

ZumHofe

MAGAZIN FÜR TIERÄRZTE

AUF DEN KOPF GESTELLT

Sauenhalter Harm Hauschild
und Hoftierärztin Denise Wüllner

BAKTERIOPHAGEN-THERAPIE

Mikrobiologe und Veterinär:
Dr. Wolfgang Beyer



02
2018

DER HERAUSGEBER: WER IST QS?

QS sorgt seit 2001 für eine durchgängige Qualitätssicherung in der Lebensmittelkette – vom Landwirt bis zur Ladentheke. 95 Prozent des Schweine- und Geflügelfleischs deutscher Produktion stammen heute aus QS-zertifizierten Betrieben, beim Rindfleisch sind es 90 Prozent. 75.000 Tierhalter nehmen insgesamt am QS-System teil. Das gemeinsame Ziel: konsequente Eigenkontrollen sowie umfassende Prozess- und Herkunftssicherung. Produzenten von frischem Obst, Gemüse und Kartoffeln kommen hinzu. Innerhalb des QS-Systems erzeugen sie nach klar definierten Kriterien sichere Lebensmittel, unterstützt durch sämtliche vor- und nachgelagerten Wirtschaftsstufen. In diesem Sinne beteiligen sich seit 2012 auch über 2.500 registrierte Hoftierärzte. Sie dokumentieren in einer eigens aufgebauten QS-Datenbank – im Auftrag der Landwirte – den Einsatz von Antibiotika.

QS, das Bündnis für geprüfte Qualitätssicherung, setzt sich zusammen aus der Landwirtschaft, der Fleischwirtschaft, dem Lebensmitteleinzelhandel und der Futtermittelwirtschaft. Die Gesellschafter der QS Qualität und Sicherheit GmbH in Bonn sind: der Deutsche Raiffeisenverband e.V., der Deutsche Bauernverband e.V., der Verband der Fleischwirtschaft e.V., der Bundesverband der Deutschen Fleischwarenindustrie e.V. und die Handelsvereinigung für Marktwirtschaft e.V.

Der Verbraucher erkennt die sicheren Lebensmittel aus dem QS-System an dem blau-weißen Prüfzeichen, das sich in 25.200 Märkten des Lebensmitteleinzelhandels wiederfindet.



www.q-s.de

Impressum

„Zum Hofe“, Ausgabe 02/2018,
erschienen im November 2018

Herausgeber:

QS Qualität und Sicherheit GmbH

Dr. Hermann-Josef Nienhoff, Geschäftsführer

Schedestr. 1–3

D-53113 Bonn

Telefon: +49 228 35068-0

Telefax: +49 228 35068-10

E-Mail: info@q-s.de

www.q-s.de

Redaktion:

Kerstin Rubel

Gestaltung:

Susanne Del Din

Bildnachweis:

Dirk Brockmann, Landesarchiv Berlin,

QS Qualität und Sicherheit, Shutterstock (Pim Leijen,

Fiona M. Donnelly, Maksim Shmeljov, images72,

forstbreath, Giedrius, Fotokostic, Toth Tamas,

Everett Historical, Stas Malyarevsky, Brent Hofacker,

Chanonry), top agrar, Unsplash (Elijah Hielt),

Verlag C. H. Beck

„Zum Hofe“ erscheint zweimal jährlich,
kostenfrei für Tierärzte im QS-System.
Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck nur
nach vorheriger Einwilligung.



LIEBE LESERIN, LIEBER LESER,

wie stellen wir uns den Herausforderungen antibiotikaresistenter Bakterien? Wie bekommen wir sie in den Griff? Von drei ganz unterschiedlichen Wegen lesen Sie in der aktuellen „Zum Hofe“. Prof. Dr. Dirk Brockmann berichtet über das brandaktuelle Forschungsfeld der Digitalen Epidemiologie. Es beschäftigt sich mit der Ausbreitung von Infektionserkrankungen. Ähnlich einer Wettervorhersage werden Computersimulationen von Krankheitsausbreitungen erstellt – allein dies ist hochspannend. Seit Jahresbeginn widmet sich Brockmann aber auch den multiresistenten Bakterien.

Der Mikrobiologe Dr. Wolfgang Beyer – von Haus aus ist er Veterinärmediziner – beschäftigt sich ebenso mit Bakterien. Und mit „Bakterienfressern“. Die Rede ist von Bakteriophagen, Viren, die sich zwecks eigener Vermehrung in einem Wirt einnisten und diesen vernichten. Im Kontext multiresistenter Keime wird Bakteriophagen eine neue Aufmerksamkeit zuteil. Aber bieten sie tatsächlich eine Alternative zu Antibiotika?

Der Ferkelerzeuger Harm Hauschild und die Hoftierärztin Denise Wüllner stehen jeden Tag im Stall und sind immer wieder mit Antibiotikamonitoring, ob nun staatlicherseits oder aus unserem Hause, konfrontiert. Gemeinsam haben sie es geschafft, den Antibiotikaeinsatz deutlich zu reduzieren. Mit welchen Maßnahmen sie die Bestandsgesundheit und den Therapieindex in den Griff bekommen haben, erzählen beide auf den nächsten Seiten. Ein Hofbesuch in Wort und Bild.

Ich wünsche Ihnen eine inspirierende Lektüre

Dr. Hermann-Josef Nienhoff
Geschäftsführer der QS Qualität und Sicherheit GmbH

*Wir freuen uns auf Ihre
Anregungen und
Reaktionen, Ihre Kritik
und Themenideen:
redaktion@zum-hofe.de*



6 IM KÖNIGREICH DER BAKTERIOPHAGEN
 MIKROBIOLOGE UND VETERINÄR:
 DR. WOLFGANG BEYER

Bakteriophagen erleben aktuell eine Renaissance. Aber bieten die „Bakterienfresser“ tatsächlich eine Alternative zu Antibiotika? Liegt in ihnen eine zeitgemäße Antwort auf multiresistente Keime? Das wollte „Zum Hofe“ von Dr. Wolfgang Beyer wissen. Der Veterinärmediziner und Mikrobiologe erforscht Bakteriophagen an der Universität Stuttgart-Hohenheim.

12 ALLES AUF DEN KOPF GESTELLT
 SAUENHALTER HARM HAUSCHILD UND
 HOFTIERÄRZTIN DENISE WÜLLNER

Harm Hauschild betreibt in Lübeck eine Sauen- und Ferkelaufzuchtanlage, die er 2014 kaufte. Ein breites Erregerspektrum mit Absatz-Durchfall auf dem Flatdeck machte ihm anfangs das Leben schwer. Wie der Agraringenieur Bestandsgesundheit und zu hohen Antibiotikaverbrauch in den Griff bekam, erzählen er und seine Hoftierärztin Denise Wüllner.



18 VOM KÜKEN BIS ZUR KATZE
 SINKENDER ANTIBIOTIKAVERBRAUCH:
 DIMDI- UND QS-ZAHLEN IM VERGLEICH

Seit sieben Jahren veröffentlicht das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit die sogenannten DIMDI-Zahlen. Die letztjährigen hat sich Thomas May, der bei QS das Thema Antibiotikamonitoring verantwortet, vorgenommen und in Bezug zur Nutztierhaltung gesetzt. Ein interessantes Detail: die Wirkstoffgruppe der Fluorchinolone.

22 BILDBAND
 ERSTER SCHNEE



32 KRANKE STRUKTUREN?
DIGITALE EPIDEMIOLOGIE, ERKLÄRT VON
UND MIT PROF. DR. DIRK BROCKMANN

Die Digitale Epidemiologie sammelt Daten und lässt Computersimulationen entstehen, die die Ausbreitung von Infektionserkrankungen vorher-sagen. Oder auch den Vormarsch von antibioti-karesistenten Bakterien. Ein brandaktuelles Forschungsfeld, an dessen Spitze Prof. Dr. Dirk Brockmann steht. Der Physiker und Komplexi-tätsforscher arbeitet am Robert Koch-Institut und der Humboldt-Universität in Berlin.

36 AROMATISCHE SCHMUCKSTÜCKE
AUS DEM GESCHICHTSBUCH DER GEWÜRZE

In der Winter- und Adventszeit erobern aromati-sche Gewürze unsere Schmortöpfe und Keksdö-sen, Teegläser und Glühweinbecher. „Zum Hofe“ ist ihrer durchaus intensiven Duftspur gefolgt und fand das prall gefüllte Geschichtsbuch der Gewürze. Wer hätte gedacht, dass Zimtstangen und Gewürznelken, Vanilleschoten und Anis-sterne so viel zu erzählen haben?



40 TRANSPORTMASCHINE
DES 19. JAHRHUNDERTS
DIE PFERDE DER GROSSSTADT –
EINE ERINNERUNG VON ULRICH RAULFF

Buchautor Ulrich Raulff hat ihm ein Denkmal gesetzt: dem Pferd, unserem einst so wichti-gen Arbeits- und Transportgenossen. In seinem Buch „Das letzte Jahrhundert der Pferde“ erin-ert er eindrücklich an die Schicksalsgemein-schaft, die die „Energiesmaschine“ Pferd mit den aufstrebenden Metropolen des 19. Jahr-hunderts einging. „Zum Hofe“ druckt einen Textauszug.



MIKROBIOLOGE UND VETERINÄR: DR. WOLFGANG BEYER

Im Königreich der Bakteriophagen

Bakteriophagen sind Viren, die sich – zwecks eigener Vermehrung – in Bakterien einnisten und diese schließlich vernichten. Liegt in ihnen, angesichts multiresistenter Keime, eine zeitgemäße Alternative zu unseren Antibiotika? Das wollte „Zum Hofe“ von Dr. Wolfgang Beyer wissen. Der Veterinärmediziner und Mikrobiologe erforscht die „Bakterienfresser“ an der Universität Stuttgart-Hohenheim.

? Bakteriophagen erleben aktuell so etwas wie eine Renaissance. Wie kommt das?

„Jeden Tag sterben Menschen an Infektionen mit multiresistenten Keimen wie MRSA oder ESBL-bildenden Keimen, die mit Antibiotika nicht mehr zu behandeln sind. Die Berliner Charité spricht von 4.000 Toten, jedes Jahr in Deutschland. Europaweite Schätzungen gehen von jährlich 25.000 Toten aus. Vielen von ihnen hätte eine Therapie mit Bakteriophagen helfen können. Denn während sich die westliche Medizin jahrzehntelang nicht für sie interessierte, entwickelte sich hinter dem Eisernen Vorhang, in der einstigen Sowjetunion, eine intensive Phagenforschung und -therapie.“

? Welche Behandlungsgebiete gibt es?

