

Antibiotikaresistenzen

# Selbstverschuldet in die Sackgasse?



**AefU verlangen Umweltauflagen**  
Superkeime im Schlepptau der Antibiotikaproduktion



**Abluft von Zementwerken**  
In der Schweiz dreckiger als in Deutschland

|   |    |
|---|----|
| Editorial   | 3  |
| Abluftreinigung: Die Schweiz hinkt hinterher<br>Martin Forter und Stephanie Fuchs, AefU           | 4  |
| Fehlende Umweltauflagen bei der Antibiotikazulassung<br>Martin Forter, AefU                       | 7  |
| Antibiotikaresistenzen im Vormarsch<br>Prof. Dr. med. Patrice Nordmann, Fribourg/FR               | 9  |
| Multiresistente Stallkeime aus der Nutztierhaltung<br>Dr. iur. et dipl. chem. Hans Maurer, Zürich | 12 |
| Die Wiederentdeckung der Bakteriophagen<br>PD Dr. med. Dr. phil. Yok-Ai Que, Bern                 | 16 |
| Wie die Schweiz die Resistenzen bändigen will<br>PD Dr. med. vet. Dagmar Heim, Bern               | 19 |
| Diverses<br>AefU-Förderpreis «Trojan Horse Prize» / Initiative für ein Pestizidverbot             | 22 |
| Bestellen: Terminkärtchen und Rezeptblätter   | 23 |
| Die Letzte  | 24 |

29. September 2017

Titel-Bild:

T4-Bakteriophagen (rot) attackieren ein E. coli Bakterium. Phagen sind die natürlichen Feinde der Bakterien. Auf ihnen beruht viel Hoffnung, wo Antibiotika versagen (vgl. Beitrag S. 16 in diesem Heft). © KEYSTONE/SCIENCE PHOTO LIBRARY/AMI IMAGES



**ENERGIESTRATEGIE 2.0 – JETZT NACHLEGEN!**  
Fachtagung  
Freitag 10. November 2017, Zürich  
SES  
energienstiftung.ch

## Energiesstrategie 2.0 – Jetzt nachlegen!

Fachtagung, 10. November 2017 in Zürich

Die Schweiz hat die Energiesstrategie 2050 im vergangenen Mai gutgeheissen. Die bisher beschlossenen Massnahmen genügen aber längst nicht. Es ist offen, wie die neuen gesetzlichen Vorgaben betreffend Energie sparen und Ausbau der erneuerbaren Energiequellen erfüllt werden sollen. Damit die Energiewende nicht zum Strohfeuer verkommt, muss die Politik nachlegen und ein verbindliches Programm liefern. Die Fachtagung der Schweizerischen Energie-Stiftung SES bietet Ihnen Orientierung im Massnahmen-Dschungel und die Möglichkeit, mit namhaften ExpertInnen zu debattieren. Jetzt anmelden: [www.energienstiftung.ch](http://www.energienstiftung.ch).

## Liebe Leserin Lieber Leser

Antibiotikaresistenzen sind nichts Neues. Die Bakterien wehren sich seit der Erfindung des Penicillins 1928 gegen ihre Ausrottung. Das kümmerte die Medizin lange wenig, denn die Pharmaindustrie war laufend mit neuen Produkten zur Hand. Die «bösen Keime» aber schafften es mit immer ausgeklügelteren Tricks, sich auch gegen noch potentere Wirkstoffe abzuschirmen. Die AefU widmeten ihr 24. Forum Medizin und Umwelt vom vergangenen Mai den Ursachen der Multiresistenzen und möglichen Auswegen aus der Sackgasse. In diesem und dem nächsten OEKOSKOP präsentieren wir Ihnen die Beiträge der Referentinnen und Referenten.

700 000 Menschen sterben weltweit jedes Jahr, weil ihre bakterielle Infektion allen Antibiotika trotz. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) spricht von «einer globalen Gesundheitskrise». Prof. Patrice Nordmann berichtet über den Stand der Dinge (S. 9).

Auch die Eidgenössische Kommission für biologische Sicherheit bezeichnet die Resistenzen als «grösste Bedrohung für die Gesundheit in der Schweiz». Darum hat der Bundesrat 2015 die «Strategie Antibiotikaresistenzen» (StAR) verfasst (Beitrag Heim, S. 19). Die Regierung setzt vor allem auf Sensibilisierungsmassnahmen und hofft so auf eine freiwillige Antibiotikareduktion. Ob das reicht, die Superkeime zu bändigen?

Als Hauptursache für Multiresistenzen gilt der übermässige Antibiotikaeinsatz, auch im Stall (Beitrag Maurer, S. 12). Bisher kaum beachtet blieb hingegen die Billigproduktion antibiotischer Wirkstoffe, beispielsweise in Indien: Sie züchtet Keime, die mit allen Abwassern gewaschen sind. Bund und Swissmedic müssen dringend handeln (Beitrag Forter, S. 7).

Weil es die Antibiotika nicht mehr schaffen, rückt die «alte» Phagentherapie wieder in den Fokus. Sie wurde einst ausgerechnet von der Antibiotika-Euphorie hinweggefegt (Beitrag Que, S. 16). Nicht fortwischen liess sich damals die Komplementärmedizin. Sie setzt auf die Stärkung der Kranken und ist weniger abhängig von Antibiotika, die immer weniger die krankmachenden, aber weiterhin die guten Bakterien schwächen. Mehr dazu im nächsten Heft.

«Umweltsünder mit dem Segen der Behörden»: So haben wir im OEKOSKOP 2/16 die Schweizer Zementwerke bezeichnet. Der Bundesrat will daran auch in Zukunft nichts ändern. OEKOSKOP besuchte ein Werk der Firma Schwenk bei Ulm (D), dessen Abluft längst sauberer ist – und sein muss (Beitrag Forter/Fuchs, S. 4).

Last but not least ehren wir die Gewinnerin des erstmals verliehenen AefU-Förderpreises «Trojan Horse Prize» (S. 22). Die Auszeichnung würdigt Forschungsbeiträge zur zellbiologischen Wirkung der Ultrafeinen Partikel (UFP). Schliesslich finden Sie auch Informationen zur Initiative für ein Verbot synthetischer Pestizide. Die AefU-Mitgliederversammlung 2017 beschloss einstimmig, sie zu unterstützen. Deshalb liegt diesem Heft auch der Unterschriftenbogen bei. Der Bund hat zwar einen Aktionsplan verfasst, der die Pestizide reduzieren soll. Darin sind aber bloss Absichtserklärungen zu lesen, dafür nichts über Pestizidresistenzen, vergiftete Bienen und serbelnde Gewässer. Die Initiative macht es richtig, ein Pestizidverbot ist möglich und nötig.

Danke für Ihre Unterschrift und Ihre geschätzte Lektüre.



Stephanie Fuchs, Redaktorin



<https://www.facebook.com/aefu.ch>



[https://twitter.com/aefu\\_ch](https://twitter.com/aefu_ch) > @aefu\_ch

# Abluftreinigung: Die Schweiz hinkt hinterher

Martin Forter und Stephanie Fuchs, AefU Schweizer Zementwerke sind Dreckschleudern.

Die Technik für eine bessere Abluftreinigung fehle, sagt der Bund. Deutsche Zementwerke hingegen haben sie längst installiert oder bauen sie gerade ein.

Geht es nach dem Willen des Bunderats, sollen Zementwerke in der Schweiz auch im Jahr 2020 noch immer 500 Milligramm schädliche Stickoxide (NO<sub>x</sub>) pro Kubikmeter Abluft (mg/m<sup>3</sup>) in die Umwelt pusten dürfen. Nicht so in Deutschland: Dort gilt ab 2019 ein Grenzwert von 200 mg/m<sup>3</sup>. Die deutsche Zementindustrie investiert, um die neue Bestimmung einzuhalten.

## Gleiche Vorgabe, verschiedene Techniken

«Heidelberg Zement» setzt beim Bau des neuen Zementofens in ihrem Werk Schelllingen westlich von Ulm (D) auf die sogenannte nichtkatalytische «High-Efficiency SNCR» (Erklärung der Techniken vgl. Kasten). Im benachbarten Allmendingen geht das mittelständische Familienunternehmen

«Schwenk Zement» einen anderen Weg. Um den neuen deutschen Grenzwert einzuhalten, baut sie derzeit eine «DeCONOX»-Anlage. Diese kombiniert eine katalytische SCR-Anlage zur Reduktion der NO<sub>x</sub> mit einer Abluftverbrennung zur Minderung etwa des krebserregenden Benzols. Eine reine SCR-Anlage betreibt Schwenk schon seit 2010 in ihrem Werk Mergelstetten (Heiden-

## Ablufttechniken: SNCR, High Efficiency SNCR, SCR und DeCONOX

Bei der «**Selective Non Catalytic Reduction**» (SNCR-Verfahren) werden zur Reduktion von Stickoxiden (NO<sub>x</sub>) Ammoniak- (NH<sub>3</sub>) oder Harnstofflösung über Düsen in den Abluftturm gespritzt. NO<sub>x</sub> zerfallen bei der Reaktion mit Ammoniak zu harmlosem Stickstoff und Wasser. Das entspricht weitgehend der Abgasnachbehandlung bei Diesel-Fahrzeugen mit «Adblue».

Die meisten Schweizer Zementwerke verwenden heute dieses SNCR-Verfahren. Doch seine Reduktionsleistung schwankt. Falls die Temperatur am Ort der Eindüsung zu tief ist, das Ammoniak sich nicht optimal verteilt oder im Abluftkanal ungünstige Strömungsverhältnisse herrschen, entweicht ein Teil des Ammoniaks wirkungslos. Durch diesen sogenannten Ammoniakschlupf können sowohl die Grenzwerte für NO<sub>x</sub> wie auch für Ammoniak verletzt werden. «Selbst bei maximaler NO<sub>x</sub>-Reduktionsrate um 950° C (Ammoniak) bzw. 1050° C (Harnstoff) geht dabei meist ein Teil des Reduktionsmittels

als Ammoniakschlupf (NH<sub>3</sub>-Schlupf) aus der Reaktion hervor», schreibt etwa Steag, ein deutscher Kohlekraftwerkbetreiber und Hersteller von SNCR-Anlagen.<sup>2</sup> Ist die Temperatur hingegen zu hoch, verbrennt das Ammoniak und verursacht zusätzliche NO<sub>x</sub>, statt sie abzubauen.

Die «**High Efficiency SNCR**» soll diese Nachteile korrigieren. Mit einzelnen, steuerbaren Einspritzdüsen in verschiedenen Höhen des Abluftkanals, Beobachtung des Brennverhaltens und einer Online-Modellierung des Temperaturverlaufs soll der neue deutsche NO<sub>x</sub>-Grenzwert von 200 mg/m<sup>3</sup> ohne Ammoniakschlupf eingehalten werden.

Auch bei der «**Selective Catalytic Reduction**» (SCR-Verfahren) wird Ammoniak in den Rauchgasstrom eingedüst, um die Stickoxide zu «neutralisieren». Die chemische Reaktion geschieht hier aber – wie bei den Autos – mit einem Katalysator. Die Menge des Reduktionsmittels ist dabei exakt bere-

chenbar. Ein Ammoniakschlupf wie beim SNCR-Verfahren ist kaum möglich. Die SCR-Anlage, wie sie Schwenk Zement im Werk Mergelstetten betreibt, verbraucht zwar mehr Strom als das vorherige SNCR-Verfahren. Dafür sei der Verbrauch von Ammoniak viel geringer. Unter dem Strich, erläutert Jürgen Thormann von Schwenk Zement, würden beim Betrieb der SCR-Abluftreinigung «geringe Mehrkosten im Vergleich zur SNCR-Anlage» anfallen.

**DeCONOX-Anlagen** kombinieren das SCR-Verfahren in einer Anlage direkt mit einer Nachverbrennung der Abluft. Deshalb bezeichnet das deutsche Umweltbundesamt das DeCONOX-Verfahren als «einen interessanten, integrativen Ansatz, bei dem in Zementwerken neben den Stickstoffoxid- und Kohlenmonoxidemissionen auch der Ausstoss von organischen Luftschadstoffen wie Benzol, Dioxinen, Furanen und polyaromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) deutlich reduziert werden kann.»



Die Zukunft der Abluftreinigung bei Zementwerken: Die neue DeCONOX-Anlage bei Schwenk-Zement in Allmendingen (D) senkt nicht nur den Ausstoss an Stickoxiden, sondern auch von problematischen organischen Schadstoffen.

© OEKOSKOP

zu senken. Das geht aus dem entsprechenden Behörden-Bericht von 2014 hervor. Dass diese Grenzwertanpassung die Konkurrenz kaum gefreut haben dürfte, will Thormann nicht kommentieren. Er verweist auf die Philosophie des Familienunternehmens: Schwenk sei seit 170 Jahren in der Region verankert. Nicht selten habe aus einer Familie bereits der Grossvater und der Vater beim Unternehmen gearbeitet und nun sei es der Sohn. «Das Unternehmen sieht sich der Region und der Bevölkerung verpflichtet und will deshalb auch etwas dafür tun, die Emissionen zu mindern», erklärt Thormann das Engagement.

