

BAKTERIEN UND VIREN ALS KRANKHEITSERREGER

Aufgabe 1

Lies den Informationstext. Benenne die Bestandteile eines Bakteriums und eines Virus, indem du die Abbildungen mit den im Text hervorgehobenen Begriffen beschriftest.

Aufgabe 2

Antibiotika (aus dem Griechischen „anti“ = „gegen“ und „bios“ = „Leben“) sind Medikamente, die zur Behandlung bakterieller Infektionskrankheiten eingesetzt werden. Sie können in den Stoffwechsel der Bakterien eingreifen oder ihre Zellwand schädigen. Erkläre, weshalb ein Antibiotikum nicht gegen Grippe helfen würde.

Aufgabe 3a

Entwickle auf der Grundlage des Textes und der Abbildung ein Modell eines Bakteriums. In deinem Modell sollen alle im Text hervorgehobenen Begriffe als Modellbestandteile vorkommen.

Aufgabe 3b

Analysiere mit Hilfe der Tabelle, welche Elemente des Modells welchen Teilen der Wirklichkeit entsprechen. Gib in einer zweiten Tabelle die Stärken und Schwächen deines Modells an.

Information

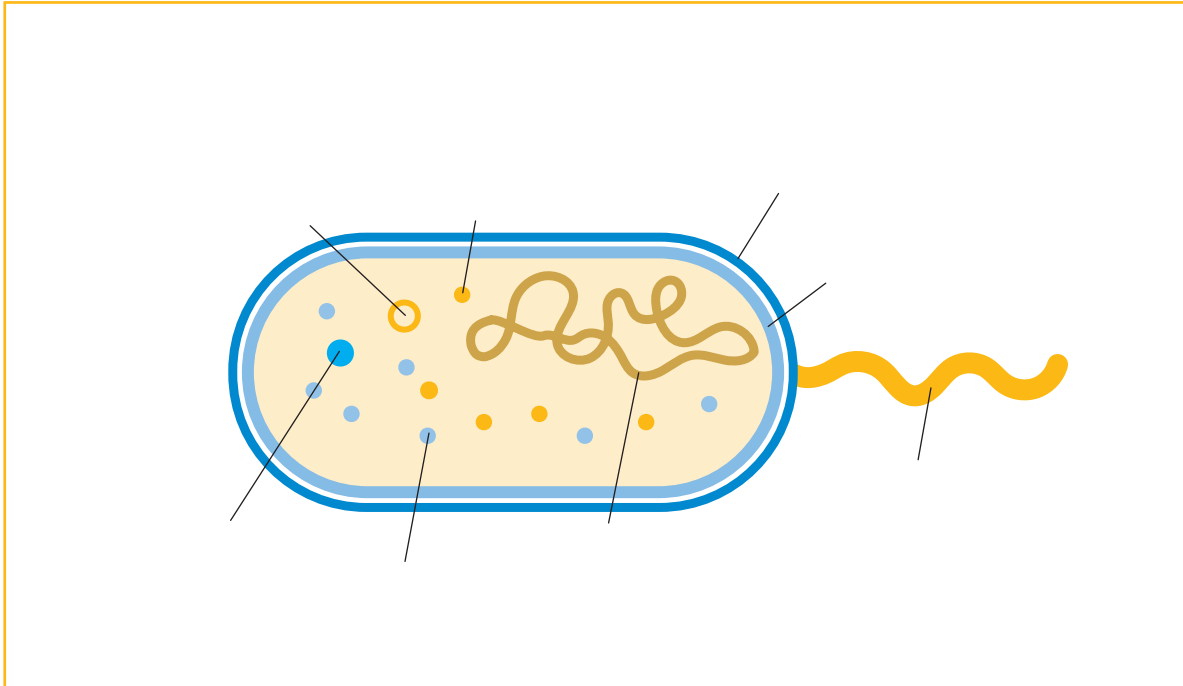
Bakterien bestehen in der Regel aus je einer Zelle. Sie erreichen eine Größe zwischen 0,5 und 10 μm (1 Mikrometer [μm] = 0,001 mm). Bakterien sind so klein, dass wir sie mit bloßem Auge nicht erkennen können. Nachdem ein Bakterium durch Wachstum eine gewisse Größe erreicht hat, teilt sich seine Zelle. So vermehrt es sich. Sobald die beiden entstandenen Zellen wiederum groß genug sind, teilen sie sich erneut. Die Zelloberfläche der Bakterien dient unter anderem zur Aufnahme von Stoffen, die das Bakterium für seinen Stoffwechsel benötigt, und zur Abgabe von Stoffwechselendprodukten. Bakterien sind von einer relativ dicken **Zellwand** umgeben. Sie verleiht ihnen Stabilität. Innen an der Zellwand liegt die dünne **Zellmembran** an, die das **Zytoplasma** der Zelle umschließt. Das Cytoplasma ist die zähflüssige Grundsubstanz der Zelle. Darin befinden sich unter anderem sehr viele **Ribosomen** - kleine körnchenartige Partikel, die zur Herstellung von Proteinen dienen. Das Cytoplasma kann auch einige **Reservestoffe**, also gespeicherte Kohlenhydrate, Lipide oder Proteine, enthalten, die in einer elektronenmikroskopischen Aufnahme wie (Löcher) aussehen. Das Erbmateriale der Bakterien liegt nicht in einem Zellkern vor, sondern es schwimmt als ein großes, ringförmig geschlossenes **Bakterienchromosom** frei im Cytoplasma der Zelle. Oft liegen im Cytoplasma zusätzlich noch kleine, ringförmige DNA-Moleküle, die sogenannten **Plasmide**, vor. Einige Bakterien besitzen eine schraubenförmig gewundene lange Ausstülpung in Form eines Plasmafadens - das **Flagellum** (auch: die Geißel), mit der sie sich fortbewegen können. Sie befindet sich überwiegend außerhalb der Zelle, ist aber in der Zellmembran verankert. Bakterienarten können sich in ihrem Aufbau und ihren Eigenschaften voneinander unterscheiden. Beispiele für Infektionskrankheiten, die von Bakterien hervorgerufen werden, sind: Mandelentzündung, Scharlach, Tetanus (Wundstarrkrampf), Mittelohrentzündung.

Viren sind Partikel mit einer Größe von 0,02-0,35 μm . Daher sind sie nur mit einem besonders starken Mikroskop, einem Elektronenmikroskop, zu erkennen. Sie sind aus **Erbsubstanz**, also DNA oder RNA, aufgebaut, die von einer **Proteinhülle (Capsid)** umschlossen wird. Bei einigen Viren, wie etwa Grippeviren, werden die Capside noch von einer membranähnlichen **Virushülle** umschlossen. Viren haben keinen eigenen Stoffwechsel. Um sich zu vermehren, nutzen sie den Stoffwechsel einer Wirtszelle, in die sie eingedrungen sind. In dieser Wirtszelle werden die neu produzierten Bausteine der Viren zu neuen Viren zusammengesetzt, die dann von der Wirtszelle freigesetzt werden. So können sie weitere Wirtszellen infizieren. Dazu docken sie mit Hilfe ihrer **Glykoproteine** (Zucker-Eiweiß-Komponenten), die sich auf ihrer Virushülle befinden, an Strukturen auf der Zellmembran einer potentiellen Wirtszelle an. Viren können sich in ihrem Aufbau und ihren Eigenschaften voneinander unterscheiden. Gemeinsam ist den verschiedenen Viren jedoch, dass sie kein Wachstum zeigen und sich nicht bewegen oder auf Reize reagieren können. Beispiele für Viruserkrankungen sind: Schnupfen, Grippe, Röteln, Herpes, Masern, Kinderlähmung, Hirnhautentzündung, Aids.

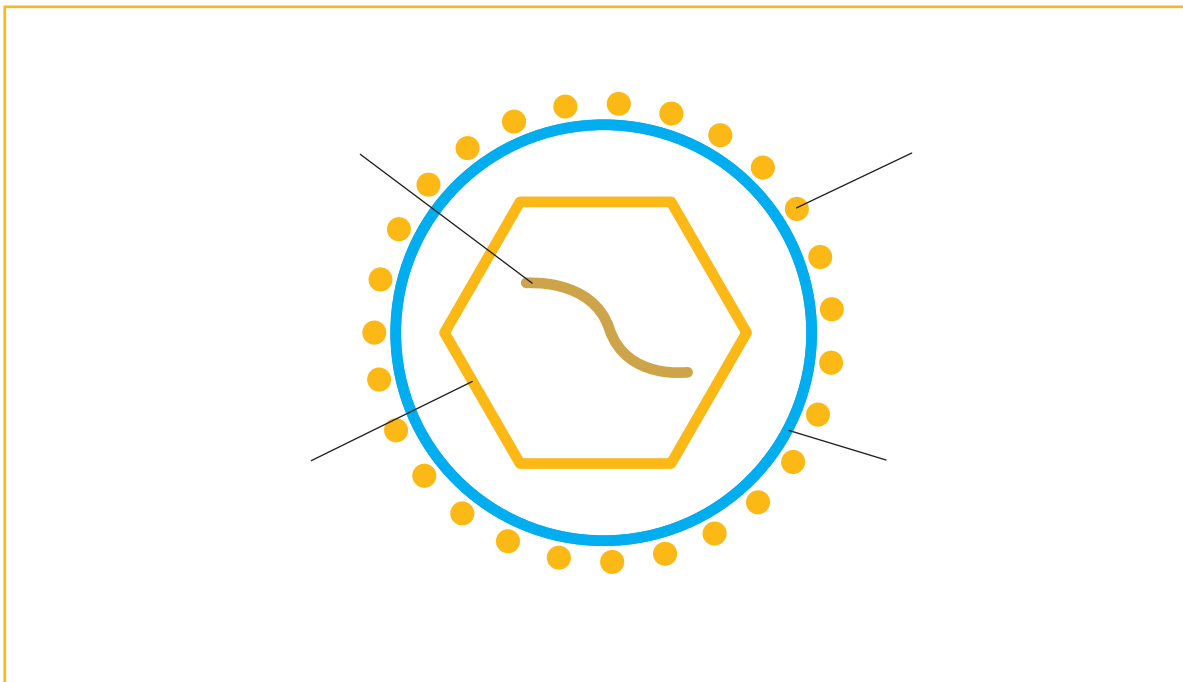
BAKTERIEN UND VIREN ALS KRANKHEITSERREGER

Zu 1

Aufbau eines Bakteriums




Aufbau eines Virus



BAKTERIEN UND VIREN ALS KRANKHEITSERREGER

Zu 2



Warum hat der Arzt mir gegen meine Grippe kein Antibiotikum verschrieben?

BAKTERIENMODELL

Zu 3a

Modellanalyse

Bestandteil des Bakteriums	Entsprechung im Modell
Zellwand	
Zellmembran	
Zytoplasma	
Ribosomen	
Reservestoffe	
Bakterienchromosom	
Plasmide	
Geißel/Flagellum	

Zu 3b

Modellkritik

Stärken des Modells: Welche Merkmale des Bakteriums werden durch das Modell besonders hervorgehoben?	Schwächen des Modells: Worin unterscheidet sich das Modell von der Wirklichkeit?

WIE WIRKEN ANTIBIOTIKA GEGEN BAKTERIEN UND WARUM SCHADEN SIE DEN MENSCHLICHEN ZELLEN NICHT?

Der Begriff Antibiotikum kommt aus dem Griechischen („anti“ = „gegen“ und „bios“ = „Leben“) und bedeutet soviel wie gegen das Lebendige. Dabei wirken Antibiotika nicht gegen alle lebenden Zellen, sondern nur gegen spezielle Bakterienzellen. Es stellt sich somit die Frage, wieso die menschlichen Zellen bei der Einnahme von Antibiotika unbeschädigt bleiben.

Aufgaben

- 1a. Lesen Sie den Informationstext und stellen Sie in der Tabelle Unterschiede zwischen einer Bakterienzelle und einer Zelle des Menschen dar.
- 1b. Es gibt verschiedene Antibiotikaklassen, die auf unterschiedliche Prozesse in einer Bakterienzelle einwirken. Sie können die Synthese von Nucleinsäuren, Proteinen oder der Zellwand beeinträchtigen. Geben Sie mit Hilfe des Informationstextes an, in welche Prozesse der Zelle welche Antibiotika-Klasse eingreift, indem Sie die Abbildung beschriften.
2. Erklären Sie (anhand des Informationstextes und der Abbildung), weshalb Penicillin nicht zur Behandlung von Infektionen mit gram-negativen Bakterien eingesetzt wird.
3. Als Nebenwirkung von Antibiotika können beim Menschen Verdauungsprobleme auftreten. Recherchieren Sie zum Begriff Darmflora, um diesen Zusammenhang zu erläutern.

Information

Zu den Hauptangriffszielen von Antibiotika zählen:

1. die Nucleinsäuresynthese
2. die Proteinsynthese
3. die Zellwandsynthese

1. Nucleinsäuresynthese

Antibiotika können die Nucleinsäuresynthese in unterschiedlichen Phasen stören, indem sie:

- ☐ die Synthese der DNA- oder RNA-Bausteine hemmen,
- ☐ verhindern, dass sich die doppelsträngige DNA entwindet, die als Matrize einzelsträngig vorliegen muss,
- ☐ die Polymerisation der Nucleinsäure-Bausteine zu DNA- und RNA-Strängen unterbrechen.

Als Bausteine von Nucleinsäuren dienen Desoxyribonucleotidtriphosphate (→ DNA) und Ribonucleotidtriphosphate (→ RNA). Für deren Herstellung ist Folsäure¹ nötig. Während Menschen und Tiere ihren Folsäurebedarf in der Regel über die Nahrung decken müssen, stellen Bakterien diesen lebenswichtigen Stoff selbst her. Das macht den Erreger verwundbar, denn die synthetischen Antibiotika **Sulfonamid** und **Trimethoprim** können die Folsäure-Biosynthese wirksam stören und die Bakterien so an der Synthese der Nucleinsäure-Bausteine hindern.