„Klassisch werden Durchfälle, Lungen- oder Blaseninfektionen behandelt. Phagen müssen direkt zum Infektionsherd zu den Bakterien gebracht werden können; sonst funktioniert das Ganze nicht. Zu den typischen Anwendungsgebieten gehören darüber hinaus infizierte offene Wunden, auch solche, die durch Operationen entstehen. Stichwort: multiresistente Krankenhauskeime.“

? *Wie erfolgreich ist die Behandlung?*

„Das weltweit renommierte Georgi-Eliava-Institut, das in Tiflis einen einzigartigen Erfahrungsschatz in der Phagentherapie besitzt, verzeichnet eine Erfolgsquote von bis zu 95 Prozent bei akuten und chronischen Infektionen. Die georgische Hauptstadt ist das Mekka der Phagenforscher. Wir geben uns da alle die Klinke in die Hand.“

Der georgische Bakteriologe Georgi Eliava gründete 1923 den Vorläufer des heutigen Georgi-Eliava-Instituts für Bakteriophagen, Mikrobiologie und Virologie. Eliava, der auch an der medizinischen Fakultät in Tiflis lehrte, trieb nicht nur die Phagenforschung voran, er war auch der Erste, der in der damaligen Sowjetunion mit ihnen behandelte. Mit dem Kanadier Félix Hubert d'Hérelle, der als Entdecker der Bakteriophagen (1917) gilt, verband ihn eine enge Arbeitsgemeinschaft und Freundschaft. Während im Westen kaum Interesse an den ‚Bakterienfressern‘ bestand, entwickelte sich das Institut in der Sowjetunion – in Ermangelung von genügend Antibiotika – zum Zentrum der Phagenforschung und -produktion. In seinen Glanzzeiten sollen hier über 1.000 Mitarbeiter beschäftigt gewesen sein. Hauptabnehmer war die Rote Armee.

? *Wie kommt es nun, dass Bakteriophagen es mit multiresistenten Keimen aufnehmen, vor denen Antibiotika kapitulieren?*

„Zunächst muss man sich klarmachen, dass permanent resistente Keime entstehen, auch phagenresistente. Ansonsten wären ja, salopp gesagt, längst alle Bakterien von Viren verspeist worden. Beide leben aber seit Jahrmilliarden miteinander und voneinander. Sie bilden ein gemeinsames Ökosystem, von dem auch wir Menschen profitieren.“

? *Was aber macht die Phagentherapie so erfolgreich?*

„Es ist ihre Flexibilität und Spezifität. Es existieren einfach unendlich viele Phagen. Entwickeln sich also resistente Bakterien, dann lässt sich der ‚Therapie-Cocktail‘ leicht anpassen. Die Kunst besteht also darin, die richtigen Viren für den vorhandenen Keim oder den jeweiligen Patienten zu finden. Dazu braucht es Know-how und Erfahrung. Wir haben es hier mit einer individualisierten Medizin zu tun. Die Phagenmischung, die Arznei, wird auf den einzelnen Patienten zugeschnitten. Darin liegt ein großer Vorteil, aber auch ein Nachteil. Denn: Wie wollen Sie das mit unserem Zulassungssystem zusammenbringen?“

? *Damit kommen wir zum wunden Punkt: Die Phagentherapie ist in Deutschland, in der EU nicht zugelassen. Woran liegt das?*

„An etwas Grundsätzlichem: Unsere Zulassungssysteme sehen so etwas wie eine Phagentherapie gar nicht erst vor. Wir haben es hier mit einem lebendigen, sich selbst vermehrenden und auch limitierenden System zu tun. Bakterien und Viren interagieren mit anderen, sie verändern sich, das passt in unser Denken nicht hinein.“

? *Andere Länder scheint dies nicht zu stören. Wie kommt das?*

„Die Phagentherapie ist von ihrem Ursprung her eine Erfahrungsmedizin. In Georgien und den Staaten der ehemaligen Sowjetunion sind die Zu-

lassungsverfahren für Arzneimittel völlig andere als bei uns. Klinische Studien nach den Regeln der evidenzbasierten Medizin, wie sie etwa die Europäische Arzneimittel-Agentur, EMA, vorschreibt, sind nicht notwendig. Es genügen die gesammelten Berichte von Einzelfällen, von denen im Falle der Bakteriophagen eine ungeheure Masse existiert. Speziell in Europa existiert nun die Problematik, dass Studien fehlen, auf deren Grundlage eine Zulassung erfolgen könnte. Auf der Ebene der EMA stagnierte das Thema, was nun zu verschiedenen nationalen Alleingängen führt.“

So widmet sich seit letztem Jahr das deutsche Forschungsprojekt Phage4 Cure chronisch kranken Lungenpatienten, die unter immer neuen Infektionen und resistent gewordenen Bakterien leiden. Die Studie will ein inhalierbares Arzneimittel aus Bakteriophagen gegen den Krankenhauskeim ‚Pseudomonas aeruginosa‘ entwickeln und klinisch prüfen. Langfristiges Ziel ist, Phagen als Medikament gegen bakterielle Infektionen zu etablieren und zur arzneimittelrechtlichen Zulassung zu bringen. Projektbeteiligt sind unter anderem die Berliner Charité und die Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen. Sie hält über 800 Phagenstämme vor, die auf rund 100 Bakterienarten spezialisiert sind. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung stellte vier Millionen Euro für Phage4Cure bereit.

? *Das heißt, eine Phagentherapie gibt es hierzulande – Stand: heute – noch nicht?*

„Nun ja, die Phagentherapie ist nicht verboten, sie ist nur nicht zugelassen. Nach der Deklaration von Helsinki darf ein Arzt auch nicht zugelassene Therapieformen in Notsituationen und nach Zustimmung des Patienten, der entsprechend aufgeklärt wurde, einsetzen.

Selbstverantwortliche Ärzte und einzelne Universitätskliniken, die dies tun, gibt es auch heute schon, in Europa und auch in Deutschland. Es hängt nur niemand an die große Glocke, zumal keine deutsche Krankenversicherung diese Therapie bezahlen würde.“

? *Sie sprachen vorhin von Alleingängen auf nationaler Ebene. Welche gibt es in Europa noch?*

„Länder wie Polen, die Niederlande oder auch Belgien haben ihre Wege gefunden, wie sie Bakteriophagen in der Breite einsetzen können. In Belgien beispielsweise gilt die magistrale Anwendung: Ein zugelassener Arzt schreibt ein Rezept aus, übergibt es an einen Apotheker, der die Arznei herstellt. Ein zugelassenes Labor übernimmt die Qualitätskontrolle, fertig. Ist der Patient ausreichend informiert, kann die Therapie beginnen. Da wir in Deutschland bereits Referenzlaboratorien besitzen, wäre dieser Weg auch bei uns denkbar.“

? *Es ist die Rede davon, dass verzweifelte Patienten in unsere Nachbarländer oder gleich nach Georgien pilgern, um sich dort mit Bakteriophagen behandeln zu lassen. Was ist da dran?*

„Jedes deutsche Institut, jede Klinik, die sich mit Phagen beschäftigt, bekommt nahezu täglich Anfragen von austerapierten Patienten. Diese Menschen suchen verzweifelt nach einer Lösung – wir aber müssen sie abweisen. Diese Menschen leiden und sterben heute, jetzt, nicht in ein paar Jahren, wenn dann mal eine Zulassung da sein sollte. Damit konfrontiert zu sein, dabei das ganze Potenzial zu sehen, das uns die Phagen jetzt schon bieten, frustriert enorm.“

Bakteriophagen sind in der georgischen Gesundheitsversorgung fest integriert, sechs Standard-Mischungen

liegen freiverkäuflich in den Apotheken. Helfen sie im Einzelfall nicht, bestimmen die Mediziner des Georgi-Eliava-Instituts das jeweilige Bakterium genau und suchen in ihrer Phagen-Sammlung, es ist die größte der Welt, nach einem individuell angepassten Phagen-Cocktail. Das Institut erforscht die Viren, behandelt mit ihnen und produziert die benötigten Mischungen.

„Alles Leben auf diesem Planeten ist von Phagen gesteuert.“

? *Wir haben uns bislang nur über die Humanmedizin unterhalten. Wie sieht es in der Tiermedizin aus?*

„Ehrlich gesagt wurde das Georgi-Eliava-Institut auf die Anwendungsgebiete, die sich aus der Veterinärmedizin und der Nutztierhaltung heraus ergeben, erst durch seine westlichen Kooperationspartner aufmerksam. Bislang widmeten sich die Georgier rein der Humanmedizin.“

? *Wie ist die Lage aktuell in Deutschland?*

„Ich kenne hier einige Beispiele, in denen Tiere bereits erfolgreich behandelt wurden. Jede Woche erreichen mich neue Anfragen von Tierkliniken, die chronische Fälle haben, mit denen sie nicht mehr weiterwissen. Die magistrale Anwendung, von der ich bereits

sprach, kommt deutschen, approbierten Veterinären letztlich entgegen. Sie besitzen ohnehin das Dispensierrecht und die eigene Hausapotheke.“

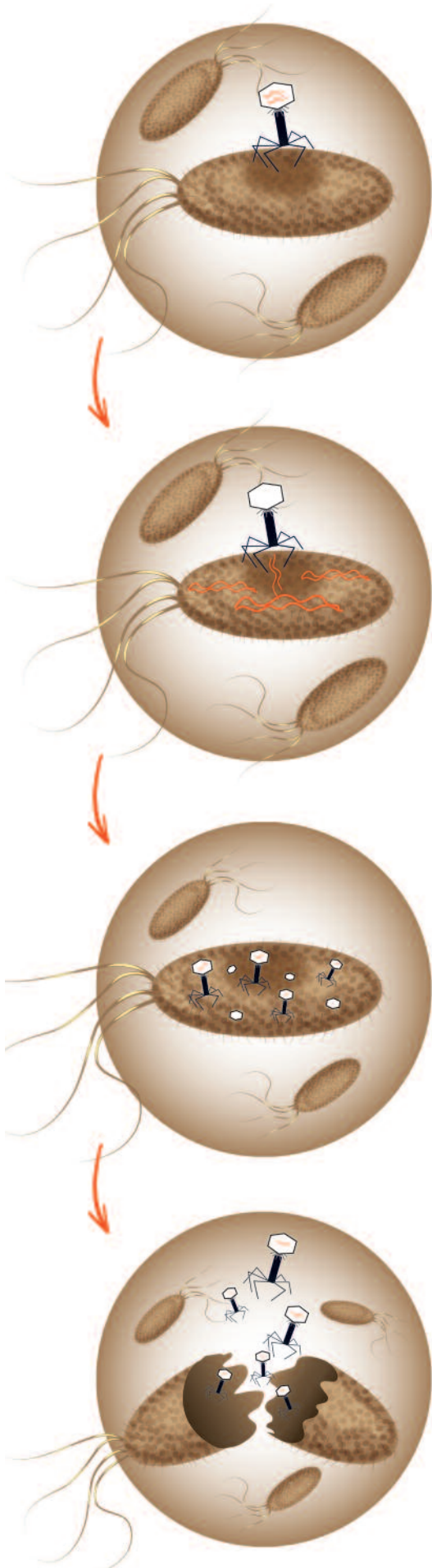
? Als Wissenschaftler und Veterinärmediziner forschen Sie selbst am *Bacillus anthracis*, dem Milzbranderreger, der zumeist Rinder befällt. Erzählen Sie bitte davon.