## DeCONOX: Besuch in der Zukunft

Stetig dreht das heisse, 96 Meter lange horizontale Rohr mit einem Durchmesser von sechs Metern. Mit diesem Drehrohr-Ofen brennt das Unternehmen Schwenk in seinem Werk Allmendingen bei 1450 Grad Celsius den vor Ort abgebauten und gemahlten Kalkstein zu täglich 3100 Tonnen Klinker. Dieser wird später zu Zement verarbeitet. Früher heizte vor allem Braunkohle dem Ofen ein. Heute sind es während längerer Betriebsphasen zu 100 Prozent Ersatzbrennstoffe, rund 520 Tonnen pro Tag. Hauptchargen dabei sind Altfreien, Klärschlamm und Brennstoffe aus Gewerbe- und Siedlungsabfällen.<sup>7</sup>

Grosse Ventilatoren kühlen die Stellen am Metallrohr, wo im Inneren die Schamottierung des Ofens leichten Schaden genommen hat. Deswegen den riesigen Ofen ausser

heim) nördlich von Ulm: «Die Verfügbarkeit der Anlage ist sehr hoch, in den letzten zwei Jahre funktionierte sie zu 100 Prozent einwandfrei. Heute ist SCR Stand der Technik. Wir emittieren damit bereits heute weniger als die zulässigen 200 mg/m<sup>3</sup> Stickoxide», sagt Jürgen Thormann, Mitglied der Schwenk-Geschäftsleitung während des Besuchs von OEKOSKOP.

## Deutsche Zementindustrie zeigt, was sie kann

In den letzten zehn Jahren aber ist in Deutschland bei der Abluftreinigung in Zementwerken viel geschehen. Die Zementindustrie bekundet dort keine Probleme, den ab 2019 geltenden, deutlich gesenkten NO<sub>x</sub>-Grenzwert einzuhalten. Im Gegenteil: Firmen wie Schwenk Zement geben in Sachen Abluftreinigung den Takt an: «Wir wollen die technische Benchmark<sup>3</sup> in der Industrie sein», sagt Eduard Schleicher, Eigentümer von Schwenk im Juni 2016 gegenüber der «Südwest Presse».<sup>4</sup> Jürgen Thormann bestätigt im Gespräch mit OEKOSKOP: «Ja, die technische Führerschaft, auch im Umweltbereich, ist unser Anspruch.» Schwenk erhielt für den Bau der DeCONOX-Anlage in Allmendingen Fördergelder des Innovationsprogramms (UIP) des Deutschen Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB).<sup>5</sup>

**Bundesrat zitiert veraltete Daten** Ganz anders sieht dies der Bundesrat. Obwohl in Deutschland wirksamere Ablufttechniken seit Jahren installiert oder zumindest in Bau sind, behauptet unsere Landesregierung noch immer, es fehle die erprobte Technik, um in der Schweiz den Grenzwert für NO<sub>x</sub> auf das deutsche Niveau von 200 mg/m<sup>3</sup> zu senken. Für die SCR-Technik, die bei Schwenk Zement seit 2010 reibungslos funktioniert, sei zuerst «eine Weiterentwicklung des Verfahrens notwendig». So begründet der Bundesrat im November 2016 seine Absage an eine Motion von Nationalrat Philipp Hadorn (SP SO), welche die Anpassung des Grenzwertes fordert. Peinlich nur: Der Bundesrat stützt sich dabei auf veraltete Angaben zur «Besten-Verfügbaren Technik» der EU von 2008.<sup>1</sup>

Das war schon bei der SCR-Anlage in Mergelstetten so.<sup>6</sup> Die erhebliche Emissionsminderung durch diese Anlage und deren zuverlässiger Betrieb nahm die Bundesregierung zum Anlass, den Emissionsgrenzwert für NO<sub>x</sub> ab 2016 für einen Teil und ab 2019 für alle Zementwerke auf 200 mg/m<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 2013/163/EU

<sup>2</sup> Alexander C. Hanf – STEAG Powitec GmbH (o. J.): High efficiency SNCR mit online 3D-Temperatur-Modellierung, NO<sub>x</sub>-Prognose und intelligenter Regelung, Essen.

<sup>3</sup> Vergleichsmassstab

<sup>4</sup> Zementhersteller mit hohem Technologie-Anspruch, in: Südwest-Presse, 14.6.2017.

<sup>5</sup> <https://www.umweltinnovationsprogramm.de/projekte/neues-projekt-schwenk-zement-kg>

<sup>6</sup> <https://www.umweltinnovationsprogramm.de/projekte/abgeschlossenes-projekt-schwenk-zement-kg>

<sup>7</sup> Zu Ersatzbrennstoffen in Schweizer Zementwerken vgl. OEKOSKOP 2/16.



© OEKOSKOP

Hightech pur: Die Steuerungszentrale des Zementwerks Allmendingen (D) mit Blick auf den Drehrohrofen. Ein Mitarbeiter überwacht alles, auch die Einhaltung der Abgaswerte.

Betrieb zu setzen, kommt nicht in Frage. Ein Abkühlen bedeutet Energieverlust und kann das Material verschleissen. «Das reparieren wir bei der nächsten ordentlichen Revision», sagt Produktionsleiter Jan Althammer, der OEKOSKOP durch das Werk führt. Der Ofen muss drehen, 24 Stunden am Tag, 365 Tage im Jahr, wenn immer möglich ohne Unterbruch. Ausrangierte riesige Rohrteile des Ofens lagern als sogenannte «Hosenträger» auf dem Gelände: Sie könnten behelfsmässig wieder montiert werden. Denn neue Ersatzteile kommen per Schiff aus Asien und haben Lieferfristen von bis zu 18 Monaten.

Am Ende des langen Drehrohrofens steht sie da, die neue, metallglänzende 24 Meter hohe und 70 Meter lange DeCONOX-An-

lage. Doch nicht nur die Bleche des rund 18 Millionen-Euro-Baus blenden, auch Produktionsleiter Althammer strahlt, als er uns die Anlage erklärt. Die DeCONOX-Anlage bildet das Herzstück eines Abgasreinigungskonzepts, das 30 Millionen Euro kostet. Seit Herbst 2016 ist sie in Bau und noch diesen Spätherbst soll sie zusammen mit einer neuartigen Anlage zur Senkung der Quecksilber-Emissionen in Betrieb gehen.

#### Fördergelder für höhere Ziele

«Das BMUB fördert die DeCONOX-Anlage bei Schwenk mit dem Ziel, dadurch u.a. neue Impulse für die Weiterentwicklung des Standes der Technik zur Reduktion von Emissionen organischer Schadstoffe zu erhalten», erläutert Maja Bernicke vom deutschen Umweltbundesamt in Dessau-Rosslau (Sachsen-Anhalt) auf Anfrage. Fazit von OEKOSKOP: So wie damals die effiziente SCR-Technik die Senkung der NO<sub>x</sub>-Grenzwerte bei Zementwerken ermöglichte, dürfte jetzt die DeCONOX-Anlage neue Massstäbe setzen für die Reduktion des

Ausstosses u.a. von problematischen organischen Schadstoffen (vgl. Kasten S. 4). Deshalb werden in Deutschland wohl auch diese Grenzwerte bald sinken.

#### Die Schweiz muss nachziehen

Deutschland baut also bereits an der Zukunft. Derweil ist die Schweiz bei den Umweltstandards für Zementwerke noch nicht einmal in der Gegenwart angekommen. Dabei ist der Bund gemäss Umweltschutzgesetz Art. 11 verpflichtet, den jeweils neuesten Stand der Technik einzufordern – auch bei den Zementproduzenten.<sup>8</sup>

Der Bundesrat muss endlich die technischen Fortschritte anerkennen und die Senkung der Emissionsgrenzwerte nachvollziehen. Die Zementwerke sind frei, welche Ablufttechnik sie verwenden, solange sie damit die verschärften Vorgaben einhalten. Der Nachweis ist jedenfalls längst erbracht, dass es dafür bewährte, zuverlässige und wirtschaftlich tragbare Technologien gibt. ■

Dr. Martin Forter ist Geschäftsleiter der AefU. Stephanie Fuchs ist Redaktorin von OEKOSKOP.

<sup>8</sup> Das Umweltschutzgesetz Art. 11 Absatz 2 verlangt: «Unabhängig von der bestehenden Umweltbelastung sind Emissionen im Rahmen der Vorsorge so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist.»

### Schwenk Zement

Schwenk Zement ist ein Familienunternehmen mit Hauptsitz in Ulm (D). Die Firma betreibt vier Zementwerke in Deutschland. In Ungarn ist sie an zwei und in Bosnien-Herzegowina an einem Zementwerk beteiligt. Seit 2011 betreibt Schwenk ein Werk in Namibia.

# Fehlende Umweltauflagen bei der Zulassung von Antibiotika

Martin Forter, AefU Bereits bei der Antibiotikaproduktion entstehen resistente Superkeime. Bundesrat und Swissmedic müssen die Zulassung von Medikamenten mit Antibiotika dringend an verbindliche Umweltstandards knüpfen.

Die Landwirtschaft und die Humanmedizin als grösste und oft übermässige Verbraucherinnen von Antibiotika gelten als hauptverantwortlich für die Antibiotikaresistenzen. Unbeachtet bleibt in der Regel der Beitrag der Antibiotikaproduktion an die Zunahme multiresistenter Keime. Konkrete Daten über Antibiotika, die bei der Herstellung in die Gewässer gelangen, sind für Produktionsstandorte in Europa und der Schweiz öffentlich kaum verfügbar.

#### Supererreger aus dem Produktionssumpf

Während den letzten zehn Jahren wurde die Antibiotikaproduktion zusehends nach Asien ausgelagert. Ein Zentrum ist die indische Stadt Hyderabad. Dort lassen Pharmakonzerne aus aller Welt Antibiotika-Wirkstoffe in grossen Mengen herstellen. Die Fabriken leiten ihre Abwässer mit den verschiedensten Antibiotika offensichtlich unvollständig gereinigt in die Umwelt ein. Das Erste Deutsche Fernsehen zeigte im Mai 2017 in einem Beitrag, wie sich in den antibiotika- und zudem fäkalienschmutzten Flüssen und Seen Keime zu sogenannten «Supererregern» entwickeln. Sie sind gegen alles resistent, was die heutige Medizin bietet.

#### Billigproduktion gefährdet die Gesundheit weltweit

Christoph Lübbert, Leiter des Fachbereichs Infektions- und Tropenmedizin am Universitätsklinikum Leipzig (D) hat zusammen mit Kollegen im Auftrag der ARD die Gewässer bei Hyderabad untersucht. Sein Fazit im Film ist verheerend: «Solange wir diese Probleme» in Indien «nicht lösen, können wir



© Christoph Lübbert

Produktionsanlage für Generika in einem Industriegebiet der Stadt Hyderabad, Indien. November 2016.

mit den Antibiotika in Deutschland noch so sinnvoll umgehen, wir haben noch immer den Import dieser Problemerreger». Das gilt auch für die Schweiz. Die billige Produktion von Antibiotika, wie sie z.B. in Indien stattfindet, schafft laufend die Krankheitserreger, gegen welche sie gedacht sind. Die Pharmakonzerne spielen ein doppeltes Spiel: Vordergrund brüsten sie sich ihres Einsatzes für die Weltgesundheit. Gleichzeitig tolerieren sie die misslichen Umstände bei der Herstellung ihrer Antibiotika und sind mitverant-

wortlich an der aktuellen Gesundheitskrise. AefU-Präsident Dr. med. Peter Kälin spricht Klartext: «Die Billigproduktion der Pharmafirmen gefährdet die Gesundheit, hier und weltweit.» Damit verschaffen sie sich zudem Wettbewerbsvorteil gegenüber seriösen Produzenten. «Umweltnormen schaffen für alle Antibiotika-Hersteller gleich lange Spiesse», hält Kälin fest.

#### Uneinsichtige Branche?

Der Deutsche Interessenverband «Pro

Generika« meint dazu wenig verantwortungsbewusst: «Die jeweils vor Ort geltenden Umweltauflagen werden von unseren Mitgliedsunternehmen eingehalten und von staatlichen Behörden überwacht.» Um in Deutschland zu produzieren seien «die sehr hohen Investitions- und Produktionskosten» ein grosses Hindernis. Was der Verband nicht erwähnt: Die hohen Investitionskosten in Deutschland – und auch in der Schweiz – entstehen u. a., weil verhindert werden muss, dass Antibiotika z. B. via Abwasser in die Umwelt gelangen.

### Antibiotikastrategie vernachlässigt die Produktion

Die 78-seitige «Strategie Antibiotikaresistenzen Schweiz» (StAR) des Bundes will die Antibiotikaresistenzen bekämpfen (vgl. Beitrag Heim, S. 19). Sie widmet den Produktionsbedingungen von Antibiotika eine

<sup>1</sup> Swissmedic ist das Schweizerische Heilmittelinstitut, es amtiert als Zulassungs- und Kontrollbehörde für Heilmittel in der Schweiz.

<sup>2</sup> Umweltstandards müssen Teil der Zulassung werden, in: Deutsches Ärzteblatt, Nr. 22-23, 5.6.2017, S. A1114.

einzigste Seite. Mit Massnahmen unter dem Titel «Prävention» will der Bund den «Eintrag von Antibiotika, Resistenzgenen und resistenten Bakterien aus Forschungs- und Produktionseinrichtungen in die Umwelt reduzieren». Wie das konkret zu erreichen sei, danach suchen die AefU in der Strategie vergeblich. Die Produktion der Zulieferer im Ausland ist nicht erwähnt.

