



Antibiotikaresistente Bakterien

# Den Gegner kennen und bekämpfen

Fake Science

**Stürmische Zeiten  
für die Wissenschaft**

Futtermittel Hanf

**Macht  
Milch high?**

Stoffübergang

**Unter  
die Haut**



# Liebe Leserinnen und Leser!

**„Zu theoretisieren, bevor man ausreichend Informationen hat, ist ein schwerer Fehler. Man fängt an, die Fakten zu verdrehen, um sie Theorien anzupassen, statt die Theorien nach den Fakten auszurichten.“**

Keinem Geringeren als Meisterdetektiv Sherlock Holmes verdanken wir diese tiefschürfende, auch für die Wissenschaft gültige Erkenntnis. Es sind die Tatsachen, denen wir uns vorbehaltlos stellen müssen und die uns zur Wahrheit leiten – im Fall des Detektivs natürlich zum Täter. Ist Sherlock Holmes der Forscher unter den Detektiven, so ist das BfR die Detektivagentur unter den Forschungsinstituten. Eindrucksvoll belegt das diese Ausgabe unseres Wissenschaftsmagazins BfR2GO. Haben wir es doch auf diesen Seiten mit heimtückischen Übeltätern, verborgenen Motiven und rätselhaften Spuren zu tun.

In unserem Schwerpunktthema Antibiotikaresistenzen geht es um die Tricks von krankmachenden Bakterien und darum, ihnen auf die Schliche zu kommen und, wenn möglich, einen entscheidenden Schritt voraus zu sein. Kriminalistische Spuren verfolgen wir auch mit dem FoodChain-Lab – und zwar entlang der „Nahrungskette“, wie unser Bericht verrät. Das Programm hilft, im Gewirr globaler Warenströme die Fährte riskanter Erreger aufzunehmen.

Fake Science, gefälschte Wissenschaft, ist ein Thema von wachsender Brisanz. Dabei geht es um weit mehr als nur darum, Schummler zu überführen: Wer falsch spielt, gefährdet Glaubwürdigkeit und Akzeptanz der Wissenschaft, wie der Beitrag im Magazin verrät.

Am Deutschen Zentrum zum Schutz von Versuchstieren versuchen Forscherinnen und Forscher des BfR mit psychologischer Raffinesse zu verstehen, was Mäuse wirklich wollen. Wer die Beweggründe der Nager kennt, kann Tierversuche besser machen. Ganz im Sinne von Mensch und Maus, ergab die BfR2GO-Reportage.

Sie sehen: Detektivisches Gespür ist im BfR gefragt. Auch bei Aluminium, dessen Spur im Organismus in die Gefilde der Nano-Welt führt. Die Idee, dass Kleinigkeiten „Großigkeiten“ sein können, hatte bereits unser englischer Oberermittler: „Es ist schon lange einer meiner Grundsätze, dass die winzigen Dinge die mit Abstand wichtigsten sind.“ Well said, Mr. Holmes.

In diesem Sinne: Viel Spaß beim Lesen unseres „Krimi-Magazins“!

**Professor Dr. Reiner Wittkowski**  
Vizepräsident des BfR











## Die Wahrheit im Wein

Wein-Panschern das Handwerk legen – das ist das Ziel einer chemisch-analytischen Strategie, deren Grundlagen das BfR und die hier angesiedelte Obergutachterstelle für die Einfuhrkontrolle von Drittlandsweinen gerade in einem Forschungsprojekt erarbeiten. Mit einem Kernresonanz-Spektrometer werden die chemischen Fingerabdrücke hunderter Weine aufgenommen und auf charakteristische Merkmale, wie Rebsorte, Anbaugebiet und Jahrgang, untersucht. Falsche Kennzeichnungen und unerlaubte Zusätze sind auf diese Weise leichter festzustellen. Bis es soweit ist, sind Untersuchungen und Auswertungen zu standardisieren, damit Wein-Fingerprints aus verschiedenen Laboren vergleichbar sind und in Datenbanken eingespeist werden können.