„Neben dem Phagentyp, der für die Therapie und andere Einsatzbereiche relevant ist, existiert noch ein zweiter, das sind die temperenten Phagen. Diese Phagen sind etwa in der Lage, die Lebensweise des Milzbranderreger komplett zu verändern und zu steuern. Dazu bauen sie ihre DNA in das Chromosom der Bakterie ein. Teilt sich die Bakterie, vermehrt sich der Phage einfach mit. Wir sprechen dann von aktiven Lysoenen. Bei ihrem Verständnis stehen wir noch ganz am Anfang, die bisherigen Erkenntnisse allein sind aber schon umwerfend: Demnach ist alles Leben auf diesem Planeten von Phagen gesteuert. Bakterien sind überall, ihre Physiologie wiederum ist phagengesteuert. Wir leben im Königreich der Bakteriophagen. Das im Einzelnen zu verstehen, ist noch spannender als die eigentliche Anwendungspraxis, über die wir uns zuerst unterhielten.“

? Ein faszinierender Forschungsbereich. Seit wann beschäftigen Sie sich mit ihm?

„Vor zehn Jahren, zuvor hatte ich von Bakteriophagen nur kurz im Studium gehört, stieß ich auf eine wissenschaftliche Publikation aus den USA. Sie beschäftigte sich mit dem Milzbranderreger – und hat mich nicht mehr losgelassen. Ich erkannte, dass es schon einzelne deutsche Kollegen gibt, die mit den Viren arbeiten, dass sie voneinander aber nichts wissen. Da ich mir einen aktiven Austausch wünschte, habe ich alle an einen Tisch gebracht. Damit fing es an. Im letzten Jahr dann konnte das Forschungszentrum für Gesundheitswissenschaften der Universität Hohenheim zum ersten Deutschen Phagen-Symposium einladen, es kamen 160 internationale Delegierte. Dies mitzuerleben, in den Austausch zu gehen, auch die ganz großen Kapazitäten der Phagenforschung kennenzulernen, war eine enorme Freude und ist es immer noch.“

Privatdozent Dr. Wolfgang Beyer arbeitet und lehrt an der Universität Hohenheim, die mit dem renommierten Georgi-Eliava-Institut für Bakteriophagen, Mikrobiologie und Virologie in Tiflis kooperiert. Der Veterinärmediziner und Molekularbiologe ist zudem Sprecher des deutschlandweiten Nationalen Forums Phagen, das sich 2017 anlässlich des ersten Deutschen Phagen-Symposiums gründete.



1. Ein Bakteriophage dockt ähnlich einer Mondlandefähre auf einem Bakterium an, auf das er spezialisiert ist. Er durchbohrt dessen Zellwand und injiziert seine DNA in das Chromosom der Wirtszelle.

2. Im Folgenden wird der Stoffwechsel des Bakteriums zerstört, es wird wehrlos. Fortan stellt es das eigene Wachstum auf Phagenproduktion um.

3. Der Phage nutzt seine Wirtszelle nun als Baumaterial und reproduziert sich.

4. „Schlüpft“ der so produzierte Nachwuchs, stirbt das Bakterium. Die neuen, in ihre Umwelt herauskatalpultierten Phagen wiederum suchen sich neue Wirte. Sind keine mehr zu finden, vergehen auch die Phagen, sind sie doch auf einzelne, ganz bestimmte Keime spezialisiert. Die Phagentherapie ist abgeschlossen. Nebenwirkungen, wie eine durch Antibiotika geschwächte Darmflora, gibt es nicht.

Wer Genaueres erfahren möchte als in dieser stark vereinfachten Darstellung, dem seien die Videos empfohlen auf: www.phage4cure.de/hintergrund



AUF DEM INFektionsHERD: AKTIVE BAKTERIOPHAGEN

Bakteriophagen sind Viren, die sich auf bestimmte Arten von Archaeen und Bakterien spezialisiert haben. Denn mangels eines eigenen Stoffwechsels benötigen die „Bakterienfresser“ zur Vermehrung einen Wirt. In der unendlichen Vielzahl von Phagen unterscheidet die Medizin aktuell zwischen Coli-, Staphylokokken-, Diphtherie- und Salmonella-Bakteriophagen. Wie sie sich in der Therapie verhalten, zeigt die Abbildung.



FERKELERZEUGER HARM HAUSCHILD UND
HOFTIERÄRZTIN DENISE WÜLLNER

Alles auf den Kopf gestellt

Alte Ställe mit breitem Erregerspektrum und dazu Hochleistungsauen dänischer Provenienz. Keine Traumpaarung, wenn es um eine Erfolgsgeschichte in Sachen Antibiotikaminimierung gehen soll. Der Ferkelerzeuger Harm Hauschild und seine Hoftierärztin Denise Wüllner können sie trotzdem erzählen. Zuvor aber haben sie den ganzen Betrieb – Stück für Stück – auf den Kopf gestellt. Ein Betriebsrundgang in Lübeck.

„Wir hatten ein echtes Coli-Problem. Alle abgesetzten Ferkel brauchten eine Woche lang Antibiotika, ansonsten hatten wir Verluste von zehn Prozent.“ Denise Wüllner ist keine, die viele Worte macht. Die Hoftierärztin kommt direkt zum – wunden – Punkt: zum Absatz-Durchfall. Ihn gab es zuhauf im Betrieb von Harm Hauschild, der 850 Sauen- und 2.500 Ferkelaufzuchtplätze zählt. Seit Herbst 2016 betreut Wüllner den Betrieb, sie ist beim Vet-Team Schleswig-Holstein in Blekendorf-Kaköhl, Kreis Plön, angestellt.

Heute gehört der gefürchtete Absatz-Durchfall mitsamt seiner antibiotischen Einstallbehandlung zur Vergangenheit. „Im zweiten Halbjahr 2017 ist die HIT-Therapiehäufigkeit zum ersten Mal unterhalb des Medians gesunken, wir mussten keinen Maßnahmenplan schreiben“, freut sich Wüllner. Mutige Umstellungen im Bestandsmanagement drängten die hohe Verlustquote auf ein Prozent zurück, zudem konnte ein Ferkel mehr pro Sau abgesetzt werden. All dies freut auch Hauschild, der die Anlage seit vier Jahren leitet. Aber wie haben er und seine Hoftierärztin das Thema angepackt?

Letztlich haben sie den ganzen Betrieb – Stück für Stück – auf den Kopf gestellt. Speziell drei Maßnahmen waren es aber, die spürbar aus der Talsohle heraushalfen. Erstens: eine kommerzielle Coli-/Clostridien-Mutterschutzimpfung, die perfekt zur vorhandenen Erregersituation passte und „direkt einen Kick nach vorne brachte“. Zweitens: stärkere Saugferkel, da Hauschild den vormals zweiwöchigen Produktionsrhythmus auf einen einwöchigen umstellte und die Säugedauer verlängerte (25 statt 21 Tage). Drittens: ein Ferment-Wasser-Gemisch, das der Agrarbetriebswirt bis 14 Tage nach dem Absetzen,

Im letzten Jahr verkaufte Harm Hauschild 32.000 Aufzuchtferkel, die in seiner Lübecker Anlage geboren wurden. 32,3 Ferkel setzte der Agrarbetriebswirt pro Sau ab.



Milchsäurebakterien gegen Absatz-Durchfall: Der Ferkelerzeuger vertraut seit diesem Jahr auf ein Ferment-Wasser-Gemisch, das er den Tieren im Flatdeck dreimal täglich in Anfütterungsschalen anbietet.

neben seinem üblichen Trockenfutter, fütterte. Dreimal täglich bietet er es den Tieren in Anfütterungsschalen an. „Harm hat das Ganze zusammen mit seinem Futterberater ausgeheckt. Es funktionierte vom ersten Augenblick an, eine super Sache“, sagt Wüllner anerkennend. Die „super Sache“ besteht aus Weizen, Gerste und Sojabohnen, die mit Wasser und Milchsäurebakterien versetzt und dann wärmebehandelt werden. „Die Bakterien vermehren

sich und zersetzen das Getreide. Die Ferkel bekommen quasi vorverdautes, damit leicht verträgliches Futter“, erklärt die Medizinerin. „Im Verdauungstrakt der Tiere angekommen, stabilisieren die Mikroorganismen zudem die Darmflora, die sie besiedeln. Dabei konkurrieren Milchsäurebakterien, das darf man nicht vergessen, mit pathogenen Keimen. Die Milchsäurebakterien machen ihnen das Leben schwer.“ Trotzdem, so meint sie, wusste

„Alles entscheidend sind die genaue Beobachtung und das schnelle Eingreifen.“

anfangs niemand, ob die im Nachhinein so überzeugend wirkende Strategie aufgehen würde. „Die Antibiose abzusetzen, war eine mutige Entscheidung, auch vor den Mitarbeitern, die Angst hatten, jeden Morgen tote Ferkel im Stall zu finden.“

Während sich Wüllner erinnert, klettert Hauschild auf den Futter-Container im Vorraum, in dem das vorproduzierte Ferment lagert, und wirft die Pumpe an. Dann lässt er sich das dickflüssige Gemisch in die hohle Hand rinnen. Ein Geruch, der an warmes Bier und frischen Brotteig erinnert, steigt in die Luft. „Will jemand probieren?“, fragt er begeistert. Als die Reaktionen spärlich ausfallen, nimmt er selbst eine Kostprobe. „Ganz schön sauer“, murmelt er und verzieht das Gesicht. Seine Begeisterung mindert das jedoch nicht, ganz im Gegenteil: Hauschild mag sein Futter – und er kommt ins Erzählen. „Als ich meinem Vater zum ersten Mal von meiner Idee erzählte, Ferment zu füttern, sagte der nur: ‚Du bist bekloppt. Das machst du nicht!‘“ Schon einmal, in den 1980er Jahren, hatte sich der Familienbetrieb daran versucht. „Damals hat das aber gar nicht geklappt, die Technik war noch nicht so weit“, erklärt der Junior. „Und es ließen sich nicht so kleine Portionen bestellen wie heute.“ Erst mit Hilfe eines lang bekannten Futterberaters gelang es schließlich, das Familienoberhaupt zu



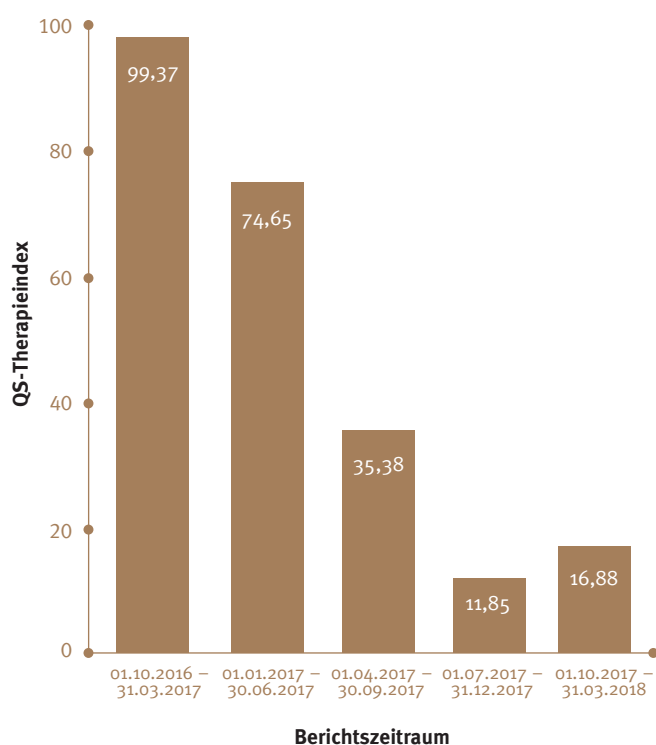
Ein eingespieltes Team in Sachen Antibiotikaminimierung: Ferkelerzeuger Harm Hauschild und Hoftierärztin Denise Wüllner.

