

Der

Thema
no. **3** von **6**

Schweine

Cast.

Wissen zwischen die Ohren.

Antibiotika: Gut zu wissen

Grundlagen der Pharmakologie



raï

Wissen zwischen die Ohren. Hintergrundwissen zum Schweine Cast vom 16.12.2016

Hier nachhören:

www.rai-projekt.de/schwein

Thema 1: **One-Health-Konzept. Zusammenhänge verstehen**

Prof. Dr. Lothar H. Wieler Präsident, Robert Koch-Institut

Prof. Dr. Dr. h.c. Thomas C. Mettenleiter Präsident, Friedrich-Loeffler-Institut

Thema 2: **Antibiotikaresistenzen. Relevanz in der Schweinehaltung**

Dr. Jürgen Wallmann Fachtierarzt für Mikrobiologie, Leiter Team ABR
Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL)

Nadine Henke Tierärztin, Broktersau

Thema 3: **Antibiotika: Gut zu wissen. Grundlagen der Pharmakologie**

PD Dr. Sebastian Günther Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Laborleiter,
Institut für Tier- und Umweltthygiene, FB Veterinärmedizin, Freie Universität Berlin

Dr. Rolf Nathaus Praktizierender Tierarzt, VetTeam Reken

Thema 4: **Selektion und Resistenzmechanismen.**

Entstehung und Ausbreitung resistenter Bakterien

Univ.-Prof. Dr. Stefan Schwarz Institut für Mikrobiologie und Tierseuchen,
FB Veterinärmedizin, Freie Universität Berlin

Peter Seeger Landwirt (Schweinehalter), Hof Seeger

Thema 5: **Hygiene im Schweinestall. Innerbetriebliche Präventionsmaßnahmen**

Univ.-Prof. Dr. Uwe Rösler Geschäftsführender Direktor, Institut für Tier- und
Umweltthygiene, FB Veterinärmedizin, Freie Universität Berlin

Gesa Lampe Landwirtin (Schweinehalterin), Lampe Agrar

Thema 6: **Stress im Stall. Einfluss von Umweltstressoren auf das Schwein**

Dr. Ulf Rintisch Landeslabor Schleswig-Holstein, Geschäftsbereich 3:
Tierarzneimittel-, Futtermittel- und Handelsklassenüberwachung

Christoph Selhorst Landwirt (Schweinehalter), Hof Selhorst

Liebe Leserinnen und Leser,

zunehmende Antibiotikaresistenzen bei bakteriellen Infektionserregern sind eine der größten Gefahren sowohl für die Medizin als auch für die Weltwirtschaft. Kein Wunder, dass die Weltgesundheitsorganisation (WHO) schon seit Langem vor einer „post-antibiotischen Ära“ warnt. Deshalb ist die gezielte Anwendung der zurzeit verfügbaren Antibiotika wichtiger als je zuvor. Zum ersten Mal kommen in Deutschland Akteure* aus den Sektoren Humanmedizin, Tiermedizin und Kommunikationswissenschaften zusammen, um sich diesem Thema zu widmen.

Mit dem *One-Health*-Konzept im Mittelpunkt, das die Zusammenhänge zwischen Mensch, Tier, Umwelt und Gesundheitsbereichen umfasst und eine enge Zusammenarbeit zwischen Human- und Tiermedizinern erfordert, versuchen wir durch neue Informations- und Kommunikationstools Ärzte, Tierärzte und Landwirte anzusprechen.

Im Bereich Tiermedizin liegt der Fokus auf Schweine haltenden Betrieben. Mit Blick auf die Zukunft ist das langfristige Ziel, eine Reduzierung des Antibiotikaeinsatzes bei der Zucht, Aufzucht und Mast von Schweinen durch eine Sensibilisierung für den Umgang mit Antibiotika zu erreichen. Dafür entwickelten wir eine Serie von Informationsbroschüren, die sechs wichtige Themen abdeckt: das *One-Health*-Konzept, die Relevanz von Antibiotikaresistenzen in der Haltung von Schweinen, Antibiotika: Gut zu wissen, die Selektions- und Resistenzmechanismen gegen Antibiotika, Präventive Maßnahmen sowie der Einfluss von Umweltstressoren auf die Schweinegesundheit. Als Einführung gibt es zu jedem dieser Themen eine lebhaft Diskussions zwischen Wissenschaftlern und Praktikern, die Sie sich als Podcast anhören können.