Ein weiterer wichtiger Angriffspunkt für Antibiotika ist der Ort, an dem sich die doppelsträngige DNA wie ein Reißverschluss in Einzelstränge auftrennt. Das geschieht immer dann, wenn sich die DNA vervielfältigt (Replikation) oder in RNA umgeschrieben wird (Transkription). Dabei spielen sogenannte Gyrasen eine Schlüsselrolle. Da sich bakterielle Gyrasen von den menschlichen Topoisomerasen, die die gleiche Funktion erfüllen, unterscheiden, konnten Wissenschaftler wirksame Gyrase-Hemmer entwickeln, die menschliche Zellen nur unbedeutend schädigen. Prominente Vertreter dieser Antibiotika-Klasse sind die **Chinolone**².

Ein anderes Angriffsziel sind die Polymerase-Maschinerien (DNA- und RNA-Polymerasen). Dort agieren die Vertreter der Gruppe der **Rifamycine** (z. B. Rifampicin). Sie greifen die DNA-abhängige RNA-Polymerase direkt an, indem sie sich an ihre Beta-Untereinheit binden. So können sie den lebenswichtigen Transkriptionsprozess bei bestimmten Bakterien (u. a. den Tuberkulose-Erregern) unterbinden. Die RNA-Polymerase von Säugerzellen dagegen wird erst bei viel höheren Konzentrationen gehemmt.

WIE WIRKEN ANTIBIOTIKA GEGEN BAKTERIEN UND WARUM SCHADEN SIE DEN MENSCHLICHEN ZELLEN NICHT?

2. Proteinsynthese

Bakterielle Ribosomen bestehen aus den zwei Untereinheiten 50S und 30S. Diese sind in der Lage, die Boten-RNA³ (mRNA) zu binden und sie mit Hilfe passender Aminoacyl-tRNAs⁴, die von bestimmten Synthetasen gebildet werden, schrittweise in die kodierte Aminosäuresequenz (Polypeptidkette, Protein) zu übersetzen (Translation). Antibiotika, die auf die Proteinsynthese zielen, haben es aber meist auf die Untereinheiten der Ribosomen abgesehen. Deren Struktur ist bei Bakterien und Eukaryoten unterschiedlich, und daher ist eine selektive Blockade möglich.

Bestimmte antibiotische Wirkstoffe binden an die 50S-Untereinheit und blockieren die Peptidyltransferase-Funktion des Ribosoms. Dadurch können die Aminosäuren nicht mehr verknüpft werden, und die Proteinsynthese ist unterbrochen.

Andere Antibiotika wie die **Makrolide** blockieren den (Austritts-Tunnel) der 50S-Untereinheit, durch den die wachsende Polypeptidkette, das heißt, das im Aufbau befindliche Protein, aus dem Ribosom ausgeschleust wird. Der (Tunnel) verstopft, und die Translation wird gestoppt.

Die kleinere 30S-Untereinheit ist der Wirkort beispielsweise von **Streptomycin**. Dieses lagert sich an die Untereinheit und verursacht so Fehlablesungen von der mRNA. Das Ribosom baut fehlerhafte Proteine, die Zellwand wird geschädigt und büßt ihre Schutzfunktion ein. Durch diesen Sekundäreffekt gelangt vermehrt Streptomycin in die Zelle, was die antibiotische Wirkung zusätzlich verstärkt.

Wieder andere antibiotische Wirkstoffe, zum Beispiel **Mupirocin**, unterbinden die Funktion der genannten Aminoacyl-tRNA-Synthetasen⁵. Auf diese Weise lässt sich die Proteinsynthese der Bakterien bereits in einem frühen Stadium blockieren.

3. Zellwandsynthese

Bakterien sind die einzigen bekannten Organismen, deren Zellwand aus Peptidoglykan (Murein), einem Biopolymer aus Zuckermolekülen und Aminosäuren, besteht. Peptidoglykan bildet lange, verzweigte Ketten. Durch Verknüpfung entsteht so eine netzartige Struktur, die die gesamte Zelle umhüllt.

Dass Eukaryoten kein Murein bilden, macht die Zellwand von Bakterien zum geeigneten Angriffsziel für antibiotische Substanzen.

Einige Antibiotika hemmen das Zusammensetzen der Zellwandbausteine im Cytoplasma, andere verhindern den Transport der Bausteine zum Mureinnetzwerk, und wieder andere, etwa die Penicilline, stören die Quervernetzung der Mureinzellwand.

Die Synthese von Peptidoglykan ist ein komplexer Vorgang. Er beginnt im Cytoplasma mit der Biosynthese der beiden Zuckerbausteine *N*-Acetylglucosamin (NAG) und *N*Acetylmuraminsäure (NAM), an welche anschließend noch fünf Aminosäuren, darunter auch zwei *D*-Alanine, angefügt werden (→ NAM-Pentapeptid). In diesen Schritt der Zellwandsynthese greift das Antibiotikum **Cycloserin** ein.

Ein zweites Angriffsziel ist das Trägermolekül Bactoprenol, das die Disaccharid-Peptid-Einheit zur Außenseite der Cytoplasmamembran transportiert. Angreifer ist in diesem Fall das Antibiotikum **Bacitracin**; es hemmt den Transfer des Peptidoglykan-Monomers durch die Zellmembran⁶.

Im letzten Stadium der Zellwandsynthese werden die Disaccharid-Pentapeptid-Einheiten schließlich polymerisiert; eine Transglykosidase verknüpft sie zu langen Ketten, und eine Transpeptidase vernetzt die benachbarten Peptidketten. In diesem Prozess wird die endständige Aminosäure unter Bildung von Disaccharid-Tetrapeptid-Einheiten, die Baueinheit des Mureins (siehe S. 3 / 4), abgespalten. Diese Quervernetzung können Glycopeptid-Antibiotika (z. B. **Vancomycin**) und β -Lactam-Antibiotika (z. B. **Penicilline** und **Cephalosporine**) wirksam stören.

Hinweis: Grampositive und gramnegative Bakterien unterscheiden sich im Aufbau der Zellwand. Bei grampositiven Bakterien ist die Murein-Schicht deutlich dicker und vielschichtiger als bei gramnegativen Bakterien. Letztere besitzen stattdessen eine zusätzliche äußere Membran.

WIE WIRKEN ANTIBIOTIKA GEGEN BAKTERIEN UND WARUM SCHADEN SIE DEN MENSCHLICHEN ZELLEN NICHT?

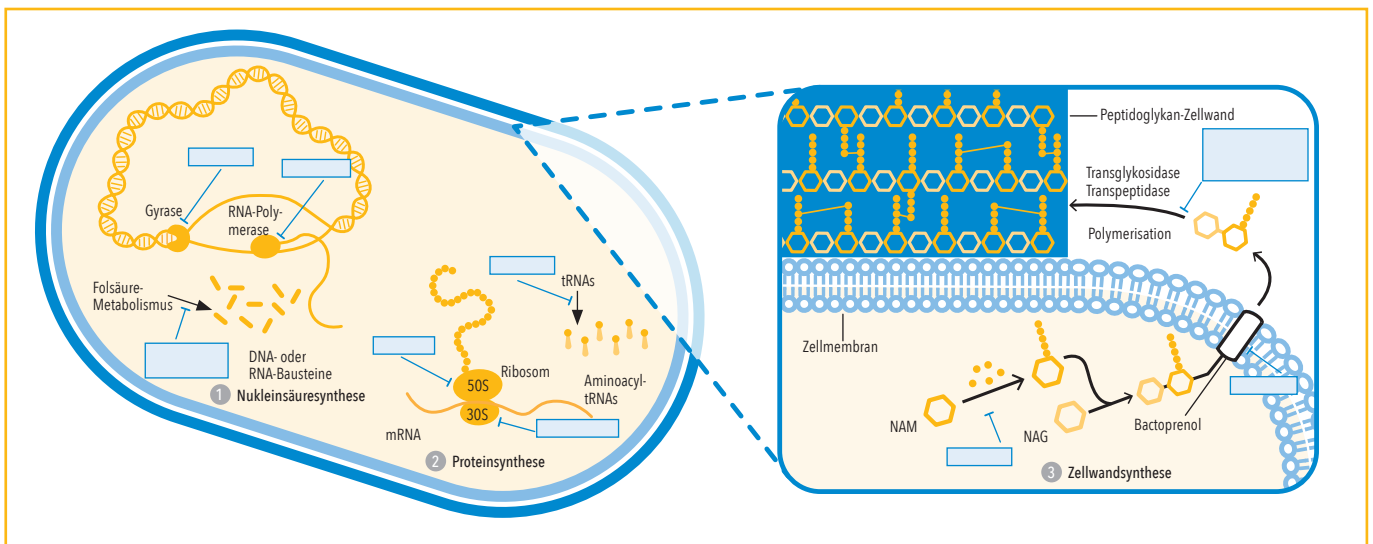
Zu 1a

Unterschiede zwischen einer Bakterienzelle und einer Zelle des Menschen, die die selektive Wirkung von Antibiotika bedingen

	Bakterienzelle	Zelle eines Menschen
Zellwandsynthese		
Nukleinsäuresynthese		
Proteinsynthese		

Zu 1b

Verschiedene Wirkweisen von Antibiotika



WIE WIRKEN ANTIBIOTIKA GEGEN BAKTERIEN UND WARUM SCHADEN SIE DEN MENSCHLICHEN ZELLEN NICHT?

Zu 2

Zu 3

¹ Folsäure – Vitamin aus dem B-Komplex, das für die Synthese von Nukleinsäure-Bausteinen benötigt wird.

² Chinolone – werden vollständig synthetisch hergestellt und blockieren das spezielle und nur bei Bakterien vorkommende Enzym DNA-Gyrase, das die Aufdrehung der Bakterien-DNA und damit die Herstellung von Proteinen unterbindet.

³ Boten-RNA (m-RNA) – besteht aus einem einzigen Polynucleotidstrang. Die Boten-RNA überbringt den Ribosomen eine Abschrift eines Gens.

⁴ Aminoacyl-tRNA – bildet sich aus den 20 in Proteinen vorkommenden Aminosäuren durch Kopplung an die für die jeweiligen Aminosäuren spezifischen tRNAs (Transfer-RNA).

⁵ Aminoacyl-tRNA-Synthetasen – Enzyme, die die Transfer-RNAs mit ihren spezifischen Aminosäuren beladen. Es gibt mindestens 20 verschiedene Aminoacyl-tRNAsynthetase-Moleküle, eines pro Aminosäure.

⁶ Zellmembran – besteht aus einer Lipiddoppelschicht, in die Proteine eingebettet sind und bildet die äußere Begrenzung aller tierischen Zellen. Die Zellmembran reguliert den Stofftransport in die Zelle hinein und aus der Zelle heraus.

AUF DER SUCHE NACH DEM RICHTIGEN ANTIBIOTIKUM - ANTILOGRAMM -

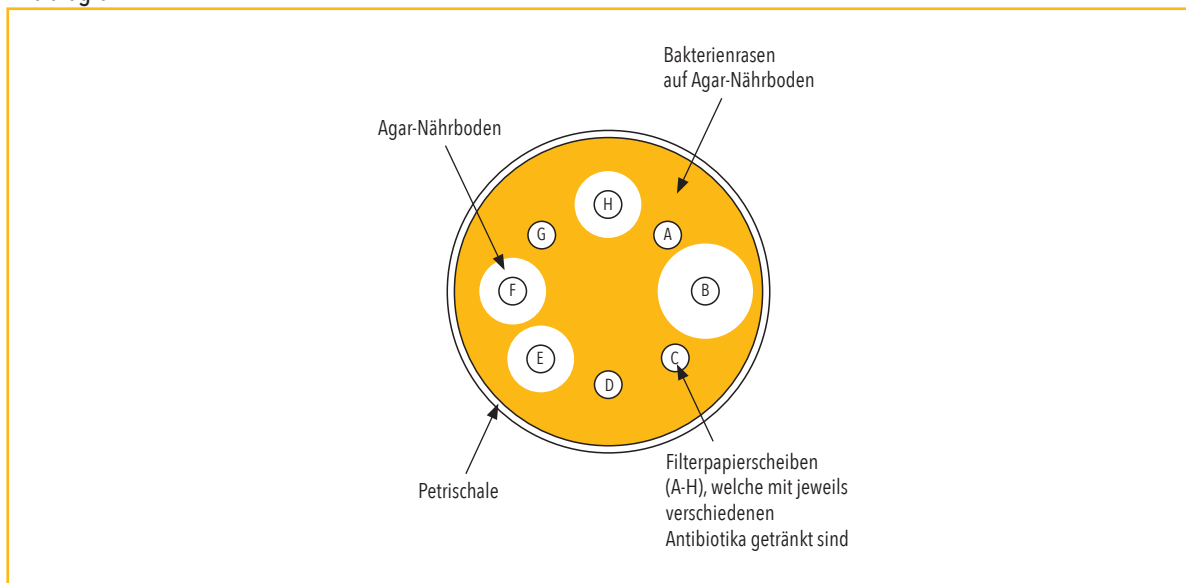
Aufgaben

- 1a. Die Untersuchung des bakteriellen Krankheitserregers eines Patienten ergibt das untenstehende Antibiogramm (siehe Abbildung). Beschreibe die Abbildung.
 1b. Gib mit Hilfe des Informationstextes an, welches Antibiotikum zur Therapie eingesetzt werden sollte und begründe.