überzeugen. Und, was sagt der Vater heute? „Läuft!“, antwortet Hauschild kernig und eilt schon weiter.

Denn es gibt noch viel zu zeigen und noch mehr zu erklären, das betriebseigene Antibiotikareduktions-Programm besitzt einige Bausteine. Zum Beispiel Split-Nursing. Harm Hauschild: „Bei frischen Würfen, die mehr als 14 Ferkel haben, trennen wir die stärksten für fünf Stunden ab.“ Während die nebenan unter der Wärmelampe warten, haben die Schwächeren, die sonst von ihren agilen Geschwistern abgedrängt würden, zwei Säugephasen für sich allein. „In dieser Zeit können sie sich mit

dem Kolostrum, der energiereichen Vormilch der Mutter, versorgen. Von ihr gibt es nur wenige Liter, sie sind aber entscheidend für die Immunabwehr der heranwachsenden Tiere“, ergänzt Wüllner. Sie hat durchweg gute Erfahrungen gemacht, wenn Schweinehalter auf eine gleichmäßige Kolostrumversorgung des gesamten Wurfs achten. Besonders dann, wenn die Würfe so groß sind wie bei Hauschilds Danzucht-Sauen. Gekreuzt aus Dänische Landrasse und Edelschwein tragen sie mit 118 Tagen etwas länger und „bringen bis zu 20 lebend geborene Ferkel, die muss man erstmal managen können“, meint Wüllner. Gerade darum zahle

REDUZIERTER ANTIBIOTIKAEINSATZ BEI HARM HAUSCHILDS AUFZUCHTFERKELN



Der QS-Therapieindex zeigt, wie sich der Antibiotikaeinsatz bei den Aufzuchtferkeln von Harm Hauschild entwickelt hat: Nach hohen Werten, die sich noch bis in den März 2017 hineinziehen, reduzierte sich der Therapieindex erheblich. „Gruppenbehandlungen gibt es bis heute nicht mehr, um Einzelbehandlungen kommen wir aber nicht herum“, sagt Hoftierärztin Denise Wüllner dazu. Neben halbjährlichen Auswertungen – ähnlich HIT-Datenbank – liefert das QS-Antibiotikamonitoring quartalsmäßig aktuelle Zahlen.

sich die gute Kolostrumversorgung aus. „Ich würde mir mehr Sauenhalter wünschen, die darauf achten. Split-Nursing wird noch zu wenig gemacht.“

Der Erklärung dafür ist einfach: Die Methode ist betreuungsintensiv. Ebenso wie das Tauschen der Saugferkel, aber auch darauf setzt Hauschild: Ist eine Mutter schwach, verfügt sie über eine zu geringe Milchleistung, dann wandert ein Teil ihres Wurfs in eine andere Abferkelbox zu einer starken Ammenmutter. Bei etwa jedem zehnten Wurf ist das der Fall. Zusätzliche Milch über ein Cup-System bekommen alle Saugferkel ab dem dritten Lebenstag, ab dem elften flüssigen Prestarter und ab der zweiten Woche zusätzlich trocken. Auch das frühe Anfüttern beugt dem gefürchteten Absetz-Durchfall vor. „Es sind viele Kleinigkeiten, die zusammenkommen“, so die Hoftierärztin. „Alles entscheidend sind aber die genaue Beobachtung und das schnelle Eingreifen.“ Das muss nicht immer schulmedizinisch sein, auch „alte Hausmittel“ leisten gute Dienste: Zeigt ein Wurf beispielsweise erste Durchfallanzeichen, dann bekommt er Cola serviert. Denn auch Schweine-Sprösslingen schmeckt der süße Softdrink bestens, so nehmen sie zusätzliche Flüssigkeit auf und trocknen nicht aus. „Außerdem besitzt Cola reichlich Kalorien und senkt den pH-Wert im Magen, das hindert die Bakterien in ihrem Wachstum“, erklärt die Fachfrau.

Entscheidend für alle Details um Coli, Cola und Co. ist Hauschild's sechsköpfiges, fest angestelltes Mitarbeitererteam. Wüllner ist von ihm begeistert: „Die haben ihren Bestand im Griff. Und wenn ich auf ein Problem hinweise, dann ist es bei meinem nächsten Besuch behoben.“ Neben vier Rumänen arbeiten zwei Polen für den 27-jährigen Betriebsleiter. Allesamt sind sie ungelern und „haben vorher nie ein Schwein gesehen“. Die Betriebssprache ist gebrochenes Englisch. Keine idealen Voraussetzungen, trotzdem: „Die Männerwirtschaft funktioniert.“ Wie das Hauschild geschafft hat? „Ganz einfach, zuerst muss die Bezahlung stimmen und dann der Umgang“, erklärt er. „Die bekommen hier – für ihre Verhältnisse – ein Wahnsinnsgeld und wollen ihren Job unbedingt behalten. Das macht die Arbeit gut.“ Seit über drei Jahren ist das Team, das auch auf der weitläufigen Anlage wohnt, beieinander. Zwölf Tage am Stück wird gearbeitet, zwei Tage sind frei, alle fünf Monate geht es für jeweils vier Wochen in die Heimat.

Dass auch eine personell noch so gut besetzte Anlage, eine solide aufgebaute Bestandsgesundheit wieder ins Kippen geraten kann, zeigte sich im Frühjahr 2018: Der Rotavirus machte dem Betrieb zu schaffen. „Da es keinen zugelassenen Impfstoff für Schweine gibt, musste der Virus einmal durch alle Sauen durch“, sagt Wüllner zähneknirschend. „Jetzt sind

sie zwar alle perfekt immunisiert, aber es dauerte auch bei jedem Tier vier Wochen, bis sich die vom Rotavirus angegriffene Darmschleimhaut erholt hatte. Kamen in der Zeit Coli-Bakterien obendrauf, brauchten wir wieder Antibiotika.“ Zudem sank das Verkaufsgewicht der Ferkel und es gab mehr Verluste. „Fast ein Jahr lang lagen sie bei nur einem Prozent. Durch den Rotavirus stiegen sie wieder auf drei bis vier Prozent“, rechnet Hauschild vor.

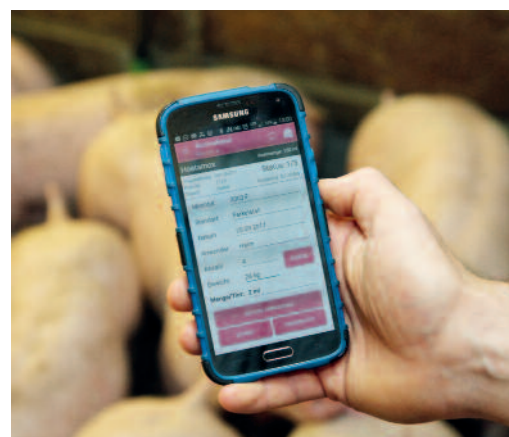
Nicht nur deshalb setzen er und seine Hoftierärztin, wo möglich, auf Prophylaxe und ein individuell zugeschnittenes Impfprogramm: „Wir haben hier im Betrieb ein breites Erregerspektrum: Streptokokken, drei pathogene Coli-Bakterien, den Erreger der Glässer’schen Krankheit, Clostridien – alles da“, zählt Wüllner auf. Sie vertraut auf eine Mutterschutzimpfung, die die Ferkel passiv über das Kolostrum immunisiert. Der Bestandsimpfschutz bei den Sauen umfasst PRRS, Influenza und Parvo/Rotlauf. Entsprechend der fortlaufenden Erregeranalyse verändern sich die zusammengesetzten Impfstoffe. „Rund ein Drittel haben wir beim letzten Mal ausgetauscht“, so die Tierärztin. „Man muss halt dranbleiben.“

Das gilt auch für das betriebseigene Hygieneprogramm: Es herrscht eine konsequente Schwarz-Weiß-Trennung mit zentraler Hygieneschleuse, Besucher müssen einduschen. Lieferanten und Dienstleister besitzen eine separate Zufahrt, neue Jungsauen gehen für acht Wochen in externe Quarantäne, es gibt einen eigenen Viehanhänger, der die Neuankömmlinge transportiert – um nur einige der Maßnahmen zu nennen. Ein konsequentes Rein-raus-Verfahren gehört ebenso zum Hygienekonzept. Ob die Mannschaft ordentlich reinigt und desinfiziert, sieht Wüllner nach ihrer Desinfektionskontrolle. Regelmäßig nimmt sie Abklatschproben in den sauberen Abteilen, die das praxiseigene Labor untersucht, je nach Ergebnis wird das Desinfektionsmittel gewechselt. Da jeder Mitarbeiter seinen Arbeitsbereich selbst wäscht, werden persönliche Fehler deutlich. „Das Ergebnis ist beim nächsten Mal garantiert besser“, erklärt Hauschild, der sich die intensive Reinigung übrigens bei den Geflügelhaltern abgeschaut hat. „Daheim in Deinste haben wir eine Hähnchenmast.“

Neben dem Betrieb in Lübeck gehört ein zweiter Standort zum Familienbetrieb. Im 130 Kilometer entfernten Deinste, Landkreis Stade, existieren 3.000 weitere Ferkelaufzuchtplätze, etwa die Hälfte der Lübecker Nachzucht wächst hier auf – weiterhin unter Wüllners wachen Augen. Hinzu kommen 2.500 Schweine- und 170.000 Hähnchenmastplätze, eine 940-kW-Biogasanlage, 360 Hektar Acker, 100 Hektar Grünland. Harm Hauschild bewirtschaftet all dies gemeinsam mit seinem Bruder und seinen Eltern. Bis 2013 setzte die Familie auf Bio. „Mit rund 1.000 Sauen waren wir wohl der größte Bio-Ferkelerzeuger in Deutschland“, erinnert sich Hauschild, „bis wir auf unseren Tieren sitzen geblieben sind.“ Der Absatz funktionierte nicht, zu wenig Mäster fragten die Ferkel nach. Nach sechs Bio-Jahren kapitulierte der Betrieb, stellte auf konventionell um und baute den 2014 hinzugekauften Standort in Lübeck, die Büssau KG, aus. Die Familie Hauschild ist mit ihrer Sauenhaltung und mit einem Teil der Mast bei der Initiative Tierwohl dabei. ■■■■■



Die Bar ist eröffnet: Zeigen sich in einem Wurf erste Anzeichen von Durchfall, gibt es Cola. Zusätzliche Milch über ein Cup-System bekommen alle Saugferkel ab dem dritten Lebenstag.