### Umweltstandards als Zulassungsbedingung

Qualitätsstandards für die Wirkstoffe sind bei der Zulassung von Medikamenten üblich. Die AefU forderten den Bundesrat und Swissmedic<sup>1</sup> im September 2017 schriftlich auf, diese Qualitätsstandards bei den Antibiotika mit verbindlichen Umweltauflagen beim Herstellungsprozess folgendermassen zu ergänzen:

- Die Pharmafirmen, die in der Schweiz Antibiotika-haltige Medikamente verkaufen wollen, müssen gegenüber der Zulassungsbehörde Swissmedic nachweisen, dass bei der Produktion

jedes ihrer Antibiotika kein Wirkstoff via Abwasser, Abluft oder Abfall in die Umwelt gelangt. Nur unter dieser Bedingung darf Swissmedic den Verkauf von Antibiotika zukünftig zulassen.

- Bei jeder Produktionsänderung muss der Nachweis umgehend neu erfolgen.
- Der Nachweis ist auch für bereits zugelassene antibiotische Medikamente innerhalb von zwei Jahren zu erbringen, ansonsten ist dem Produkt die Zulassung zu entziehen.

### Die Politik schaltet sich ein

Der Leipziger Infektiologe Christoph Lübbert, der die Gewässerverschmutzung in Indien untersuchte, befürwortet die Forderung der AefU: «Es wäre sehr wichtig, bei der Zulassung solche Umweltstandards einzuführen.» Entsprechende Anträge an Bundeskanzlerin Angela Merkel beschlossen einstimmig auch die Delegierten am Deutschen Ärztetag im Juni 2017.<sup>2</sup>

Nationalrätin und Gesundheitspolitikerin Bea Heim (SP SO) beschäftigt sich seit Jahren mit Antibiotikaresistenzen. Die erwähnte Strategie des Bundes (StAR) geht u.a. auf ihre politische Arbeit zurück. Auch Heim bestätigt: «Die Antibiotikaproduktion in Asien ist nur vordergründig günstig. De Facto aber werden wir wegen den Superresistenzen einen immensen Preis bezahlen. Darum gilt es schnell zu handeln. Umweltauflagen bei der Antibiotikaproduktion müssen ein zwingendes Kriterium bei der Zulassung werden.» Noch während der Herbstsession 2017 hat sie im Nationalrat einen entsprechenden Vorstoss eingereicht. ■

**Dr. Martin Forter** ist Geschäftsleiter der AefU, Geograf und Altlastenexperte. Er ist auf die Umweltünden insbesondere der schweizerischen chemischen und pharmazeutischen Industrie spezialisiert. [martin.forter@aefu.ch](mailto:martin.forter@aefu.ch)

## Was die Pharmafirmen sagen

OEKOSKOP fragte acht Pharmafirmen, die in der Schweiz Antibiotika verkaufen, wo sie diese herstellen lassen. Denn eine Deklarationspflicht dafür gibt es nicht.

Von den Unternehmen Axapharm, Merck, Streuli und Zoetis war bis Redaktionsschluss trotz telefonischer Nachfrage keine Auskunft zu erhalten.

Bayer, Mepha, Novartis und Hoffmann-La Roche hingegen haben auf die Anfrage reagiert. «90 % unserer antibiotischen Wirkstoffe und Produkte werden an unseren europäischen Standorten in Österreich und Slowenien produziert», teilt Novartis auch im Namen ihrer Generika-Tochter Sandoz mit. Woher der Rest kommt, sagt Novartis nicht. Auch Mepha

schreibt, «über 90 %» der von ihr «in der Schweiz verkauften Antibiotika» würden «aus Europäischen Produktionsstätten» stammen. Über die Herkunft der restlichen 10 Prozent gibt Mepha nichts bekannt.

Roche teilt mit, dass «alle in Europa vertriebenen Antibiotika auch in Europa hergestellt» würden. Woher Roche die Antibiotika für den Rest der Welt bezieht, lässt der Konzern offen. Bayer informiert, ihre Antibiotika für Mensch und Tier würden vor allem in Deutschland hergestellt. Einen kleinen Teil an Zwischenprodukten und fertiger Wirkstoffe beziehe Bayer aber auch vom «globalen Markt, einschliesslich Indien und China».

# Antibiotikaresistenzen im Vormarsch

– in der Schweiz und weltweit

Patrice Nordmann, Fribourg/FR

Multiresistente gramnegative Bakterien bereiten heute die grössten Sorgen. Die Resistenzen gelangen von einer Bakterienart zur andern und vermehrt aus dem ambulanten Bereich in die Spitäler.

Antibiotikaresistenzen sind inzwischen auf internationaler Ebene ein Hauptthema der öffentlichen Gesundheit. Die meisten Gesundheitsinstitute und -institutionen haben dazu Berichte und Aktionspläne erstellt: die «Centers for Disease Control and Prevention» in den USA, der Internationale Währungsfonds, das «Europäische Zentrum für die Prävention und die Kontrolle von Krankheiten» in Stockholm, die Weltgesundheitsorganisation WHO sowie das Bundesamt für Gesundheit BAG in der Schweiz.

### Ursachen der Resistenzen

Die Ursachen für die Entstehung dieser Resistenzen sind vielfältig, unter anderem: die zu breite Anwendung der Antibiotika, die in der globalisierten Welt schnelle Verbreitung der hauptsächlich durch natürliche Fäkalflora übertragenen Resistenzen, das Bevölkerungswachstum, die Alterung der Bevölkerung und damit die Zunahme der potenziell immungeschwächten Patientenzahl in den entwickelten Ländern wie z. B. der Schweiz. Man vermutet, dass in Europa bereits 5–10 % der stationären Patienten eine nosokomiale Infektion entwickeln. Jährlich könnten 25 000 bis 50 000 Todesfälle auf multiresistente Bakterien zurückzuführen sein (hypothetische, nicht verifizierte Zahl).

### Grampositive Bakterien unter Kontrolle

Die grampositiven<sup>1</sup> Bakterien (Staphylokokken, Streptokokken, Pneumokokken, Enterokokken) und die gramnegativen Bakterien wie die Enterobakterien (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter baumannii*) sind noch immer die



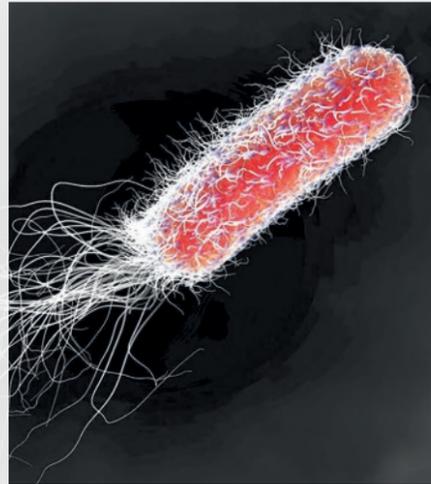
Bakterienkultur des Spitalkeims *Pseudomonas aeruginosa*. Seine Resistenzen nehmen zu.

vorherrschenden Krankheitserreger in der Humanmedizin. Während die Antibiotikaresistenzen beim Tuberkulose-Erreger (*Mycobacterium tuberculosis*) in Afrika und besonders in Asien ein Problem darstellen, sind sie in der Schweiz komplett unter Kontrolle. Unter den grampositiven Bakterien zeigen die gegen Methicillin resistenten Staphylokokken (MRSA) eine Co-Resistenz gegenüber vielen Antibiotikafamilien (z. B. Fluorchinolone und Aminoglykoside). Aus nur teilweise bekannten Gründen

(z. B. Früherkennung der MRSA-Stämme, Isolierung der Patienten, Dekontamination der Träger) nimmt die Prävalenz<sup>2</sup> dieser MRSA-Stämme in den meisten europäischen Ländern ab, auch in der Schweiz. Bei den Streptokokken sind die Resistenzen

<sup>1</sup> Grampositive Bakterien (z. B. Streptokokken, Enterokokken, Staphylokokken, Listerien) unterscheiden sich im Aufbau ihrer Zellwände von gramnegativen (z. B. Enterobakterien, *Pseudomonas*, Legionellen), (Wikipedia).

<sup>2</sup> Prävalenz bezeichnet die Häufigkeit einer Krankheit in einer Bevölkerung zu einem bestimmten Zeitpunkt.



Gramnegatives Bakterium (Spitalkeim *Pseudomonas aeruginosa*), isoliert. © fotolia

immer noch stabil. Bei den Pneumokokken lässt sich die sinkende Prävalenz der Penicillin-Resistenz vielleicht auf die vermehrten Impfungen zurückführen. Die wichtigen Resistenzen bei den Enterokokken sind die den Glykopeptiden transferierbaren Resistenzen (Vancomycin, Teicoplanin). In der Schweiz sind sie in Form von epidemischen Ausbrüchen in Krankenhäusern zu beobachten und sind dort noch kein echtes Problem für die öffentliche Gesundheit. Zusammenfassend lässt sich sagen: Die Antibiotikaresistenzen bei den grampositiven Bakterien sind weltweit weitgehend unter Kontrolle. Dies unter anderem dank der Entwicklung neuer Antibiotika.

### Gramnegative Bakterien ausser Rand und Band

Die neu entstehenden Antibiotikaresistenzen konzentrieren sich heute auf die gramnegativen Bakterien. Enterobakterien sind nach wie vor die Hauptverursacher sowohl von ambulant<sup>3</sup> als auch im Spital erworbenen Infektionen.

Gewisse dieser Resistenzmerkmale von zu Hause erworbenen Erregern übertragen

sich nun in Krankenhäuser. Die bei grampositiven Keimen vor der Jahrtausendwende beobachteten Resistenzen blieben hingegen aufs Spitalmilieu begrenzt. Bei den Enterobakterien bemerkt man eine stets zunehmende Prävalenz der Resistenz gegen Fluorchinolone-, die nichts aufzuhalten scheint. Unter den häufigsten Resistenzmerkmalen fungieren die Beta-Lactamasen mit erweitertem Wirkspektrum (ESBL). Diese Enzyme verleihen eine Resistenz gegenüber praktisch allen Beta-Lactam-Antibiotika, ausser gegen Carbapeneme<sup>4</sup>. Die Enzyme verfügen über einen Plasmidträger und sind also leicht von einem Enterobakterienstamm zu einem anderen übertragbar. Diese Stämme zeigen oft auch eine Co-Resistenz gegenüber manchen Aminoglyko-

siden und den Fluorchinolonen. Diese ESBL, unter welchen die CTX-M die häufigsten sind, sind in den Jahren 2000 in der Bevölkerung weltweit fast gleichzeitig aufgetreten. Derzeit variiert die Prävalenz der ambulant erworbenen *E. coli*, die eine ESBL zeigen, zwischen 5–10 % beispielsweise in der Schweiz und 60 % in Südostasien. Diese Prävalenz nimmt stetig zu und scheint unumkehrbar zu sein. Die ESBL-Gene entstehen ambulant bei den *E. coli* und übertragen sich auf andere Bakterienarten, unter anderem auf das Stäbchenbakterium *Klebsiella pneumoniae*, das die Ursache von vielfältigen Krankenhausepidemien ist.

### Beta-Lactam-Antibiotika wirkungslos

Die Carbapenemase (bakterielle Enzyme) und die durch sie verursachte Resistenz gegenüber Carbapenemen, sind die am weitesten entwickelten Resistenzen gegen Beta-Lactam-Antibiotika. Diese Enzyme (KPC, OXA-48, VIM, NDM, IMP) übertragen eine Resistenz gegen praktisch alle Beta-Lactame in Bakterienstämmen, die äusserst resistent gegen sehr viele Antibiotikafamilien

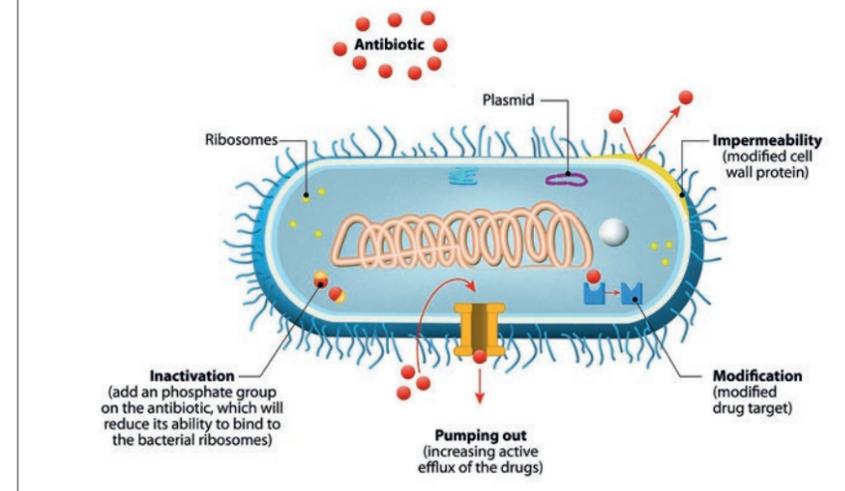
sind. Ihre Verbreitung reicht über die ganze Welt mit ein paar geographischen Besonderheiten. Während die Enzyme der Art KPC vor allem beim Stäbchenbakterium *K. pneumoniae* in Krankenhäusern identifiziert werden, sind die Stämme, welche die Enzyme OXA-48 und in gewisser Masse NDM aufweisen, sehr oft ambulant zu beobachten. In der Schweiz werden zunehmend Bakterienstämme isoliert, die Carbapenemase zeigen, die Prävalenz bleibt aber deutlich unter dem Vorkommen in den Nachbarländern Frankreich und Italien.

