

Lebensretter Antibiotika

Die Entdeckung der Antibiotika ist eine der bedeutendsten medizinischen Errungenschaften überhaupt. Antibiotika sind die schärfste Waffe im Kampf gegen bakterielle Infektionen und haben Millionen Menschenleben gerettet. Doch die Wunderwaffe wird zunehmend stumpf.

1. Was sind Antibiotika?

Sie kommen als Saft, Tabletten, Tropfen oder Kapseln daher und sehr viele von uns haben sie bei einer Hals-, Lungen- oder Mittelohrentzündung schon einmal eingenommen: Antibiotika. Antibiotika gehören zu den weltweit am meisten verschriebenen Medikamenten. In der Schweiz werden in der Humanmedizin täglich etwa 85'000 Tagesdosen Antibiotika verkauft. Auch rund 90 Jahre nach ihrer Entdeckung sind Antibiotika weltweit der Bakterienkiller Nummer eins, zu dem es keine Alternativen gibt.

Doch ihr Ruf hat in den letzten Jahren gelitten: Immer öfter tauchen Antibiotika auf, wo sie nicht auftauchen sollten, etwa im Fleisch oder in der Milch. Und immer öfter wirken sie nicht, wie sie wirken sollten.

Bakterien an den Kragen gehen

Ob Bronchitis, Lungenentzündung, Harnwegsinfektion oder eine Blutvergiftung: Grundsätzlich ist jede Krankheit, die durch Bakterien ausgelöst wird, mit Antibiotika zu besiegen. Antibiotika sind chemische Verbindungen. Sie werden entweder mit Hilfe von Mikroorganismen (z.B. Schimmelpilzen) hergestellt oder durch chemische Synthese. Viele Antibiotika sind jedoch so komplex aufgebaut, dass sie nicht synthetisch hergestellt werden können, sondern nach wie vor aus Mikroorganismen gewonnen werden müssen.

Der Name Antibiotika kommt aus dem Griechischen und bedeutet so viel wie «gegen Lebendes». An den Kragen geht es aber nur den Bakterien, denn Antibiotika hemmen deren Wachstum oder töten sie ab. Sie sind quasi Hilfspolizisten, die dem körpereigenen Abwehrsystem (Immunsystem) zu Hilfe eilen, wenn dieses die Bakterien nicht oder nicht schnell genug bekämpfen kann.

2. Wie wirken Antibiotika?

Antibiotika wirken auf zwei unterschiedliche Arten:

1. Sie hemmen das Wachstum bzw. die Vermehrung der Bakterien, töten den Erreger selbst aber nicht ab (= bakteriostatische Antibiotika).
2. Sie töten den Erreger ab (= bakterizide Antibiotika).

Antibiotika wirken gegen Bakterien, ohne die menschlichen Zellen empfindlich zu schädigen, denn Antibiotika greifen dort an, wo sich bakterielle von menschlichen Zellen unterscheiden. So sind Bakterien die einzigen bekannten Organismen, deren Zellwand aus Murein (murus = lateinisch Mauer, Wall, Schutz) besteht, einem Peptidoglykan, das sich aus Zuckern und Aminosäuren zusammensetzt. Diese Substanz kommt ausschliesslich in Bakterien vor. Ferner besitzen Bakterien andere Ribosomen zur Herstellung von Proteinen und andere Enzyme zur DNA-Replikation als der Mensch (siehe

[Kapitel 1 Gentechnik](#)). Schliesslich bilden menschliche Zellen im Gegensatz zu Bakterien keine Folsäure. All diese Unterschiede haben Forscherinnen und Forscher ausgenützt, um Wirkstoffe zu entwickeln, die nur Bakterien schaden und nicht dem Menschen.

Ein Problem gibt es allerdings: In unserem Darm leben Millionen von Bakterien, die uns bei der Verdauung helfen. Antibiotika können nicht unterscheiden zwischen diesen «guten» Bakterien in unserem Darm und «schlechten» Bakterien, die uns krank machen. Das ist auch der Grund, warum eine Antibiotikabehandlung die Darmflora aus dem Gleichgewicht bringen und zu Verdauungsstörungen führen kann. Diese Nebenwirkungen klingen aber nach der Behandlung wieder ab.