Harm Hauschild arbeitet seit diesem Jahr mit der Software FarmTool, die ein Gesellschafter seiner Tierarztpraxis entwickelte und auf den Markt brachte. Neben vielen möglichen Bausteinen nutzt er bislang den Arzneimittelbereich, in dem er alle verabreichten Medikamente und Impfstoffe dokumentiert. Meldungen an die staatliche HIT-Datenbank und das QS-Antibiotikamonitoring laufen automatisch. Mittels einer App hat der Landwirt nun jede einzelne Behandlung, alle Restmengen und Wartezeiten stets in der Hosentasche: „Auf dem Handy kann ich schnell mal nachschauen, welche Behandlung wann gelaufen ist und was daraus wurde“, erklärt Hauschild. „Ich muss nicht erst ins Büro springen und lange kramen.“ Zukünftig sollen auch seine Mitarbeiter ihre Arzneimittelgaben direkt mit dem Smartphone erfassen und auch sein Bestandsbuch will Hauschild über die Software führen.



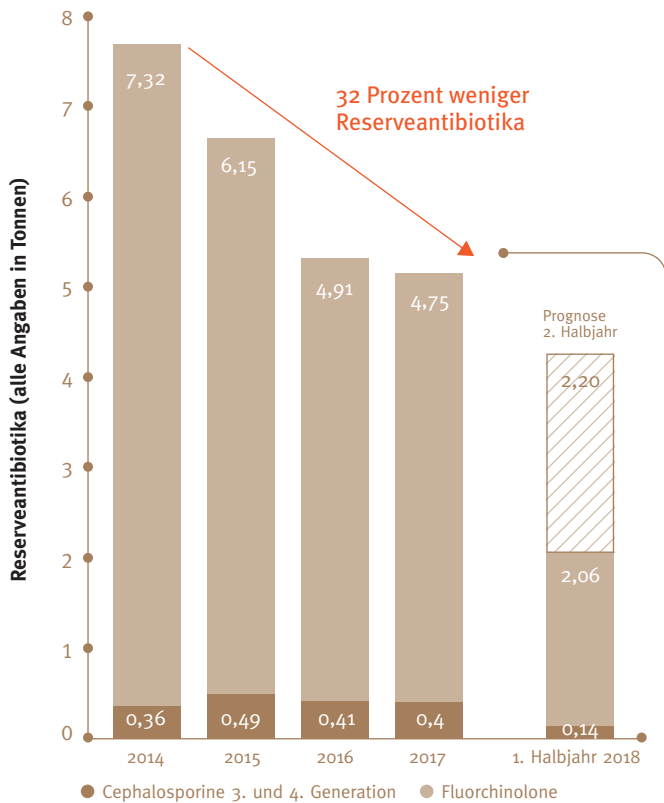
SINKENDER ANTIBIOTIKAVERBRAUCH:
DIMDI- UND QS-ZAHLEN IM VERGLEICH

Vom Küken bis zur Katze

Seit sieben Jahren veröffentlicht das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) die sogenannten DIMDI-Zahlen. Die letztjährigen hat sich Thomas May, der bei QS das Thema Antibiotikamonitoring verantwortet, vorgenommen und in Bezug zur Nutztierhaltung gesetzt. Fest steht: Der Antibiotikaverbrauch in Deutschland sinkt weiter. Ein interessantes Detail dabei: die Wirkstoffgruppe der Fluorchinolone.

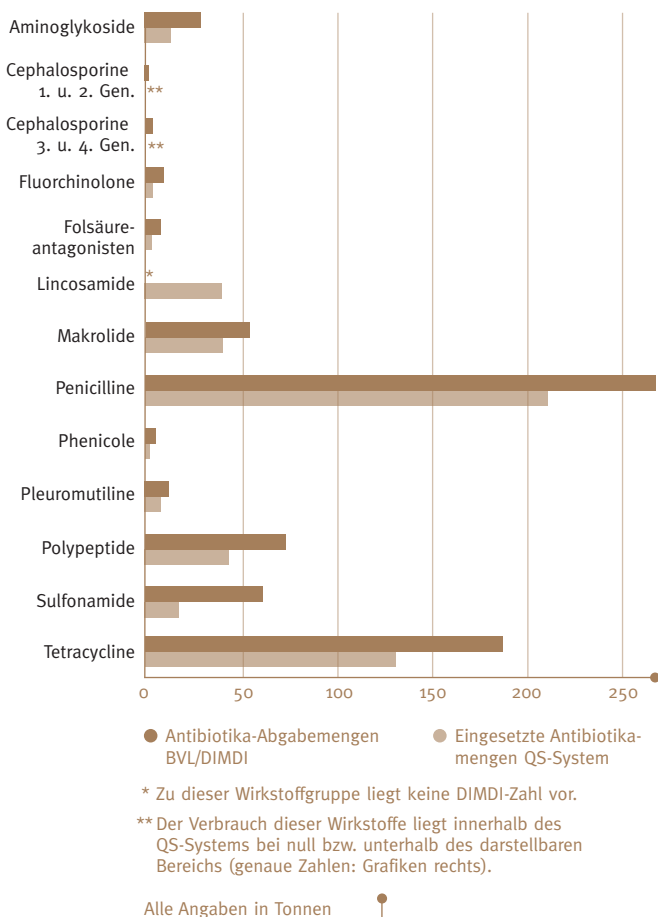
Innerhalb des QS-Systems sank der Antibiotikaeinsatz im letzten Jahr – nach starken Einsparungen seit 2014 – auf 487 Tonnen (ein Minus von insgesamt 31 Prozent). „Auch die Zahlen aus dem ersten Halbjahr 2018 deuten auf eine weitere Reduktion hin“, prognostiziert Thomas May. „So liegt die Antibiotikamenge mit insgesamt 218,22 Tonnen im ersten Halbjahr 2018 leicht unter Vorjahresniveau.“ Eine Entwicklung, die sich auch in den DIMDI-Zahlen des BVL niederschlägt: 2017 zeigten sie nochmals eine leichte Mengenreduzierung von 1,2 Prozent, wurden 2016 noch 742 Tonnen verbraucht, waren es im letzten Jahr 733 Tonnen (siehe hierzu Grafiken auf Seite 21). Das BVL erfasst die Menge von Antibiotika, die Pharmaindustrie und Großhandel insgesamt an alle deutschen Tierarztpraxen abgeben. Neben sämtlichen Nutztieren, auch die der Milchviehbetriebe, sind hier Pferde, Katzen, Hunde und alle anderen Heimtiere erfasst.

Weniger Reserveantibiotika im QS-System



Im detaillierten Vergleich mit den QS-Zahlen fällt ein deutlicher Unterschied bei den Fluorchinolonen auf: Diese Wirkstoffgruppe zählt in Deutschland, zusammen mit den Cephalosporinen der 3. und 4. Generation, zu den Reserveantibiotika (kritische Antibiotika). Das BVL meldete für 2017 eine **Steigerung von 0,6 Tonnen bei den Fluorchinolonen**. „Eine Mengenzunahme, die sich nicht in den QS-Zahlen widerspiegelt“, so May. Innerhalb des QS-Systems, das sowohl über 95 Prozent der deutschen Schweine- und Geflügelbestände als auch spezialisierte Kälbermast umfasst, **sank die eingesetzte Menge der Fluorchinolone um 0,16 Tonnen**. Präparate mit diesem Wirkstoff kommen somit in den Geflügel-, Schweine- und Mastkälber haltenden QS-Betrieben vermindert zum Einsatz. Innerhalb des QS-Systems nahm der Verbrauch von Reserveantibiotika insgesamt erheblich ab und sank **seit 2014 um mehr als 32 Prozent**. „Bei allen Analysemöglichkeiten, die uns die Zahlen bieten, dürfen wir nicht vergessen, dass das eigentliche Ziel in einer reduzierten Resistenzbildung liegt“, ergänzt Thomas May. „Sie ist Dreh- und Angelpunkt des gesamten Antibiotikamonitorings, ganz gleich, ob es staatlicherseits stattfindet oder innerhalb des QS-Systems. Weniger Einsatz von Antibiotika bietet weniger Möglichkeiten der Resistenzbildung.“

DIMDI versus QS: Antibiotika-Verbrauchsmengen 2017



„DIMDI unterscheidet weder zwischen den Tier- noch zwischen den Nutzungsarten.“

In der direkten **Gegenüberstellung „BVL versus QS“** zeigt sich über alle Wirkstoffgruppen hinweg, dass nicht nur Masttiere, sondern auch Zucht- und Haustiere mit Antibiotika behandelt werden. „Das ist eine klare Information für alle Hoftierärzte und Tierhalter, die ja gerne mal als Alleinverantwortliche für die gegenwärtige Resistenzproblematik hingestellt werden“, meint May. Er wünscht sich eine genauere Zahlenlage. Denn während das QS-System sehr wohl in der Lage ist, den Wirkstoffverbrauch auf einzelne Tier- oder Produktionsarten hinweg aufzuschlüsseln (**siehe Grafik oben rechts**), ist diese Differenzierung seitens des BVL nicht möglich. „Die Antibiotikamengen werden einfach aufsummiert. DIMDI unterscheidet weder zwischen den Tier- noch zwischen den Nutzungsarten“, kritisiert Thomas May. ■■■■■

Sinkende Antibiotika-Verbrauchsmengen im QS-System

	2016			2017			1. Halbjahr 2018		
	Schwein	Geflügel	Mastkalb	Schwein	Geflügel	Mastkalb	Schwein	Geflügel	Mastkalb
Aminoglykoside	4,95	10,48	0,21	4,86	8,48	0,22	1,83	3,43	0,14
Cephalosporine 1. & 2. Gen.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cephalosporine 3. & 4. Gen.	0,41	0,00	0,00	0,40	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00
Fluorchinolone	1,91	2,92	0,08	2,07	2,59	0,09	0,70	1,36	0,02
Folsäureantagonisten	2,94	0,38	0,17	2,45	0,35	0,16	0,66	0,18	0,02
Lincosamide	4,31	5,48	0,01	3,84	4,41	0,01	1,91	1,78	0,00
Makrolide	21,82	15,75	1,49	22,70	16,68	1,43	10,73	7,23	0,57
Penicilline	158,72	51,33	6,62	153,96	51,88	6,37	68,52	25,13	2,97
Phenicole	1,65	0,07	0,42	1,31	0,05	0,16	1,03	0,01	0,18
Pleuromutiline	6,18	2,73	0,00	5,27	3,25	0,00	2,35	1,58	0,00
Polypeptide	8,48	32,58	0,11	8,21	35,96	0,10	2,88	19,18	0,04
Sulfonamide	15,20	3,98	2,11	12,82	3,48	1,85	4,13	1,39	0,85
Tetracycline	121,10	12,15	4,70	116,78	9,36	5,73	49,88	5,17	2,35
Gesamtergebnis	347,68	137,87	15,93	334,67	136,48	16,13	144,75	66,43	7,15

Alle Angaben in Tonnen

Mit insgesamt 218,22 Tonnen liegt die Antibiotikamenge, die im ersten Halbjahr 2018 innerhalb des QS-Systems verbraucht wurde, leicht unter Vorjahresniveau.