### Resistenzen gegen letzte Hoffnung

Viele Enterobakterien-Stämme und insbesondere fast die Hälfte der Stämme, die eine Carbapenemase der Art NDM erzeugen, produzieren auch besondere Enzyme, die 16S rRNA Methylasen. Diese verändern die Andockstelle bei den Bakterien für Aminoglykosid-Antibiotika und verleihen so eine Resistenz gegenüber allen in Kliniken benutzten Hauptaminoglykosiden.

Die Verbreitung der Bakterienstämme, die Carbapenemase exprimieren, kann zur Verwendung von Polymyxinen (Colistin) führen, die meist als Antibiotika der letzten Hoffnung zur Anwendung kommen. (Stabile) Chromosomen-Resistenzen gegen Polymyxine wurden insbesondere beim Bakterium *K. pneumoniae* beschrieben. Soeben wurden auch übertragbare Resistenzgene (MCR) identifiziert, zuerst in China insbesondere bei *E. coli* tierischen Ursprungs und aus der Umwelt, sowie in geringerem Masse auch in menschlichen Bakterienstämmen. Der Ursprung dieser neuen Resistenzmarker ist das Bakterium *Moraxella spp.* Ihre Entdeckung zuerst beim Tier ist weitgehend der Tatsache geschuldet, dass Polymyxine in der Nutztierhaltung als Wachstumsförderer oder zur vorsorglichen Behandlung eingesetzt werden. Dies entspricht einem der seltenen Beispiele für einen Resistenztransfer vom Tier zum Menschen.

## MECHANISMS OF ANTIMICROBIAL RESISTANCE



Mechanismen der Antibiotikaresistenz. Die Tricks der Bakterien (im Uhrzeigersinn): undurchlässige Zellwand, Veränderung der Andockstelle (Antibiotikum «passt» nicht mehr), Pumpsystem (wirft Antibiotikum aus der Zelle), Inaktivierung des Antibiotikums. © fotolia

### Vielfältig multiresistent

Die Resistenz beim Bakterium *Neisseria meningitidis* (Meningokokken) verursacht noch keine klinischen Probleme. Hingegen nimmt die Resistenz bei *Neisseria gonorrhoeae* (Gonokokken) stark zu, insbesondere verbunden mit der Resistenz gegen Fluorchinolone vor allem in Europa (die Schweiz eingeschlossen).

*Pseudomonas aeruginosa* (s. Fotos) und *Acinetobacter baumannii* sind Bakterienarten, die hauptsächlich in Krankenhäusern zu finden sind und deren Resistenzen ebenfalls zunehmen. Es handelt sich um Multiresistenzen, wobei in erster Linie die Resistenz gegen die Carbapeneme gewisse Gemeinsamkeiten hat mit denen, die bei den Enterobakterien festgestellt wurden.

### Massnahmen auf allen Ebenen

Um Entstehen und Verbreitung dieser neuen Resistenzen zu überwachen, sind gleichzeitig mehrere Massnahmen erforderlich. Es sind Überwachungssysteme zur Resistenzen-Prävalenz auf internationaler Ebene einzurichten, es braucht schnelle Diagnosetechniken sowie die Entwicklung neuer Antibiotika oder nicht-antibiotischer Therapien sowie die Förderung der Hygiene und des Managements von Spitalin-

fektionen, die auf multiresistente Bakterien zurückzuführen sind. Schnelle Diagnostikstechniken stehen inzwischen für Bakterienstämme zur Verfügung, die eine ESBL oder eine Carbapenemase exprimieren oder die resistent sind gegen Polymyxine. Neue Antibiotika – insbesondere die neuen Kombinationen Ceftazidim/Avibactam und Cefotolozane/Tazobactam – werden in naher Zukunft im Zentrum des Interesses stehen für die Behandlung zahlreicher Infektionen, die ESBL oder gewisse Carbapenemase aufweisen. ■

Übersetzung: Caroline Maréchal-Guellec

**Prof. Dr. med. Patrice Nordmann** ist seit 2013 Inhaber des Lehrstuhls für medizinische und molekulare Mikrobiologie am Departement für Medizin der Universität Fribourg, wo er das nationale Referenzzentrum «Emerging Antibiotic Resistance Unit» zur Erforschung der Antibiotikaresistenz aufgebaut hat. Zum gleichen Zweck gründete Nordmann den einzigen Ableger des INSERM in der Schweiz (Institut National de la Santé Et de la Recherche Médicale). Für die Diagnosetechnik im Bereich der medizinischen Mikrobiologie entwickelte Nordmann zahlreiche patentierte Produkte. [patrice.nordmann@unifr.ch](mailto:patrice.nordmann@unifr.ch), [www.unifr.ch/microbiology/de](http://www.unifr.ch/microbiology/de)

## Referenzen

Boucher H.W., Talbot G.H., Bradley J.S., et al. (2009). Bad Bugs, No Drugs: No ESKAPE! An update from the Infectious Diseases Society of America. *Clin Infect Dis* 48:1-12. doi: 10.1086/595011.

Coque T.M., Baquero F., Canton R. (2008). Increasing prevalence of ESBL-producing Enterobacteriaceae in Europe. *Euro Surveill*. 2008 ;13(47):pii=9044.

Decusser J.W., Poirel L., Nordmann P. (2017). Recent advances in biochemical and molecular diagnostics for the rapid detection of antibiotic-resistant Enterobacteriaceae: a focus on  $\beta$ -lactam resistance. *Expert Rev Mol Diagn*. 2017 17:327-350.

Doi Y., Arakawa Y. (2016). Aminoglycoside resistance: the emergence of acquired 16S ribosomal RNA methyltransferases: emerging resistance mechanism against aminoglycosides. *Infect Dis Clin North Am*. 30:523-537.

Jayol L., Poirel L., Dortet L., Nordmann P. (2016). National survey of colistin resistance among carbapenemase-producing Enterobacteriaceae and outbreak caused by colistin-resistant OXA-48 producing *Klebsiella pneumoniae*, France. 2014. *Euro Surveill* Sep 15;21(37). doi: 10.2807/1560-7917.

Poirel L., Jayol A., Nordmann P. (2017). Polymyxins: antibacterial activity, susceptibility testing, and resistance mechanisms encoded by plasmids or chromosomes. *Clin Microbiol Rev* 30:557-596. doi: 10.1128/CMR.00064-16.

Nordmann P., Jayol A., Poirel L. (2016). Rapid detection of polymyxin resistance in Enterobacteriaceae. *Emerg Infect Dis*. 22:1031-1036.

Nordmann P., Poirel L. (2014). The difficult-to-control spread of carbapenemase producers among Enterobacteriaceae worldwide. *Clin Microbiol Infect*. 2014 Sep;20(9):821-30.

Nordmann P., Dortet L., Poirel L. (2012). Rapid detection of

extended-spectrum beta-lactamase-producing Enterobacteriaceae. *J Clin Microbiol*. 50:3016-3022.

Nordmann P., Poirel L., Dortet L. (2012). Rapid detection of carbapenemase-producing Enterobacteriaceae. *Emerg Infect Dis*. 18:1503-1507.

Poirel L., Nordmann P. (2015). Rapidec Carba NP test for rapid detection of carbapenemase producers. *J Clin Microbiol*. 53:3003-3008.

Pitout J.D., Nordmann P., Poirel L. (2015). Carbapenemase-producing *Klebsiella pneumoniae*, a key pathogen set for global nosocomial dominance. *Antimicrob Agents Chemother*. 59:5873-84.

Potron A., Poirel L., Nordmann P. (2015). Emerging broad-spectrum resistance in *Pseudomonas aeruginosa* and *Acinetobacter baumannii*: Mechanisms and epidemiology. *Int J Antimicrob Agents*. 45:568-85.

<sup>3</sup> Im Alltag, zu Hause erworben

<sup>4</sup> Imipenem, Ertapenem, Meropenem, Beta-Lactamen mit breiterem Wirkspektrum

# Multiresistente Stallkeime

## aus der Nutztierhaltung

Hans Maurer, Zürich Im Stall werden grosse Mengen Antibiotika aus der Humanmedizin eingesetzt. Das züchtet multiresistente Keime heran, die auch zum Menschen gelangen. Der Gesetzesvollzug vernachlässigt das Problem sträflich.

Weltweit produziert die chemische Industrie pro Jahr 100 000 Tonnen Antibiotika. Davon werden 63 000 Tonnen an Nutztiere (inklusive Lachs und Shrimps) verfüttert oder gespritzt. Zwei Drittel der bei Nutztieren eingesetzten Wirkstoffe finden auch beim Menschen Anwendung. Die drei Klassen mit der grössten Einsatzmenge bei Tieren (Penicilline, Tetracycline und Sulfonamide) sind gemäss Weltgesundheitsorganisation WHO von entscheidender Bedeutung für die Humanmedizin.<sup>1</sup> Schon diese Fakten zeigen: Beim Thema Antibiotikaresistenz ist die Nutztierhaltung wichtiger Teil des Problems.

### Überlebenskünstler Bakterium

Bakterien lassen sich nicht unterkriegen. Sie sind die ältesten Organismen der Erde. Sie überlebten alle zehn Massenaussterben der Erdgeschichte.<sup>2</sup> Unter Milliarden von Bakterien muss nur eines einen Antibiotika-Angriff überleben, um einen resistenten Stamm zu bilden. Resistenzmechanismen können auch in Plasmiden entstehen, die im ganzen



Viele Antibiotika finden sowohl in der Human- wie in der Tiermedizin Anwendung. © Stiftung Warentest

Bakterienbestand rasch austauschbar sind (horizontaler Gentransfer).<sup>3</sup> Wir Menschen werden die Bakterien nicht besiegen, höchstens im Zaum halten können. Allerdings nicht mit der heutigen Massentierhaltung,

weil diese nur unter massivem Einsatz von Antibiotika betrieben werden kann.

### Wie kommen multiresistente Keime in den Stall?

Multiresistente Keime (MRK) können im Stall neu entstehen, wenn der Bauer seinen Tierbestand mit Antibiotika behandelt. Sie können ausserdem vom Bauern oder den Angestellten in den Stall verschleppt werden. MRK gelangen auch über gekaufte Jungtiere in den Stall. Sind sie einmal dort, tragen bald alle Tiere den Keim. Bei den Hühnern soll der Zukauf von Küken der häufigste Übertragungsweg sein. In der Schweiz ist die «arbeitsteilige Schweineproduktion» verbreitet. Es gibt spezialisierte Ferkelproduktionsbetriebe. Die Ferkel werden an eine Vielzahl von Bauern verkauft. Sind die Jungtiere mit

Vegetarischer Burger. Der Verzicht auf Massentierhaltung zur Billigfleischproduktion ist die Voraussetzung, um die Gefahren durch resistente Stallkeime zu bannen.

© pixabay

MRK befallen, werden die Keime mit den Schweinen über das Land verteilt. Diese Organisation der Tierproduktion treibt die Resistenzspirale effizient an.

### Wie kommen MRK aus dem Stall zum Mensch?

**Über die Abluft:** Ist ein Tierbestand von MRK befallen, gelangen die Keime auch in die Luft, beispielsweise, wenn Hühner am Boden scharren oder wenn ein Schwein niest. Aus offenen Ställen gelangen die Bakterien ohne weiteres in die Umwelt. Bei geschlossenen Ställen werden sie über die Abluftanlage in die Umwelt ausgestossen.

Wissenschaftler in Texas haben festgestellt, dass die Abluft einer Rinderherde in Windrichtung viel mehr MRK enthält, als entgegen der Windrichtung.<sup>4</sup> Letzten Dezember berichtete die «New York Times», dass im Smog von Peking MRK vorkommen.<sup>5</sup> Die Herkunft war unbekannt. Möglicherweise stammten die MRK aus Tierhaltungen.

**Über Mist und Gülle:** In der Schweiz findet eine gigantische Umverteilung von Gülle und Mist statt (sogenannter «Gülletourismus»). Hunderte von Betrieben mit Massentierhaltung haben zu viel Gülle, die sie nicht auf ihre bereits überdüngten Wiesen und Äcker sprühen dürfen. Sie übergeben den braunen Saft einem Transporteur, der ihn dahin fährt, wo es noch etwas leiden mag. Teilweise wird Hühnermist bis nach Norddeutschland gekarrt.<sup>6</sup> So werden die MRK weit über das ganze Land und die Landesgrenze hinaus verteilt. Das ist ein ökologischer und wirtschaftlicher Unsinn, der nur dank Grenzschutz und Subventionen möglich ist. Von Wiese und Acker gelangen die Bakterien in das Grundwasser oder in den nächsten Bach, ein weiterer wichtiger Verbreitungsweg für die Keime.

Über Rückstände in Mist und Gülle gelangen 75 bis 90 % der an Tiere verabreichten Antibiotika in den Boden und in Gewässer.<sup>7</sup> Dort fördern sie zusätzlich die Entstehung von MRK. Studien belegen einen starken

<sup>1</sup> Center for Disease Dynamics, Economics & Policy, State of the World's Antibiotics, Washington, D.C., 2015, S. 39 ([https://cddep.org/sites/default/files/swa\\_2015\\_final.pdf](https://cddep.org/sites/default/files/swa_2015_final.pdf)).