So wirksam Antibiotika gegen Bakterien sind, gegen Krankheiten, die durch Viren ausgelöst werden (etwa eine Grippe oder Aids), sind sie völlig wirkungslos. Das liegt daran, dass Antibiotika in den Stoffwechsel der Bakterien eingreifen. Viren hingegen haben gar keinen eigenen Stoffwechsel, sondern bedienen sich zur Vermehrung einer Wirtszelle. Sie bieten den Antibiotika damit praktisch keinen Angriffspunkt.

3. Einteilung der Antibiotika

Hier einige Beispiele:

Chemische Struktur

Das bekannteste Antibiotikum, das Penicillin, gehört zur Klasse der Beta-Laktame. Weitere Klassen sind zum Beispiel Sulfonamide oder Tetrazykline. Insgesamt gibt es etwa 20 verschiedene Klassen.

Wirkungsmechanismus

Eine andere Art der Unterscheidung ist der Ort, an dem Antibiotika wirken: Beta-Laktame hemmen zum Beispiel den Aufbau der bakteriellen Zellwand. Dadurch können die Bakterien keine Schutzhülle aufbauen. Andere Antibiotika-Klassen greifen in die Proteinproduktion der Bakterien ein. Wenn sie bestimmte Proteine nicht mehr herstellen können, sterben sie schliesslich ab (siehe Grafik 16.1).

Schmalpur oder Breitband

Ein Antibiotikum kann sich entweder gegen nur einige wenige Bakterien richten (man spricht dann von einem Schmalspektrum-Antibiotikum) oder gegen viele verschiedene (Breitspektrum-Antibiotikum).

4. Mit Schimmel gegen Bakterien

Ist Schimmel nicht ungesund und giftig? Stimmt, aber nur zum Teil. Schimmelpilze haben auch heilende Eigenschaften. Im Jahre 1928 kehrte der schottische Arzt Alexander Fleming aus den Ferien in sein Londoner Labor zurück und fand dort eine Reihe von noch nicht gereinigten Petri-Schalen (siehe Bild) vor, in denen er vor seinen Ferien Bakterien gezüchtet hatte. Einige dieser Schalen waren mit einem grünlichen Schimmelpilz namens *Penicillium* befallen. Dabei fiel Fleming etwas auf: Um den Schimmel herum wuchsen keine Bakterien. Daraus schloss er, dass die Schimmelpilze die Bakterien verdrängt hatten. Diese zufällige Beobachtung war die Geburtsstunde des ersten Antibiotikums, des Penicillins.

Doch seine Beobachtung versank in den Archiven. 1939 stiessen die jungen britischen Wissenschaftler Howard Walter Florey und Ernst Boris Chain auf Flemings Arbeiten und isolierten den Wirkstoff. Wenige Jahre später machten sie Tests an Menschen und 1942 ging erstmals ein Antibiotika-Medikament in die Produktion. 1945 wurde Alexander Fleming zusammen mit Florey und Chain mit dem Nobelpreis für Medizin ausgezeichnet. Erstmals in der Geschichte waren Ärzte nicht mehr hilflos im Kampf gegen von Bakterien ausgelöste Krankheiten wie Diphtherie, Scharlach, Blutvergiftung oder Lungenentzündung.