### **Mehr erfahren:**

[www.bfr.bund.de](http://www.bfr.bund.de) > Referenzlaboratorien  
> Einfuhrkontrolle von Wein

# INHALT



© Dima Sokol/shutterstock.com

Schwerpunkt:  
Antibiotikaresistente Erreger

**6**



© Moritz Wienert

Fake Science

**14**

**22**

Hanf als Tierfutter



© Eric Isselee/shutterstock.com

**Bewerten.  
Forschen.  
Kommunizieren.**



**32**

Substanzen durchdringen  
die Haut

© Jr Images/shutterstock.com

## 06 Schwerpunkt

- 06 **Antibiotikaresistente Erreger**  
Letzte Reserve
- 13 **„Antibiotika sind für uns wertvoller als Gold“**  
Interview mit Professor Dr. Lothar H. Wieler

## 14 Risikowahrnehmung

- 14 **Stürmische Zeiten für die Wissenschaft**  
Fake Science
- 18 **„Aus dem Netz herauszufiltern, was wichtig ist, ist für Laien nicht einfach“**  
Interview mit Volker Stollorz
- 20 **Hygieneprofis in der Küche?**  
Infografik

## 22 Lebensmittelsicherheit

- 22 **Der Joint im Milchglas**  
Hanf-Futtermittel
- 24 **Digitale Spurensuche**  
Warenketten
- 26 **Das BfR als Topfgucker**  
Infografik
- 27 **Spektrum**  
Speisemohn, Pfefferextrakte, essbare Insekten
- 28 **Aluminium: Die Nano-Spur**  
Nano-Forschung

## 30 Produkt- und Chemikaliensicherheit

- 30 **Das neue Qualmen**  
Tabakerhitzer
- 32 **Durchlässiger Schutzschild**  
Stoffaufnahme über die Haut
- 35 **„Biologischer Pflanzenschutz ist eine Herausforderung“**  
Interview mit Dr. Georg F. Backhaus
- 36 **Spektrum**  
Bamboo-Ware, Wimpernseren, Pflanzenschutzmittel
- 37 **Was macht eigentlich ...**  
... ein Nationales Vergiftungsregister?

## 38 Schutz von Versuchstieren

- 38 **Der Mäuseversther**  
Verhaltensforschung bei Versuchstieren
- 42 **Spektrum**  
Knochen-Chip, Gen-Knockout, Veröffentlichungspraxis
- 43 **Rascher Rat für den Tierschutz**  
Nationaler Ausschuss Tierschutzgesetz
- 44 **Institutsleben**

## Impressum

BfR2GO – Ausgabe 01/2019

### Herausgeber:

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR)  
Anstalt des öffentlichen Rechts

vertreten durch den Präsidenten,  
Professor Dr. Dr. Andreas Hensel  
V.i.S.d.P.: Dr. Suzan Fiack

### Redaktionsanschrift:

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR)  
Max-Dohrn-Straße 8–10  
10589 Berlin  
[www.bfr.bund.de](http://www.bfr.bund.de)  
[publikationen@bfr.bund.de](mailto:publikationen@bfr.bund.de)

### Redaktion:

BfR Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

### Gestaltung, Grafiken & Bildbearbeitung:

Studio GOOD, Berlin

### Druck:

Ruksaldruck, Berlin

### Auflage:

4.000 (Deutsch) 1.500 (Englisch)

Print-ISSN 2567-3858

Online-ISSN 2567-3866

DOI 10.17590/20190417-153314

© Bundesinstitut für Risikobewertung. Alle Rechte vorbehalten. Wenn Sie einen Nachdruck einzelner Artikel zu nicht kommerziellen Zwecken wünschen, wenden Sie sich bitte an die Redaktion unter: [publikationen@bfr.bund.de](mailto:publikationen@bfr.bund.de)

gedruckt auf PEFC-zertifiziertem Papier

---

Das BfR-Wissenschaftsmagazin BfR2GO  
erscheint zweimal jährlich.