Diese Broschüre befasst sich mit dem Grundwissen über Antibiotika. Vor allem wird über die verschiedenen Antibiotikaklassen und Wirkstoffkombinationen sowie die Wirkungs-orte von Antibiotika und die Kriterien zu deren Auswahl berichtet.

Dr. Antina Lübke-Becker

Szilvia Vincze, PhD

Dr. Esther-Maria Antão

Inhaltsverzeichnis:

Wirkungsorte von Antibiotika	6
Pharmakodynamik & Pharmakokinetik	8
Kombination von Wirkstoffen	10
Kriterien zur Auswahl von Antibiotika	12
Glossar	14

*Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung männlicher und weiblicher Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten gleichwohl für beiderlei Geschlecht.

Positionen aus dem Schweine Cast zum Thema:

PD Dr. Sebastian Günther, Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Laborleiter,
Institut für Tier- und Umwelthygiene, FB Veterinärmedizin, Freie Universität Berlin

„Bei einem zielgerichteten Einsatz von Antibiotika ist neben der effektiven Behandlung der Patienten besonders wichtig, den Selektionsdruck auf Resistenzen möglichst gering zu halten, um die Entstehung und Ausbreitung von resistenten Bakterien zu minimieren. Das vermehrte Auftreten von multiresistenten Keimen bei Menschen und Tieren schränkt die Möglichkeiten der Behandlung drastisch ein. Daher gelten einige noch gut wirksame Antibiotika als Reserve-Antibiotika, welche in Human- und auch Tiermedizin nur eingesetzt werden sollten, wenn überhaupt kein anderes Antibiotikum zur Verfügung steht.“

Dr. Rolf Nathaus, praktizierender Tierarzt, VetTeam Reken

„Für einen praktizierenden Tierarzt sind Antibiotika unverzichtbares Werkzeug bei der Behandlung kranker Einzeltiere, Tiergruppen und nicht selten auch ganzer Tierbestände. Wegen der insgesamt bedrohlichen Zunahme der Resistenzen müssen Antibiotika zukünftig sicherlich noch zielgerichteter eingesetzt werden. Dabei gilt es einerseits, eingefahrene Behandlungsroutinen der täglichen Praxis kritisch zu hinterfragen und gegebenenfalls aufzubrechen; andererseits müssen politisch verordnete Leitlinien, die eine Begrenzung des Einsatzes von Antibiotika zum Ziel haben, sowohl auf soliden wissenschaftlichen Erkenntnissen beruhen als auch die oft ernüchternde Realität des Praxisalltags jenseits der Laborgrenzen berücksichtigen.“

Wirkungsorte von Antibiotika

Antibiotika wirken an verschiedenen Zielstrukturen von Bakterien und verhindern so deren weitere Ausbreitung. Die Wirkmechanismen können grundlegend zwei unterschiedliche Effekte auf die Zielzelle ausüben: Bakterizid wirkende Antibiotika töten Bakterien vollständig ab, während bakteriostatische Wirkstoffe die Vermehrung von Bakterien hemmen.

1) Antibiotika-Wirkungsorte erklärt am Bakterium *Escherichia coli*

Proteinsynthese

Blockade der 30S-Untereinheit

Tetrazykline

Blockade der 50S-Untereinheit

Amphenicole

Makrolide

Synthese von Nonsense-Proteinen

Aminoglykoside

Durch eine gestörte Bildung von Proteinen wird das Bakterium in seinem Wachstum gehemmt. Bei der Bildung von Nonsense-Proteinen wird zusätzlich der Aufbau der Zellwand behindert.