5. Geschichte

1. In der Geschichte der Menschheit gab es immer wieder hochentwickelte Kulturen, die über ein beachtliches medizinisches Wissen verfügten und denen nachgesagt wird, dass sie die Wirkung des Schimmels kannten. So legten z. B. Chirurgen in der Antike und im Mittelalter schimmelige Lappen auf die Wunden, um Infektionen zu verhindern.
2. Aus einem Schimmelpilz der Gattung *Penicillium* isolierte Bartolomeo Gosio 1893 Mycophenolsäure, mit welcher er das Wachstum des Erregers von Milzbrand (Anthrax) hemmen konnte. Doch die Resultate wurden international nicht beachtet.
3. 30 Jahre vor Alexander Fleming, 1897, schrieb Ernest Duchesne seine Doktorarbeit über die antibiotische Wirkung von Schimmelpilzen. Dabei half ihm die Beobachtung, dass die in dem Militärhospital beschäftigten Stallknechte die Pferdesättel in einem dunklen, feuchten Raum aufbewahrten, um die Bildung von Schimmel zu fördern, da dadurch Wunden, die durch das Scheuern der Sattel entstünden, schneller abheilen.
4. 1935 kam das erste Sulfonamid auf den Markt, das insbesondere gegen Streptokokkus-Infektionen wirksam war. Streptokokkus-Bakterien verursachen z.B. Scharlach, Hirnhautentzündung oder Harnwegsinfektionen.

6. Wenn Antibiotika nicht mehr wirken

Mit der Entdeckung der Antibiotika schien der Kampf gegen Bakterien gewonnen. Bis in die 1980er-Jahre hinein wurden ständig neue Klassen von Antibiotika entwickelt. Doch dann erlahmten die Bakterienkiller zusehends, der Gegner wurde resistenter. Das Wort Resistenz bedeutet Widerstandsfähigkeit. Antibiotikaresistenz bedeutet, dass ein Bakterienstamm widerstandsfähig gegen das Antibiotikum geworden ist. Das Antibiotikum kann diesen Bakterien nichts mehr anhaben. Mit etwas Glück findet der Arzt dann vielleicht ein anderes Antibiotikum, das noch wirkt. Zudem gibt es spezielle Reserveantibiotika, die der Arzt nur im Notfall einsetzen darf. Hier ist die Chance gross, dass diese noch wirksam sind.

Allerdings gibt es zunehmend Fälle, in welchen sich Menschen mit Bakterienstämmen angesteckt haben, gegen die alle verfügbaren Antibiotika machtlos geworden sind – mit lebensgefährlichen Folgen. So kann aus einer harmlosen Blasenentzündung eine bedrohliche Nierenbeckenentzündung entstehen. Lässt sich diese nicht eindämmen, können die Bakterien den gesamten Körper attackieren und die Patientin stirbt in kurzer Zeit an multiplen Organversagen. Die Ärzte sind dann wiederum so hilflos, wie sie es vor 100 Jahren waren. In Europa sterben jedes Jahr schätzungsweise 33'000 Menschen an Krankheiten, die wegen Antibiotikaresistenzen nicht richtig behandelt werden können und es entstehen Gesundheitskosten in Milliardenhöhe.

7. Wie entstehen Resistenzen?

Bakterien vermehren sich durch Teilung rasend schnell, manche Bakterien teilen sich alle 20 Minuten. Bei diesen Zellteilungen entstehen immer wieder kleine Fehler im Erbgut, sogenannte Mutationen (Genveränderungen). Bestimmte Mutationen können dazu führen, dass ein Bakterium plötzlich gegenüber einem Antibiotikum resistent ist. Wenn nun das Antibiotikum eingesetzt wird, werden alle Bakterien abgetötet, die nicht über diese Mutation verfügen. Das mutierte Bakterium aber überlebt und kann sich nun in Ruhe ausbreiten. Alle seine Nachkömmlinge sind ebenfalls vor diesem Antibiotikum geschützt, weil die genetische Information weitergegeben wird. Zudem haben Bakterien die Möglichkeit, Resistenzen nicht nur an ihre direkten Nachkommen weiterzugeben, sondern auch an „Freunde und Bekannte“.