Eingesetzte Antibiotika-Abgabemengen im Vergleich

	DIMDI (alle Nutz- und Heimtiere)				QS (Geflügel, Mastkalb und Schwein)			
	2014	2015	2016	2017	2014	2015	2016	2017
Aminoglykoside	38	25	26	29	18,04	12,18	15,64	13,56
Cephalosporine 1. & 2. Gen.	2,1	1,9	2,0	2,0	0,00	0,00	0,00	0,00
Cephalosporine 3. & 4. Gen.	3,7	3,6	3,4	3,4	0,36	0,49	0,41	0,40
Fluorchinolone	12,3	10,6	9,3	9,9	7,32	6,15	4,91	4,75
Folsäureantagonisten	19	10	9,8	7,8	8,60	4,46	3,49	2,96
Lincosamide	15				10,74	8,18	9,80	8,26
Makrolide	109	52	55	55	64,80	50,45	39,06	40,81
Penicilline	450	299	279	269	285,45	237,94	216,67	212,21
Phenicole	5,3	5,0	5,1	5,6	1,19	1,64	2,14	1,52
Pleuromutiline	13	11	9,9	13	9,60	10,10	8,91	8,52
Polypeptide	107	82	69	74	56,71	45,51	41,17	44,27
Sulfonamide	121	73	69	62	46,40	25,12	21,29	18,15
Tetracycline	342	221	193	188	197,02	159,47	137,95	131,87
Gesamtergebnis	1.238	805	742	733	706,23	561,69	501,48	487,28

Alle Angaben in Tonnen

Auch die DIMDI-Zahlen, die das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit veröffentlicht, zeigen sinkende Werte: Wurden 2016 noch 742 Tonnen verbraucht, waren es im letzten Jahren nur 733 Tonnen.

fällt im
November.

ERSTER SCHNEE

02
2018







Frost ziert
den Dezember.



Und bald
sind nicht
nur Köpfe ...



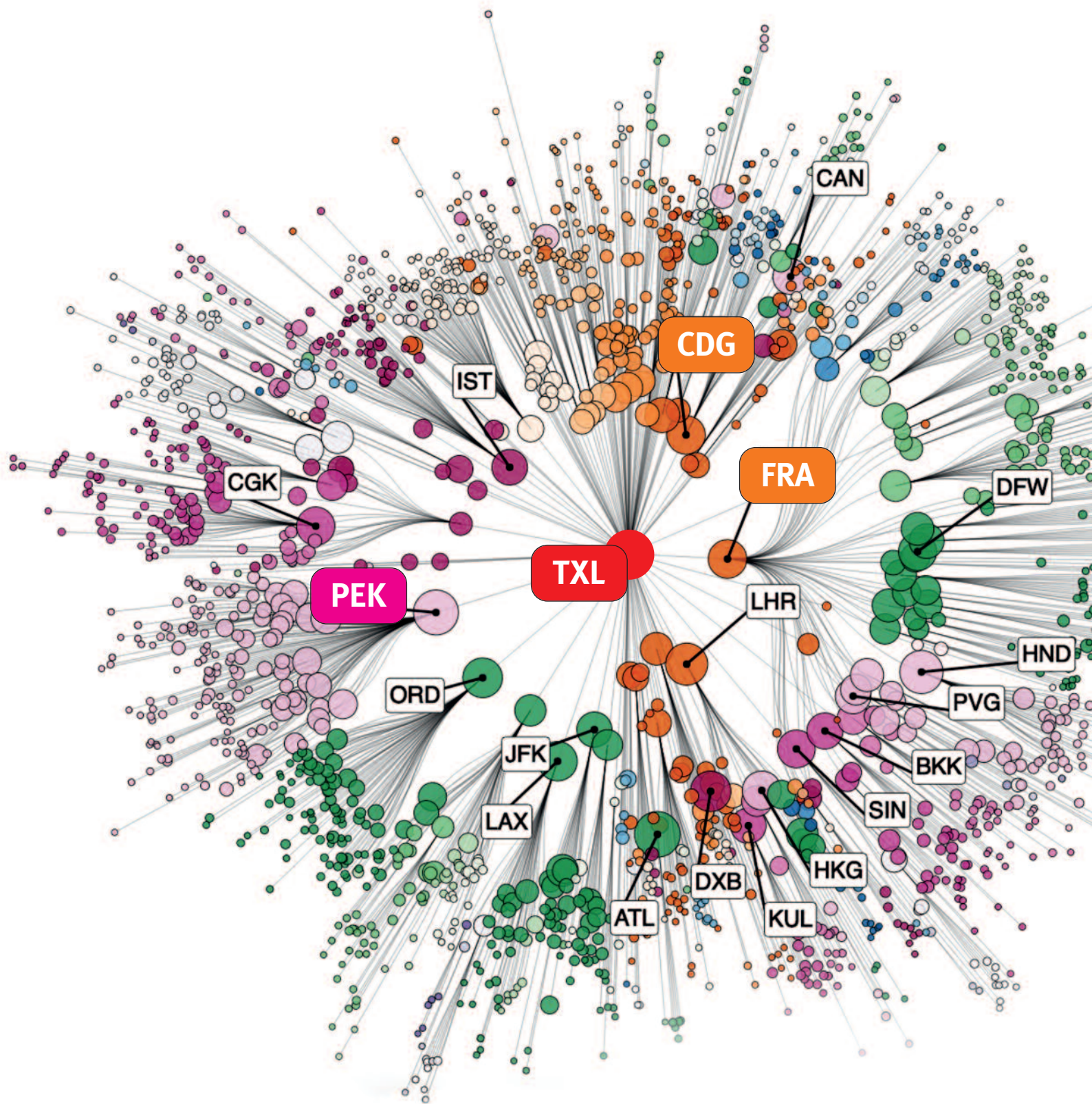


... und
Dächer weiß, ...

... sondern
auch die
Winterkleider,
so schließt
sich der Kreis.







DIGITALE EPIDEMIOLOGIE, ERKLÄRT VON
UND MIT PROF. DR. DIRK BROCKMANN

Kranke Strukturen?

Prof. Dr. Dirk Brockmann ist ein Mann mit vielen Interessen: EHEC und Ebola, Tweets und Facebook-Posts, Schweineställe und Bienenstöcke, internationaler Flugverkehr und Laborproben mit multiresistenten Bakterien. Wer oder was auch immer wertvolle Daten liefert, landet im Fokus der Digitalen Epidemiologie und damit in Brockmanns – brandaktuellem – Forschungsfeld. In ihm entstehen Computersimulationen, die die Ausbreitung von Infektionserkrankungen vorhersagen. Darüber hat sich „Zum Hofe“ mit dem Physiker und Komplexitätsforscher unterhalten.

„Wenn wir über Infektionskrankheiten nachdenken, dann liegt in der fortschreitenden Digitalisierung nicht weniger als eine Revolution. Sie ist vergleichbar mit der, die die Erfindung des Mikroskops für die Mikrobiologie brachte.“ Gleich zu Beginn schlägt Dirk Brockmann hoch auf. Grund hat er genug. Der Berliner Komplexitätsforscher lehrt an der Humboldt-Universität, gleichzeitig leitet er am Robert Koch-Institut (RKI) das Projekt „Epidemiologische Modellierung von Infektionskrankheiten“. Das RKI überwacht die deutsche Volksgesundheit im Auftrag der Bundesregierung. Erklärtes Ziel ist, Krankheiten, speziell Infektionen, frühzeitig zu erkennen, zu verhüten und zu bekämpfen.

Dabei hilft nun die Digitale Epidemiologie, die mit ihren Computersimulationen ähnlich einer Wettervorhersage funk-

tioniert. Ähnlich sind auch die Fragestellungen: In welchem Tempo wird sich ein Phänomen ausbreiten? Wann wird die Infektion den nächsten Ort erreicht haben? Wo empfehlen sich heute schon welche Impfungen? Und: Wo lag der Ursprungsort des Erregers?

Dabei ist klar: Entscheidend für Infektionskrankheiten und ihre Ausbreitung sind unsere Mobilität und die Menge unserer Kontakte. Klar ist aber auch: Nie war eine Gesellschaft mobiler, nie dynamischer als die heutige. Ein anschauliches Beispiel, wie sehr sich die Übertragungswege beschleunigt haben, liefert die Pest des 14. Jahrhunderts. Von Südeuropa bis nach Skandinavien zog sie eine tödliche Spur der Verwüstung, allerdings in einem gemächlichen Tempo: Nur drei bis fünf Kilometer schritt sie pro Tag voran. Anders der

H1N1-Erreger (Schweinegrippe) im Jahre 2009: 250 bis 400 Kilometer legte er zurück. Täglich. In beiden Fällen spricht man von einer Pandemie, einer um sich greifenden Infektionskrankheit, die einst Länder, heute Kontinente überschreitet.

Es sind daher die dynamischen Bewegungsmuster von Menschen, die mobilen Strukturen, die Regelmäßigkeiten, die sich in ihnen erkennen lassen, für die sich die Digitale Epidemiologie interessiert. Auf ihnen fußt die Vorhersagbarkeit einer sich ausbreitenden Infektion, die sogenannte Modellierung. „Mit den gigantischen und zudem noch heterogenen Datenmengen, mit denen wir es zu tun haben, kommen die traditionellen statistischen Methoden allerdings nicht mehr zurecht“, erklärt der Physiker. Die epidemiologische Modellierung braucht die künstliche Intelligenz, das maschinelle Lernen, den Algorithmus, um wiederkehrende – und auch gänzlich unerwartete – Strukturen zu erkennen.

Es geht immer um die Gemeinsamkeit, die übertrag- bare universelle Struktur.