Folsäuremetabolismus

Trimethoprim

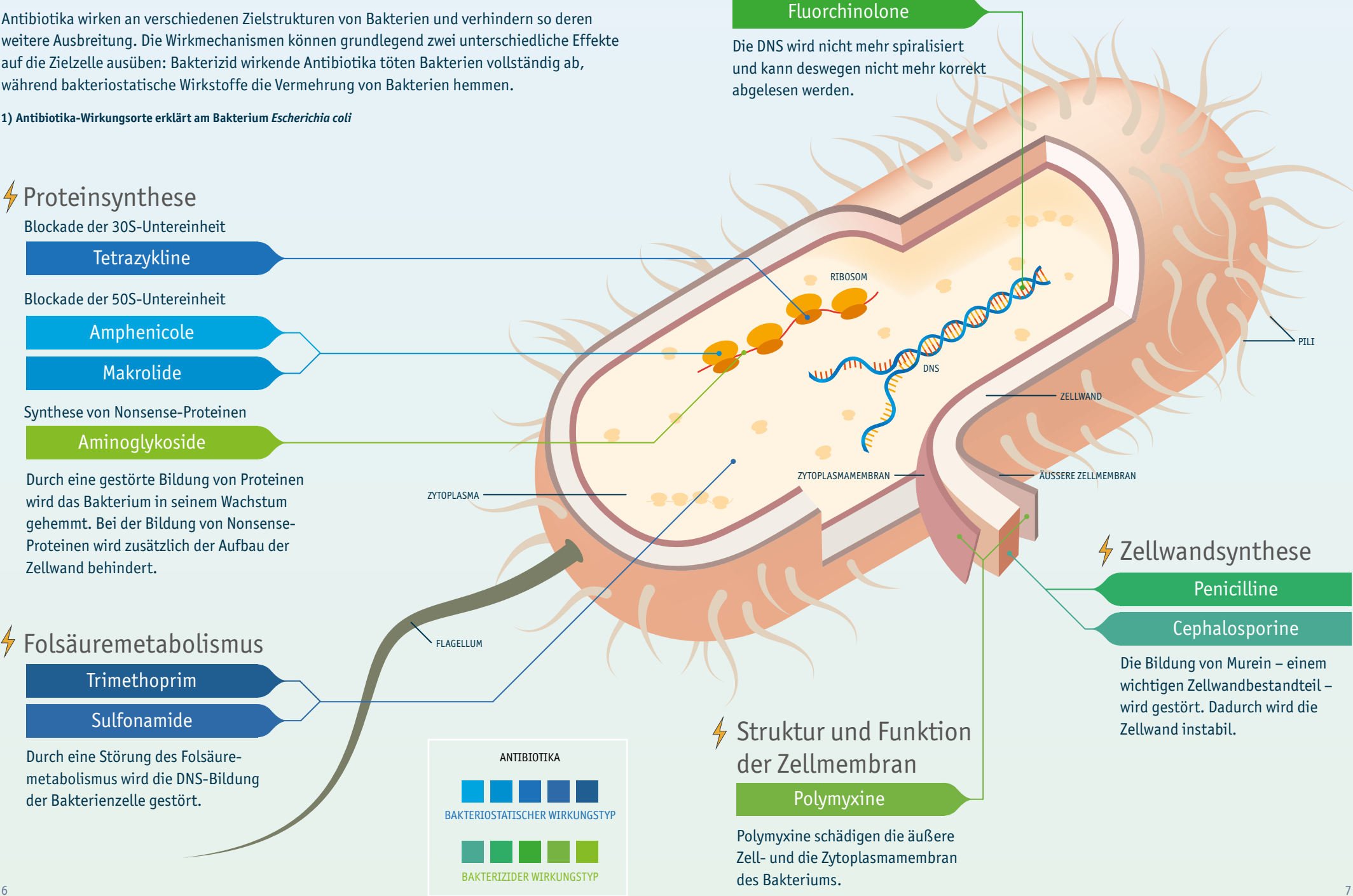
Sulfonamide

Durch eine Störung des Folsäure-metabolismus wird die DNS-Bildung der Bakterienzelle gestört.

Struktur und Funktion der DNA

Fluorchinolone

Die DNS wird nicht mehr spiralisiert und kann deswegen nicht mehr korrekt abgelesen werden.



Zellwandsynthese

Penicilline

Cephalosporine

Die Bildung von Murein – einem wichtigen Zellwandbestandteil – wird gestört. Dadurch wird die Zellwand instabil.

Struktur und Funktion der Zellmembran

Polymyxine

Polymyxine schädigen die äußere Zell- und die Zytoplasmamembran des Bakteriums.

Pharmakodynamik

Wirkung des Antibiotikums auf den Organismus

In der Pharmakodynamik wird die Wirkung von Antibiotika auf zwei unterschiedliche Organismen – das Bakterium und den Körper des Tieres/Menschen – betrachtet. Die Wirkmechanismen auf Bakterien werden als erwünschte Wirkungen bezeichnet und sind in der Infografik (Seite 6–7) zusammengefasst. Wirkungen auf den Körper sind unerwünschte Wirkungen.