Information

Einzelne Bakterien einer krankheitserregenden Art reagieren nicht auf ein bestimmtes Antibiotikum. Sie sind widerstandsfähig gegen dieses Antibiotikum. Man spricht in diesem Zusammenhang von einer **Resistenz**. Vor der Behandlung mit Antibiotika soll mit Hilfe eines **Hemmhoftests** ermittelt werden, ob der Krankheitserreger Resistenzen gegen bestimmte Antibiotika aufweist. Dazu verteilt man die zu untersuchende Bakterienprobe auf der Oberfläche eines Agar-Nährbodens. Anschließend werden in ausreichendem Abstand voneinander Scheibchen aufgelegt, die man zuvor mit Standardkonzentrationen verschiedener Antibiotika versetzt hat. Danach wird die Agar-Platte so lange einer bestimmten Temperatur ausgesetzt bis ein gleichmäßig verteilter Bakterienbewuchs gut sichtbar ist. Es hat sich ein sogenannter Bakterienrasen gebildet. Nun prüft man, bei welchen Antibiotika-Scheibchen Wachstumshemmungen (Hemmhöfe) sichtbar sind. Dort weist der Bakterienrasen kahle Stellen auf. Das Ergebnis ist ein sogenanntes **Antibiogramm**, mit dem die Empfindlichkeit des Krankheitserregers gegenüber verschiedenen Antibiotika ermittelt und ein geeignetes Antibiotikum für eine erfolgreiche Therapie ausgewählt werden kann.

Antibiogramm



Zu 1a

Zu 1b

WIE ENTSTEHEN RESISTENTE BAKTERIEN? MYSTERY-METHODE

Weltweit breiten sich bakterielle Krankheitserreger aus, die auf gängige Antibiotika nicht mehr reagieren. Die Bakterien sind gegenüber diesen Antibiotika **resistent** geworden. Durch die unaufhaltsame Vermehrung resistenter Krankheitserreger steigt die Gefahr, dass Antibiotika-Therapien nicht mehr anschlagen. Besonders bedrohlich sind multiresistente Erreger, die gleich gegen mehrere Antibiotika unempfindlich sind. Dazu zählen auch Bakterien der Art *Staphylococcus aureus*.

Aufgaben

- 1a. Stellen Sie die evolutionsbiologische Erklärung für die Entstehung multiresistenter *Staphylococcus aureus*-Bakterien in einem Flussdiagramm dar. Lesen Sie dazu zunächst die Mystery-Karten. Nicht alle Mystery-Karten sind zur Lösung der Aufgabe notwendig. Wählen Sie in Ihrer Gruppe die Informationen aus, die Sie brauchen.
- 1b. Auf welche Weise könnte die Entstehung von multiresistenten Bakterien begrenzt werden? Begründen Sie.

WIE ENTSTEHEN RESISTENTE BAKTERIEN? MYSTERY-METHODE

Die Häufigkeit der Resistenzgene im Genpool der humanpathogenen Bakterien nimmt von Generation zu Generation zu.

Bakterien mit dem Gen für das veränderte Zellwandprotein haben Vorteile, wenn sie mit dem Antibiotikum Methicillin in Kontakt kommen. Im Gegensatz zu anderen Bakterien überleben sie den Kontakt mit diesem Medikament und können sich vermehren (**Selektionsvorteil**).

Bakterien können nicht nur Gene an die folgende Generation weitergeben (**vertikaler Gentransfer**), sondern auch Gene mit anderen bereits existierenden Bakterien austauschen (**horizontaler Gentransfer**). So **können auch Resistenzgene weitergegeben** werden.

Wie bei allen Organismen treten im Erbgut von Bakterien auch spontane Veränderungen auf. Sie werden als **Zufallsmutationen** bezeichnet und ereignen sich bei Bakterien – auch bedingt durch deren extrem schnelle Vermehrung – besonders häufig.

Gene, die Eigenschaften codieren, die ein Bakterium resistent machen können, sind in der Regel auf den **Plasmiden** verortet. Plasmide sind kleine, ringförmige DNA-Moleküle, die zusätzlich zum Bakterienchromosom im Cytoplasma vorliegen.

Bakterien der Art *Staphylococcus aureus* reagieren in der Regel **empfindlich** auf Antibiotika. Bei der Verwendung des Antibiotikums Methicillin wird beispielsweise die Synthese der bakteriellen Zellwand gestört, indem das Antibiotikum an ein Zellwandprotein (Angriffsstelle) bindet.

Bakterien mit dem **Resistenzgen** für das **veränderte Zellwandprotein** besitzen eine höhere Vermehrungsrate und können ihre Gene häufiger an die nächste Generation weitergeben. Sie verfügen demnach über eine **höhere reproduktive Fitness**.

Es treten Methicillin-resistente *Staphylococcus aureus*-Bakterien mit weiteren Resistenzen gegenüber anderen Antibiotika auf. Sie sind **multiresistent** und daher noch widerstandsfähiger.

Sir Alexander Fleming, der Entdecker des Antibiotikums Penicillin, in seiner Nobelpreisrede 1945: „Eines Tages wird Penicillin überall zu kaufen sein. Dann besteht die Gefahr, dass Unwissende eine zu **geringe Dosis** einnehmen und dass die Bakterien dadurch nicht abgetötet werden, sondern eine Resistenz gegen das Antibiotikum entwickeln“.

übersetzt nach:

http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1945/fleming-lecture.pdf

Bakterien können kurze, in der Umgebung frei vorliegende DNA-Fragmente anderer Bakterien aufnehmen (= Transformation). Die **Transformation** ist einer der drei Hauptmechanismen von horizontalem Gentransfer.

WIE ENTSTEHEN RESISTENTE BAKTERIEN? MYSTERY-METHODE



Antibiotika sind Wirkstoffe, die zur Behandlung von bakteriellen Infektionen eingesetzt werden. Sie können verschiedene Prozesse in Bakterien stören: die Synthese von DNA bzw. RNA, die Synthese von Proteinen bei der Translation an den Ribosomen und die Synthese der Zellwand.



Bakterien zeigen verschiedene Mechanismen, die sie gegenüber Antibiotika widerstandsfähig machen:

1. Inaktivierung des Antibiotikums
2. Veränderung der Angriffsstelle
3. Herauspumpen des Antibiotikums aus der Zelle
4. Reduzierte Aufnahme des Antibiotikums

Sir Alexander Fleming hat 1928 durch Zufall das Antibiotikum **Penicillin** entdeckt. Penicillin rettete unter anderem im Zweiten Weltkrieg Tausenden verwundeten Soldaten das Leben. Es wirkt normalerweise auch gegen *Staphylococcus aureus*. Für seine Entdeckung wurde Fleming 1945 mit dem Nobelpreis ausgezeichnet.

Bakterien können ihre Plasmide durch direkten Kontakt auf andere Bakterien übertragen (= Konjugation). Die **Konjugation** ist einer der drei Hauptmechanismen von horizontalem Gentransfer.

Bakterien können ihre DNA über Viren auf andere Bakterien übertragen (= Transduktion).

Die **Transduktion** ist einer der drei Hauptmechanismen von horizontalem Gentransfer.

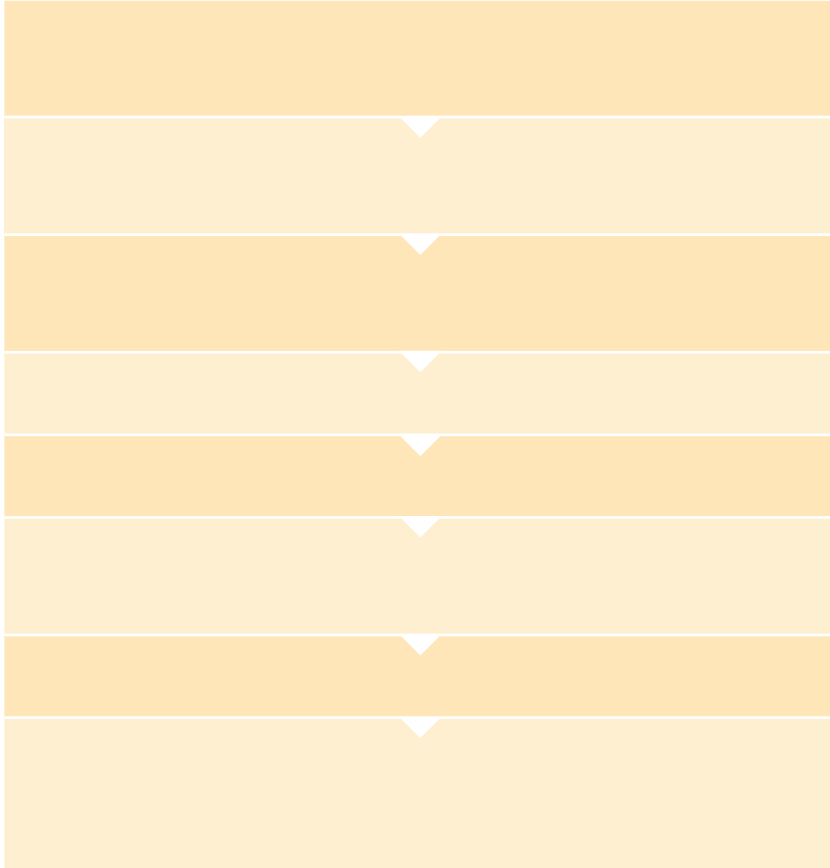
Staphylococcus aureus ist ein kugelförmiges, grampositives Bakterium, das häufig in Traubenform angeordnet ist (Haufenkokken). Es besiedelt natürlicherweise unsere Haut und unsere Schleimhäute, bevorzugt die Nasenschleimhäute. Es kann Infektionen auslösen, wenn es zum Beispiel über Wunden in den Körper gelangt.

Im Jahr 2014 wurde bei etwa 18 Prozent der Bakterien der Art **Staphylococcus aureus** in Kliniken eine Resistenz gegenüber Penicillinen wie Methicillin festgestellt. Besondere Risiken bedeuten solche Methicillin-resistenten *Staphylococcus aureus* (MRSA) Stämme vor allem in chirurgischen Intensivstationen, wo der Erreger Lungenentzündungen, Wundinfektionen und Blutvergiftungen verursacht. Gerade für immungeschwächte Menschen können solche Infektionen lebensbedrohlich werden.

Einzelne *Staphylococcus aureus*-Bakterien haben veränderte Eigenschaften, zum Beispiel ein **verändertes Zellwandprotein**.

WIE ENTSTEHEN RESISTENTE BAKTERIEN? MYSTERY-METHODE

Zu 1



Zu 2

PACKUNGSBEILAGE

Jede Packungsbeilage enthält wichtige Informationen, die man vor der Anwendung eines Medikaments wissen und beachten sollte.

Aufgaben

1. Lies/Lesen Sie die Packungsbeilage von BACTITREN und beantworte/antworten Sie anschließend die Fragen 1-8.
2. Bearbeiten Sie außerdem die Aufgaben 9-11.

Eine fiktive Packungsbeilage

Das Medikament BACTITREN gibt es nicht. In der Apotheke bekommt man jedoch mehrere Medikamente unterschiedlicher Hersteller, die Filmtabletten mit dem gleichen Wirkstoff enthalten und die für die gleiche Anwendung bestimmt sind. Der Text der nachfolgenden Packungsbeilage stimmt mit dem Mustertext der Arzneimittelzulassungsbehörde für diese Medikamente überein.

PACKUNGSBEILAGE

Gebrauchsinformation: Information für den Anwender

BACTITREN 500 mg Filmtabletten

Wirkstoff: Erythromycin

Lesen Sie die gesamte Packungsbeilage sorgfältig durch, bevor Sie mit der Einnahme dieses Arzneimittels beginnen.

- ⊞ Heben Sie die Packungsbeilage auf. Vielleicht möchten Sie diese später nochmals lesen.
- ⊞ Wenn Sie weitere Fragen haben, wenden Sie sich an Ihren Arzt oder Apotheker.
- ⊞ Dieses Arzneimittel wurde Ihnen persönlich verschrieben. Geben Sie es nicht an Dritte weiter. Es kann anderen Menschen schaden, auch wenn diese dieselben Symptome haben wie Sie.
- ⊞ Wenn eine der aufgeführten Nebenwirkungen Sie erheblich beeinträchtigt oder Sie Nebenwirkungen bemerken, die nicht in dieser Gebrauchsinformation angegeben sind, informieren Sie bitte Ihren Arzt oder Apotheker.

Diese Gebrauchsinformation beinhaltet:

1. Was ist BACTITREN und wofür wird es angewendet?
2. Was müssen Sie vor der Einnahme/Anwendung von BACTITREN beachten?
3. Wie ist BACTITREN einzunehmen /anzuwenden?
4. Welche Nebenwirkungen sind möglich?
5. Wie ist BACTITREN aufzubewahren?
6. Weitere Informationen

1. Was ist BACTITREN und wofür wird es angewendet?

BACTITREN ist ein Makrolid-Antibiotikum.

Zur Therapie der folgenden Infektionen, die durch Erythromycin-empfindliche Krankheitserreger verursacht werden und einer oralen Therapie zugänglich sind:

- ⊞ Entzündungen der tiefen Atemwege:
 - Akute bakterielle Verschlechterung einer chronischen Entzündung der Bronchien (akute bakterielle Exazerbation der chronischen Bronchitis)
 - Entzündungen der Lunge (Pneumonien), insbesondere durch atypische Erreger wie Legionellen und Mykoplasmen (siehe auch Hinweis unter Abschnitt 2).
- ⊞ Keuchhusten und Keuchhustenprophylaxe
- ⊞ Infektionen des Hals-, Nasen- und Ohrenbereichs: Akute bakterielle Entzündungen des Mittelohres (akute bakterielle Otitis media) adäquat diagnostiziert, akute bakterielle Entzündung der Nasennebenhöhlen (akute bakterielle Sinusitis) adäquat diagnostiziert, akute bakterielle Entzündung des Rachenraumes (Pharyngitis, als Alternative zu Penicillin bei einer Penicillinallergie), akute bakterielle Entzündung der Rachenmandeln (Tonsillitis, als Alternative zu Penicillin bei einer Penicillinallergie).
- ⊞ Schwere Formen der Akne vulgaris (Entzündung der Haut im Bereich der Talgdrüsen).
- ⊞ Erysipel (Wundrose), als Alternative zu Penicillin bei einer Penicillinallergie.
- ⊞ Scharlach, als Alternative zu Penicillin bei einer Penicillinallergie.
- ⊞ Bindehautentzündung (Einschlusskörperchen-Konjunktivitis) und Körnerkrankheit (Trachom), verursacht durch *Chlamydia trachomatis*.
- ⊞ Diphtherie (auch zur Sanierung von Diphtheriebakterienträgern oder -ausscheidern).
- ⊞ Harnröhrentzündung (Urethritis), verursacht durch *Chlamydia trachomatis* oder *Ureaplasma urealyticum*.
- ⊞ Syphilis (Lues) im primären Stadium, wenn andere, besser wirksame Antibiotika nicht gegeben werden können (z. B. Alternative bei Penicillinallergie).