Das Problem der Antibiotika-Resistenzen hat sich in den letzten Jahren zunehmend verschärft, denn je häufiger Antibiotika eingesetzt werden, umso grösser ist die Chance, dass sich Resistenzen bilden. Ein Grund für das vermehrte Auftreten von Antibiotikaresistenzen ist der übermässige Gebrauch dieser Medikamente. Zu oft werden Antibiotika leichtsinnig verschrieben, zum Beispiel bei Erkrankungen, bei denen Antibiotika nichts ausrichten können. Auch wir selber tragen zur Antibiotikaresistenz bei, indem wir die Antibiotika nicht richtig einnehmen. Denn wichtig ist immer die vollständige Einnahme der durch den Arzt verordneten Menge. Viele Patienten beenden aber die Einnahme der Antibiotika vorzeitig, weil sie sich wieder gesund fühlen.

Nicht nur in der Humanmedizin werden die Antibiotika häufig eingesetzt, sondern auch in der Tierhaltung: Damit sich Schweine, Kühe oder Hühner nicht gegenseitig anstecken, erhalten sie präventiv Antibiotika über das Futter und Wasser. So können resistente Keime entstehen, die dann über den Verzehr von nicht durchgegartem Fleisch oder durch mangelnde Küchenhygiene zum Menschen gelangen.

Wie kann die Ausbreitung von Antibiotikaresistenzen eingedämmt werden?

Es braucht einen zurückhaltenden, sachgemässen Einsatz von Antibiotika. Sie sollen nur zum Einsatz kommen, wenn es sich tatsächlich um eine bakterielle Infektion handelt. Ärzte und Tierärzte müssen die Antibiotika richtig dosieren, Patienten und Bauern dafür sorgen, dass die Therapie korrekt durchgeführt wird.

Zentral sind weiter Hygienemassnahmen im Spital wie beispielsweise regelmässiges Händewaschen des Spitalpersonals und Infektionskontrollen (z. B. Screening, Isolation und Behandlung von Erkrankten). Auf diese Weise kann die Übertragung resistenter Bakterien zwischen Patienten und Spitalpersonal verringert werden.

8. Forschung muss intensiviert werden

Zwischen 1965 und 2000 wurden lediglich zwei neue Antibiotikaklassen auf den Markt gebracht. Dies liegt einerseits daran, dass lange Zeit davon ausgegangen wurde, dass man den Kampf gegen die Bakterien so gut wie gewonnen hat. Andererseits rentieren sich Antibiotika für die Pharmaindustrie nur bedingt. Antibiotika werden nur über einen relativ kurzen Zeitraum eingenommen, deshalb sind sie finanziell weniger interessant als ein Medikament, das über Jahre eingenommen werden muss. Zudem besteht immer das Risiko, dass Bakterien dann auch gegenüber dem neu entwickelten Antibiotikum resistent werden und sich die Investition am Ende finanziell nicht auszahlt.

Trotz dieser Hürden wurde die Forschung an Antibiotika in den letzten Jahren wieder verstärkt, denn das Problem der Antibiotikaresistenzen hat sich verschärft. So etwa haben sich die Basler Firmen BioVersys, Basilea Pharmaceutica und Polyphor auf die Entwicklung neuartiger Antibiotika spezialisiert. Aber auch die Roche-Tochter Genentech entwickelt neue Wirkstoffe gegen multiresistente Bakterien. Und die Forschung zeitigt erste Erfolge. Denn im neuen Jahrtausend wurden weltweit bereits sechs neue Antibiotikaklassen auf den Markt gebracht.

Arbeitsblätter

[Experiment von Alexander Fleming nachmachen](#)

[Verbindung zur Evolution](#)

[Spiel: Agent Antibiotic](#)

Dokumente

[Wenn Antibiotika nicht mehr wirken](#)

Beobachter, 19.10.2017

[Fast 300 Tote wegen antibiotikaresistenter Bakterien in der Schweiz](#)

Aargauer Zeitung, 09.11.2018

[Weltweiter Antibiotika-Verbrauch ist um 65 Prozent gestiegen](#)

Nzz.ch, 27.03.2018

Links

www.anresis.ch

www.richtig-ist-wichtig.ch

www.nfp72.ch

[Strategie Antibiotikaresistenzen StAR](#)

[Forscherporträt: Alexander Mayweg, Forschungsgruppenleiter, Roche](#)