Pharmakokinetik

Wirkung des menschlichen/tierischen Organismus auf das Antibiotikum

Die Pharmakokinetik untersucht die Verteilung und den Abbau eines Wirkstoffs im Körper in Abhängigkeit von der Zeit. Dadurch ist es möglich, Aussagen darüber zu treffen, ob ein Antibiotikum über einen ausreichend langen Zeitraum und in ausreichend hoher Konzentration am erwünschten Wirkungsort (beispielsweise Gelenk) vorhanden ist. Neue Erkenntnisse aus den letzten Jahren in diesem Bereich führten zur Anpassung von Dosierungsanweisungen und Dauer der Gabe einiger Antibiotika. Wichtige Kenngrößen sind:

1 Freisetzung des Wirkstoffs im Körper (Liberation)

Bei der Anwendung eines festen, halbfesten oder flüssigen Arzneimittels (z.B. Pulver, Salben) muss der Wirkstoff freigesetzt werden. Als Ausnahme gelten Formen, bei denen der Wirkstoff bereits in echter Lösung vorliegt. Hier entfällt der Schritt der Freisetzung.

2 Absorption (Resorption)

Die Absorption beschreibt die Aufnahme des Wirkstoffs in den Blutkreislauf. Sie ist maßgebend für die Verfügbarkeit des Arzneimittels im Körper, die sogenannte Bioverfügbarkeit. Die Bioverfügbarkeit ist abhängig von der Verabreichungsform des Antibiotikums und kann stark variieren. Intravenöse Verabreichungen führen zu einer sofortigen 100%igen Bioverfügbarkeit, da der Wirkstoff direkt in den Blutkreislauf gelangt. Bei anderen Verabreichungsformen wie z.B. bei oraler Antibiotikagabe muss der Wirkstoff erst (falls möglich) in den Blutkreislauf gelangen.

3 Verteilung des Wirkstoffs im Körper (Distribution)

Nach erfolgreicher Absorption wird der Wirkstoff über die Körperflüssigkeiten in Gewebe und Organe transportiert.

4 Verstoffwechselung des Wirkstoffs (Metabolisierung)

Bei der Metabolisierung wird ein Wirkstoff in seiner Struktur verändert. Absorbierte Wirkstoffe werden häufig in der Leber metabolisiert. Dadurch kann der Wirkstoff so stark verändert werden, dass er unwirksam wird. Die dabei entstehenden Stoffwechselprodukte können teilweise toxischer sein als der ursprüngliche Wirkstoff.

5 Ausscheidung des Wirkstoffs (Elimination)

Häufig erfolgt die Ausscheidung des Wirkstoffs aus dem Körper über den Urin (renale Elimination) oder Kot (biliäre/intestinale Elimination). Andere Ausscheidungswege sind u.a. Speichel, Milch oder Schweiß.

Wartezeit bei lebensmittelliefernden Tieren

Die Pharmakokinetik bestimmt maßgeblich die Wartezeit, die nach der Anwendung von Antibiotika bei lebensmittelliefernden Tieren einzuhalten ist, bis das Tier geschlachtet werden darf oder Produkte des Tieres als Lebensmittel gewonnen werden können. Die Wartezeit ist z.B. bei der Gabe von Colistinsulfat über Futter oder Wasser gering, da der Wirkstoff nicht aus dem Darm absorbiert werden kann. Deshalb wirkt er nur lokal im Darm und gelangt nicht in den Blutkreislauf. Im Gegensatz zu Colistinsulfat wird beispielsweise Tetrazyklinhydrochlorid nach oraler Aufnahme absorbiert und gelangt somit in den Blutkreislauf. Aufgrund der Verteilung des Wirkstoffs im Körper können so auch Atemwegsinfektionen behandelt werden. Die Verteilung im Tierkörper hat eine längere Wartezeit zur Folge.

Einteilung von Antibiotika nach pharmakodynamischen und pharmakokinetischen Eigenschaften

Damit ein Antibiotikum die Vermehrung von Bakterien am Infektionsort verhindern kann, wird eine definierte Wirkstoffkonzentration im Zielgewebe benötigt. Diese Konzentration bezeichnet man als minimale Hemmstoffkonzentration (MHK). Sie ist für jeden Wirkstoff anders. Informationen über pharmakokinetische und pharmakodynamische Eigenschaften eines Wirkstoffs ermöglichen folgende Einteilung.