PACKUNGSBEILAGE

2. Was müssen Sie vor der Einnahme von BACTITREN beachten?

BACTITREN darf nicht eingenommen werden

- ⊗ wenn Sie bereits früher mit Erythromycin oder mit anderen Makrolid-Antibiotika behandelt wurden und dabei Überempfindlichkeitsreaktionen auftraten.
- ⊗ bei Überempfindlichkeit gegen einen der sonstigen Bestandteile des Arzneimittels.
- ⊗ wenn Sie unter einer starken Beeinträchtigung der Leberfunktion leiden (siehe auch Vorsichtsmaßnahmen).
- ⊗ bei gleichzeitiger Einnahme mit Ergotamin oder Dihydroergotamin (Mittel, die Blutgefäße verengen).
- ⊗ bei einer angeborenen oder erworbenen QT-Intervallverlängerung.
- ⊗ bei Störungen des Elektrolythaushaltes und hier besonders bei einer Hypokaliämie und Hypomagnesiämie.
- ⊗ bei klinisch relevanten Herzrhythmusstörungen (z. B. ventrikuläre Arrhythmie) oder bei schwerer Herzinsuffizienz (NYHA IV).
- ⊗ bei gleichzeitiger Einnahme von BACTITREN und bestimmten Arzneimitteln, da es zu QT-Intervallverlängerungen im EKG und unter Umständen zu lebensbedrohlichen Herzrhythmusstörungen (ventrikuläre Arrhythmien [Torsade de pointes]) kommen kann. Zu diesen Arzneimitteln zählen z. B.:
 - Antihistaminika (Mittel zur Behandlung von Allergien) wie Terfenadin oder Astemizol
 - Wirkstoffen wie Cisaprid (Mittel zur Anregung der Darmbewegung)
 - Pimozid (Arzneimittel zur Behandlung bestimmter psychiatrischer Erkrankungen)
 - Bestimmte Neuroleptika (Mittel zur Behandlung zerebraler Krämpfe)
 - Antiarrhythmika der Klassen IA und III
 - Tri- und tetrazyklische Antidepressiva (Mittel gegen Stimmungsschwankungen)
 - Antibiotika (einige Fluorchinolone, Imidazol-Antimykotika und Antimalariamittel)
 - Einige Mittel gegen Krebserkrankungen (z. B. Arsenitrioxid)
 - Sonstige (z. B. Methadon und Budipin)
- ⊗ bei gleichzeitiger Einnahme von Simvastatin, Lovastatin oder Atorvastatin (Arzneimittel zur Senkung der Blutfette). Die Behandlung mit diesen Arzneimitteln muss während der Einnahme von BACTITREN unterbrochen werden.

Besondere Vorsicht bei der Einnahme von BACTITREN ist erforderlich:

Herzrhythmusstörungen

BACTITREN kann vorübergehend eine bestimmte Veränderung des EKGs verursachen, die sehr selten zu einer lebensbedrohlichen Herzrhythmusstörung führen kann. Wenn Sie eine Frau oder ein älterer Patient sind, sind Sie möglicherweise empfindlicher für EKG-Veränderungen. Wenn die Durchblutung Ihres Herzmuskels beeinträchtigt ist, sprechen Sie bitte mit Ihrem Arzt, bevor Sie BACTITREN anwenden, da dies das Risiko für Herzrhythmusstörungen erhöhen kann.

Treten unter der Therapie Symptome wie Herzklopfen oder Herzrasen, Schwindel oder kurze Bewusstlosigkeit auf, die Zeichen von Herzrhythmusstörungen sein können, suchen Sie bitte umgehend Ihren Arzt auf, der entsprechende Untersuchungen (z. B. EKG und Bestimmung des QT-Intervalls) durchführen wird.

Bei Risikofaktoren für Elektrolytstörungen wie Diuretika-/ Laxantienmedikation, Erbrechen, Durchfall, Anwendung von Insulin in Notfallsituationen, Nierenerkrankungen oder anorektischen Zuständen sind adäquate Laborkontrollen und ggf. ein entsprechender Elektrolytausgleich durchzuführen.

PACKUNGSBEILAGE

Allergische Reaktionen

Überempfindlichkeit und allergische Reaktionen (z. B. Hautausschlag) können schon nach der ersten Anwendung von BACTITREN auftreten. Schwere allergische Sofortreaktionen mit Gesichts-, Gefäß- und Kehlkopfschwellungen (Ödemen) und Atemnot können sich sehr selten bis hin zum lebensbedrohlichen Schock (anaphylaktische/anaphylaktoide Reaktionen) entwickeln. In diesen Fällen muss BACTITREN sofort abgesetzt und eine ärztliche oder notärztliche Behandlung (z. B. Schocktherapie) begonnen werden.

Erbrechen und Durchfall

Dieses Arzneimittel kann zu Erbrechen und Durchfall führen (siehe „WELCHE NEBENWIRKUNGEN SIND MÖGLICH?“). In diesem Fall kann die Wirksamkeit von BACTITREN und/ oder anderen von Ihnen gleichzeitig eingenommenen Arzneimitteln (wie z. B. der sogenannten „Pille“) beeinträchtigt werden. Fragen Sie hierzu bei Bedarf Ihren Arzt oder Apotheker.

Schwere Durchfälle

Bei Auftreten von schweren, anhaltenden, manchmal blutig-schleimigen Durchfällen und krampfartigen Bauchschmerzen während oder bis zu 10 Wochen nach der Therapie suchen Sie bitte umgehend Ihren Arzt auf, weil sich dahinter eine ernstzunehmende schwere Schleimhautentzündung des Darmes (pseudomembranöse Enterokolitis) verbergen kann, die sofort behandelt werden muss. Präparate, die die Darmbewegung (Darmperistaltik) hemmen, dürfen nicht eingenommen werden.

Langzeitanwendung oder Verwendung hoher Dosen

Bei einer Behandlungsdauer von mehr als 3 Wochen wird eine regelmäßige Kontrolle des Blutbildes, der Leber- und der Nierenfunktionswerte empfohlen.

Eine längerfristige und/oder wiederholte Anwendung von BACTITREN kann zu einer Neu- oder Zweitinfektion mit Erythromycin-unempfindlichen (resistenten) Bakterien oder Sprosspilzen führen.

Auf Zeichen einer möglichen Folgeinfektion mit solchen Erregern ist zu achten (Pilzbefall der Schleimhäute mit Rötung und weißlichen Belägen der Schleimhäute). Folgeinfektionen müssen entsprechend behandelt werden.

Patienten mit eingeschränkter Leberfunktion / Leberschäden

BACTITREN darf bei Erkrankungen der Leber nur nach strenger Nutzen-Risiko-Abwägung angewendet werden.

Bitte informieren Sie Ihren Arzt, wenn Leberfunktionsstörungen vorliegen oder früher einmal vorlagen. Gelegentlich wurden nach Einnahme von BACTITREN erhöhte Leberenzymwerte beobachtet. Sehr selten wurden auch Hepatitis, Hepatomegalie und Leberversagen beschrieben (siehe Abschnitt 4). Die Behandlung ist abzubrechen und ärztlicher Rat einzuholen, wenn sich Anzeichen und Symptome einer Lebererkrankung wie Inappetenz, Gelbsucht, Dunkelfärbung des Urins, Juckreiz oder Druckempfindlichkeit des Bauches entwickeln.

Die längerdauernde Behandlung (2-3 Wochen) kann selten infolge einer Sensibilisierung (Antikörperbildung nach Kontakt mit dem Arzneistoff) zu einem Gallenstau in der Leber (intrahepatische Cholestase) bzw. zu einer Gelbsucht (cholestatischer Ikterus) mit z. T. kolikartigen Leibscherzen, besonders bei schon vorher bestehender Leberschädigung, bei Wiederholungsbehandlungen und bei Allergikern, führen. Begleitsymptome eines Gallenstaus (Cholestase) können u. a. Brechreiz, Erbrechen, Hautreaktionen (Nesselsucht [Urtikaria]), Erhöhung bestimmter weißer Blutzellen (Eosinophilie), Fieber und Bauchkrämpfe sein.

Diese Reaktionen können schon bei Erstanwendung auftreten. Die Gefahr des Auftretens steigt durch eine wiederholte Anwendung bzw. bei einer länger als 10 Tage andauernden Therapie.

PACKUNGSBEILAGE

Patienten mit eingeschränkter Nierenfunktion

Zur Anwendung und Dosierung bei eingeschränkter Nierenfunktion siehe Abschnitt 3. „Hinweise zur Dosierung bei eingeschränkter Nierenfunktion“.

Entzündungen der Lunge (Pneumonie)

Bei der nicht im Krankenhaus erworbenen Pneumonie ist BACTITREN wegen der häufigen Resistenz des Haupterregers nicht das Mittel der Wahl. Bei im Krankenhaus erworbenen Pneumonien sollte BACTITREN nur in Kombination mit anderen Antibiotika verwendet werden. Fragen Sie hierzu bei Bedarf Ihren Arzt.

Kinder

BACTITREN 500 mg Filmtabletten sind nicht geeignet für Kinder unter 8 Jahren. Hierfür stehen niedriger dosierte Darreichungsformen zur Verfügung.

Informieren Sie Ihren Arzt,

- ☐ wenn die Durchblutung Ihres Herzmuskels beeinträchtigt ist. Sprechen Sie bitte mit Ihrem Arzt, bevor Sie BACTITREN anwenden, da dies das Risiko für Herzrhythmusstörungen erhöhen kann.
- ☐ wenn Sie an Myasthenia gravis leiden, einer seltenen Erkrankung, die eine Muskelschwäche verursacht.
- ☐ wenn Sie unter der Behandlung mit BACTITREN irgendeine Verstärkung der Krankheitszeichen Ihrer Myasthenia gravis bemerken. Dann müssen Sie BACTITREN sofort absetzen und sich in ärztliche Behandlung begeben.
- ☐ wenn Sie gleichzeitig Statine (Arzneimittel zur Senkung Ihrer Blutfette) einnehmen, da es bei gleichzeitiger Einnahme mit BACTITREN möglicherweise zu einem verstärkten Muskelabbau kommt. Bei gleichzeitiger Einnahme der Statine Simvastatin, Lovastatin oder Atorvastatin muss die Behandlung mit diesen Arzneimitteln während der Einnahme von BACTITREN unterbrochen werden.

Bei Einnahme/Anwendung von BACTITREN mit anderen Arzneimitteln:

Bitte informieren Sie Ihren Arzt oder Apotheker, wenn Sie andere Arzneimittel einnehmen/ anwenden bzw. vor kurzem eingenommen/angewendet haben, auch wenn es sich um nicht verschreibungspflichtige Arzneimittel handelt.

Die Wirkungen mancher Arzneimittel können durch gleichzeitige Anwendung anderer Arzneimittel beeinflusst werden. Fragen Sie daher Ihren Arzt, wenn Sie andere Arzneimittel ständig anwenden, bis vor kurzem angewendet haben oder gleichzeitig mit dem hier vorliegenden Arzneimittel anwenden wollen. Ihr Arzt kann Ihnen sagen, ob unter diesen Umständen mit Unverträglichkeit zu rechnen ist, oder ob besondere Maßnahmen erforderlich sind, wenn Sie dieses Arzneimittel anwenden.

Die Wechselwirkungen von BACTITREN mit anderen Arzneistoffen basieren hauptsächlich auf einer Beeinflussung des Stoffwechsels in der Leber. Häufiger Mechanismus ist hierbei die Blockierung des Multienzymsystems P-450 (spezielles Stoffwechselsystem) durch die Bildung einer stabilen chemischen Verbindung von Erythromycin mit diesem Enzymsystem.