Woher kommen aber all die Daten? Etwa aus Transport- und Mobilitätsnetzwerken. Allein den internationalen Flugverkehr nutzen drei Milliarden Passagiere pro Jahr, wobei sie 4.000 Flughäfen weltweit frequentieren. In ihrem Gepäck: reichlich Krankheitserreger, die wiederum Brockmann interessieren. Auf Grundlage des globalen Flugnetzes entwickelte er das Modell „Effektive Distanz“, das es bis in die Wissenschaftszeitschrift „Science“ (13.12.2013) brachte. Es fußt auf der Idee, dass geografische Entfernungen, wie sie traditionelle Landkarten darstellen, durch „effektive“ ersetzt werden müssen. Am Beispiel des Flughafens Tegel (siehe Grafik auf Seite 32, roter Punkt in der Mitte) zeigt sich etwa, dass Berlin – „effektiv“ betrachtet – ähnlich nahe an Paris (CDG) liegt wie Frankfurt (FRA). Obwohl, rein geografisch, die französische Hauptstadt von der deutschen doppelt so weit entfernt ist. Auch die geradezu zentrale Bedeutung einzelner Verkehrsknotenpunkte wie Peking (PEK) wird deutlich. Würde sich – um beim Beispiel zu bleiben – ein Erreger von Berlin aus verbreiten, müsste Peking spezielle Aufmerksamkeit zukommen.

Ein anderer Daten-Pool, aus dem die Digitale Epidemiologie schöpft, findet sich in den sozialen Netzwerken mit all ihren Posts, Tweets („Hilfe! Ich habe Fieber“) und Hashtags (#Grippe). „Wie es um das eigene Befinden steht, kann ein jeder der Welt direkt mitteilen. Das ist tatsächlich völlig neu“, so Brockmann, der die Netzwerk-Kommunikation als spru-

delnde Datenquelle schätzen lernte. Auch häufig verwandte Google-Suchbegriffe stehen auf der Vorliebenliste des Wissenschaftlers. Den ersten Platz jedoch nehmen die ganz individuellen Daten ein, solche, die unsere Handys, aber auch unsere Fitness-Armbänder und all die anderen smarten Begleiter ständig von uns sammeln. GPS-Sensordaten etwa zeigen, wie wir – nebst unseren Bakterien und Viren – durch die Welt gehen.

„Daten spenden“ heißt deshalb eine neue Idee, die Komplexitätsforscher wie Brockmann begeistert. Ähnlich dem „Organ spenden“ geht es darum, etwas ganz Persönliches, Wertvolles einem guten Zweck, einem höheren gesellschaftlichen Sinn zur Verfügung zu stellen: „Im Moment liegen unsere Daten in den Händen von Unternehmen wie Google und Apple. Ein ungeheurer Wert, der nur wenigen wirklich bewusst ist. Konzerne machen mit ihnen ihren Profit“, setzt der 48-Jährige an. „Was wäre nun, wenn wir unsere zutiefst persönliche Daten-Autonomie wieder in die Hände nehmen würden? Wir könnten selbst entscheiden, wem oder welchem Zweck wir etwa unsere Bewegungsmuster zur Verfügung stellen möchten. Einer wissenschaftlichen Studie etwa oder der gesellschaftlichen Gesundheit an sich.“

Aber noch ist es nicht so weit und Brockmann fokussierte sich jüngst auf Völker mit weniger verzwickten Persönlichkeitsrechten. Die Rede ist von Bienen und Schweinen. „In der Tat beschäftige ich mich in letzter Zeit intensiv mit Tieren“, erklärt er. Ein weites, unverstelltes Feld, in dem sich Daten aller Art leicht zusammentragen lassen. Schließlich sind viel zu viele Fragen noch offen, die der Wissenschaftler dringend beantworten möchte: „Wie verlaufen die Übertragungswege von Infektionen? Wer hatte – ganz genau – mit wem Kontakt? Wie entwickelt sich das Mikrobiom innerhalb einer sozialen Gruppe? Was für Wege nehmen Bakterien, welcher Art auch immer, im sozialen Netzwerk?“ Ob es sich dabei um einen Schweinestall, einen Bienenstock oder um eine Großstadt handelt, ist dabei – fast – zweitrangig. Es geht immer um die Gemeinsamkeit, die übertragbare universelle Struktur. Und Brockmanns große Kunst liegt darin, im Komplexen wieder das ganz Einfache zu entdecken. ■■■■■

PROGNOSTIZIERTE ANTIBIOTIKARESISTENZEN

Seit Jahresbeginn beschäftigt sich Prof. Dr. Dirk Brockmann mit multiresistenten Bakterien. Mit dem Ziel, eine repräsentative Datenbasis zur Antibiotikaresistenz in Deutschland zu erarbeiten, sammelt das Robert Koch-Institut bereits seit 2007 die Daten von klinisch relevanten Erregern (Projekt: Antibiotika-Resistenz-Surveillance). Lieferanten sind Labore, die Millionen von Proben aus medizinischen Versorgungseinrichtungen, aus Kliniken und Arztpraxen mikrobiologisch untersuchen.

Brockmann und sein Team setzen nun maschinelle Lernverfahren auf die vorhandenen Daten an, um herauszubekommen, welche Faktoren zur Bildung neuer Resistenzen und ihrer Kombinationen führen. „Uns interessiert außerdem, welche Umstände in einem Krankenhaus zusammenkommen müssen, damit sie entstehen. Wie sind die bakteriellen Übertragungswege? Wie die Bewegungsstrukturen von Patienten und Personal? Gibt es regionale Unterschiede?“, erklärt Brockmann die Fragestellungen des Projekts. „Am Prozessende soll eine Computersimulation stehen, die frühzeitig anzeigt: ‚Achtung, an dieser Stelle kommen einige Faktoren zusammen, die auf die Bildung einer neuen Resistenz hinweisen.‘ Dann kann die Medizin handeln, bevor überhaupt etwas geschieht.“





AUS DEM GESCHICHTSBUCH DER GEWÜRZE

Aromatische Schmuckstücke

Anissterne, Vanilleschoten, Zimtstangen, Gewürznelken, Muskatnüsse und Pfefferkörner. Gerade in der Winter- und Adventszeit erobern vielerlei aromatische Gewürze unsere Schmortöpfe und Keksdosen, Teegläser und Glühweinbecher. „Zum Hofe“ ist ihrer intensiven Duftspur gefolgt und fand das prall gefüllte Geschichtsbuch der Gewürze.

Sie dienten als Statussymbol und Zahlungsmittel, als Arznei und Aphrodisiakum – und manchmal auch zum Kochen und Backen. Kostbare Gewürze entfachten blutige Handelskriege und ließen wagemutige Seefahrer wie Christoph Kolumbus und Vasco da Gama einst in unbekannte Welten aufbrechen – dorthin, „wo der Pfeffer wächst“. Waren ihre Entdeckungsreisen auch noch so gefährlich, an deren Ende lockten kostbare Waren, die mit nicht weniger als Gold aufgewogen wurden.

Eindrucksvoll erzählt hiervon etwa die Gewürznelke: Ihre Heimat liegt auf den sagenumwobenen Gewürzinseln, den Molukken im Pazifischen Ozean, dem heutigen Indonesien. Ihre Landesfrüchte transportierten die findigen Kaufleute Arabiens schon vor der christlichen Zeitrechnung bis nach China und später, im frühen Mittelalter, nach Europa. Hier schmückte sich der Adel mit dem exotischen Luxusgut, der es als Gewürz, vor allem aber als wirkungsvolles Prestigeobjekt einsetzte. Wo die kostbare Gewürz-

Kardamom und Anisstern, Zimtstangen und Gewürznelken. Sämtliche Gewürz-Klassiker stammen aus exotischen Gefilden, eben von dort, „wo der Pfeffer wächst“.



nelke jedoch wuchs, blieb lange ein wohlgehütetes Geheimnis. Ganz im Sinne all jener Zwischenhändler, die gut an ihr verdienten. Erst im Jahre 1512 wendete sich das Blatt: Portugiesische Kapitäne fanden den direkten Seeweg zu den Molukken und errichteten dort ein Handelsmonopol, das einen heute kaum mehr vorstellbaren Wert besaß. Ihr kostbarstes Gut war, neben der Gewürznelke, die Muskatnuss. Natürlich entging dies anderen Seemächten nicht, den Niederländern, den Engländern und Spaniern, und es entbrannten blutrünstige Handelskämpfe um die wahrlich ertragreichen Inseln. Sie kamen erst Mitte des 18. Jahrhunderts zur Ruhe, als es gelang, Nelken- und auch Muskatsetzlinge außer Landes zu schmuggeln und andernorts zu kultivieren.

Mag die Vanille auch noch so populär sein, in Sachen Schönheit gewinnt dann doch der Sternanis.

Damit sind wir mitten drin im Geschichtsbuch der Gewürze, das viele prall gefüllte Kapitel zählt. Und natürlich auch ein bisschen Seemannsgarn, denn dass gute Geschichten den Wert der Ware erhöhen, wussten auch schon die alten Handelsstrategen. Der Zimt berichtet wie kein Zweiter davon: Da ist von todesmutigen Männern zu lesen, die Zimtstangen aus den Klauen geheimnisvoller Riesenvögel raubten, die diese wiederum für ihren Nestbau brauchten. In einer anderen Geschichte machte die glanzvolle Königin von Saba von sich reden, die ihr prächtiges Reich mit Zimtstangen heizte. In heutiger Zeit wären es Geldnoten, so kostbar war das hellbraune Duftholz einst. Es besaß einen Mythos, auf den man noch lange bauen konnte: So verbrannte Anton Fugger, einflussreicher Kaufmann und Bankier, 1530 die Schuldscheine Kaiser Karls V. in einem symbolischen Feuer aus Zimtstangen. Natürlich – zum eigenen Statusgewinn – vor dessen Augen. Heute zählt das aromatische Gewürz, das aus der gerollten und dann getrockneten Rinde des Zimtbaums besteht, nach Pfeffer und Paprika zu den beliebtesten in Deutschland.

Ihnen läuft nur noch eine den Rang ab: die Vanilleschote. Denn die Nachfrage ist sehr viel höher als das weltweite Angebot, nicht zuletzt, weil

große Mengen in Cola verarbeitet werden. Daher wird die geschmackliche Hauptkomponente, Vanillin, längst synthetisch nachgebaut. Ursprünglich stammt das Orchideengewächs aus Südamerika, die Azteken würzten ihre Schokolade mit ihr. Im Gepäck spanischer Seeleute gelangte die Vanille im 16. Jahrhundert nach Europa und mit den Franzosen auf die Insel „Bourbon“, Namensgeber der heute so bekannten Bourbon-Vanille. Sie macht einen Großteil der heutigen Welternte aus und wächst, neben Réunion, auf den Komoren, Mauritius und vor allem Madagaskar.

Allein, die Vanille außerhalb Südamerikas zu kultivieren, bereitete anfangs reichlich Kopfzerbrechen: Die kapriziöse Kletterpflanze wuchs zwar, die ersehnten Früchte blieben aber aus. Denn wofür in Mexiko Kolibri und Biene zuständig waren, die Bestäubung, fand sich in der neuen Heimat kein Ersatz. Bis 1836: Mit Kakteen- und Bambusstacheln ausgestattet, bestäuben seitdem Kleinbauern die *Vanilla planifolia*. Bis zu 1.500 Blüten schafft ein guter Arbeiter am Tag. Acht Monate später können die so produzierten Schoten geerntet werden. Auf ein heißes Wasserbad folgen Schwitzkuren und Trockenzeiten. Erst durch den Gärprozess setzt sich im Inneren das typische Vanillin frei. Dass der

ganze Aufwand seinen Preis hat, ist klar: Vanille zählt nach Safran zu den teuersten Gewürzen der Welt. Auch heute noch.