Zeitabhängige Antibiotika:

Sie erreichen einen maximalen Wirkungseffekt, solange die MHK am Infektionsort genügend weit überschritten wird (z.B.: Beta-Laktam-Antibiotika, Vancomycin, Makrolide, Clindamycin).

Konzentrationsabhängige Antibiotika:

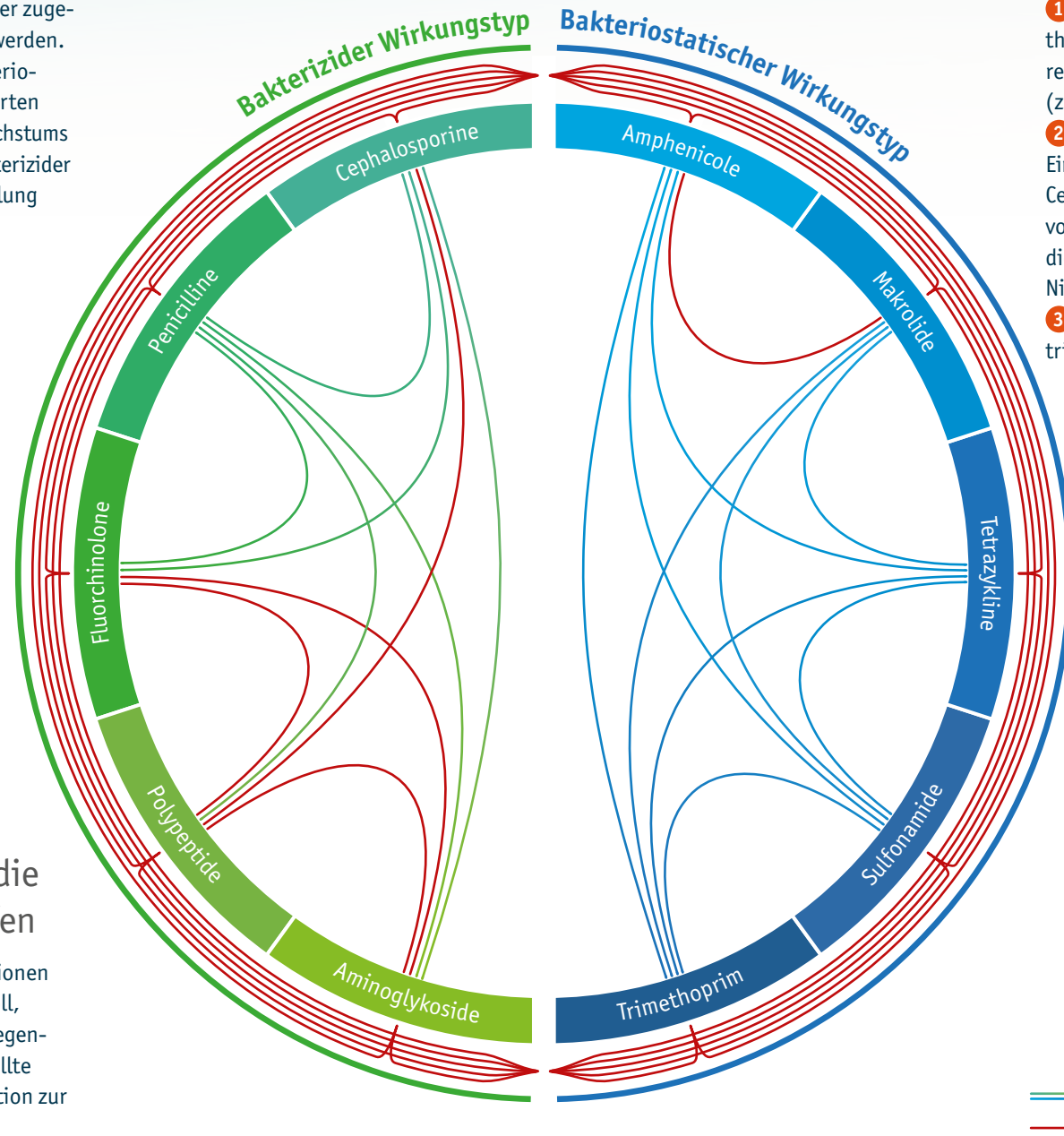
Diese Wirkstoffe benötigen hohe Spitzenspiegel (Wirkstoffkonzentrationen) im Verhältnis zur MHK, um einen maximalen antibakteriellen Effekt zu erzielen. Es tritt ein postantibiotischer Effekt ein. Auch wenn der Wirkstoff nicht mehr appliziert wird und somit unter die MHK fällt, bleibt dadurch die Wirkung für einige Zeit erhalten. Bei solchen Antibiotika (z.B. Aminoglykoside, Fluorchinolone) sind entsprechend hohe Dosen erforderlich.