Kostenfreies Abonnement über:

[www.bfr.bund.de/de/bfr2go\\_abo.html](http://www.bfr.bund.de/de/bfr2go_abo.html)

---



Bundesinstitut für Risikobewertung

Folgen Sie uns:







Inke Selte: © CDC/James Archer, rechte Seite: © PestyMonkey/Stockphoto



ANTIBIOTIKARESISTENTE  
ERREGER

# Letzte Reserve



**Antibiotika helfen gegen bakterielle Infektionen. Doch immer häufiger bleiben die Arzneimittel wirkungslos. Ihr breiter Einsatz führt dazu, dass sich Bakterien gegen sie wappnen und zunehmend resistent werden – selbst gegen Reservemittel. Am BfR beobachtet man wachsam das Geschehen.**

Die Tierärztin Annemarie Käsbohrer saugt mit einer Pipette aus dünnen Röhrchen etwas wässrig-trübe Flüssigkeit. Sie streicht sie auf geleeartigen Nährboden in einer Kunststoffschale. Routine in einem mikrobiologischen Labor. Brisant ist die Arbeit dennoch. Denn in den Röhrchen sind Lebensmittelkeime, denen Antibiotika nichts anhaben können – potenziell gefährliche Krankheitserreger. Sie stammen von Lebensmittel-Untersuchungssämtern der Bundesländer, die die Mikroorganismen zur weiteren Prüfung an das Nationale Referenzlabor für Antibiotikaresistenzen gesandt haben. Professorin Annemarie Käsbohrer und ihr Team prüfen hier, wie ausgeprägt die Resistenzen sind. Ihr Labor ist eine wichtige Schaltstelle im Kampf gegen eine medizinische Geißel unserer Zeit: hartnäckige, Medikamenten trotzbare Krankheitskeime.



© Stefanie Herbst

### Jährlich 2.400 Tote

Wie gefährlich antibiotikaresistente Erreger sind, zeigt ein Blick in die Statistik: In Deutschland infizieren sich laut Robert Koch-Institut jährlich etwa 54.500 Personen mit Krankheitskeimen, die gegen mehrere Antibiotika resistent, also multiresistent, sind. Fast zwei Drittel erkranken im Krankenhaus. Etwa 2.400 Menschen sterben pro Jahr nach Infektionserkrankungen mit multiresistenten Keimen. Inzwischen ist das Thema auch im öffentlichen Bewusstsein angekommen. Laut Verbrauchermonitor des BfR haben 89 Prozent der Befragten schon von Antibiotikaresistenzen gehört. Zwei von dreien beunruhigt das Thema.

Antibiotikaresistente Bakterien gedeihen vor allem dort, wo die Medikamente häufig eingesetzt werden: bei Erkrankten im Krankenhaus, bei den Nutztieren im Stall. Während die im Krankenhaus gefürchteten methicillinresistenten *Staphylococcus aureus* (MRSA) als Lebensmittelkeime eher unbedeutend sind, verdienen andere antibiotikaresistente Erreger, etwa Darmbakterien wie Salmonellen, *Campylobacter* und *E. coli* mehr Aufmerksamkeit. Sie werden regelmäßig auf roher Putenbrust oder Hähnchenkeulen nachgewiesen. Zwar werden sie durch ausreichendes Kochen und Braten abgetötet. Gelangen sie aber vorher auf andere

Nahrungsmittel wie Salat oder Brot, können sie im Verdauungstrakt zu Erkrankungen führen oder ihre Resistenzen an andere Bakterien übertragen. Sind solche Erreger einmal in der Welt, werden sie zum Problem – weil einige Antibiotika dann nicht mehr wirken.

