in ein Krankenhaus auf MRSA untersucht. Es werden Abstriche im Nasen-Rachenraum, in der Genital- und Analregion und in der Leiste genommen und analysiert. Wenn dieser Test positiv ausfällt, werden die Patienten auf Isolationsstationen behandelt. Seit elf Jahren gehen die niederländischen Mediziner gegen MRSA vor und konnten 2007 erstmals die Rate der Neuansteckung unter 0,1 Prozent senken. Den Erfolg haben die Niederländer mit der Formel „Search and Destroy“ (gezielte Suche und anschließende Zerstörung der MRSA-Kulturen) erreicht.

Ein Vorbild für deutsche Krankenhäuser?

Neben der strikten Isolation von Patienten haben die Niederländer ihren Schwestern, Pflegern und Ärzten das obligatorische Tragen von Masken, Handschuhen und Haarschutz bei der Behandlung der Patienten auferlegt; solange, bis das Testergebnis über das Vorhandensein von MRSA vorliegt. Bei positivem Befund bleiben die Patienten in Isolation und jeder, der zum Patienten will, muss die

strengen Hygienevorschriften beachten. Darüber hinaus kontrolliert man in den Niederlanden die konsequente Handhygiene, schult Pflegepersonal und Ärzte konsequent und behandelt die Patienten sofort mit Antibiotika, die noch gegen MRSA wirksam sind. Dazu gehören aber auch tägliche Haar- und Körperwäsche mit entsprechenden Mitteln und der tägliche Wechsel von Bettwäsche und Patientenkleidung. Ebenso die Desinfektion persönlicher Gegenstände. Ein großer Aufwand, der Zeit und damit auch Geld kostet – und der eine offene Kommunikation über die MRSA-Fälle voraussetzt. In Deutschland gilt es teilweise immer noch als Makel, das Auftreten von MRSA zu thematisieren: Mediziner schweigen lieber aus Angst um ihren Ruf oder den der Klinik, als tatsächlich etwas gegen die Keime zu unternehmen.

Die kleine Schwarzwaldklinik mit der großen Wirkung

In Deutschland gibt das Robert Koch-Institut (RKI) als zuständige Gesundheitsbehörde Empfehlungen gegen MRSA heraus. So sollen auch in Deutschland zumindest Risikopatienten auf MRSA untersucht



Die Mediziner am Krankenhaus Schramberg müssen erst einmal viel Kritik einstecken, als sie mit ihrem strikten Vorgehen gegen MRSA beginnen



Die Abläufe im Kreiskrankenhaus Schramberg mussten völlig umgestellt werden, um Neuinfektionen zu verhindern

Der Kampf der Schwarzwaldklinik

werden. Dazu zählen alle, bei denen zuvor schon einmal eine MRSA-Infektion festgestellt wurde oder die aus anderen Krankenhäusern oder Alten- und Pflegeeinrichtungen überwiesen werden. Eine lückenlose Untersuchung auf die Erreger ist nicht vorgesehen. Zudem wird den Empfehlungen der Berliner nur unzureichend Folge geleistet, denn eine Kontrolle gibt es kaum.

Diese Situation empfanden die Mediziner am Kreiskrankenhaus Schramberg im Schwarzwald als unbefriedigend. 2005 beschlossen sie, weit über die Empfehlungen des RKI hinauszugehen. Damals, erzählt die Hygieneschwester Martina Frick, haben sie begonnen, wirklich jeden Risikopatienten bei der Ankunft in der Klinik auf MRSA hin zu untersuchen. Als Risikopatient gilt in der Schwarzwälder Klinik ein größerer Personenkreis, als das RKI empfiehlt: Zusätzlich untersucht man Patienten, die aus der Landwirtschaft kommen (dort werden viele Antibiotika praktisch unbeaufsichtigt eingesetzt), aber auch Patienten, die zuvor Urlaub in einem Land mit hohem MRSA-Aufkommen gemacht haben. Mit ihrem strikten Scree-

ning entdeckten die Schramberger anfangs bei bis zu 30 Prozent ihrer Patienten die gefährlichen Erreger. Für ihren Einsatz gegen die Keime bekamen die Mitarbeiter am Kreiskrankenhaus aber keinesfalls Lob. Ganz im Gegenteil.

■ Verursacher oder Entdecker?