Kombination von Wirkstoffen

Bei der Behandlung von bakteriellen Infektionen sollten grundsätzlich einzelne Wirkstoffe oder zugelassene Kombinationspräparate verwendet werden. Die Kombination von bakteriziden und bakteriostatischen Antibiotika führt zu einer reduzierten Wirksamkeit. Die Hemmung des Bakterienwachstums (bakteriostatisch) schwächt die Wirkung bakterizider Wirkstoffe ab und begünstigt so die Entwicklung von mehrfach resistenten Erregern.

Mögliche Indikationen für die Kombination von Wirkstoffen

Bei bakteriellen Sekundär- oder Mischinfektionen ist eine Kombination von Wirkstoffen sinnvoll, wenn kein Antibiotikum ein Wirkspektrum gegenüber beiden Erregern aufweist. Allerdings sollte vorher abgewogen werden, welche Kombination zur Behandlung der Infektion angebracht ist.



Gefahren bei der Kombination von Wirkstoffen

- 1 Die Wirkstoffe heben sich in ihren therapeutischen Einzelwirkungen auf oder reduzieren gegenseitig ihre jeweilige Wirkung (z.B.: Polypeptide und Aminoglykoside).
- 2 Durch die Kombination werden toxische Einzelwirkungen verstärkt. (Zum Beispiel können Cephalosporine die Nieren-toxische Wirkung von Aminoglykosiden verstärken. Deshalb sollte diese Kombination nicht bei Patienten mit Nierenproblemen zum Einsatz kommen.)
- 3 Eine neue, unerwartete Wirkungsqualität tritt auf.

Kriterien zur Auswahl von Antibiotika

Für einen zielgerichteten Einsatz von Antibiotika müssen mehrere Auswahlkriterien berücksichtigt werden. Neben der effektiven Behandlung der Patienten ist besonders wichtig, dass der Selektionsdruck auf Resistenzen möglichst gering gehalten wird, um die Entstehung und Ausbreitung von resistenten Bakterien zu minimieren.

1 Indikation/Diagnostik

Der behandelnde Tierarzt trifft die Entscheidung, ob die Anwendung eines Antibiotikums notwendig ist, und wählt einen geeigneten Wirkstoff aus. Der Einsatz von Antibiotika muss durch eine entsprechende Diagnose begründet sein.

2 Applikationsform

Die Verabreichungsform des Antibiotikums muss so gewählt werden, dass in dem Zielgewebe über einen ausreichend langen Zeitraum ein entsprechend hoher Wirkspiegel des Wirkstoffs vorliegt (s. auch Pharmakokinetik).

3 Dauer der Behandlung

Die Therapie sollte nach Anweisung des Tierarztes erfolgen, und zwar so kurz wie möglich, jedoch lange genug, um die Bekämpfung der Infektion zu gewährleisten.

4 Berücksichtigung des Wirkspektrums

Das Wirkspektrum beschreibt, welche Erregerarten im Wachstum gehemmt oder abgetötet werden. Es wird unterschieden zwischen Schmalspektrum- und Breitspektrumantibiotika. Für die Behandlung von Infektionen mit bekannten Erregern sollten Antibiotika mit einem möglichst schmalen Wirkspektrum ausgewählt werden. So werden die natürlicherweise bei Mensch und Tier vorkommenden Bakterien (physiologische Mikrobiota; z.B. auf der Haut oder im Darm) weniger stark beeinflusst und der Selektionsdruck auf diese Bakterien wird reduziert.