PACKUNGSBEILAGE

Wechselwirkungen von BACTITREN mit anderen Mitteln

Anderes Medikament	Folge der Wechselwirkung
<p>Arzneimittel, die Sie nicht gleichzeitig einnehmen dürfen</p>	
<p>Antiarrhythmika der Klasse Ia und III</p> <p>Neuroleptika (Mittel zur Behandlung zerebraler Krämpfe)</p> <p>Tri- und tetrazyklische Antidepressiva</p> <p>Antibiotika (bestimmte Fluorchinolone, Imidazol-Antimykotika und Antimalariamittel)</p> <p>Einige Mittel gegen Krebserkrankungen (z. B. Arsentrioxid)</p> <p>Einige nichtsedierende <u>Antihistaminika</u> (Mittel zur Behandlung von Allergien), z. B. Astemizol, Terfenadin, Ebastin</p> <p><u>Sonstige, z. B. Methadon, Budipin, Cisaprid</u> (Mittel, das die Darmbewegung anregt), <u>Pimozid</u> (Arzneimittel zur Behandlung bestimmter psychiatrischer Erkrankungen)</p> <p><u>Pentamidin (i.v. = intravenös)</u> (Arzneimittel z. B. gegen spezielle Form der Lungenentzündung) / <u>Erythromycin (i.v.)</u></p>	<p>Kardiale Reizleitungsstörungen und bestimmte Formen von lebensbedrohlichen Herzrhythmusstörungen (Torsade de pointes und andere ventrikuläre Arrhythmien), Herzstillstand, Tod.</p> <p>Daher dürfen Medikamente mit diesen Wirkstoffen während einer Behandlung mit BACTITREN nicht angewendet werden (siehe unter 2.).</p>
<p><u>Ergotamin-Präparate</u> (Mittel, die Blutgefäße verengen)</p>	<p>Erhöhtes Risiko eines Vasospasmus und von Ischämien in den Extremitäten (gefäßverengende Wirkung mit Durchblutungsstörungen, besonders an Fingern und Zehen) und anderen Geweben einschließlich des Zentralnervensystems.</p> <p>Daher dürfen Medikamente mit diesen Wirkstoffen während einer Behandlung mit BACTITREN nicht angewendet werden (siehe unter 2.).</p>
<p>Folgende Statine: Lovastatin, Atorvastatin oder Simvastatin (Arzneimittel zur Senkung der Blutfette)</p>	<p>Auflösung quergestreifter Muskelfasern (Rhabdomyolyse). Simvastatin, Lovastatin oder Atorvastatin dürfen während einer Behandlung mit BACTITREN nicht angewendet werden (siehe auch unter 2.).</p>

PACKUNGSBEILAGE

Anderes Medikament	Folge der Wechselwirkung
Arzneimittel, deren Dosis ggf. angepasst werden muss	
<p><u>Alfentanil</u> (Narkosemittel) <u>Alprazolam, Midazolam, Triazolam</u> (Beruhigungs-/Schlafmittel) <u>Bromocriptin</u> (Mittel zur Behandlung der Parkinsonschen Erkrankung) <u>Carbamazepin</u> (Mittel zur Behandlung von epileptischen Krampfleiden) <u>Chinidin</u> und <u>Disopyramid</u> (Arzneistoffe zur Behandlung von Herzrhythmusstörungen) <u>Ciclosporin A, Sirolimus</u> und <u>Tacrolimus</u> (Arzneistoffe zur Unterdrückung der körpereigenen Immunabwehr) <u>Cilostazol</u> (Mittel zur Behandlung der Schaufensterkrankheit/peripheren arteriellen Verschlusskrankheit) <u>Clozapin</u> (Arzneimittel zur Behandlung bestimmter psychiatrischer Erkrankungen) <u>Colchicin</u> (Mittel zur Behandlung des akuten Gichtanfalls und zur Vorbeugung gegen wiederkehrende Attacken des Mittelmeerfiebers) <u>Digoxin</u> (Arzneistoff zur Behandlung der Herzschwäche) <u>Gerinnungshemmende Arzneistoffe</u> vom Cumarintyp (z. B. Warfarin) <u>Felodipin</u> und <u>Verapamil</u> (Calciumantagonisten [Mittel zur Behandlung von Bluthochdruck]) <u>Methylprednisolon</u> (entzündungshemmender Wirkstoff) <u>Phenytoin</u> und <u>Valproinsäure</u> (Mittel zur Behandlung von epileptischen Krampfleiden) <u>Sildenafil, Tadalafil, Vardenafil</u> (Mittel zur Behandlung von Erektionsstörungen) <u>Vinblastin</u> (Mittel zur Tumorbehandlung) <u>Zopiclon</u> (Schlafmittel)</p>	<p>Verstärkung der Wirkung und der Nebenwirkungen dieser Medikamente. Auftreten von toxischen Nebenwirkungen (z. B. nierenschädigende Wirkung von Ciclosporin A - vor allem bei Nierenfunktionsschwäche).</p> <p>Gegebenenfalls sollte die Konzentration im Blut kontrolliert und eine Dosisanpassung vorgenommen werden; dies gilt insbesondere für Carbamazepin, Clozapin, Phenytoin oder Valproinsäure.</p>
<p><u>Theophyllin</u> (Asthmamittel)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ⊕ Wirkungsverstärkung bzw. Auftreten toxischer Nebenwirkungen durch Theophyllin (gegebenenfalls sollte die Theophyllin-Konzentration im Blut kontrolliert und eine Dosisanpassung vorgenommen werden). ⊕ Verringerung der Erythromycinwirkung
<p><u>Statine</u> (Arzneimittel zur Senkung der Blutfette)</p>	<p>Muskelabbau. Die oben unter „Arzneimittel, die Sie nicht gleichzeitig einnehmen dürfen“ genannten Statine Lovastatin, Atorvastatin und Simvastatin dürfen während einer Behandlung mit BACTITREN nicht angewendet werden.</p>
Andere Wechselwirkungen	
<p>Protease-Inhibitoren [Wirkstoffe gegen das Aids-Virus] wie z. B. Ritonavir Cimetidin (Arzneistoff zur Senkung der Magensäureproduktion)</p>	<p>Hemmung des Abbaus von Erythromycins. Hierdurch erhöht sich die Gefahr von schweren Nebenwirkungen.</p>
<p><u>Omeprazol</u> (Arzneistoff zur Senkung der Magensäureproduktion)</p>	<p>Deutliche Erhöhung der Arzneimittelkonzentration von Erythromycin und Omeprazol im Körper. Hierdurch erhöht sich die Gefahr von schweren Nebenwirkungen.</p>

PACKUNGSBEILAGE

Bei Einnahme von BACTITREN zusammen mit Nahrungsmitteln und Getränken

Nahrungsaufnahme vermindert die Aufnahme von Erythromycinethylsuccinat aus dem Magen-Darm-Kanal.

Schwangerschaft und Stillzeit

In Tierversuchen rief Erythromycin keine Missbildungen hervor. Es gibt keine entsprechenden kontrollierten Studien an Schwangeren. Nach Beobachtungsstudien am Menschen wurde jedoch über Fehlbildungen des Herz-Kreislauf-Systems berichtet, wenn die Schwangeren während der Frühschwangerschaft Erythromycin-haltige Arzneimittel eingenommen hatten. Bei Anwendung in der Schwangerschaft und Stillzeit müssen Nutzen und Risiko sorgfältig gegeneinander abgewogen werden.

Wenn Sie schwanger sind, sollten Sie BACTITREN nur nach Rücksprache mit Ihrem Arzt anwenden.

Der Wirkstoff geht in die Muttermilch über und kann beim Säugling Magen-Darm-Störungen, wie Durchfälle, aber möglicherweise auch die Ausbildung einer Einengung des Magenausgangs (Pylorusstenose) verursachen.

Beim gestillten Säugling ist die Möglichkeit einer Antikörperbildung nach Kontakt mit dem Arzneistoff (Sensibilisierung) oder die einer Sprosspilzbesiedlung (Hefen und hefeähnliche Pilze) nicht auszuschließen. Sie sollten daher BACTITREN in der Stillzeit nur einnehmen, wenn Ihr Arzt eine Behandlung als unbedingt notwendig erachtet.

Verkehrstüchtigkeit und das Bedienen von Maschinen

Nach den bisherigen Erfahrungen hat BACTITREN vernachlässigbaren Einfluss auf die Konzentrations- und Reaktionsfähigkeit. Jedoch kann das Auftreten von Nebenwirkungen die Verkehrstüchtigkeit und die Fähigkeit zum Bedienen von Maschinen negativ beeinflussen.

3. Wie ist BACTITREN einzunehmen?

Nehmen Sie BACTITREN immer genau nach der Anweisung des Arztes ein. Bitte fragen Sie bei Ihrem Arzt oder Apotheker nach, wenn Sie sich nicht ganz sicher sind.

Die folgenden Angaben gelten, soweit Ihnen Ihr Arzt BACTITREN nicht anders verordnet hat. Bitte halten Sie sich an die Anwendungsvorschriften, da BACTITREN sonst nicht richtig wirken kann.

Falls vom Arzt nicht anders verordnet, ist die übliche Dosis

Kinder ab dem 8. bis zum 14. Lebensjahr

Die Tagesdosis für Kinder von 8-14 Jahren (von 30 kg bis 50 kg Körpergewicht) beträgt etwa 1,5 g (1-2 g) Erythromycin, entsprechend 3 Filmtabletten pro Tag, aufgeteilt in 3 Einzelgaben.

Jugendliche ab dem 14. Lebensjahr und Erwachsene mit einem Körpergewicht über 50 kg

Bei Jugendlichen über 14 Jahre und bei Erwachsenen (über 50 kg Körpergewicht) beträgt die Tagesdosis 1,5-2 g Erythromycin, entsprechend 3-4 Filmtabletten pro Tag, aufgeteilt in 3-4 Einzelgaben.

Bei schweren Erkrankungen oder mäßig empfindlichen Keimen kann die Tagesdosis für Jugendliche ab 14 Jahren und Erwachsene auf ärztliche Anweisung bis auf das Doppelte erhöht werden.

Die maximale Tagesdosis für Jugendliche über 14 Jahre und Erwachsene (über 50 kg Körpergewicht) beträgt 4 g Erythromycin, entsprechend 8 Filmtabletten pro Tag, aufgeteilt in 3-4 Einzelgaben.

PACKUNGSBEILAGE

Spezielle Dosierungsempfehlungen

bei: *Syphilis (Lues) im frühen (primären) Stadium*

Die Tagesdosis beträgt mindestens 3 g Erythromycin, entsprechend 6 Filmtabletten pro Tag, aufgeteilt in 3 Einzelgaben, über einen Zeitraum von 15 Tagen. Die Gesamtdosis sollte 45 g, entsprechend 6 Filmtabletten pro Tag, nicht unterschreiten. Sie kann bis auf 60 g, entsprechend 8 Filmtabletten pro Tag, erhöht werden.

bei: *Urethritis (Harnröhrentzündung), verursacht durch Chlamydia trachomatis oder Ureaplasma urealyticum*

Die Tagesdosis beträgt 2,5-3 g Erythromycin, entsprechend 5-6 Filmtabletten pro Tag, aufgeteilt in 3 Einzelgaben, über einen Zeitraum von 7 Tagen.

Hinweise zur Dosierung bei eingeschränkter Nierenfunktion

Bei Patienten mit mäßiger Einschränkung der Nierenfunktion (ab einem Kreatininwert von 2 mg/dl) bis zum Nierenversagen mit völlig gehemmter Harnproduktion (Anurie) sollte eine Tagesmaximaldosis von 2 g Erythromycin, entsprechend 4 Filmtabletten pro Tag für Jugendliche ab 14 Jahre und Erwachsene (mit einem Körpergewicht von über 50 kg), nicht überschritten werden.

Erythromycin ist nicht hämodialysierbar. Bei Patienten, die regelmäßig dialysiert werden, ist eine zusätzliche Dosis daher nicht erforderlich.

Dauer der Anwendung

Die Dauer der Behandlung wird von Ihrem Arzt festgelegt.

Bei bakteriellen Infektionskrankheiten richtet sich die Behandlungsdauer nach dem Verlauf der Erkrankung. Normalerweise ist eine Behandlungsdauer von 7-8 Tagen ausreichend. Im Interesse eines nachhaltigen Behandlungserfolges sollte BACTITREN auch nach Abklingen der Krankheitserscheinungen unbedingt noch 2-3 Tage länger eingenommen werden.

Bei der Behandlung von Infektionen *Streptococcus pyogenes* (z. B. Mandel- und Rachenentzündung, Wundrose, Scharlach) ist aus Vorsorglichkeit eine Mindestbehandlungsdauer von 10 Tagen angezeigt, um Spätkomplikationen (z. B. rheumatischem Fieber, rheumatischer Herzentzündung, Glomerulonephritis (Nierenerkrankung)) vorzubeugen.

Eine länger dauernde Behandlung mit BACTITREN oder Wiederholungsbehandlungen sollten nur nach strenger Indikationsstellung (Grund für die Arzneimittelanwendung) und unter fortlaufender Überwachung durch Ihren Arzt erfolgen.

Bitte sprechen Sie mit Ihrem Arzt oder Apotheker, wenn Sie den Eindruck haben, dass die Wirkung von BACTITREN zu stark oder zu schwach ist.

Wenn Sie eine größere Menge BACTITREN eingenommen haben als Sie sollten

Bei einer geringen Überdosierung von BACTITREN ist kaum mit Vergiftungserscheinungen zu rechnen (siehe Abschnitt „Nebenwirkungen“). Es können Magen-Darm-Störungen in Form von Übelkeit, Erbrechen, Bauchschmerzen, Blähungen, weichen Stühlen oder Durchfall sowie Hörverluste und Tinnitus auftreten.

Berichte über Vergiftungsfälle mit Erythromycin liegen bisher nicht vor.

Verständigen Sie bei Verdacht auf eine Überdosierung dennoch einen Arzt, damit dieser über das weitere Vorgehen entscheiden kann. Er wird sich bei der Behandlung einer Überdosierung am Krankheitsbild orientieren und entsprechende Gegenmaßnahmen ergreifen.

PACKUNGSBEILAGE

Wenn Sie die Einnahme von BACTITREN vergessen haben

Nehmen / Wenden Sie nicht die doppelte Dosis ein / an, wenn Sie die vorherige Einnahme / Anwendung vergessen haben.

Wenn Sie Ihr Versehen noch am gleichen Tag bemerken, nehmen Sie die zu wenig eingenommene Arzneimenge noch am selben Tag nachträglich ein.

Bemerken Sie Ihr Versehen erst am nächsten Tag, so nehmen Sie nicht mehr BACTITREN ein, sondern setzen die Einnahme der gleichen Menge von BACTITREN wie verordnet fort. Es kann erforderlich sein, die Behandlung dann um einen Tag zu verlängern. Sprechen Sie in solch einem Fall bitte mit Ihrem Arzt. Ein Gespräch mit Ihrem Arzt sollten Sie auch führen, wenn Sie mehrfach die Einnahme vergessen oder zu wenig eingenommen haben.

Wenn Sie die Einnahme von BACTITREN abbrechen

Wenn Sie die Behandlung vorzeitig beenden oder sie zeitweise unterbrechen, gefährden Sie den Behandlungserfolg.

Selbst bei einer spürbaren Besserung Ihres Befindens ist die Behandlung mit BACTITREN unbedingt zu Ende zu führen, da nur so eine vollständige Beseitigung der Krankheitserreger gewährleistet ist. Sprechen Sie daher auf jeden Fall mit Ihrem Arzt, bevor Sie eigenmächtig die Behandlung mit BACTITREN unterbrechen oder vorzeitig beenden.