### Resistenzen gegen Reservemittel im Fokus

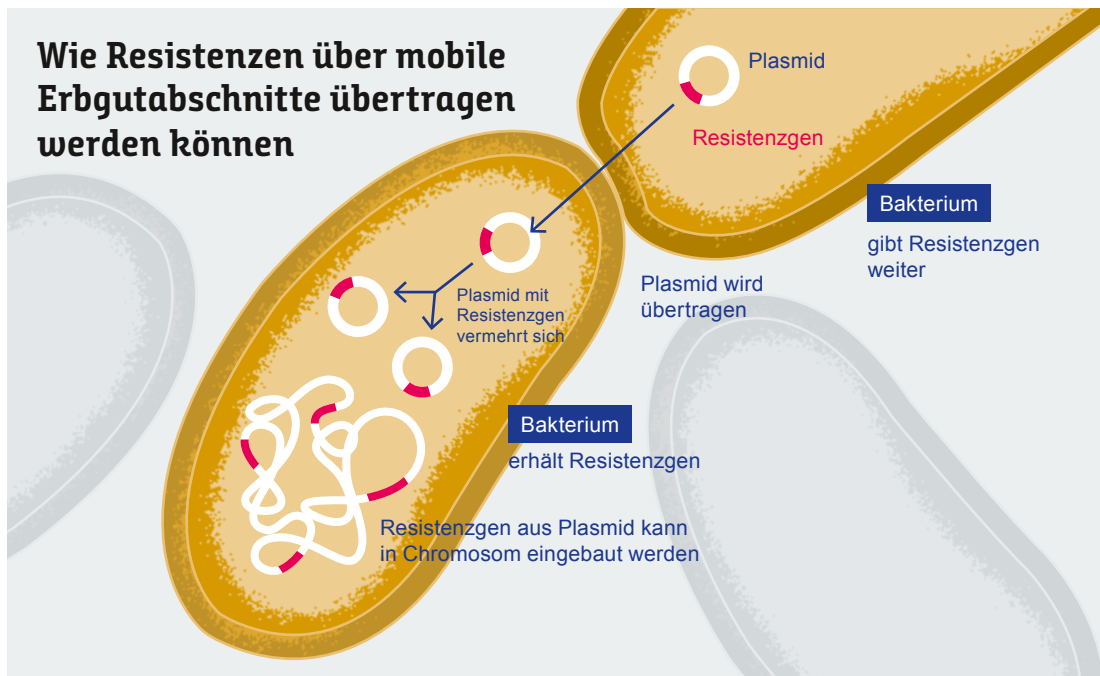
Zurück in die Labore des BfR. Hier werden spezielle Methoden entwickelt, um antibiotikaresistente Erreger zu erkennen. Professorin Annemarie Käsbohrer ist Leiterin des Referenzlabors für Antibiotikaresistenzen und eine der Expertinnen für Krankheitserreger, die über Lebensmittel übertragen werden können. Sie und das Laborteam untersuchen Bakterien wie Salmonellen und *E. coli*, einen eigentlich harmlosen Darmbewohner, der jedoch Resistenzen auf andere krankmachende Erreger übertragen kann. Ebenso werden Bakterien getestet, die das Enzym ESBL bilden und damit Antibiotika zerstören. Bestimmte Resistenzen interessieren Annemarie Käsbohrer und ihre Kolleginnen und Kollegen besonders: die gegen Colistin und Carbapeneme. „Bakterien, denen diese Wirkstoffe nichts anhaben können, sind ein großes Problem. Medikamente mit Colistin oder Carbapenemen sind die letzte Waffe gegen bakterielle Infektionen, wenn andere Mittel nicht mehr wirken.“ – Sie sind die letzte Reserve.



© natali\_ploskaya/shutterstock.com

**99**  
**Auf Pute oder Hähnchen können antibiotikaresistente Keime gut überleben und sich vermehren.**





### Ausgeklügelte Abwehr

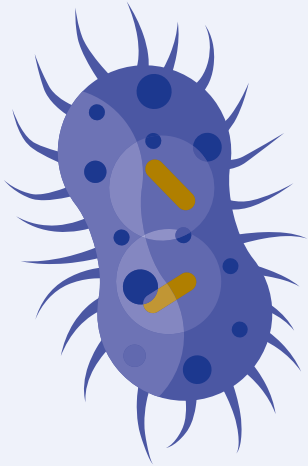
Colistin löst die äußere Zellmembran bestimmter „gramnegativer“ Bakterien auf. Mithilfe des Resistenzgens *mcr* gelingt es den Mikroben, dieser Attacke zu widerstehen. Das „Abwehrgen“ enthält die Bauanleitung für ein Eiweiß, das das Anheften von Colistin an der Zellmembran erschwert. Der Colistin-Angriff prallt ab. Die Forschung hat in den letzten Jahren gezeigt, dass das *mcr*-Gen vor allem auf übertragbaren Erbgutabschnitten vorkommt. Diese Plasmide sind unabhängig von der normalen bakteriellen Erbinformation. Damit ist die Resistenz vergleichsweise einfach auf andere Bakterienarten übertragbar (siehe Grafik). Auch auf solche, die beim Menschen vorkommen. Das Problem: Das Antibiotikum wird zunehmend zur Behandlung von Infektionen beim Menschen angewendet, wenn kein anderes mehr wirkt. Gelangen die resistenten Keime also vom Nutztier über Lebensmittel zum Menschen, sind alle therapeutischen Möglichkeiten ausgeschöpft, so die Befürchtung.