5 Berücksichtigung der bestands-spezifischen Resistenzsituation

Mittels labordiagnostischer Untersuchung werden häufig Infektionen verursachende Erreger identifiziert. Eine regelmäßige Resistenztestung dieser Erreger ermöglicht die zielgerichtete Auswahl eines wirksamen Antibiotikums.

6 Therapeutische Breite

Der Abstand zwischen der therapeutisch notwendigen Dosis und einer Dosis, die zu einer toxischen Wirkung führt, wird als therapeutische Breite bezeichnet. Ein Arzneimittel ist umso sicherer, je größer die therapeutische Breite ist.

7 Wirkungstyp: bakterio- statisch vs. bakterizid

Bei beeinträchtigter Immunabwehr (z.B. bei der Nutzung immunsuppressiver Pharmaka oder bei Septikämien) sollten bakterizid wirkende Antibiotika eingesetzt werden, da bakterio- statisch wirkende Antibiotika keine ausreichende Keim- reduktion garantieren können.

8 Pharmakokinetik

Die Pharmakokinetik gibt Auskunft darüber, ob der Wirkstoff im Zielgewebe eine ausreichend hohe Konzentration (minimale Hemmkonzentration) erreicht. Nur so kann eine effektive Behandlung gewährleistet werden.

9 Zulassungsbedingungen

Im Rahmen des Zulassungsverfahrens von Antibiotika wird die Wirkung auf spezifische Tiere und Organsysteme getestet. Ist ein Wirkstoff nicht für die jeweilige Tierart oder Indikation zugelassen, muss im Rahmen der Umwidmung auch die Verträglichkeit für das zu behandelnde Tier berücksichtigt werden.

10 Berücksichtigung von Reserve-Antibiotika

Das vermehrte Auftreten von Infektionen mit Bakterien, die gegen mehrere Antibiotikaklassen resistent sind, macht bei der Behandlung von Menschen und Tieren mitunter die Auswahl eines wirksamen Antibiotikums schwierig. Aus diesem Grund gelten einige noch gut wirksame Antibiotika als Reserve-Antibiotika. Diese Antibiotika sollen in Human- und auch Tiermedizin nur eingesetzt werden, wenn kein anderes Antibiotikum zur Verfügung steht und die Wirksamkeit mit einem Resistenztest bestätigt wurde.

Auswahl von Antibiotika

Möglichkeit zur Berücksichtigung der Relevanz von Wirkstoffen in der Humanmedizin

Die britische Pig Veterinary Society hat folgende Empfehlung herausgegeben: Bei der Auswahl von Antibiotika sind wenn möglich zuerst Wirkstoffe zu nutzen, die in der Humanmedizin vergleichsweise selten eingesetzt werden.

Antibiotika Gruppe 1	
Aminoglykoside/Aminocyclitole	
Amphenicole	Lincosamide
Penicillin	Pleuromutiline
Sulfamethoxazol/Trimethoprim	
Tetrazykline	
Antibiotika Gruppe 3	
Amoxicillin/Clavulansäure	
Cephalosporine 3./4. Generation	
Fluorchinolone	Polymyxine
Antibiotika, die nur eingesetzt werden sollten, wenn keine Alternativen aus Gruppe 1 und 2 zur Verfügung stehen und die Wirksamkeit mit einem Resistenztest bestätigt wurde.	

Antibiotika Gruppe 2	
Aminopenicilline	
Cephalosporine 1./2. Generation	
Makrolide	
Einzusetzende Antibiotika, wenn Wirkstoffe aus Gruppe 1 nicht wirksam gegenüber den bakteriellen Erregern sind.	
Antibiotika ohne Zulassung für lebensmittelliefernde Tiere	
Ansamycine	Monobaktame
Carbapeneme	Oxazolidinone
Glykocycline	Quinoxaline
Glykopeptide	Streptogramine
Ketolide	Zyklische Lipopeptide

Glossar

Absorption: Aufnahme des Wirkstoffs in den Blutkreislauf

Bakteriostatisch: Bakterien werden durch das Antibiotikum in ihrem Wachstum gehemmt.

Bakterizid: Bakterien werden durch das Antibiotikum abgetötet.