<sup>2</sup> <https://de.wikipedia.org/wiki/Massenaussterben>

<sup>3</sup> So etwa der Resistenzmechanismus (MCR-1) gegen Colistin. BLV, Bericht über den Vertrieb von Antibiotika in der Veterinärmedizin und das Antibiotikaresistenzmonitoring bei Nutztieren in der Schweiz (ARCH-Vet), Kurzversion, 2015, S. 3 (<https://www.blv.admin.ch/dam/.../arch-vet-kurzversion.../arch-vet-kurzversion.pdf>).

<sup>4</sup> Environmental Health Perspectives, Antibiotics, Bacteria, and Antibiotic Resistance Genes: Aerial Transport from Cattle Feed Yards via Particulate Matter, volume 123 | number 4 | April 2015.

<sup>5</sup> New York Times vom 2. Dezember 2016: Fear, Then Skepticism, Over Antibiotic-Resistant Genes in Beijing Smog.

<sup>6</sup> Von den 23 Mio. Tonnen Gülle, die in der Schweiz pro Jahr anfallen, werden 10% im Inland und teils sogar bis Norddeutschland umverteilt (<https://www.srf.ch/news/schweiz/gigantische-umverteilung-von-guelle-und-mist>).

<sup>7</sup> Vgl. Fussnote 1, S. 45

<sup>8</sup> <https://de.wikipedia.org/wiki/Antibiotikum>

<sup>9</sup> Bayerischer Rundfunk, Landwirte durch multiresistente Keime belastet, Sendung vom 17. März 2016, 22:18 Uhr, BR Fernsehen.

<sup>10</sup> <http://www.radiobremen.de/politik/dossiers/krankenhauskeime/wissenschaftlerforderung100.html>

<sup>11</sup> Vgl. Fussnote 3, S. 2

<sup>12</sup> <http://phenomena.nationalgeographic.com/2015/12/14/adufa-2014/>





Für die Lebensmittelindustrie: zusammengepferchte Eierproduzentinnen in sogenannter Bodenhaltung. Je enger die Tiere leben, umso mehr Antibiotika werden nötig. © shutterstock

Anstieg von MRK in der Umwelt. Der Weg zurück zum Menschen ist nah, beispielsweise über verunreinigtes Bade- oder Trinkwasser.<sup>8</sup>

**Über Tierprodukte:** Rohes Fleisch kann MRK enthalten. Durch den weltweiten Fleischhandel gelangen die Keime überall hin.

**Über das Stallpersonal:** Bauern und weitere Personen, die sich im Stall aufhalten, tragen einen stark erhöhten Anteil an MRK.<sup>9</sup> Wird in den Niederlanden ein Bauer wegen eines Notfalls ins Spital eingeliefert, muss er zuerst in die Quarantäne. Die Massnahme ist teuer, führte aber dazu, dass der Anteil

von MRK in niederländischen Spitälern viel tiefer liegt als etwa in Deutschland.<sup>10</sup>

#### Aktuelle Situation

Seit 2008 sank in der Schweiz die Menge der verkauften Antibiotika in der Tiermedizin um 40 % auf 42 000 Kilogramm pro Jahr. Das ist positiv, aber noch immer zu viel. Unverändert blieb die Reihenfolge der verkauften Wirkstoffklassen: An erster Stelle stehen die Sulfonamide, gefolgt von Penicillinen und Tetracyclinen.<sup>11</sup>

Die Schweiz ist mit ihren jährlich 42 Tonnen Antibiotika, die in der Tiermedizin abgegeben werden, ein kleiner Fisch. Wie

erwähnt fließen weltweit über 63 000 Tonnen in die Massentierhaltung (Stand 2010). Mehr als die Hälfte davon wird nicht für die Bekämpfung von Krankheiten eingesetzt, sondern als Wachstumsförderer und zur Prävention (Bsp. USA: 71%<sup>12</sup>). Pro Kilogramm produziertem Nutztier werden 50 bis 160 mg Antibiotika eingesetzt. Bis zum Jahr 2030 ist wegen zunehmender Massentierhaltungen (v. a. in den Schwellenländern) mit einer Verbrauchszunahme auf 106 000 Tonnen Antibiotika in der Tierhaltung zu rechnen.<sup>13</sup> Es liegt angesichts dieser Prognosen auf der Hand, dass die Antibiotikaresistenzen weiterhin progressiv zunehmen.

<sup>13</sup> Zum Ganzen: Thomas P. Van Boeckel et al, Global trends in antimicrobial use in food animals, in: Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, vol. 112 no. 18, Mai 2015, S. 5649 (<http://www.pnas.org/content/112/18/5649.abstract>).

<sup>14</sup> Vgl. etwa: WHO (2012). The evolving threat of antimicrobial resistance – Options for action ([http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44812/1/9789241503181\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44812/1/9789241503181_eng.pdf)); Bundesrat, Strategie Antibiotikaresistenzen Schweiz (<https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/themen/mensch-gesundheit/uebertragbare-krankheiten/antibiotikaresistenzen.html>).

<sup>15</sup> Vgl. Art. 11 Anhang 5 Tierarzneimittelverordnung, TAMV.

<sup>16</sup> Art. 7 Abs. 3 USG: «Luftverunreinigungen sind Veränderungen des natürlichen Zustandes der Luft, namentlich durch Rauch, Russ, Staub, Gase, Aerosole, Dämpfe, Geruch oder Abwärme.»

<sup>17</sup> Art. 4 Bst. d GSchG: «Verunreinigung: Nachteilige physikalische, chemische oder biologische Veränderung des Wassers»

<sup>18</sup> Z. B. beträgt in Schweinegülle die Halbwertszeit für Tetrazyklin 45 bis 105 Tage (Umweltbundesamt, Verhalten von Tetrazyklinen und anderen Veterinärantibiotika in Wirtschaftsdünger und Boden, Berlin 2004, S. 109).

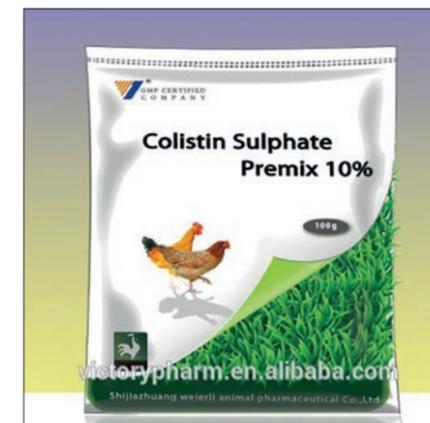
<sup>19</sup> New York Times, 13. Januar 2017: The «Impossible» Veggie Burger: A Tech Industry Answer to the Big Mac.

<sup>20</sup> Alibaba.com ist eine Handels- und Kommunikationsplattform für Unternehmen mit Sitz in Hangzhou (China).

<sup>21</sup> Colistin ist ein Reserveantibiotikum bei Infektionen mit multiresistenten gramnegativen Stäbchen (flexi-con.doccheck.com).

#### Gesetzliche Umsetzung bislang mager:

- Seit 1999 ist die Verabreichung von Antibiotika zur Leistungsförderung (d.h. für ein schnelleres Wachstum des Tieres) verboten.
- Antibiotika müssen vom Tierarzt verschrieben werden.
- Seit 1. April 2016 darf der Tierarzt dem Tierhalter weder kritische Antibiotika, noch solche zur prophylaktischen Anwendung auf Vorrat abgeben.<sup>15</sup>



Antibiotika-Werbung auf alibaba.com, der chinesischen Handels- und Kommunikationsplattform für Unternehmen. Hier ist z. B. das Reserveantibiotikum Colistin ohne «lästige» Warnung vor übertragbaren Resistenzmechanismen erhältlich.

#### Pflasterlipolitik ohne Lösungen

Das Problem der Antibiotikaresistenz ist völlig anders gelagert, als andere Umweltprobleme. Lärm ist nach dem Eintritt von Schallwellen vorbei; Altlasten im Boden kann man ausbuddeln. Aber MRK aus der Umwelt zu entfernen, ist praktisch unmöglich.

Leider hält die gesamte Umwelt-, Lebensmittel-, Tiermedizin- und weitere Gesetzgebung keine taugliche Lösung für das wachsende Problem der Antibiotikaresistenz bereit. Sie erschöpft sich in «Pflasterlipolitik». Gleich verhält es sich mit dem Rest der Welt. Für die Massenproduktion von tierischen Lebensmitteln wird im Wesentlichen nur ein «vernünftiger Umgang» mit Antibiotika gefordert. Die Antibiotikastrategie STAR des Bundesrates sieht dafür «Handlungsbedarf» in acht Bereichen.<sup>14</sup>

Doch die derzeit verfolgten Strategien vermögen bloss die Bildung neuer Antibiotikaresistenzen zu verlangsamen. Die Lösung des Problems wird wie bei vielen anderen Themen (z.B. Entsorgung nuklearer Abfälle) den nächsten Generationen überlassen.

#### Antibiotika und MRK im Umweltrecht

Art. 1 des Umweltschutzgesetzes (USG; SR 814.0) lautet:

«<sup>1</sup> Dieses Gesetz soll Menschen, Tiere und Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften und Lebensräume gegen schädliche oder lästige Einwirkungen schützen sowie die natürlichen Lebensgrundlagen, insbesondere die biologische Vielfalt und die Fruchtbarkeit des Bodens, dauerhaft erhalten.

<sup>2</sup> Im Sinne der Vorsorge sind Einwirkungen, die schädlich oder lästig werden könnten, frühzeitig zu begrenzen.»

Sowohl Antibiotikarückstände wie auch MRK, die mit Mist und Gülle in die Umwelt ausgebracht werden, gelten als schädliche Einwirkungen, die im Sinne der Vorsorge frühzeitig zu begrenzen sind.

MRK in der Luft bilden Luftverunreinigungen, auch wenn die Standarddefinition des USG sie nicht ausdrücklich erwähnt.<sup>16</sup> Desgleichen bilden Antibiotikarückstände und MRK im Wasser von Bächen, Flüssen und Seen sowie im Grundwasser Verunreinigungen im Sinne des Gewässerschutzgesetzes (GSchG; SR 814.20).<sup>17</sup> Tatsächlich wird aber im Vollzug von USG und GSchG – etwa bei der Bewilligung von neuen Tierhaltungsanlagen oder bei der (kaum existenten) Überwachung der Gülleausbringung – das Thema Antibiotikarückstände und MRK schlicht vernachlässigt.

Immerhin könnte man mit technischen Massnahmen (Erhitzung von Mist, UV-Bestrahlung von Luft) erreichen, dass in der Gülle, im Mist und in der Abluft kaum mehr MRK enthalten sind. Wird Mist und Gülle während einer Mindestdauer gelagert, baut sich ein Teil der Antibiotika ab.<sup>18</sup> Daran wagt bislang aber kaum jemand zu denken, weil die Produktion von Fleisch und Milch dann etwas teurer würde. In der Schweiz sind Franken an jährlichen Direktzahlungen an die Landwirtschaft erheblich teurer als im Ausland, was die Behörden unter enormen Druck setzt.

Das Umweltrecht steht bei MRK und Antibiotika noch völlig am Anfang.

#### Das Wichtigste zum Schluss

Bei den Resistenz-Gefahren aus der Massentierhaltung geht es nicht nur um Wohlbefin-

den, sondern um Krankheit und Tod. Trotzdem ist die einzige wirksame Massnahme bislang kaum ein Thema. Sie besteht darin, dass sich die Menschheit viel weniger von Fleisch, Milch und Eiern ernährt, damit die Massentierhaltung zurückgeht. Die tierischen Inhaltsstoffe wie Proteine oder Fette lassen sich problemlos durch pflanzliche Nahrung ersetzen. Gesundheitliche und ökologische Gründe sprechen ebenfalls dafür. Eine solche Lösung stösst allerdings auf den Widerstand eines ganzen Wirtschaftszweiges, vieler Konsumenten und nicht zuletzt des Bundes. Das Umweltrecht hilft uns kaum, weil der politische Wille zu starken Veränderungen fehlt.

Ob wir es wollen oder nicht, werden uns aber die vielen, über Antibiotika hinaus bestehenden Probleme der Massentierhaltung und die technische Entwicklung genau dahin führen. Es gibt beispielsweise bereits «Rindshamburger» aus Erbsenprotein und Häm als geschmacksprägender Zutat (vgl. Foto).<sup>19</sup> Das ist erst der Anfang. In wenigen Jahren werden sich «Fleisch» oder «Milch» aus Pflanzenrohstoffen kaum noch vom Original unterscheiden. ■

**Dr. iur. et dipl. chem. Hans Maurer** ist Chemiker und promovierter Jurist mit eigener Kanzlei in Zürich. Er ist seit vielen Jahren in den Rechtsgebieten Umweltschutz, Naturschutz und Landwirtschaft tätig. Maurer ist mit einer Ärztin verheiratet und sensibilisiert für medizinische Fragestellungen.  
h.maurer@mst-law.ch  
mst-law.ch

# Die Wiederentdeckung der Bakteriophagen

## – ein vielversprechender Therapieansatz

Yok-Ai Que, Bern Phagen lassen sich spezifisch gegen schädliche Bakterien einsetzen, ohne dass die guten Schaden nehmen. Springen die Phagen – einst durch die nun erlahmten Antibiotika verdrängt – für diese in die Bresche?