Wenn Sie weitere Fragen zur Anwendung des Arzneimittels haben, fragen Sie Ihren Arzt oder Apotheker.

4. Welche Nebenwirkungen sind möglich?

Wie alle Arzneimittel kann BACTITREN Nebenwirkungen haben, die aber nicht bei jedem auftreten müssen.

Bei den Häufigkeitsangaben zu Nebenwirkungen werden folgende Kategorien zugrunde gelegt:

Sehr häufig:	mehr als 1 Behandler von 10
Häufig:	1 bis 10 Behandelte von 100
Gelegentlich:	1 bis 10 Behandelte von 1.000
Selten:	1 bis 10 Behandelte von 10.000
Sehr selten:	weniger als 1 Behandler von 10.000
Nicht bekannt:	Häufigkeit auf Grundlage der verfügbaren Daten nicht abschätzbar

PACKUNGSBEILAGE

Mögliche Nebenwirkungen

Häufig 1 bis 10 Behandelte von 100	Gelegentlich 1 bis 10 Behandelte von 1.000	Selten 1 bis 10 Behandelte von 10.000	Sehr selten weniger als 1 Behan- delter von 10.000	Nicht bekannt (Häufigkeit auf Grundlage der ver- fügbaren Daten nicht abschätzbar)
Infektionen und parasitäre Erkrankungen				
	Infektionen der Schleimhäute durch resistente Bakterien oder Pilze (z. B. orale und vaginale Candidose)			
Erkrankungen des Immunsystems				
	Allergische Reaktionen	Schwellung als Folge einer allergischen Reaktion (allergisches Ödem/Angioödem), z. B. Gesichts-, Zungen- und Kehlkopfschwellungen mit Einengung der Atemwege (siehe unter 2.)	Schwere akute Überempfindlichkeitsreaktion (anaphylaktische Reaktion) bis hin zum lebensbedrohlichen Schock (anaphylaktischer Schock) (siehe unter 2.)	
Psychiatrische Erkrankungen und Erkrankungen des Nervensystems				
			Demaskierung bzw. Verschlimmerung einer Myasthenia gravis, einer seltenen Erkrankung, die eine Muskelschwäche verursacht (siehe unter 2.)	Vorübergehende zentralnervöse Störungen wie Verwirrheitszustände, Schüttelkrämpfe (Konvulsionen), Halluzinationen, Kopfschmerzen, Schläfrigkeit und Schwindelgefühl
Augenerkrankungen				
				Sehstörungen inkl. Doppelsehen und verschwommenen Sehens

PACKUNGSBEILAGE

Mögliche Nebenwirkungen

Häufig 1 bis 10 Behandelte von 100	Gelegentlich 1 bis 10 Behandelte von 1.000	Selten 1 bis 10 Behandelte von 10.000	Sehr selten weniger als 1 Behan- delter von 10.000	Nicht bekannt (Häufigkeit auf Grundlage der ver- fügbaren Daten nicht abschätzbar)
Erkrankungen des Ohrs und des Labyrinths				
			Ohrensausen (Tinnitus) und meist vorübergehende Hörverluste bzw. Taubheit. ¹	
Herzerkrankungen				
				QT-Intervall-Ver- längerung, gefährliche Herz- rhythmus-störungen (unregelmäßiger Herzschlag, ventri- kuläre Arrhythmien [Torsade de pointes]) und Herzjagen (ventrikuläre Tachykardien), insbesondere bei Patienten, die ein verlängertes QT-Int- tervall im EKG haben, oder bei gleichzei- tiger Einnahme von Arzneimitteln mit möglicher Auslö- sung von unregel- mäßigem Herzschlag oder das QT-Intervall beeinflussenden Substanzen (siehe Tabelle „Wechsel- wirkungen“ siehe unter 2.)
Erkrankungen der Atemwege, des Brustraums und Mediastinums				
				Atemnot (inkl. asth- matischer Zustände)

¹ Diese Störungen sind konzentrationsabhängig und treten eher bei Patienten mit stark eingeschränkter Nieren- und/oder Leberfunktion oder bei hoher Dosierung oder bei Überdosierung auf.

PACKUNGSBEILAGE

Mögliche Nebenwirkungen

Häufig 1 bis 10 Behandelte von 100	Gelegentlich 1 bis 10 Behandelte von 1.000	Selten 1 bis 10 Behandelte von 10.000	Sehr selten weniger als 1 Behandler von 10.000	Nicht bekannt (Häufigkeit auf Grundlage der verfügbaren Daten nicht abschätzbar)
Erkrankungen des Magen-Darm Traktes				
<p>Magen-Darm-Störungen meist leichter Natur in Form von Appetitlosigkeit, Brechreiz, Erbrechen, Bauchschmerzen, Blähungen, Übelkeit, Krämpfen, weiche Stühle oder Durchfall. Bei empfindlichen Patienten können besonders nach höheren Einzeldosen Übelkeit und Erbrechen auftreten.</p>			<p>Spastisch-hypertrophische Pylorusstenose bei Kindern (Einengung des Magenausganges), Entzündung der Bauchspeicheldrüse (Pankreatitis)</p>	<p>Schwere Schleimhautentzündung des Darmes (pseudomembranöse Enterokolitis) (siehe unter 2.)</p>
Leber- und Gallenerkrankungen				
	<p>Anstieg bestimmter Leberenzyme (Eiweißstoffe, die Stoffwechselläufe beschleunigen) als Ausdruck einer leichten Leberschädigung</p>	<p>Gallenstau in der Leber (intrahepatische Cholestase) und Gelbsucht (cholestatischer Ikterus) mit z. T. kolikartigen Leibschmerzen, insb. bei länger dauernder Therapie (2 - 3 Wochen) und besonders bei schon vorher bestehender Leberschädigung sowie bei Wiederholungsbehandlungen und bei Allergikern (siehe unter 2.)</p>	<p>Leberentzündung (Hepatitis), Lebervergrößerung (Hepatomegalie) und Leberversagen (siehe unter 2.)</p>	

PACKUNGSBEILAGE

Mögliche Nebenwirkungen

Häufig 1 bis 10 Behandelte von 100	Gelegentlich 1 bis 10 Behandelte von 1.000	Selten 1 bis 10 Behandelte von 10.000	Sehr selten weniger als 1 Behan- delter von 10.000	Nicht bekannt (Häufigkeit auf Grundlage der ver- fügbaren Daten nicht abschätzbar)
Erkrankungen der Haut und des Unterhautzellgewebes				
	Hautrötung, Juckreiz und Nesselausschlag mit Bläschen- und Quaddelbildung (urtikarielles Ex- anthem), Pruritus		Schwere allergische Hauterscheinungen mit Blasenbildung (Erythema exuda- tivum multiforme, Stevens-John- son-Syndrom) oder toxisch-epidermale Nekrolyse (schwere allergische Reaktion mit entzündlichen Veränderungen der Haut sowie Bläschenbildung der Schleimhäute des Mundes und der Ge- schlechtsorgane [vor allem bei Kindern aller Altersstufen])	
Skelettmuskulatur-, Bindegewebs- und Knochenkrankungen				
		Gelenkschwellungen		
Erkrankungen der Nieren und Harnwege				
			Nierenentzündung (interstitielle Nephri- tis)	
Allgemeine Erkrankungen und Beschwerden am Verabreichungsort				
		Arzneimittelfieber		

Wenn Sie Nebenwirkungen bei sich beobachten, die nicht in dieser Packungsbeilage aufgeführt sind, oder wenn eine der aufgeführten Nebenwirkungen Sie erheblich beeinträchtigt, teilen Sie dies bitte Ihrem Arzt oder Apotheker mit.

Welche Gegenmaßnahmen sind beim Auftreten von Nebenwirkungen zu ergreifen?

Sollten Sie Anzeichen einer der oben geschilderten Nebenwirkungen bei sich oder Ihrem Kind beobachten, rufen Sie den nächsten erreichbaren Arzt zu Hilfe. Bei anderen unerwünschten Wirkungen sprechen Sie bitte mit Ihrem behandelnden Arzt. Er wird mit Ihnen besprechen, welche Gegenmaßnahmen es hierfür gibt und ob andere Arzneimittel für Sie infrage kommen.

PACKUNGSBEILAGE

Folgende sehr seltene Nebenwirkungen (nähere Erläuterungen zu diesen Nebenwirkungen siehe oben und im unter 2.) können unter Umständen akut lebensbedrohlich sein. Darum ist sofort ein Arzt oder Notarzt zu informieren, falls ein derartiges Ereignis plötzlich auftritt oder sich unerwartet stark entwickelt:

- ⦿ Schleimhautentzündung des Darmes (pseudomembranöse Kolitis)
- ⦿ Schwere akute Überempfindlichkeitsreaktionen (z. B. Gesichts-, Zungen- und Kehlkopfschwellungen mit Einengung der Atemwege)
- ⦿ Schwere allergische Hauterscheinungen mit Blasenbildung
- ⦿ Unerklärliche Muskelschmerzen oder Schwäche oder dunkel gefärbter Urin wenn Sie gleichzeitig ein Mittel zur Senkung der Blutfette einnehmen.

5. Wie ist BACTITREN aufzubewahren?

Arzneimittel für Kinder unzugänglich aufbewahren.

Sie dürfen das Arzneimittel nach dem auf dem Umkarton und den Blisterpackungen angegebenen Verfallsdatum nicht mehr verwenden. Das Verfallsdatum bezieht sich auf den letzten Tag des Monats.

Für dieses Arzneimittel sind keine besonderen Lagerungsbedingungen erforderlich.

Das Arzneimittel darf nicht im Abwasser entsorgt werden. Fragen Sie Ihren Apotheker wie das Arzneimittel zu entsorgen ist, wenn Sie es nicht mehr benötigen. Diese Maßnahme hilft, die Umwelt zu schützen.

6. WEITERE Informationen

Was BACTITREN enthält

Der Wirkstoff ist Erythromycin.

1 Filmtablette enthält 587 mg Erythromycinethylsuccinat (Ph. Eur.) entsprechend 500 mg Erythromycin

Die sonstigen Bestandteile sind: Carboxymethylstärke-Natrium (Typ A) (Ph. Eur.), Natriumdodecylsulfat, Povidon K30, mikrokristalline Cellulose, Polacrillin, Polacrillin-Kalium, schweres Magnesiumoxid, Magnesiumhydroxid, Talkum, hochdisperses Siliciumdioxid, Magnesiumstearat (Ph. Eur.), Hypromellose, Macrogol 6000.

Wie BACTITREN aussieht und Inhalt der Packung

Die Filmtabletten sind weiß, oval, mit einseitiger Bruchkerbe.

BACTITREN ist in Packungen mit 20 Filmtabletten erhältlich.

Pharmazeutischer Unternehmer und Hersteller

FiktivoPharm GmbH
Erfundene Straße 123
98765 Fakingen
Tel.: 0987 12345-0
Fax: 0987 12345-9

Diese Gebrauchsinformation wurde zuletzt überarbeitet 01/2017.

PACKUNGSBEILAGE

Aufgaben

1. Was ist der Wirkstoff von BACTITREN?

2. Nennen Sie drei Erkrankungen, bei denen BACTITREN angewendet werden darf:

3. Wenn Jugendliche eine solche Krankheit haben, dürfte der Arzt dann BACTITREN verschreiben?

4. Dürfte er das Medikament auch einem 9-jährigen Jungen und einer 6-jährigen Patientin verschreiben?

5. Darf man während der Behandlung mit BACTITREN Auto fahren?

6. Wenn 1000 Menschen BACTITREN einnehmen, bei wie vielen dürften dann folgende Nebenwirkungen auftreten?

a) Allergische Hautreaktionen _____ Person/en

b) Ohrensausen / vorübergehender Hörverlust _____ Person/en

c) Nierenentzündung _____ Person/en

7. Wer sollte informiert werden, wenn Nebenwirkungen aufgetreten sind, die nicht in der Packungsbeilage stehen?

8. Wo steht, wann die Haltbarkeit des Medikaments endet?

9. BACTITREN ist ein Makrolid-Antibiotikum. Erläutern Sie, worauf die Wirkung eines Makrolid-Antibiotikums beruht.

PACKUNGSBEILAGE

10. Erythromycin deckt ein ähnliches Wirkspektrum wie Penicillin ab und wird oft als Ersatz bei einer Penicillin-Allergie eingesetzt. Recherchieren Sie, welches die Muttersubstanz der Penicilline ist.

Recherchieren Sie die Symptome einer Penicillin-Allergie.

11. Beschreiben Sie die Vorgänge bei der Aufnahme eines Arzneimittels in Tablettenform, zum Beispiel eines Antibiotikums, im Körper. Beziehen Sie sich dabei auf die einzelnen Stationen (1) bis (8).

(1) Orale Aufnahme

(2) Magen

(3) Darm

(4) Pfortader

(5) Leber

(6) Herz/Lunge

(7) Blutkreislauf

(8) Leber (Galle, Darm)/
Niere

ARZT-PATIENT-GESPRÄCH

Montagsmorgen, 8:30 Uhr, in der Praxis von Frau Dr. P. Nicillin: Kai M. fühlt sich unwohl. Bei seiner Hausärztin klagt er über schlimme Halsschmerzen, Schluckbeschwerden, Kopfschmerzen, Abgeschlagenheit und leichtes Fieber. Die Ärztin befragt und untersucht ihn.