Bioverfügbarkeit: Verfügbarkeit des Arzneimittels im (Tier-)Körper

Distribution: Verteilung des Wirkstoffs im Körper

DNS: Desoxyribonukleinsäure; Träger der Erbinformationen

Elimination: Ausscheidung des Wirkstoffs aus dem Körper

Liberation: Freisetzung des Wirkstoffs im Körper

Metabolisierung: Stoffwechselung des Wirkstoffs im Körper

Minimale Hemmstoffkonzentration (MHK): Mindestens benötigte Antibiotikakonzentration, die eine Vermehrung des Zielbakteriums verhindert

Pharmakodynamik: Wirkung des Antibiotikums auf Bakterien und den Organismus des Menschen oder des Tieres.

Pharmakokinetik: Die Pharmakokinetik untersucht die Verteilung und den Abbau eines Wirkstoffs im Körper in Abhängigkeit von der Zeit.

Physiologische Mikrobiota: Bakterien, die bei gesunden Menschen und Tieren vorhanden sind (zum Beispiel auf der Haut oder auf der Darmschleimhaut)

Postantibiotischer Effekt: Auch nachdem die minimale Hemmstoffkonzentration nicht mehr im Gewebe nachweisbar ist, bleibt die Wirkung des Antibiotikums über eine gewisse Zeit erhalten.

Therapeutische Breite: Abstand zwischen der therapeutisch notwendigen Dosis und der Dosis, die zu einer toxischen Wirkung führt

Wirkungsqualität: Beschreibt Wirkspektrum und Wirkungsart eines Wirkstoffs

Wirkspektrum: Das Wirkspektrum eines Antibiotikums gibt an, wie viele und welche Erreger von dem Wirkstoff abgetötet oder im Wachstum gehemmt werden.

Referenzen:

1. Löscher, W., Richter, A., Potschka H., Pharmakotherapie bei Haus- und Nutztieren. 9. Auflage, Enke Verlag, 2014, ISBN 978-3-8304-1251-9.
2. Bundestierärztekammer, Leitlinien für den sorgfältigen Umgang mit antibakteriell wirksamen Arzneimitteln. 3. Auflage, Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH.
3. Löscher, W., Ungemach, F. R., Kroger, R., Pharmakotherapie zur Behandlung und Verhütung bakterieller Infektionen. In: Pharmakotherapie bei Haus- und Nutztieren. Parey Verlag, 2003, S. 213.
4. Pig Veterinary Society, Prescribing Principles for Antimicrobials. 2016. <http://www.pigvetsoc.org.uk/resources/pvs-documents>.

Impressum

Herausgeber: Institut für Mikrobiologie und Tierseuchen der Freien Universität Berlin
RAI „Rationaler Antibiotikaeinsatz durch Information und Kommunikation“

Erschienen: Dezember 2016

Redaktionsschluss: 21. November 2016

Autoren: Szilvia Vincze, PhD, Dr. Antina Lübke-Becker, Freie Universität Berlin,
Institut für Mikrobiologie und Tierseuchen | RAI-Study Group

Konzeption: Freie Universität Berlin, Institut für Mikrobiologie und Tierseuchen | Lindgrün GmbH

Design, Graphik & Herstellung: Lindgrün GmbH, Berlin

Druck: Pinguin Druck GmbH, Berlin

Lektorat: Dr. Sibylle Strobel, Berlin

Dieses Werk ist lizenziert unter folgender Creative Commons 4.0 Internationalen Lizenz:
Namensnennung - Nicht kommerziell - Keine Bearbeitungen



**FEEDBACK
ERWÜNSCHT!**

zum Fragebogen ↗

RAI: Rationaler Einsatz von Antibiotika durch Information und Kommunikation

RAI ist ein Basisprojekt des Konsortiums InfectControl 2020 im Rahmen der Fördermaßnahme «Zwanzig20 – Partnerschaft für Innovation» des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF). RAI zeichnet sich dadurch aus, dass sich erstmals in Deutschland sektorenübergreifend Human- und Tiermediziner gemeinsam mit Designern und Kommunikationsexperten in einem Projektverbund dem Thema Antibiotikaeinsatz und Resistenzentwicklung widmen.

Freie Universität Berlin

Fachbereich Veterinärmedizin
Institut für Mikrobiologie und Tierseuchen
Robert-von-Ostertag-Str. 7-13
14163 Berlin

RAI

Charité, Universitätsmedizin-Berlin
Institut für Hygiene und Umweltmedizin
Hindenburgdamm 27
12203 Berlin

GEFÖRDERT VOM



LINDGRÜN