Besonders irritiert vom harten Kurs gegen die Keime am Krankenhaus Schramberg waren zunächst die Patienten, die sich plötzlich in isolierten Einzelzimmern wiederfanden und deren Angehörige, die dann schon mal fragten, ob denn die Oma im Krankenhaus überhaupt noch besucht werden dürfe. Aber auch die Medizinerkollegen aus der Umgebung zeigten sich ablehnend. „Es wurde dann auch so ein bisschen kolportiert: ‘Ja, geh nach Schramberg, da holst du dir das ...’ Wir waren aber nicht die Verursacher, wir waren nur die Entdecker“, erzählt Dr. Christian Friz, Chirurg und Chefarzt in Schramberg. Die Ablehnung, die den Medizinern besonders von ihren niedergelassenen Kollegen entgegenschlug, hatte einen ernst-

zunehmenden Hintergrund: Weil die normale Verweildauer eines Patienten im Krankenhaus in Deutschland so extrem kurz geworden ist, kann nicht mehr jede Behandlung im Krankenhaus selbst zu Ende geführt werden. Besonders nicht die Behandlung und Zerstörung von MRSA. Fünf Tage lang werden dabei wirksame Mittel gegeben, dann folgt eine Pause von drei Tagen und dann – je nach Erfolg – eine weitere Behandlung von fünf Tagen. Das heißt im Fall Schramberg: Die niedergelassenen Kollegen und die Alten- und Pflegeeinrichtungen, aus denen die meisten Patienten kommen, müssen die Behandlung fortführen. Und davon wollten viele auch aus abrechnungstechnischen Gründen nichts wissen – genauso wenig, wie von den Keimen.

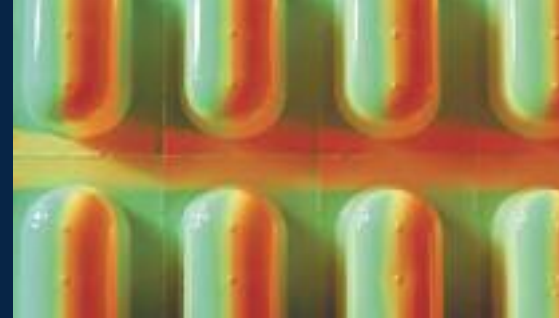
■ Der Erfolg in Schramberg

Am Schramberger Kreiskrankenhaus hielt man trotz aller Kritik am einmal eingeschlagenen Weg fest. Doch der setzte eine radikale Neuorganisation der Abläufe voraus. Beispiel: Röntgen. Die Abteilung ist eine Schnittstelle im Krankenhaus. Viele Patienten

kommen nacheinander. Die Gefahr einer Übertragung ist groß. MRSA-Patienten behandeln sie in Schramberg jetzt gesondert. Das kostet Zeit und Geld. Beides ist knapp im deutschen Gesundheitswesen. Aber jeder neu infizierte Patient verursacht noch viel mehr Kosten. Und den Schramberger Ärzten, Schwestern und Pflegeern gelang es, die Zahl der MRSA-Neu-Infektionen auf nahezu null zu senken; ähnlich, wie in den Niederlanden. Mit ihrer radikalen Anti-Bakterien-Politik haben die Schramberger Mediziner mittlerweile auch Kollegen und Patienten überzeugen können. In Schramberg sprechen die Mediziner offen über die Gefahr der Krankenhauskeime. Und das macht die Klinik im Schwarzwald so erfolgreich.



Antibiotika (rot) greifen die Zellwände von Bakterien an



Antibiotika sollte man grundsätzlich so lange nehmen wie es der Arzt vorschreibt, fast immer wird die Packung dabei aufgebraucht

Die häufigsten Fragen zu Antibiotika und multiresistenten Keimen

Wogegen helfen Antibiotika genau?

Antibiotika wirken ausschließlich gegen Bakterien – nicht gegen Viren, die meist Auslöser von Erkältungskrankheiten wie Schnupfen sind. Auch bei Pilzinfektionen (zum Beispiel Fußpilz) haben Antibiotika keine Wirkung. Im ursprünglichen Sinn sind Antibiotika Stoffwechselprodukte von Pilzen oder Bakterien, die schon in geringer Menge das Wachstum von anderen Bakterien hemmen (bakteriostatische Wirkung) oder diese abtöten (bakterizide Wirkung). Antibiotika können Bakterien an unterschiedlichen Stellen angreifen. Beispielsweise hemmen sie die Bildung der Zellwand, die die Bakterien normalerweise schützt. Die Bakterienzelle platzt.