Dr. P. Nicillin (Ärztin)	Kai M. (Patient)
<ul style="list-style-type: none"> ○ begrüßt den Patienten, fragt nach dem Grund seines Besuches (1) ○ untersucht ihn und erklärt ihm dann, dass eine Mandelentzündung die Ursache seiner Beschwerden ist (3) ○ erläutert dem Patienten, dass die Entzündung durch Bakterien hervorgerufen wird, dass sie ihm Antibiotika verschreiben wird und ihm rät, sich Ruhe zu gönnen und viel zu trinken (5) ○ klärt den Patienten über die sachgemäße Anwendung von Antibiotika auf (7) ○ weist auf Nebenwirkungen der Antibiotika hin (9) ○ warnt vor den Risiken eines Abbruchs der Antibiotika-Einnahme und begründet, warum die Medikamente der Großmutter des Patienten nicht helfen würden (11) ○ betont, dass es wichtig ist, einfache Hygieneregeln einzuhalten, um sich nicht anzustecken und nennt Beispiele (13) ○ wünscht dem Patienten gute Besserung und verabschiedet ihn (15) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ begrüßt die Ärztin, schildert seine Beschwerden und möchte wissen, woher sie kommen (2) ○ fragt, was ihm helfen kann, schnell wieder gesund zu werden (4) ○ will in Erfahrung bringen, ob er vielleicht das Antibiotikum einnehmen kann, das seine Schwester übrig gelassen hat, als sie krank war (6) ○ möchte wissen, ob Antibiotika Nebenwirkungen haben (8) ○ fragt, ob er die Einnahme beenden kann, wenn es ihm wieder besser geht, und ob er das restliche Antibiotikum seiner Großmutter geben kann, die gerade mit einer Grippe zu kämpfen hat (10) ○ bittet die Ärztin um Tipps zur Vermeidung einer erneuten Ansteckung (12) ○ bedankt und verabschiedet sich (14)

Aufgaben

- 1a. Lies die Rollenbeschreibungen oben und den Text zur Anwendung von Antibiotika. Untersuche den Text auf die Informationen hin, die für das Arzt-Patient-Gespräch wichtig sind, und markiere sie.
- 1b. Schreibe mit einem Partner den Dialog zwischen der Ärztin und dem Patienten, indem ihr die Informationen aus dem Text (und aus dem Unterricht) zusammenfasst. (Hinweis: Die Zahlen in Klammern geben die Reihenfolge im Dialog an.)
- 1c. Bereitet euch darauf vor, euren Dialog in der Klasse vorzuspielen, und bewertet die Dialoge eurer Mitschülerinnen und Mitschüler hinsichtlich der folgenden Fragen: *Sind die Informationen inhaltlich richtig? Ist der Dialog vollständig? Wie wird der Dialog präsentiert?*
2. Ärzte müssen immer wieder Fragen zu Antibiotika beantworten. Entwickelt eine Broschüre oder ein Plakat, um Patienten über die richtige Anwendung von Antibiotika zu informieren.

ARZT-PATIENT-GESPRÄCH

Verantwortungsvolle Anwendung von Antibiotika

Was Antibiotika nicht können oder wo sie uns sogar schaden

- Sie wirken nicht als Schmerzmittel und können uns weder von Kopfschmerzen noch von anderen Schmerzen oder Fieber befreien.
- Auch bei Erkältung und Grippe sind Antibiotika nutzlos, da diese Krankheiten von Viren verursacht werden.
- Sie verhindern nicht die Übertragung von Viren auf andere Menschen.
- Sie können zu verschiedenen unangenehmen Nebenwirkungen wie Durchfall, Übelkeit oder Hautausschlägen führen.
- Antibiotika töten auch die für uns nützlichen Bakterien zum Beispiel im Darm, sodass nach einer Antibiotika-Therapie das geschädigte Mikrobiom¹ erst wieder aufgebaut werden muss.

Wann sollten Antibiotika genommen werden?

Antibiotika helfen nur bei bakteriellen Infektionen. Kranke sollten sich deshalb umfassend von ihrer Ärztin oder ihrem Arzt beraten lassen. Nur Mediziner sollten darüber entscheiden, ob ein Antibiotikum wirklich notwendig ist.

Wie sollten Antibiotika eingenommen werden?

Kranke sollten die Ratschläge Ihres Arztes befolgen, wie und zu welchem Zeitpunkt die Antibiotika einzunehmen sind. Die Packungsbeilage ist in jedem Fall sorgfältig zu lesen. Ferner ist das Medikament über den gesamten vorgeschriebenen Zeitraum einzunehmen – auch wenn die Symptome bereits vorher verschwunden sind. Wird die Einnahme zu früh abgebrochen, können sich resistente Keime bilden, die das Medikament früher oder später unwirksam machen.

Wann sollten Antibiotika auf keinen Fall eingenommen werden?

Bei Erkältung und Grippe wirken Antibiotika nicht, wenn diese von Viren verursacht werden. Bis zu 80 Prozent der im Winter auftretenden Erkrankungen, die Nase, Ohren, Kehle und Lungen betreffen, sind viralen Ursprungs, und die Einnahme von Antibiotika verschafft hier keinerlei Erleichterung. Die Einnahme von Antibiotika zur Bekämpfung von leichten bakteriellen Infektionen wie einer Entzündung der Nasenschleimhaut oder der Nasennebenhöhlen (Rhinosinusitis), Halsschmerzen, Bronchitis oder Ohrenschmerzen ist oft unnötig, da in den meisten Fällen unser Immunsystem solch leichte Infektionen problemlos in den Griff bekommt. Die meisten Symptome können mit nicht verschreibungspflichtigen Arzneimitteln gelindert werden. Die Einnahme von Antibiotika wird die Schwere der Symptome nicht lindern und nicht dazu beitragen, dass sich Betroffene schneller besser fühlen.

Was zu vermeiden ist

- Niemals Antibiotika ohne Verschreibung einnehmen.
- Niemals übrig gebliebene Antibiotika für eine spätere Verwendung aufbewahren. Falls jemand mehr Antibiotika (z. B. zu viele Tabletten, Gel-Kapseln) erhalten hat als ihm verschrieben wurde, sollte sich der Betroffene in einer Apotheke erkundigen, wie die überzählige Menge korrekt zu entsorgen ist.
- Nie Antibiotika an andere weitergeben.

Hinweis: Unbegründeter oder unsachgemäßer Gebrauch von Antibiotika kann dazu führen, dass Bakterien resistent werden und auf zukünftige Behandlungen nicht mehr ansprechen. Dies gefährdet nicht nur die Gesundheit derer, die das Antibiotikum unsachgemäß eingenommen haben, sondern auch die Gesundheit aller anderen Menschen, die sich im weiteren Verlauf mit den resistenten Bakterien anstecken.

¹Mikrobiom= hier: alle im Menschen oder auf dem Menschen lebenden Mikroorganismen

PODIUMSDISKUSSION: WIE KANN ANTIBIOTIKA-RESISTENZ BEKÄMPFT WERDEN?

Information

Die Entwicklung von Resistenzen gegen Antibiotika hat sich zu einem weltweiten Problem entwickelt. Ein Gremium aus Mitarbeitern des Gesundheitsministeriums möchte sich von drei Experten über verschiedene Maßnahmen zum Vorgehen gegen Antibiotika-Resistenzen beraten lassen. Um die Maßnahmen zu fördern, möchte das Ministerium insgesamt einen Betrag von 1.000.000 € an die Experten vergeben. Den Betrag müssen sie allerdings auf die drei Experten aufteilen, wobei sie die aussichtsreichsten Maßnahmen am stärksten fördern wollen.

Die Diskussionsteilnehmer sind:

- 🟡 die Mitarbeiter des Gesundheitsministeriums
- 🟡 eine Gruppe von Wissenschaftlern, die eine Alternativtherapie zu Antibiotika – die Phagentherapie – erforscht
- 🟡 eine Gruppe von Wissenschaftlern, die an der Entwicklung neuer Antibiotika forscht
- 🟡 Vertreterinnen und Vertreter einer Bundesbehörde, die gesundheitliche Aufklärung betreibt.

Aufgaben

- 1. Vorbereitung:** Wählen Sie eine Rolle als Diskussionsteilnehmer aus. Lesen Sie Ihre Rollenkarte und bereiten Sie mit Hilfe des Informationsmaterials in Ihrer Gruppe die Diskussion vor: Als Expertengruppe sollten Sie möglichst viele Argumente sammeln, die die Position Ihrer Gruppe stützen; als Mitglied im Gremium des Gesundheitsministeriums notieren Sie kritische Fragen an jeweils eine Expertengruppe, deren Diskussionsleistung Sie in der Diskussion mithilfe des Auswertungsbogens bewerten.
- 2. Ablauf** der Podiumsdiskussion: Die Mitarbeiter des Gesundheitsministeriums moderieren mit ihren Fragen und Kommentaren die Diskussionsrunde. Jedes Mitglied des Gremiums bewertet die Diskussionsleistung einer anderen Expertengruppe.

Die Expertengruppen beantworten die Fragen des Gremiums und diskutieren miteinander. Dabei sollte sich jedes Gruppenmitglied in die Diskussion einbringen und möglichst mindestens ein Argument vortragen. Die Diskussion endet mit einem Schlussplädoyer jeder Expertengruppe. Darin betont jede Expertengruppe noch einmal, warum ihr Ansatz der sinnvollste ist.

- 3. Auswertung** der Podiumsdiskussion: Die Mitarbeiter des Gesundheitsministeriums füllen den Auswertungsbogen zur Diskussion aus, beraten sich kurz über die Diskussionsleistung der Experten und äußern auf dieser Grundlage ein Feedback. Anschließend geben sie die Verteilung der Gelder bekannt.

PODIUMSDISKUSSION: WIE KANN ANTIBIOTIKA-RESISTENZ BEKÄMPFT WERDEN?

Sie sind **Wissenschaftler** bei einem deutschen Pharmaunternehmen. Sie sind überzeugt, dass an der **Entwicklung neuer Antibiotika** geforscht werden muss, um die Problematik der Resistenzbildung bei Bakterien zu lösen.

Material: Text **Neue Antibiotika als Weg aus der Resistenzkrise**

Sie sind **Wissenschaftler** bei einem deutschen Pharmaunternehmen. Sie halten einen neuen Ansatz in der Bekämpfung von Resistenzen gegen Antibiotika für dringend notwendig. Daher forschen Sie an **alternativen Therapien mit Bakteriophagen** gegen bakterielle Infektionen.

Material: Text **Phagentherapie als Weg aus der Resistenzkrise**

Sie sind **Vertreter einer Behörde**, die gesundheitliche Aufklärung betreibt. Sie halten **Aufklärungskampagnen**, die für die Resistenzproblematik sensibilisieren und über die sachgemäße Anwendung und Verschreibung von Antibiotika sowie über die Vorbeugung gegen Infektionen informieren, für die wichtigste Maßnahme gegen die weitere Ausbreitung von Resistenzen.

Material: Text **Aufklärung als Weg aus der Resistenzkrise**

Sie sind **Mitglied im Gremium des Gesundheitsministeriums**, das drei Expertengruppen eingeladen hat, um sich beraten zu lassen. Nach der Diskussion müssen Sie gemeinsam mit den anderen Mitgliedern des Gremiums darüber entscheiden, welche Maßnahmen mit welchem Geldbetrag gefördert werden sollen.

Material: **Auswertungsbogen**, Text **Neue Antibiotika als Weg aus der Resistenzkrise**/ Text **Phagentherapie als Weg aus der Resistenzkrise**/ Text **Aufklärung als Weg aus der Resistenzkrise**

PODIUMSDISKUSSION: WIE KANN ANTIBIOTIKA-RESISTENZ BEKÄMPFT WERDEN?

Auswertungsbogen zur Diskussion

Bewertete Expertengruppe: _____

Bewertende/r: _____

Kriterium	Bewertung	Tipps: Die Expertinnen und Experten sollten...
Die Expertinnen und Experten stützen ihre Argumente mit Informationen und Fakten und/oder Statistiken und/oder Beispielen, die korrekt und klar dargestellt werden. Sie zeigen ein gutes Verständnis des Themas.	☹️ 😐 😊	
Die Expertinnen und Experten gehen respektvoll mit den anderen Diskutierenden um. Sie achten darauf, dass jeder zu Wort kommt und benutzen wertschätzende Sprache.	☹️ 😐 😊	
Die Expertinnen und Experten gehen auf Gegenargumente ein und beziehen Stellung.	☹️ 😐 😊	
Die Argumentation ist schlüssig, logisch und überzeugend.	☹️ 😐 😊	
Die Darstellung der Argumente ist verständlich und nachvollziehbar.	☹️ 😐 😊	

PODIUMSDISKUSSION: WIE KANN ANTIBIOTIKA-RESISTENZ BEKÄMPFT WERDEN?

Neue Antibiotika als Weg aus der Resistenzkrise

Ein Weg aus der Resistenzkrise könnte in der Entwicklung neuartiger oder der Weiterentwicklung vorhandener Antibiotika bestehen.

Neuartige Antibiotika: Fast alle zugelassenen Antibiotika sind von antibiotisch wirksamen Naturstoffen abgeleitet, die von Bakterien oder Pilzen gebildet werden. Denn seit Milliarden von Jahren konkurrieren diese zum Beispiel in Böden und Sedimenten um Nährstoffe, wobei ihnen Wachstumsinhibitoren gegen ihre Konkurrenten einen Vorteil verschaffen können. Deshalb könnten neue Antibiotika aus der Suche nach bislang unentdeckten mikrobiellen Naturstoffen hervorgehen. Experten gehen davon aus, dass bislang nur ein kleiner Teil der existierenden Bakterien und Pilze im Labor kultiviert wurde, und viele so, dass sie gar nicht zeigen, welche Antibiotika sie in natürlicher Umgebung herstellen. Mit neuen Kultur- und Untersuchungsmethoden lassen sich nun jedoch weitere Mikroorganismen auf antibiotische Substanzen hin untersuchen.