Die Antibiotika sind unverzichtbare Moleküle, um die bakteriellen Infektionen zu behandeln. Seit dem zweiten Weltkrieg hat ihre breite Anwendung nicht nur in der Human- und Tiermedizin, sondern auch in der Lebensmittelindustrie, die Entstehung und die Verbreitung von immer resistenten Keimen begünstigt. Dagegen wirkt manchmal gar keine Behandlung mehr.<sup>1</sup> Die amerikanische wissenschaftliche Gesellschaft für Infektionskrankheiten hat die Bakterien der Gattungen *Enterococcus faecium*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa* und *Enterobacter spp.* (abgekürzt mit dem Akronym ESKAPE) als die am besorgniserregendsten Bakterien identifiziert.<sup>2</sup> Diese Keime sind derzeit hauptsächlich eine Herausforderung für die Krankenhäuser. Jedoch ist ihre Verbreitung in der Bevölkerung, welche man in der Vergangenheit schon für die Methicillin-resistenten Staphylokokken (MRSA) beobachten konnte, früher oder später unausweichlich und könnte eine grosse Herausforderung für die öffentliche Gesundheit werden.

### Pharmafirmen ohne Engagement

Parallel dazu haben die grossen Pharmakonzerne mit Blick auf den kurzfristigen wirtschaftlichen Gewinn kaum mehr in die antibakterielle Forschung investiert. Direkte Folge davon ist, dass die Entdeckung und das Inverkehrbringen neuer antimikrobieller Mittel im Laufe der letzten fünf Jahre drastisch zurückgingen. Dieser Rückgang wird noch verstärkt durch die Komplexität der Gesetzgebung und die steigenden Ansprüche an die Sicherheit, welche die Regulierungsbehörden bei der Zulassung



Bakteriophagen (oben) sind Viren und die natürlichen Feinde der Bakterien. Artwork.

© amirizifStock

von Arzneimittel stellen. Innovative und neuartige Lösungen könnten der Verbreitung multiresistenter Bakterien begegnen, wogegen zurzeit leider keine der verfügbaren Behandlungen wirkt.

### Gefahr erkannt

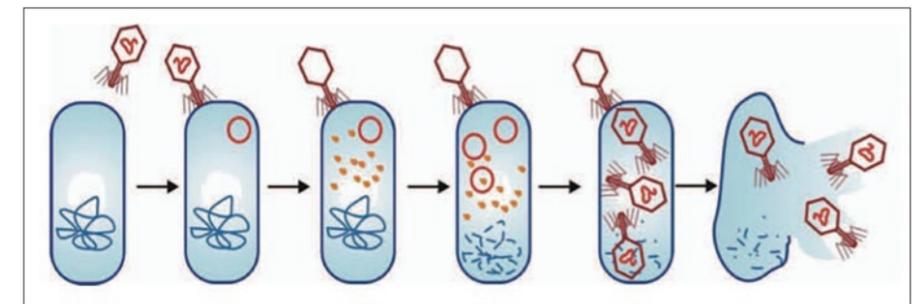
Die Regierungen der westlichen Länder sind sich der Gefahr durch die Verbreitung unheilbarer Bakterien bewusst. Sie haben bereits weitreichende Überlegungen angestellt, neue Strategien verfolgt und sie unterstützen Aktionspläne, um dieses wichtige Problem zu bekämpfen. Die meisten der angestrebten Lösungen sind multimodal. Sie kombinieren (1) eine intensivere mikrobiologische Überwachung durch die zentrale Sammlung der Resistenzdaten, (2) eine verstärkte Kontrolle der Antibiotikaanwendung in der Human- und Tiermedizin sowie in der Lebensmittelindustrie und (3) die Weiterentwicklung der Grundlagen- und der klinischen Forschung mittels koordinierter Programme und öffentlich-privater Partnerschaften.

### Viren gegen Bakterien

Unter den in den letzten Jahren diskutierten Optionen scheint die Therapie mit Bakteriophagen (Viren, oft als Phagen abgekürzt) eine zunehmend bestechende Antwort auf die Präsenz von panresistenten Bakterienstämmen zu sein.<sup>3</sup> Tatsächlich könnte der Einsatz von Phagen, diesen natürlichen Feinden der Bakterien, bei der Behandlung problematischer Infektionen eine Ergänzung zu den Antibiotika sein, deren Wirksamkeit sich erschöpft.

### Die Anfänge der Phagentherapie

Kurz nach ihrer Entdeckung Anfangs des 20. Jahrhunderts durch Frederick Twort (1915) und Félix d'Hérelle (1917), werden die Phagen bereits benutzt, um bakterielle Infektionen zu behandeln. Damals waren Antibiotika noch unbekannt. 1919 ist Félix d'Hérelle der erste, der diese Bakterienpa-



Therapeutische Anwendung von Phagen (braun) mit lytischem Zyklus als antibakterielle Mittel. Nach der Vermehrung der Phagen wird das Bakterium (blau) aufgelöst und es kommt zu seinem Tod.

© D. De Vos

rasiten mit Erfolg einsetzt, um in Paris fünf Kinder zu behandeln, die stationär an der Dysenterie leiden. Trotz der Polemik betreffend die genaue Art des antibakteriellen Therapeutikums, setzt sich die Phagentherapie schnell als einziges verfügbares Mittel zur Behandlung einer grossen Anzahl bakterieller Infektionen durch. Auf Veranlassung von George Eliava, einem Georgier, der Félix d'Hérelle im Institut Pasteur Paris begegnete, wurde 1923 das Institut für Bakteriophagen in Tbilisi (ehem. Tiflis, Georgien) gegründet. Dieses «Institut George Eliava für Bakteriophagen, Mikrobiologie und Virologie» existiert noch immer und behandelt aktuell pro Jahr um die tausend Patienten mit antibakteriellen Präparaten aus Phagen.

Interessanterweise wurden im Kantonsspital Lausanne bereits in den 1940er-Jahren Patienten mit Staphylokokken-Infektionen erfolgreich mit Phagen behandelt.

### Antibiotika verdrängen Phagen

Die Nutzung der Sulfonamide in den 1930er-Jahren und dann des Penizillins in den 1940er-Jahren hat in der westlichen Welt zur kompletten Aufgabe der Phagentherapie geführt (nicht so in Osteuropa). Die massive Produktion von Antibiotika und die fast ununterbrochene Entwicklung neuer Stoffe und neuer Wirkungsmechanismen verbannten die Phagentherapie aus der Gegenwart. Zwar entwickelten die Bakterien schon damals Antibiotikaresistenzen. Aber

die stetige Innovation brachte schnell neue Lösungen hervor. Man dachte sogar, bald in ein neues Zeitalter ohne Infektionen einzutreten.

### Wiederaufblühen der Phagentherapie

Wie man jedoch feststellen muss, kam diese postinfektöse Ära nicht! Ganz im Gegenteil: Um die Jahrtausendwende tauchten gleichzeitig schwer kontrollierbare multiresistente Keime auf und die Arzneimittelforschung brach im Bereich der antiinfektösen Mittel rapide ein. Die Furcht, immer öfter mit unheilbaren Bakterien konfrontiert zu werden, liess das Interesse für die Phagentherapie vehement aufleben. Ein zunehmender Teil der wissenschaftlichen Gemeinschaft betrachtet diese alte Therapie als neue Hoffnung, um die multiresistenten Bakterien zu bekämpfen.

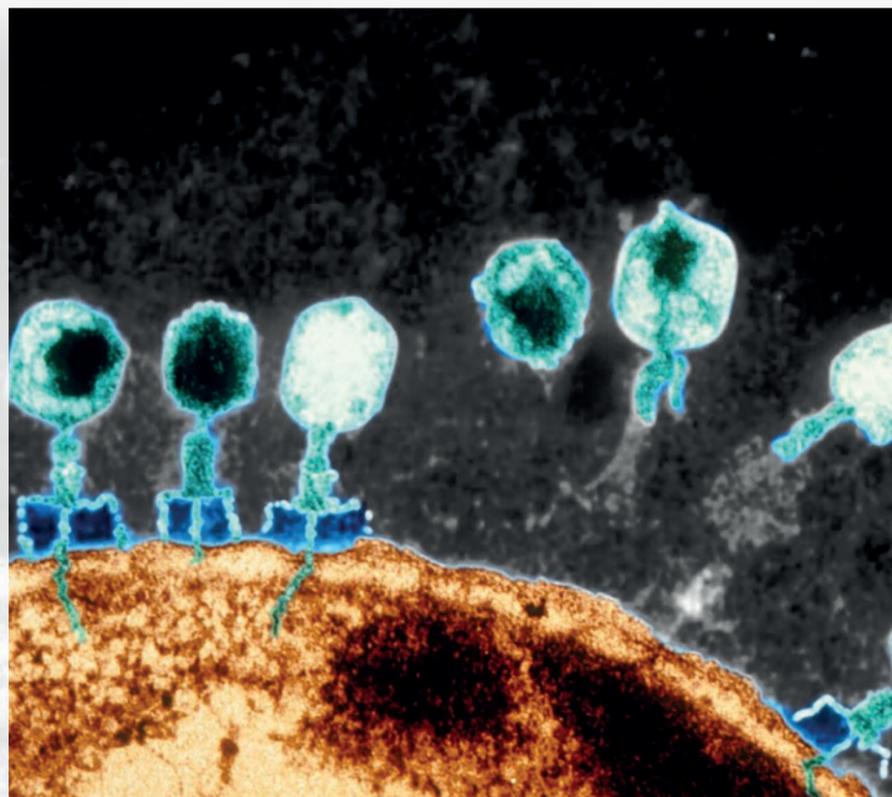
### Gesetzliche Hindernisse

Das Haupthindernis für den Einsatz der Phagen in der westlichen Welt ist die Schwierigkeit, Patente auf Phagen anzumelden.

<sup>1</sup> Spellberg B. et al. (2008). The Epidemic of Antibiotic-Resistant Infections: A Call to Action for the Medical Community from the Infectious Diseases Society of America. *Clin Infect Dis* 46: 155–164.

<sup>2</sup> Boucher H.W., Talbot G.H., Bradley J.S., et al. (2009). Bad Bugs, No Drugs: No ESKAPE! An update from the Infectious Diseases Society of America. *Clin Infect Dis* 48:1-12. doi: 10.1086/595011.

<sup>3</sup> Vgl. auch Jocelyne Favet (2014). Die mikrobielle Flora – unser unsichtbares Organ. *OEOKOSKOP* 4/14: 10–13.



T4-Bakteriophagen attackieren nur E. coli Bakterien, hier unter dem Elektronenmikroskop. Der Kopf des Virus enthält das genetische Material, das ins Bakterium injiziert wird und dieses zwingt, neue Bakteriophagen zu produzieren.

Dies aber ist erforderlich, damit sich die notwendigen grossen Investitionen lohnen und die Phagentherapie trotz aktuell besonders strengem Rechtsrahmen rentabel gestaltbar wird. Leider entsprechen die verfügbaren wissenschaftlichen Daten über die Phagentherapie nicht den heutigen gesetzlichen Vorgaben und erfüllen in der gegenwärtigen Form nicht die Kriterien für das Inverkehrbringen von Phagenpräparaten.

Die wichtigste Herausforderung der Phagentherapie besteht also darin, wissenschaftliche und klinische Daten zu sammeln, die den westlichen Ansprüchen an die Sicherheit und Wirksamkeit der Medikamente entsprechen. Die Kosten für dieses Vorgehen sind hoch. Die erforderlichen Daten müssen sehr unterschiedliche Bereiche abdecken: Produktionsabläufe, Sicherheitsprofil und Toxikologie, Wirksamkeit und Verträglichkeit beim Tier, Wirksamkeit, Sicherheit und Verträglichkeit beim Menschen.

### Phagentherapie heute

PHAGOBURN ist ein gemeinsames europäisches Projekt, das vom 7. EU-Rahmenprogramm für Forschung und technologische Entwicklung (Programm Gesundheit) finanziert und Ende Mai 2017 abgeschlossen wurde.<sup>4</sup> Koordiniert durch das französische Verteidigungsministerium (Gesundheitsdienste der Armeen – Ausbildungsspital der Armeen Percy) in Zusammenarbeit mit dem KMU «Pherecydes Pharma», umfasst PHAGOBURN sechs weitere internationale Zentren für Brandverletzte – darunter die königliche Militärakademie von Belgien (Spital Reine Astrid in Brüssel), das Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV) und «Clean Cells», ein zweites französisches KMU.

Das Ziel der PHAGOBURN-Studie bestand darin, die Phagentherapie als Behand-

lungsmöglichkeit von durch *Pseudomonas aeruginosa* bedingten Hautinfektionen bei Brandverletzten zu evaluieren. Die Wirksamkeit und das Sicherheitsprofil der Phagentherapie wurden durch eine klinische Studie, der sogenannten «Phase I/II», bewertet. Sie wurde gemäss der Guten Klinischen Praxis (GCP<sup>5</sup>) und der Guten Herstellungspraxis (GMP<sup>6</sup>) durchgeführt. Die Ergebnisse werden zurzeit ausgewertet.

### Die Zukunft der Phagentherapie

Wie die Ergebnisse von PHAGOBURN auch immer ausfallen, die Phagentherapie muss nicht als Konkurrentin der Antibiotika betrachtet werden, sondern als eine Ergänzung zu deren Anwendung. Die Verschreibung von Antibiotika beruht auf einem sehr breiten wissenschaftlichen Nachweis und das Zulassungsverfahren gewährleistet die Anwendungssicherheit. Zudem sind die Antibiotika in den meisten Fällen noch wirksam. Hingegen beruht die Phagentherapie zurzeit noch hauptsächlich auf historischen Daten oder auf solchen, die den im Westen geltenden wissenschaftlichen und regulatorischen Kriterien nicht entsprechen. Sie hat ihre Wirksamkeit vielleicht auf dem Ge-

biet der Erfahrungsmedizin erwiesen. Aber die Wirksamkeitsdaten für einen standardmässigen klinischen Einsatz liegen noch nicht vor. Neue klinische und präklinische Studien sind erforderlich. Unter diesen Umständen ist es momentan erforderlich, den Einsatz der Phagentherapie zu beschränken, ihre Anwendung zu kontrollieren und auf die Ergebnisse der klinischen Studien zu warten. Dies, während gleichzeitig die Forschungen auf der grundlegendsten Ebene zu verfolgen ist.