Warum helfen Antibiotika nicht bei Husten, Schnupfen und Heiserkeit?

Die Erreger einer Grippe sind in den meisten Fällen Viren. Auch grip-pale Infekte oder Erkältungen mit Husten und Schnupfen werden durch Viren ausgelöst. Da Antibiotika nur gegen Bakterien wirken, ist es also sinnlos eine Erkältung oder einen grippalen Infekt mit Antibiotika zu behandeln. Wenn Sie trotzdem Antibiotika einnehmen, verschwenden Sie Geld, gefährden Ihre Gesundheit, und tragen dazu bei, dass sich neue Resistenzen bilden können.

Warum werden dennoch Antibiotika bei Schnupfen und Halsschmerzen verschrieben?

Bis zu 50 Prozent der Antibiotika werden von niedergelassenen Ärzten unnötig verschrieben, so fasst Dr. Michael Kresken von der Paul-Ehrlich-Gesellschaft die Schätzungen der Fehlanwendungen zusammen. Dennoch gibt es auch bei Erkältungen Fälle, in denen Antibiotika notwendig sind. Dann sind zusätzlich Bakterien im Spiel: Denn hinter Halsschmerzen kann sich auch eine Angina verbergen, die, wenn man sie nicht richtig behandelt, ernsthafte Folgen nach sich ziehen kann. Wenn die Halsschmerzen mit hohem Fieber und eitrigem Auswurf einhergehen, können Antibiotika sinnvoll sein. Sind Bakterien beteiligt, handelt es sich meist um Streptokokken, die Schäden an den Herzklappen und den Nieren verursachen können, wenn sie nicht vollständig eliminiert werden.

Warum muss man eine Antibiotikapackung immer bis zum Ende nehmen?

Antibiotika sollte man grundsätzlich so lange einnehmen wie es der Arzt vorschreibt, fast immer muss die Packung dabei aufgebraucht werden. Setzt man Antibiotika zu früh ab, weil zum Beispiel die Symptome verschwunden sind, erhöht sich die Wahrscheinlichkeit einer Resistenzbildung. Nimmt man die Medikamente in falscher

Dosierung oder über einen zu kurzen Zeitraum, können die Bakterien zufällig entstandene **Resistenzgene** weiter verbreiten. Den Bakterien können dann gängige Antibiotika nichts mehr anhaben. Auf diese Weise züchtet man sich sozusagen seine eigenen Resistenzen. Die Anzahl der Tabletten einer Packung sind bei Antibiotika-Medikamenten auf die nötige Therapiedauer abgestimmt.

Wer wird eigentlich gegen was resistent?

Ein gängiger Irrtum ist, dass man selbst, also das eigene Immunsystem, gegen die Bakterien resistent wird. Aber das Gegenteil ist der Fall: Erst dadurch, dass die Bakterien durch falsche Antibiotika-Einnahme nicht vollständig abgetötet werden, können sie sich so verändern, dass Antibiotika nicht mehr wirken. Das Bakterium wird also resistent und nicht der eigene Körper.

Resistenzen, also die Unempfindlichkeit gegen ein Antibiotikum, können durch verschiedene Methoden entstehen. Einige resistente Bakterien machen die Eintrittspforten für Antibiotika dicht, andere bilden Enzyme, die das Antibiotikum inaktivieren. Neben diesen Mechanismen gibt es noch unzählige weitere Strategien, mit denen Bakterien gegen Antibiotika resistent werden können.

Resistenzen entstehen dabei eher zufällig durch Veränderungen im Erbgut der Bakterien – also durch **Mutationen**. Eine Veränderung im Erbgut, ein Fehler kann zum Vorteil werden, wenn sie

das Bakterium gegen Antibiotika widerstandsfähiger machen. Die Wahrscheinlichkeit für eine Resistenzbildung steigt, wenn Antibiotika über einen längeren Zeitraum nicht konsequent oder in zu niedriger Dosierung eingenommen werden.

Was bedeutet Multiresistenz?