Mag die Vanille auch noch so populär sein, in Sachen Schönheit gewinnt dann doch der Sternanis. In gleichförmiger Symmetrie gruppieren sich die meist acht Fruchtkapseln in Blütenform. Aus ihnen lugen rötlich glänzende Samen hervor. Verantwortung für den köstlichen Geschmack übernehmen sie aber nicht, er liegt vor allem im Holz der Samenbälge verborgen. Dabei so reichlich, dass das Würzen Fingerspitzengefühl verlangt. Sternanis-Aroma ist intensiv, süßlich und holzig zugleich.

Obschon sich der schöne Stern in vielen Kulturen einen festen Platz erobern konnte, ist er ein recht junges Gewürz. Das Abendland erreichte der Sternanis 1588, eine ganze Schiffsladung löschte im Londoner Hafen. Wie so häufig bei neuartigen Gewürzen, brauchte es lange, bis er in europäische Küchen Einlass fand: Erst seit dem 18. Jahrhundert würzten die Angelsachsen ihre Marmeladen und Kompotte, ihren Punsch und ihren Likör mit einem Hauch von Sternanis. Seither stehen die Samenbalgfrüchte auch im deutschen Gewürzregal. ■■■■■



DIE PFERDE DER GROSSSTADT –
EINE ERINNERUNG VON ULRICH RAULFF

Transportmaschine des 19. Jahrhunderts

Wer ein Pferd in der Stadt treffen will, der muss nach Rom oder besser noch nach Wien: Auf historischen Plätzen warten sie, die Fiaker und mit ihnen die Droschkenpferde. Aber allein Touristen interessieren sich noch für unsere einst so wichtigen Arbeits- und Transportgenossen. So hat ihnen Buchautor Ulrich Raulff nun ein Denkmal gesetzt: Er erinnert in eindrücklicher Weise an die Schicksalsgemeinschaft, die die „Energiesmaschine Pferd“ mit den aufstrebenden Metropolen des 19. Jahrhunderts einging. Es sollte das letzte Jahrhundert der Pferde werden – hiernach fielen sie aus der Geschichte heraus.

Die Parisberichte des ausgehenden 18. und des 19. Jahrhunderts hallen wider von Klagen über Enge und Gestank der Stadt, die Gefahren für den Fußgänger, den Lärm der von Pferden gezogenen Fuhrwerke. ... Aber wer stellt sich vor, wie eine Stadt des 19. Jahrhunderts ausgesehen und wie sie geklungen hat? Jeder weiß, wie sich das Moped des Zeitungsboten auf der nächtlichen Straße anhört, das Kreischen der Straßenbahn, das Hupen der Taxis und das Sterbelied abbremsender Busse. Aber wer stellt sich vor, wie Peitschenknallen, Wagenräder und Hufeisen auf Kopfsteinpflaster klingen, in den frühen Morgenstunden, wenn der Schlaf dünn und flüchtig ist? Der Lärm der Stadt wird unerträglich, wenn die beiden Spezies, Pferde und Menschen, einander zu nahe kommen, wenn rohe Kutscher auf ihre müden Zugtiere eindreschen. Das Getöse der Pferde, Kutschen und Wagen liefert den Rhythmus, in dem die Stadt erzittert. ...



Es waren die Pferde, die einst unsere Städte antrieben: Oben der zweistöckige Pferdestall eines Berliner Omnibus-Unternehmens (um 1900), unten die New Yorker Feuerwehr (um 1910).

PFERDE IN DEUTSCHLAND

Vor dem Ersten Weltkrieg lebten 4 Millionen Pferde in Deutschland, das, was zu bedenken ist, eine sehr viel größere Fläche besaß als heute. 1,5 Millionen Pferde waren es immerhin noch 1950. Dann setzte der freie Fall ein: Mit nur 250.000 Pferden erreichte Deutschland 1970 seinen historischen Tiefstand. Nach Ulrich Raulff wird die Pferdezahl heute auf „über eine Million geschätzt. Ebenfalls über eine Million Männer und Frauen in Deutschland treiben regelmäßig Pferdesport ... 300.000 Menschen arbeiten in Deutschland in der Pferdewirtschaft.“

In Großbritannien kommt im 19. Jahrhundert ein Pferd auf zehn Einwohner, in den USA beträgt das Verhältnis 1:4 und in Australien 1:2. ... Man stelle sich vor, was es für das Leben in einer Stadt wie Manhattan bedeutete, dass dort gleichzeitig 130.000 Pferde arbeiteten.¹ Was mochte der Passant empfinden, der eines Tages den Broadway in New York verstopft fand mit toten Pferden und ineinander verkeilten Fahrzeugen?² Wie roch eine Stadt, auf die, wie auf New York um 1900, die Pferde täglich 1.100 Tonnen Mist und 270.000 Liter Urin niedergehen ließen und aus der jeden Tag 20 Pferdekadaver abtransportiert wurden?³ ...

Für die Pferde, die in ihr Leben und von ihr verbraucht werden, ist die vom Sturm der Mechanisierung erfasste Stadt des 19. Jahrhunderts kein gesundes Milieu. Ihre Muskeln, Sehnen und Hufe, ihre Gelenke sind der Schwere der Traktionsarbeit, die der städtische

Verkehr ihnen aufbürdet, nur wenige Jahre gewachsen, dann werden sie weiterverkauft an Gewerbe mit leichterer Last oder kehren für ihre letzten Jahre zurück aufs Land. Stadtpferde rücken im Alter von fünf Jahren ein und haben eine durchschnittliche Lebensdauer von zehn Jahren. Das gilt für Omnibuspferde; Trampferde sind schon nach vier Jahren erledigt.⁴ Für viele kommt das Ende schon früher durch dauernde Lahmheit, ein tristes Schicksal, das die Kugel des Veterinärs beschließt. ...

Der steigende Verbrauch an Pferden, den die Ausweitung und Mechanisierung des städtischen Verkehrs nach sich zieht, verändert auch das Verhältnis der Stadt zum umliegenden Land. Nicht länger nur Lieferanten von Gemüse, Fleisch und Milch für den Konsum der menschlichen Population der Stadt, sehen sich die Bauern im Umland der Städte im Lauf des 19. Jahrhunderts zunehmend in die Ernährung und Zucht von Pferden eingespannt: In den Erfordernissen der Pferdewirtschaft entdecken sie neue, lukrative Geschäftszweige. ... Geschwindigkeit ist zum wichtigsten Faktor der Ökonomie geworden, Zeitersparnis gleichbleibend mit Gewinn. Dank seiner Schnelligkeit kann das Pferd wettmachen, was ihm der Ochse an Zugkraft und Genügsamkeit voraushat. Den von jetzt an beständig wachsenden Bedarf an Pferden deckt eine ebenfalls steigende Zahl an Gestüten und Höfen, die sich auf Pferdezucht spezialisieren. Um die Mitte des 19. Jahrhunderts steht die Pferdezucht im Mittelpunkt des Agrarsystems der meisten europäischen und nordamerikanischen Länder. Kein anderes landwirtschaftliches Produkt, ob Fleisch, Getreide oder Wolle, hat einen vergleichbar hohen systemischen Wert. Das Pferd liefert etwas, was für die Ökonomie der Moderne wichtiger und elementarer sein wird als Eiweiß, Kohlehydrate oder Textilien, es liefert Energie. ...

Die Energiemaschine Pferd liefert die Traktionsenergie, die das moderne Transport- und Verkehrssystem, namentlich in den expandierenden Städten, voraussetzt. Freilich hat die Zähmung und Züchtung eines zweiten habilen Tiers neben dem Homo habilis auch ihren Preis, sie hat soziale und technische Voraussetzungen. ... In einem heute kaum noch vorstellbaren Ausmaß besteht die Stadt des 19. Jahrhunderts aus Pferdeställen, deren häufig nachlässige Bauweise, meist aus Holz und Backstein, Gefahrenquellen sowohl für die sanitären Verhältnisse wie für die Feuer-sicherheit der Stadt darstellt.⁵ ... Ebenso wie die Kutschhäuser samt zugehörigen Remisen, die sich bis heute in manchen Hinterhöfen von Stadthäusern erhalten haben, waren auch die Ställe meist hinter den Häusern oder im Zentrum von Häuserblocks untergebracht; die meisten

waren ein- bis zweistöckig, vereinzelt kamen bis zu vierstöckige Pferdeställe vor. Im größten Londoner Omnibusdepot in Farm Lane standen 700 Pferde auf zwei Stockwerken um einen riesigen quadratischen Innenhof.⁶

In der Stadt diente der Pferdegebrauch im Wesentlichen zwei Hauptzwecken, dem Lastentransport und der Beförderung von Personen. Das rasche Wachstum der Städte Westeuropas und Nordamerikas weckte den Bedarf nach public transportation, das heißt preiswerten und pünktlich auf festgelegten Strecken verkehrenden öffentlichen Verkehrsmitteln. Die von Pferden gezogenen Omnibusse, die in Paris seit Mitte der 1820er Jahre, in London seit den 1830ern zirkulierten, drangen gleichzeitig auch in Amerika vor; bereits 1833 wurde New York als „City of Omnibuses“ apostrophiert.⁷ Noch im selben Jahrzehnt eroberte das neue Verkehrsmittel praktisch das gesamte urbane Straßennetz der Vereinigten Staaten. ■■■■■

¹ Vgl. C. McShane and J. A. Tarr, *The Horse in the City. Living Machines in the Nineteenth Century*, Baltimore 2007, S. 16

² So im Jahr 1866, zit. nach M. G. Lay, *Die Geschichte der Straße. Vom Trampelpfad zur Autobahn*, Frankfurt am Main 1994, S. 149

³ Vgl. M. G. Lay, ebda. F. Lenger, *Metropolen der Moderne. Eine europäische Stadtgeschichte seit 1850*, spricht von den „schiefer unvorstellbare(n) Mengen von Pferdedung“, die die Straßen bedeckten, solange die Omnibusse und Straßenbahnen noch von Pferden gezogen wurden (S. 168).

⁴ Vgl. W. J. Gordon, *The Horse World of London*, London 1893, S. 24 f.

⁵ Vgl. McShane and Tarr, *The Horse*, S. 103 ff.

⁶ Vgl. Gordon, *Horse World*, S. 19

⁷ Vgl. McShane and Tarr, *The Horse*, S. 59



Die oben abgedruckten Textauszüge stammen aus dem Buch „Das Jahrhundert der Pferde“, geschrieben von Ulrich Raulff, erschienen im Verlag C. H. Beck (Taschenbuch-Ausgabe, 2018).



ALLE AUSGABEN VON

ZUMHOFE

SIND UNTER
WWW.Q-S.DE/ZUM-HOFE
ERHÄLTlich