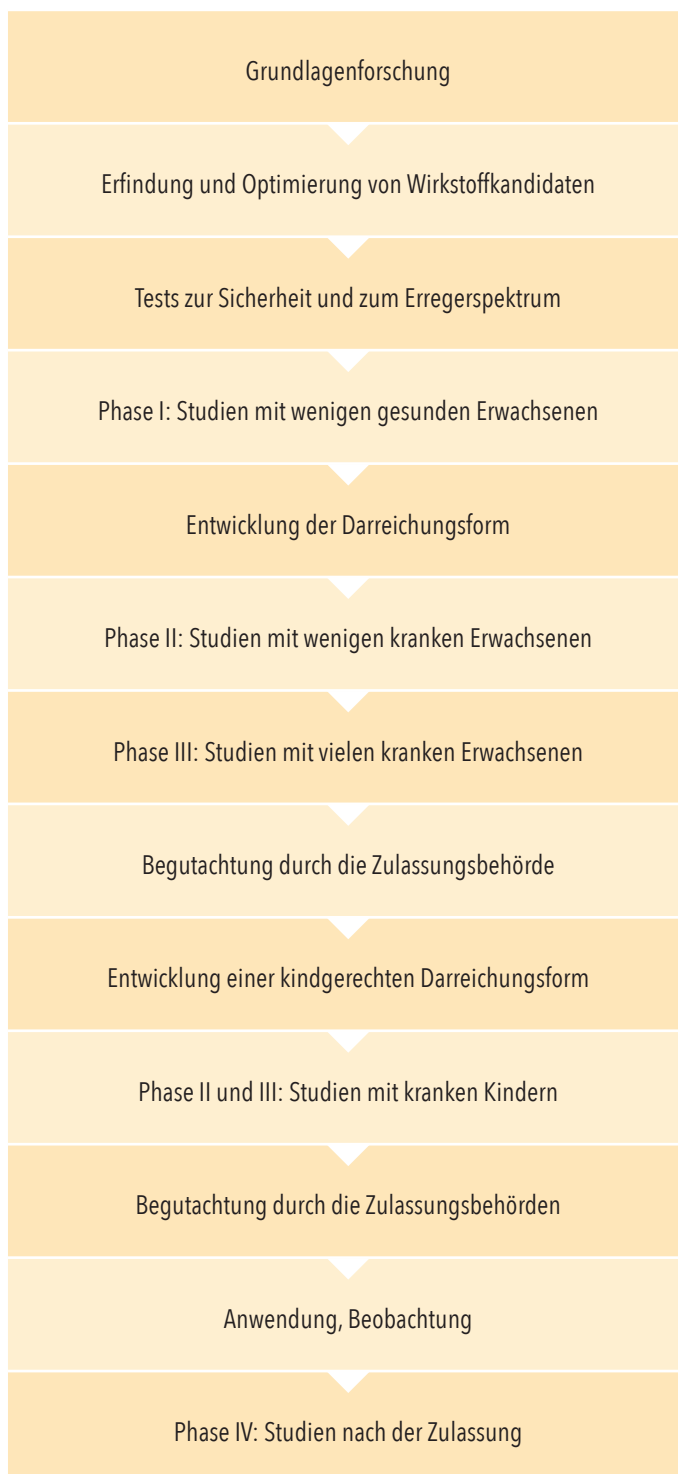
Leider findet man bislang nur sehr selten Wirkstoffe, die neben grampositiven auch gramnegative Erreger¹ angreifen und gleichzeitig für menschliche Zellen unschädlich sind. Doch das Potenzial ist noch lange nicht ausgeschöpft. Und die Naturstoffe können durch chemische Abwandlung auch noch für den Einsatz als Antibiotikum verbessert werden. Dazu gehört auch, das Spektrum der damit bekämpfbaren Bakterienarten zu erweitern.

Weiterentwicklung vorhandener Antibiotika: Vorhandene, aber durch Resistenzen unwirksam gewordene Antibiotika-Wirkstoffe lassen sich mitunter dadurch „retten“, dass ihre Molekülstruktur so verändert wird, dass der Resistenzmechanismus der Erreger sie nicht mehr unwirksam machen kann.

Ob gänzlich neuer oder weiterentwickelter Wirkstoff – in jedem Fall verläuft der Weg zu einem darauf aufbauenden neuen Medikament in vielen Etappen; und es dauert von der Idee bis zur ersten Zulassung in der Regel mehr als zehn Jahre; und weitere Jahre vergehen, bis das neue Medikament auch für alle Altersgruppen zur Verfügung steht.

Viele Projekte scheitern schon im Laborstadium. Auch von den Projekten, die es bis zur Phase I (erste Erprobung mit Menschen) schaffen, erreichen laut der britischen Expertengruppe „Review on Antimicrobial Resistance“ von 2015 nur rund 12 Prozent später auch die Zulassung. Die übrigen müssen – etwa wegen zu geringer Wirksamkeit oder problematischer Nebenwirkungen – beendet werden.

Etappen bei der Entwicklung neuer Antibiotika



¹ Die Zellwand einiger Bakterien besteht nur aus einer dünnen Schicht Murein und ist außen noch durch eine zusätzliche äußere Membran geschützt, die einige Wirkstoffe am Durchtritt hindert (gramnegative Bakterien); andere (grampositive Bakterien) verfügen lediglich über eine Zellwand aus einer dickeren Murein-Schicht.

PODIUMSDISKUSSION: WIE KANN ANTIBIOTIKA-RESISTENZ BEKÄMPFT WERDEN?

Phagen: die natürlichen Feinde der Bakterien

Manchmal hilft bei der Suche nach neuen Strategien auch der Blick zurück. Vor hundert Jahren legte der Kanadier Félix d'Hérelle am Institut Pasteur in Paris die Grundlagen für die sogenannte Phagentherapie.

Bakteriophagen (griechisch: „phagein“ = „fressen“) sind im biologischen Sinn Viren, die jedoch nur Bakterien angreifen und auflösen („Bakterienfresser“). Phagen können sich nicht alleine, sondern ausschließlich in Bakterienzellen vermehren. Das tun sie, indem sie ihre Erbsubstanz in die Bakterienzelle injizieren und diese dazu zwingen, von nun an Phagen-Partikel zu produzieren. So viele, bis die Bakterienzelle platzt und die jungen Phagen entlässt. Diese stürzen sich weiter auf zu ihnen passende Bakterien, bis auch diese zerstört sind.

Phagen kommen überall in der Natur vor, wo auch Bakterien sind. Anders als Antibiotika greifen sie ihre Ziele hochspezifisch an. Ein bestimmter Phage sucht sich nur den zu ihm passenden Bakterienstamm aus und vernichtet ihn.

Haben die Phagen die Zielbakterien vernichtet, so gehen sie selbst mangels weiterer Vermehrungsmöglichkeit zugrunde und zerfallen in ihre Bestandteile, die der menschliche Körper ohne Probleme abbauen kann. Die Phagen verschwinden also mit ihren Wirtsbakterien.

Eine erfolgreiche Phagen-Behandlung setzt voraus, dass der für die Infektion verantwortliche Bakterienstamm zuvor identifiziert wurde. Dann muss der passende Phage gesucht und auf Kulturen der Zielbakterien vermehrt werden. Oft werden auch Phagen-Cocktails eingesetzt, die gegen verschiedene Bakterienstämme wirksam sind.

In den früheren Ostblockstaaten, wo Antibiotika stets Mangelware waren, wird die Phagentherapie seit Jahrzehnten praktiziert, insbesondere am Eliava-Institut im georgischen Tiflis, Zentrum für Bakteriophagen-Forschung und -Therapie, das eine der größten Bakteriophagen-Sammlungen der Welt beherbergt.

In der EU sind allerdings noch keine Phagen zur Therapie von Menschen zugelassen. Um eine Zulassung zu erhalten, müssen Phagen wie Medikamente in kostspieligen klinischen Studien ihre Wirksamkeit und Verträglichkeit unter Beweis stellen. Und das gilt im Falle einer Phagen-Therapie für jeden der nützlichen Virenstämme einzeln.

Weltweit gibt es eine ganze Reihe von Forschungsprojekten, die sich mit der Entwicklung der Phagentherapie beschäftigen.

Auch Biologen und Mediziner aus mehreren EU-Ländern setzen sich dafür ein, das Potenzial einer Phagentherapie zu erforschen und zu zeigen, wie effektiv die Phagen sind und ob sie für die Patienten wirklich ungefährlich sind.

PODIUMSDISKUSSION: WIE KANN ANTIBIOTIKA-RESISTENZ BEKÄMPFT WERDEN?

Aufklärung als Weg aus der Resistenzkrise

Viele Menschen haben erhebliche Defizite im Wissen über Antibiotika und das Problem der weltweit zunehmenden Antibiotikaresistenz. Das zeigte auch eine Umfrage der Forsa Politik- und Sozialforschung GmbH in Deutschland aus dem Jahr 2014, an der 3.100 Menschen teilnahmen. Von den Befragten denken vier von zehn, dass Antibiotika auch gegen Viren wirken. Vor allem Menschen jenseits der 60 sind diesbezüglich schlecht informiert. Die Befragung deckt auf, wie wichtig es ist, im Rahmen von Projekten und Kampagnen mit den Menschen in Dialog zu treten und sie aufzuklären. Doch vor allem die Ärzte entscheiden, wann wieviel Antibiotika einnimmt. Rund 85 Prozent aller bundesweit in der Humanmedizin verordneten Antibiotika werden von niedergelassenen Ärzten verschrieben. Tim Eckmanns, Leiter des Fachgebiets Antibiotika-Resistenz am Robert-Koch-Institut, hat deshalb im Rahmen einer Studie 3.500 Ärzte über ihre Motive, Antibiotika zu verschreiben, befragt. Dabei fand er heraus, dass männliche Ärzte öfter Antibiotika verschreiben als weibliche und junge Ärzte häufiger als ältere. Jeder vierte Arzt verordnet Antibiotika, um „auf der sicheren Seite zu sein“, jeder fünfte, „wenn der Patient unbedingt arbeiten will“, obwohl eigentlich Bettruhe geboten wäre. Nach Angaben der Deutschen Gesellschaft für Infektiologie (DGI) ist jede dritte Verordnung von Antibiotika entweder unnötig, zu lang oder falsch. Vielfach gibt es an Krankenhäusern daher seit Jahren Programme mit dem Ziel, die Qualität der Verordnung von Antibiotika bezüglich der Auswahl des Antibiotikums, der Dosierung, Anwendung und Anwendungsdauer kontinuierlich zu verbessern. Durch diese Maßnahmen konnten die Antibiotika-Verordnungen um 10 bis 40 Prozent reduziert werden. Die Patienten werden so gezielter versorgt, die Resistenzentwicklung wird eingeschränkt und die Kosten werden gesenkt. Aufklärungsmaßnahmen in Fachkreisen können in relativ kurzer Zeit eine Veränderung des Umgangs mit Antibiotika bewirken.

Besser noch, als eine bakterielle Infektion zu behandeln, ist es, sie zu verhindern. Das gilt im Hinblick auf die Patienten, aber auch auf die Eindämmung der Resistenzproblematik. Zwei der wichtigsten Maßnahmen dafür sind Hygiene und Impfungen.

Die Bedeutung der Händehygiene wird klar, wenn man bedenkt, dass bis zu 80 Prozent aller ansteckenden Krankheiten durch die Hände übertragen werden. Tatsächlich senkt gründliches Händewaschen die Anzahl der Keime an den Händen auf bis zu ein Tausendstel. Durch Studien weiß man heute: Durch gründliches Waschen der Hände mit Wasser und Seife halbiert sich das Risiko, an Durchfall zu erkranken.

Als weitere wirksame Vorsorgemaßnahme gegen eine Reihe von bakteriellen Infektionskrankheiten kann die Aufklärung über das Impfen dienen – und zwar sowohl in der Human- als auch in der Tiermedizin.

ANTIBIOTIKA IN DER UMWELT

Aufgabe

Lesen Sie den Informationstext und erklären Sie die Zusammenhänge zwischen den hervorgehobenen Begriffen in einer Informationsgrafik zur Verbreitung von Antibiotika in der Umwelt.

Information

Bakterielle Infektionskrankheiten können auch bei Tieren auftreten. Die Krankheitserreger bei **Menschen** und Tieren ähneln sich, sodass die meisten Antibiotika-Gruppen für beide eingesetzt werden können. Viele **Antibiotika** werden im menschlichen und im tierischen Körper nur zu einem geringen Teil abgebaut. Die meisten werden mit dem **Kot und dem Urin** ausgeschieden und gelangen in unter Umständen weiterhin wirksamer Form in die Umwelt. Hier finden sich Antibiotika vor allem in **Oberflächengewässern** wie Flüssen oder Seen sowie im Boden. Dabei kann die Herkunft dieser Antibiotika relativ genau bestimmt werden. In der Gülle, die als Dünger auf landwirtschaftliche Flächen ausgebracht wird, lassen sich hohe Konzentrationen messen. Davon können auch geringe Anteile durch den Boden ins **Grundwasser** gelangen oder mit dem Regen in Oberflächengewässer gespült werden.

Auch in Lebensmitteln (z. B. **Fleisch** und **Gemüse/Getreide**) können Rückstände enthalten sein. In den vergangenen Jahren wurden nur wenige Überschreitungen der Rückstandshöchstmengen in Lebensmitteln tierischer Herkunft festgestellt.

Der Einsatz von Antibiotika begünstigt die Resistenzentwicklung und die Ausbreitung von Bakterien mit Resistenzen. (Antibiotika-Resistenz bedeutet, dass die Erreger gegen bestimmte Antibiotika unempfindlich sind). Aufgrund dieser Risiken sind die Maßnahmen, die im Fall von Erkrankungen in der **Nutztierhaltung** zu treffen sind, gesetzlich geregelt.

Seit 2011 wird bundesweit erfasst, wie viele Antibiotika von der Pharmaindustrie an die Veterinäre in Deutschland verkauft werden. Demnach hat sich die in der Tiermedizin abgegebene Menge an Antibiotika zwischen den Jahren 2011 und 2015 von 1.706 auf 805 Tonnen mehr als halbiert (minus 53 Prozent). Dennoch ist weiterhin auf den verantwortungsvollen Umgang mit Antibiotika zu achten und deren Anwendung auf das notwendige Maß zu beschränken.

ANTIBIOTIKA IN DER UMWELT

Verbreitung von Antibiotika in der Umwelt