Multiresistente Keime haben verschiedene Abwehrstrategien entwickelt. Sie sind nicht nur gegen ein einziges Antibiotikum resistent, sondern gleich gegen mehrere verschiedene Antibiotika. Zu den multiresistenten Bakterien zählen Stämme des Bakteriums Staphylokokkus aureus. Eines der bekanntesten Beispiele ist das resistente Bakterium MRSA. Diese Abkürzung steht für Methicillin-resistenter Staphylokokkus aureus. Hier trifft passender der Ausdruck multiresistent zu, denn das Bakterium ist nicht nur gegen das Antibiotikum Methicillin resistent, sondern auch gegen viele andere Antibiotika. Besonders problematisch werden multiresistente Keime, wenn sie auf Menschen treffen, deren Immunsystem geschwächt ist, wie es zum Beispiel im Krankenhaus der Fall ist. Mögliche Folgen können nicht heilende, eitrige Wunden, Lungenentzündung und Blutvergiftung sein. Allein in Deutschland sterben pro Jahr mindestens 10.000 Menschen an Infektionen, die durch multiresistente Keime verursacht werden.



Resistenzgene (rot) verhindern, dass Antibiotika wirken können



Mit einem einfachen Abstrich aus Nase und Mund lassen sich resistente Bakterien nachweisen

Die häufigsten Fragen

Wieso treten resistente Keime ausgerechnet im Krankenhaus auf?

Die Gründe für die Resistenzentwicklung in der Klinik sind vielfältig, aber insbesondere zwei Punkte spielen eine besondere Rolle: geschwächte Patienten und eine hohe Keimdichte auf den Stationen. Gerade auf Intensivstationen, wo besonders schwache Patienten liegen, haben die Keime meist leichtes Spiel, sich zu vermehren. Das Risiko, dass sich ein Krankenhauspatient infiziert ist dann besonders groß, wenn die Bakterien in den Körper gelangen: Durch Infusionen, Magensonden, Herz- oder Blasenkatheter oder wenn künstlich beatmet wird. Im Krankenhaus sind außerdem viele Menschen auf engem Raum, die häufig auch noch schwer zu behandelnde Krankheiten haben. Das Personal steht unter Zeitdruck und kommt mit vielen Patienten in Kontakt. Die Übertragungs- und Ansteckungsgefahr ist hoch und viele verschiedene Erreger treffen aufeinander, die ihre Resistenzen austauschen können. Bakterien haften an Händen, Türklinken, Kitteln und Stethoskopen, an Haaren, Essenstabletts und Handys. Überall können sie selbst monatelang überleben, auch an Röntgengeräten, in Wasser- und Filtersystemen.

Seit wann gibt es multiresistente Keime und woher kommen sie?

Schon vier Jahre, nach dem ersten Einsatz von Antibiotika im Jahr 1940 entdeckte man gegen Penizillin resistente Staphylokokkus aureus-Stämme. Die Resistenzen wuchsen mit der steigenden Verab-

reichung von Antibiotika. Heute sollen weltweit 95 Prozent aller Staphylokokkus aureus-Stämme resistent gegen Penizilline und andere Antibiotika sein. Staphylokokkus aureus, der Bestandteil der normalen Hautflora und eigentlich harmlos ist, wurde im Lauf der Zeit zu einem der gefürchtetsten Krankenhauskeime MRSA. In Krankenhäusern entstehen resistente Keime, weil dort viele verschiedene Antibiotika verabreicht werden. Die Bakterien, die sich durch Mutation genetisch verändern und resistent werden haben dort einen Selektionsvorteil.

Warum bekommt man häufig Durchfall, wenn man Antibiotika einnimmt?

Durch die Einnahme von Antibiotika wird ein Teil der Bakterien vernichtet, die natürlicherweise den Darm besiedeln – die natürliche Darmflora gerät aus dem Gleichgewicht. Meist ist der Durchfall jedoch eher harmlos. Mehrere Studien haben gezeigt, dass sogenannte Probiotika (zum Beispiel Joghurt) das Auftreten der durch Antibiotika verursachten Durchfälle verhindern können, indem sie prophylaktisch oder auch zeitgleich zu einer Antibiotikatherapie eingenommen werden. Doch Achtung: Manche Antibiotika werden unwirksam, wenn man sie mit Milchprodukten einnimmt! Daher stets die Packungsbeilage lesen und den Arzt befragen.

Welche Antibiotika darf man nicht mit Milchprodukten einnehmen?

Antibiotika aus der Gruppe der Tetracykline und sogenannte Gyrasehemmer (gegen Harnwegsinfektionen) verlieren ihre Wirkung in Kombination mit Milch, Käse, Quark und Joghurt. Der Grund: Die Tetracykline verbinden sich mit dem Kalzium der Milchprodukte. Es bilden sich Klümpchen, die nicht mehr durch die Darmwand in die Blutbahn schlüpfen können. Die Antibiotika bleiben im Darm und werden nicht aufgenommen, sondern verdaut und ausgeschieden.