Übersetzung: Caroline Maréchal-Guellec

PD Dr. med. Dr. phil. Yok-Ai Que ist seit 2016 leitender Arzt an der Universitätsklinik für Intensivmedizin des Inselspitals Bern. Er forscht zu neuen Therapiestrategien gegen antibiotikaresistente Bakterien. Er hat als «Principal Investigator» an PHAGOBURN teilgenommen, einer klinischen Studie mit hohem Standard, welche die Phagentherapie bei Verbrennungspatienten beurteilt.

yok-ai.que@insel.ch  
www.intensivmedizin.insel.ch/de/

# Wie die Schweiz die Resistenzen bändigen will

Dagmar Heim, Bern

Der Bund will die Wirksamkeit der Antibiotika bei Mensch und Tier langfristig sichern. Erste Priorität gibt er der Gesundheitsförderung, damit künftig deutlich weniger Antibiotika verschrieben werden.

In der Schweiz verabschiedete der Bundesrat im November 2015 die Strategie Antibiotikaresistenzen (StAR).<sup>1</sup> Gerade bei dieser Problematik zeigt sich, dass die Gesundheit von Mensch, Tier und Umwelt eng miteinander verbunden sind und sich gegenseitig beeinflussen. Deshalb folgt die Strategie dem sogenannten One-Health-Ansatz.<sup>2</sup> Das übergeordnete Ziel ist es, die Wirksamkeit von Antibiotika zur Erhaltung der menschlichen und tierischen Gesundheit langfristig sicherzustellen. Es wurden acht Handlungsfelder mit den jeweiligen strategischen Zielen definiert: Überwachung, Prävention, Resistenzbekämpfung, Sachgemässer Antibiotikaeinsatz, Rahmenbedingungen, Information und Bildung, Kooperation sowie Forschung und Entwicklung; darauf basierend sind insgesamt 35 Massnahmen beschrieben. Im Folgenden soll an Beispielen aufgezeigt werden, dass die Umsetzung von StAR bereits auf vielen Ebenen begonnen hat.

### Antibiotikaverbrauch und Resistenzen

Um die Situation der Resistenzen und des Antibiotikaverbrauchs in der Schweiz beurteilen zu können, braucht es eine umfassende Überwachung. Diese soll bereichsübergreifend bei Mensch, Tier, Landwirtschaft und Umwelt ausgebaut werden.

Seit 2004 werden beim schweizerischen Zentrum für Antibiotikaresistenzen (anresis.ch<sup>3</sup>) Resistenzdaten aus der Humanmedizin gesammelt und analysiert. Diese Daten sind repräsentativ für die Schweiz und umfassen etwa 60 % der jährlichen Spitaltage und die Daten von mehr als



Die empfindlichen Mastkälber erhalten in der Schweiz besonders viele Antibiotika. Kritisch ist das Einstellen auf dem Mastbetrieb, wenn sie – gestresst durch den Transport – auf Kälber und Keime von verschiedensten Höfen treffen.

30% der praktizierenden Ärzte. Zur Erweiterung der Resistenzüberwachung im humanmedizinischen Bereich wurden sowohl der Umfang wie auch Analyseleistungen der Datenbank Anresis verstärkt und ein neues «Nationales Referenzlabor zur Früherkennung neuer Antibiotikaresistenzen und Resistenzmechanismen» (NARA) aufgebaut.<sup>4</sup> Das NARA soll sicherstellen, dass relevante neuartige Antibiotikaresistenzen frühzeitig erkannt werden und die Qualitätssicherung von Antibiotikauntersuchungen in allen Laboratorien gewährleistet ist.

In der Veterinärmedizin wird seit 2006 die Resistenzsituation von Indikator- und Zoonoseerregern<sup>5</sup> bei gesunden Mastpoulets, Mastschweinen und Rindern im Schlachthof überwacht, seit 2014 ergänzt mit Fleischproben aus dem Detailhandel. Diese Daten liefern Kenntnisse zur Resistenzsituation entlang der Lebensmittelkette.<sup>6</sup> Hingegen fehlen bis heute systematische Untersuchungen zur Resistenzlage bakterieller Infektionserreger von Tieren. Ein Pilotprojekt bei den veterinärmedizinisch wichtigen bakteriellen Erregern wurde initiiert. Die Daten werden momentan ausgewertet.

### Unterschiedliche Erhebungsmethoden

Auch die Daten zum Antibiotikakonsum in der Humanmedizin werden seit 2002 direkt über eine repräsentative Auswahl von Pharmaziedaten und freiwillig meldenden Spitälern in anresis.ch gesammelt und für den ambulanten wie auch den stationären Bereich analysiert. Die Menge an verbrauchten Antibiotika in Spitälern ist im Verhältnis zu den Spitaleintritten in den letzten Jahren relativ stabil geblieben.

Die Gesamtmenge der für Tiere eingesetzten Antibiotika wird seit 2006 auf Ebene

<sup>1</sup> <https://www.star.admin.ch/star/de/home/star/strategie-star.html>

<sup>2</sup> Der Begriff «One Health» steht für einen ganzheitlichen, interdisziplinären Ansatz, der die komplexen Zusammenhänge zwischen Mensch, Tier, Umwelt und Gesundheit beschreibt und die enge Zusammenarbeit der im öffentlichen Gesundheits- und Veterinärwesen tätigen Berufsgruppen erfordert ([www.bfr.bund.de](http://www.bfr.bund.de)).

<sup>3</sup> [www.anresis.ch](http://www.anresis.ch)

<sup>4</sup> [www.unifr.ch/news/de/16980/?utm\\_source=news&utm\\_medium=web&utm\\_campaign=redirection\\_from\\_home](http://www.unifr.ch/news/de/16980/?utm_source=news&utm_medium=web&utm_campaign=redirection_from_home)

<sup>5</sup> Zoonosen verursachende Viren, Bakterien, Pilze, Parasiten oder sonstige biologische Einheiten. Zoonosen sind Krankheiten oder Infektionen, die auf natürliche Weise direkt oder indirekt zwischen Menschen und Tieren übertragen werden können

Ein gesunder Lebensstil sowie Geduld und Hausmittel bei leichten Infekten bewahrt die Wirksamkeit von Antibiotika für schwere Infektionen.

© deimaginelistock

Vertrieb erfasst. Es zeigt sich eine starke Reduktion der vertriebenen Antibiotika in den letzten Jahren. Diese Daten erlauben jedoch keine Aussagen darüber, wie viele Tiere welcher Tierart auf Grund welcher Indikationen behandelt wurden. Die Daten eignen sich somit schlecht für gezielte Interventionen. Eine Datenbank zum Antibiotikaverbrauch auf Ebene Tierarzt befindet sich im Aufbau.

Seit 2015 werden die Schweizer Resistenzdaten sowie Verbrauchs- bzw. Vertriebszahlen bei Antibiotika in der Human- und Veterinärmedizin in einem gemeinsamen Bericht publiziert.<sup>7</sup>

### So viel wie nötig, so wenig wie möglich

Beim sachgemässen Einsatz von Antibiotika zielen die Massnahmen darauf hin, zwar so viele Antibiotika wie nötig, aber so wenig und so gezielt wie möglich zu verwenden.

Im Veterinärbereich besteht inzwischen ein Therapieleitfaden für die wichtigsten Indikationen bei Schweinen und Rindern. Der Inhalt dieser Leitfäden wurde in eine online-Entscheidungshilfe für den umsichtigen Einsatz von antimikrobiellen Wirkstoffen eingebaut – dem «AntibioticScout».<sup>8</sup> In diesem finden sich zusätzlich auch Angaben zum sachgemässen Einsatz für Pferde, Hunde und Katzen.

<sup>6</sup> Archvet: <https://www.blv.admin.ch/dam/blv/de/dokumente/tiere/tierkrankheiten-und-arzneimittel/tier-arzneimittel/arch-vet-kurzversion.pdf.download.pdf/arch-vet-kurzversion.pdf>

<sup>7</sup> Swiss antibiotic resistance Report 2016: <https://www.blv.admin.ch/dam/blv/de/dokumente/tiere/tierkrankheiten-und-arzneimittel/tierarzneimittel/swiss-antibiotic-resistance-report.pdf.download.pdf/swiss-antibiotic-resistance-report-2016.pdf>

<sup>8</sup> <http://www.vetpharm.uzh.ch/php/absout.php>

<sup>9</sup> Swissnoso widmet sich als nicht gewinnorientierter Verein von führenden Fachleuten der Reduktion von Spitalinfektionen und multiresistenten Keimen. Er arbeitet nationale Projekte und Richtlinien aus, [www.swissnoso.ch](http://www.swissnoso.ch).

<sup>10</sup> TAMV, SR 812.212.27, Stand am 1. April 2016

<sup>11</sup> <https://www.blv.admin.ch/blv/de/home/tiere/tergesundheits/frueherkennung/pathopig.html>

<sup>12</sup> Sogenannte Krankenhausinfektionen

<sup>13</sup> <https://www.swissnoso.ch/>



Gesunde Tiere brauchen keine Antibiotika. Cyril Niellispach, dipl. Ing. Agr. ETH, Betriebsleiter Landwirtschaft Stralfanstalt Wauwilermoos. © BAG

Auch in der Humanmedizin ist eine zentrale Massnahme die Ausarbeitung nationaler Verschreibungsrichtlinien. Diese werden zurzeit durch ein Gremium von Experten der Schweizerischen Fachgesellschaften für Infektiologie und Mikrobiologie und von «Swissnoso»<sup>9</sup> erarbeitet. Unterstützend dazu entstehen ebenfalls Richtlinien für sogenannte Stewardship-Programme in Spitälern. Diese sollen nachhaltig sicherstellen, dass Ärztinnen und Ärzte Antibiotika sachgemäss verschreiben und anwenden. Solche Richtlinien sollen im individuellen Praxisalltag online abrufbar sein und regelmässig von Expertengruppen der Resistenzlage entsprechend aktualisiert werden.

### Tierärztinnen und –ärzte in der Pflicht

In der Schweiz sind im Rahmen der Tierarzneimittelverordnung<sup>10</sup> neue Einschränkungen im Veterinärbereich in Kraft getreten. Diese sollen vor allem die Anwendung von Antibiotika für prophylaktische Behandlungen sowie von kritischen Antibiotika hinterfragen und das Bewusstsein für die Problematik weiter erhöhen. Bisher durften Tierärzte und –ärztinnen Antibiotika unabhängig von der Art des Wirkstoffes unter bestimmten Bedingungen auf Vorrat abgeben. Neu ist dies für Wirkstoffe zur prophylaktischen Behandlung von Nutztieren und für sogenannt kritische Wirkstoffklassen nicht mehr erlaubt. Dies hat zur Folge, dass der Tierarzt und die Tierärztin mehr Verantwortung tragen und auch routinemässige prophylaktische Behandlungen auf der Grundlage einer tierärztlichen Beurteilung hinterfragen.

### Prävention

Massnahmen im Bereich der Prävention bieten enorme Möglichkeiten zur Verbesserung der menschlichen und tierischen Gesundheit und damit zur Reduktion des Antibiotikaeinsatzes auf ein Minimum.

Die zentralen Handlungsfelder dafür

sind beispielsweise die Förderung einer auf Prävention ausgerichteten Veterinärmedizin sowie die Verbesserung der Biosicherheit, u. a. durch die konsequente Umsetzung von Hygieneregeln in der Tierhaltung und beim Transport. Zur guten Bestandesbetreuung gehört auch eine umfassende Diagnostik. Gerade der Entscheid, ob bzw. welche Antibiotika therapeutisch notwendig sind, sollte sich auf entsprechende Tests stützen. Um eine sorgfältige Diagnostik zu fördern, wurden zwei Projekte initiiert: «Pathopig»<sup>11</sup> für Schweine finanziert die Abklärung von Erkrankungen in Zusammenarbeit mit dem Schweinegesundheitsdienst. Das ähnliche Programm «Pathocalf» wurde in Zusammenarbeit mit dem Rindergesundheitsdienst für Kälber gestartet.

Im Humanbereich sind neue Diagnoseverfahren, welche raschere Ergebnisse liefern, von grosser Bedeutung. Je früher Ärztinnen und Ärzte wissen, um welchen Erreger es sich handelt, umso schneller können sie eine präzise Behandlung einleiten oder den unnötigen Einsatz von Antibiotika vermeiden.

Die Überwachung und Prävention therapie-assoziiierter Infektionen in Spitälern<sup>12</sup> wie auch die Ausbruchsbekämpfung von resistenten Keimen sind weitere wichtige Elemente der Resistenzbekämpfung. In der Humanmedizin werden die beiden Strategien NOSO (Nationale Strategie zur Überwachung, Verhütung und Bekämpfung von healthcare-assoziierten Infektionen)<sup>13</sup> und StAR in der Umsetzung eng koordiniert.

Bei allen Handlungsfeldern spielen Kommunikation und Bildung eine wichtige Rolle. Die Informationen sollen gezielt verschiedene Zielgruppen ansprechen, so dass eine Sensibilisierung für die Thematik entsteht.

### Fazit

Vieles lässt sich nicht von heute auf morgen verändern, aber Schritt für Schritt stellen sich Verbesserungen ein. Einige Massnahmen sind nicht einfach umzusetzen und es braucht von allen viel Überzeugungskraft, Kommunikationskompetenz und Geduld. StAR ist in einem partizipativen Ansatz entstanden und stützt sich breit auf verschiedene Handlungsfelder. Diese Ausgangslage bietet die Chance, mit aktiver Mit- und Zusammenarbeit, innovativen Ideen und der Bereitschaft für Veränderungen die Zukunft mitzugestalten. Dies immer mit dem Ziel, die Wirksamkeit von Antibiotika für Mensch und Tier zu bewahren. ■

**PD Dr. med. vet. Dagmar Heim** ist Leiterin des Fachbereichs Tierarzneimittel und Antibiotika beim Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV. Sie ist Projektleiterin der «Strategie Antibiotikaresistenzen Schweiz» (StAR) im Tierbereich.  
[dagmar.heim@blv.admin.ch](mailto:dagmar.heim@blv.admin.ch)  
[star.admin.ch](mailto:star.admin.ch)

# AefU-Förderpreis «Trojan Horse Prize» geht an griechisches Forscherteam

Die Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz (AefU) haben erstmals ihren «Trojan Horse Prize» verliehen.

Sie würdigen damit die Arbeit eines griechischen Forscherteams vom «Aerosol and Particle Technology Laboratory (APTL)» in Thessaloniki (GR) als bester Forschungsbeitrag zur zellbiologischen Wirkung der Ultrafeinen Partikel (UFP) aus Auspuffgasen. Frau Penelope Baltzopoulou, die federführende Forscherin, nahm den AefU-Förderpreis im Rahmen der 21. «ETH Conference on Combustion Generated Nanoparticles» (ETH-Konferenz über Nanopartikel aus Verbrennungsprozessen) ebenso überrascht wie glücklich entgegen.

Der «Trojan Horse Prize» ehrt auch zukünftige Forschungen auf diesem Gebiet. Das Preisgeld wird von einem AefU-Mitglied gestiftet und beträgt CHF 2000.



Dr. med. Jacques Schiltknecht überreicht Frau Penelope Baltzopoulou den «Trojan Horse Prize» der AefU.

### UFP und Dieseleruss

Auf der zerklüfteten Oberfläche der Ultrafeinen Partikel (UFP) in ungefilterten Dieselerabgasen – wie auch in Abgasen von

Ottomotoren – haften Moleküle aus dem Verbrennungsvorgang, u.a. kanzerogene Aromate, Dioxine, Furane und Metallionen. Die winzigen UFP (Durchmesser 10–500 Nanometer) gelangen in die Lungenbläschen und von dort zum Teil ins Blut. Sie können in die Körperzellen und sogar in die Zellkerne eindringen. Zertifizierte Partikelfilter eliminieren die UFP zu über 99 Prozent. Solide wissenschaftliche Erkenntnisse sind entscheidend für die politische Durchsetzung eines Filterobligatoriums.

Zellbiologische Untersuchungen untermauern die These, dass UFP als Träger krebs-erregender Substanzen (also als «Trojanische Pferde») bei der Kanzerogenität des Dieselerusses die wichtigste Rolle spielen. Doch die Mechanismen müssen noch präziser erforscht werden. Dieser Aufgabe stellt sich das Team um Penelope Baltzopoulou.

Dr. med. Jacques Schiltknecht, Luzern

## Eidg. Volksinitiative «Für eine Schweiz ohne synthetische Pestizide»

Die AefU unterstützen die Volksinitiative «Für eine Schweiz ohne synthetische Pestizide», lanciert von einem politisch unabhängigen Komitee. Die AefU-Mitgliederversammlung vom 8. Juni 2017 hat dies einstimmig beschlossen.

Die Initiative verlangt ein Pestizidverbot in der landwirtschaftlichen Produktion, bei der Verarbeitung von Agrarprodukten und in der Boden- und Landschaftspflege. Das Verbot gilt auch für importierte Lebensmittel.

In der Schweiz werden jährlich über 2000 Tonnen Pestizide mit mehr als 350 verschiedenen Wirkstoffen gespritzt. Wie diese Stoffe sich gegenseitig beeinflussen und welche langfristigen Folgen sie für die Ökosysteme und uns selber haben, ist weitgehend unbekannt. Die Pestizide gefährden nicht nur Bienen und alle andern Insekten. In unseren Gewässern schwimmt ein Pestizidcocktail aus über 100 Substanzen. Auch in der Muttermilch sind Pestizide nachge-



wiesen, die teilweise seit Jahren verboten sind. Das gilt ebenso fürs Grundwasser.

Dabei geht es ohne: In der Schweiz verzichten über 6000 Bauern vollständig auf den Einsatz von synthetischen Pestiziden. Neue Techniken und Pflanzensorten sowie biologische Schädlingsbekämpfung ersetzen die Giftspritze. Trotzdem setzt der Bund in seinem kürzlich präsentierte Aktionsplan bloss auf Sensibilisierung und freiwillige Pestizidreduktion.

Es braucht keine synthetische Pestizide.

Es gibt genügend bewährte Alternativen. Unterschreiben auch Sie und sammeln Sie Unterschriften in Ihrem Umfeld!

### Infos und Unterschriftenbogen

<http://www.future3.ch/de>  
Unterschriftenbogen liegt diesem Heft bei.

### Weitere Volksinitiative

Ein ähnliches Ziel verfolgt die Eidg. Volksinitiative «Für sauberes Trinkwasser und gesunde Nahrung – Keine Subventionen für den Pestizid- und den prophylaktischen Antibiotika-Einsatz». Nur noch jene Landwirtschaftsbetriebe sollen Direktzahlungen oder Subventionen erhalten, die weder Pestizide noch prophylaktische Antibiotika einsetzen und nur so viele Tiere halten, wie sie ohne Futtermittelimporte ernähren können. Infos / Unterschriftenbogen:

[www.initiative-sauberes-trinkwasser.ch/initiative/](http://www.initiative-sauberes-trinkwasser.ch/initiative/)

# Terminkärtchen und Rezeptblätter für Mitglieder: Jetzt bestellen!



### Liebe Mitglieder

Sie haben bereits Tradition und viele von Ihnen verwenden sie: unsere Terminkärtchen und Rezeptblätter. Wir geben viermal jährlich Sammelbestellungen auf.

Für Lieferung Mitte November 2017 jetzt oder bis spätestens 31. Oktober 2017 bestellen! Mindestbestellmenge pro Sorte: 1000 Stk.

**Preise** Terminkärtchen: 1000 Stk. CHF 200.–; je weitere 500 Stk. CHF 50.–  
Rezeptblätter: 1000 Stk. CHF 110.–; je weitere 500 Stk. CHF 30.–  
Zuzüglich Porto und Verpackung. Musterkärtchen: [www.aefu.ch](http://www.aefu.ch)

Dr. med. Petra Muster-Gültig  
Fachärztin für Allgemeine Medizin FMH  
Belegstrasse 345  
CH-6789 Hirwies  
Tel. 099 123 45 67

ÄRZTINNEN UND ÄRZTE FÜR UMWELTSCHUTZ  
MEDECINS EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT  
MEDICI PER L'AMBIENTE

Ihre nächste Konsultation: im Weiteren gültig bis 24 Std. vorher beichten

|            | Datum | Zeit  |
|------------|-------|-------|
| Montag     | _____ | _____ |
| Dienstag   | _____ | _____ |
| Mittwoch   | _____ | _____ |
| Donnerstag | _____ | _____ |
| Freitag    | _____ | _____ |
| Samstag    | _____ | _____ |

**Leben in Bewegung**  
Rückseite beachten!

**Das beste Rezept für Ihre Gesundheit und eine intakte Umwelt!**

Bewegen Sie sich eine halbe Stunde im Tag: zu Fuss oder mit dem Velo auf dem Weg zur Arbeit, zum Einkaufen, in der Freizeit.

So können Sie Ihr Risiko vor Herzinfarkt, hohem Blutdruck, Zuckerkrankheit, Schlaganfall, Darmkrebs, Osteoporose und vielem mehr wirksam verkleinern und die Umwelt schützen.

**Eine Empfehlung für Ihre Gesundheit**

Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz  
Postfach 620, 4019 Basel  
Tel. 061 322 49 49 [www.aefu.ch](http://www.aefu.ch), [info@aefu.ch](mailto:info@aefu.ch)

Dr. med. Petra Muster-Gültig  
Fachärztin für Allgemeine Medizin FMH  
Belegstrasse 345  
CH-6789 Hirwies  
Tel. 099 123 45 67

ÄRZTINNEN UND ÄRZTE FÜR UMWELTSCHUTZ  
MEDECINS EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT  
MEDICI PER L'AMBIENTE

Ihre nächste Konsultation: im Weiteren gültig bis 24 Std. vorher beichten

|            | Datum | Zeit  |
|------------|-------|-------|
| Montag     | _____ | _____ |
| Dienstag   | _____ | _____ |
| Mittwoch   | _____ | _____ |
| Donnerstag | _____ | _____ |
| Freitag    | _____ | _____ |
| Samstag    | _____ | _____ |

**Luft ist Leben!**  
Rückseite beachten!

**Stopp dem Feinstaub! (PM 10)**

Feinstaub macht krank  
Feinstaub setzt sich in der Lunge fest  
Feinstaub entsteht vor allem durch den motorisierten Verkehr

Zu Fuss, mit dem Velo oder öffentlichen Verkehr unterwegs: Ihr Beitrag für gesunde Luft!

Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz  
Postfach 620, 4019 Basel

Dr. med. Petra Muster-Gültig  
Fachärztin für Allgemeine Medizin FMH  
Belegstrasse 345  
CH-6789 Hirwies  
Tel. 099 123 45 67

ÄRZTINNEN UND ÄRZTE FÜR UMWELTSCHUTZ  
MEDECINS EN FAVEUR DE L'ENVIRONNEMENT  
MEDICI PER L'AMBIENTE

Ihre nächste Konsultation: im Weiteren gültig bis 24 Std. vorher beichten

|            | Datum | Zeit  |
|------------|-------|-------|
| Montag     | _____ | _____ |
| Dienstag   | _____ | _____ |
| Mittwoch   | _____ | _____ |
| Donnerstag | _____ | _____ |
| Freitag    | _____ | _____ |
| Samstag    | _____ | _____ |

**für weniger Elektromog**  
Rückseite beachten!

**Weniger Elektromog beim Telefonieren und Surfen**

- ☺ Festnetz und Schnurtelefon
- ☺ Internetzugang übers Kabel
- ☺ nur kurz am Handy – SMS bevorzugt
- ☺ strahlenarmes Handy
- ☺ Head-Set
- ☺ Handy für Kinder erst ab 12

Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz  
Postfach 620, 4019 Basel  
Tel. 061 322 49 49  
[info@aefu.ch](mailto:info@aefu.ch)  
[www.aefu.ch](http://www.aefu.ch)

## Bestell-Talon

Einsenden an: Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz,  
Postfach 620, 4019 Basel, Fax 061 383 80 49

### Ich bestelle:

- \_\_\_\_\_ Terminkärtchen «Leben in Bewegung»
- \_\_\_\_\_ Terminkärtchen «Luft ist Leben!»
- \_\_\_\_\_ Terminkärtchen «für weniger Elektromog»
- \_\_\_\_\_ Rezeptblätter mit AefU-Logo

Folgende Adresse à 5 Zeilen soll eingedruckt werden (max. 6 Zeilen möglich):

Name / Praxis \_\_\_\_\_

Bezeichnung, SpezialistIn für... \_\_\_\_\_

Strasse und Nr. \_\_\_\_\_

Postleitzahl / Ort \_\_\_\_\_

Telefon \_\_\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_

Adresse: \_\_\_\_\_

KSK-Nr.: \_\_\_\_\_

EAN-Nr.: \_\_\_\_\_

Ort / Datum: \_\_\_\_\_

Unterschrift: \_\_\_\_\_



© mutterwitz

oekoskop

Fachzeitschrift der Ärztinnen  
und Ärzte für Umweltschutz

Postfach 620, 4019 Basel, PC 40-19771-2

Telefon 061 322 49 49

Telefax 061 383 80 49

E-Mail info@aefu.ch

Homepage www.aefu.ch

ÄRZTINNEN  
UND ÄRZTE FÜR  
UMWELTSCHUTZ  
MEDECINS EN FAVEUR DE  
L'ENVIRONNEMENT  
MEDICI PER  
L'AMBIENTE



## Impressum

### Redaktion:

- Stephanie Fuchs, leitende Redaktorin  
AefU, Postfach 620, 4019 Basel, oekoskop@aefu.ch
- Dr. Martin Forter, Redaktor/Geschäftsführer AefU, Postfach 620, 4019 Basel

**Papier:** 100% Recycling

**Artwork:** CHE, christoph-heer.ch

**Druck/Versand:** Gremper AG, Pratteln/BL

**Abo:** CHF 40.- / erscheint viermal jährlich > auch für NichtmedizinerInnen

Die veröffentlichten Beiträge widerspiegeln die Meinung der VerfasserInnen und decken sich nicht notwendigerweise mit der Ansicht der Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz. Die Redaktion behält sich Kürzungen der Manuskripte vor. © AefU