Resistenzgene

Bei Resistenzgenen handelt es sich um Gene, die bei Bakterien auf der ringförmigen Erbsubstanz (den sogenannten Plasmiden) liegen und Bakterien gegen Antibiotika resistent machen.

Mutation und Selektion

Mutation und Selektion sind sogenannten Evolutionsfaktoren, die eine Spezies langfristig überleben lassen. Unter Mutation versteht man spontane Veränderungen in der Erbsubstanz. Selektion ist die natürliche Auslese durch die Umwelt.

Linktipps

Krankenhausinfektionen in Deutschland

http://www.ira-institut.de/pdf/genau_hygiene/

Nosokomiale Infektion_RKI-Info.pdf

Umfassende Übersicht über Krankenhausinfektionen in Deutschland, herausgegeben vom Robert-Koch-Institut. Es handelt sich um einen eher schwer verständlichen Fachtext. (Stand: 2002, PDF-Dokument, 335 kB)

Informationen zum Thema beim Robert Koch Institut

http://www.rki.de/cln_091/nn_206122/DE/Content/Infekt/infekt__node.html

Homepage des Robert Koch-Instituts. Unter den Unterpunkten Antibiotikaresistenz und Krankenhaushygiene finden sich hier zahlreiche Informationen zum Thema. Optimal zur Orientierung und Übersicht.

Deutsches Überwachungssystem für Bakterienresistenzen

<http://www.genars.de/>

Das GENARS (German Network for Antimicrobial Resistance Surveillance) berichtet regelmäßig über die aktuelle Resistenzsituation in Deutschland und in den beteiligten Kliniken. Es möchte Resistenzentwicklungen aufzeigen und auftretende Epidemien frühzeitig erkennen. Die Seite richtet sich an ein Fachpublikum.

Europäisches Überwachungssystem für Bakterienresistenzen

<http://www.rivm.nl/earss/>

Die Homepage des europäischen Überwachungssystems für resistente Keime ist das Pendant zur deutschen Seite GENARS. Sie ist englischsprachig und richtet sich an ein Fachpublikum. Hier kann man sich über die Eingabe verschiedener Parameter wie Keimart und Resistenzspektrum eine Übersicht zur Resistenzentwicklung in Europa verschaffen.

Antibiotika-Resistenzatlas „Germap 2008“

http://www.bvl.bund.de/DE/o8__PresseInfothek/oo__doks__downloads/Germap__2008,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Germap_2008.pdf

Atlas zu resistenten Krankheitserregern und Antibiotikaverbrauch für Deutschland, herausgegeben vom Bundesministerium für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL), der Paul-Ehrlich-Gesellschaft und dem Universitätsklinikum Freiburg (Antibiotika-Resistenz und -Verbrauch, 159 Seiten, PDF-Dokument, 5,8 MB)

Initiative Zündstoff Antibiotika-Resistenz

<http://www.zuendstoff-antibiotika-resistenz.de/>

Gemeinsames Webangebot der führenden Fachgesellschaften in Deutschland auf dem Gebiet der Infektiologie.

Linktipps

Bekämpfung von MRSA bei Mensch und Tier

<http://www.mrsa-net.eu/>

Das deutsch-niederländische Euregio-Projekt bekämpft die Ausbreitung von MRSA. Die Seite gibt einen guten Überblick über den Aufbau des MRSA-Netzwerkes und die Kooperationspartner auf deutscher und niederländischer Seite. Über die Frage- und Antwort-Datenbank hat der Benutzer die Möglichkeit, Fragen zu MRSA zu stellen.

Informationen zu Staphylokokken-Infektionen und MRSA

http://www.rki.de/cln_091/nn_196658/sid_DC0972260BFC4DB680656EF15A8CoA68/nsc_true/DE/Content/InfAZ/S/Staphylokokken/Staphylokokken__node.html

Auf dieser Seite finden sich die wichtigsten Merkblätter, die das Robert Koch-Institut zu Staphylokokken-Infektionen und MRSA in den vergangenen Jahren herausgegeben hat. Am Ende der Seite findet man weiterführende Links zu anderen Institutionen, die sich mit dem Thema MRSA näher auseinandersetzen.