Die zweite problematische Resistenz, auf die Käsbohrer und ihr Team die Bakterienproben testen, ist die gegen Carbapeneme – ebenfalls Reserveantibiotika in der Humanmedizin. „Inzwischen weisen wir vereinzelt carbapenemresistente Keime nach“, sagt Käsbohrer. „Es sind Salmonellen und *E. coli*, die in der Schweinehaltung vorkommen.“ Und das, obwohl Carbapeneme nicht bei Nutztieren eingesetzt werden. Die Bakterien bilden ein Protein, das das Carbapenem chemisch verändert, es somit ausschaltet. Auch diese Resistenz ist leicht zwischen Bakterien übertragbar. Neue Erkenntnisse deuten darauf hin, dass auch bisher nicht überwachte Erreger wie Vibrionen Träger und Verbreiter von Carbapenem-Resistenzen sein können.

### Reserveantibiotika

Antibiotika lassen sich entsprechend ihrem Aufbau und ihrer Wirkungsweise in verschiedene Klassen einteilen: Wirkstoffe aus der Klasse der Carbapeneme etwa bringen Bakterien zum Platzen. Von jeder Antibiotika-Klasse gibt es Weiterentwicklungen, um trotz aufgetretener Resistenzen weiterhin wirksame Medikamente zur Verfügung zu haben. Versagen bislang angewendete Antibiotika, hält die Medizin Reserveantibiotika vor. Sie kommen erst dann zum Einsatz, wenn bei einem Erkrankten keine anderen Wirkstoffe mehr anschlagen. Resistenzen gegen diese „letzte Reserve“ müssen besonders gut überwacht werden.





# Antibiotikaresistenzen eindämmen

Das BfR arbeitet in zahlreichen Forschungsprojekten an dem Ziel, das Übertragungsrisiko von antibiotikaresistenten Keimen über Lebensmittel auf den Menschen zu verringern. Dazu braucht es zum Beispiel genauere Nachweismethoden. Einige Projekte im Überblick.

## Europa forscht zu übertragbaren Keimen

Infektionserreger, die vom Tier auf den Menschen übertragen werden können, stehen im Fokus des Förderinstruments „One Health EJP“ (Promoting One Health in Europe through joint actions on foodborne zoonoses, antimicrobial resistance and emerging microbiological hazards). Mit diesem Instrument des über fünf Jahre laufenden „European Joint Programme“ fördert die Europäische Kommission zusammen mit den beteiligten Mitgliedstaaten Initiativen aus dem Rahmenprogramm Horizon 2020. Gemeinsame Forschungsvorhaben und integrative Projekte sowie Ausbildungs- und Trainingsmaßnahmen befassen sich mit lebensmittelbedingten Zoonosen, Antibiotikaresistenzen und neuartigen Infektionsgefahren.

<https://onehealthjep.eu/>

## Genauerer Nachweis im Labor

Vorkommen und Verbreitung von Bakterien mit Antibiotikaresistenzen in Tieren und Lebensmitteln zu erfassen und zu beobachten, ist das Ziel im Forschungsprojekt IMPART (IMproving Phenotypic Antimicrobial Resistance Testing) im Rahmen von One Health EJP. Die entwickelten Nachweismethoden liefern die Grundlage für die epidemiologische Überwachung.

<https://onehealthjep.eu/projects/jrp1-impart/>

## Ausdehnung von Resistenzen in Europa

Im Forschungsprojekt ARDIG (Antibiotic Resistance Dynamics) wird am Beispiel von sechs europäischen Ländern die Verbreitung von Antibiotikaresistenzen vergleichend untersucht. Als Teil des One Health EJP werden Mensch, Tier, Lebensmittel und Umwelt betrachtet. Es wird erfasst, welche Auswirkungen der Antibiotikaeinsatz neben klimatischen Einflüssen auf die Entwicklung von antibiotikaresistenten Bakterien hat.

<https://onehealthjep.eu/projects/jrp2-ardig/>

## Resistente Staphylokokken und Lebensmittel

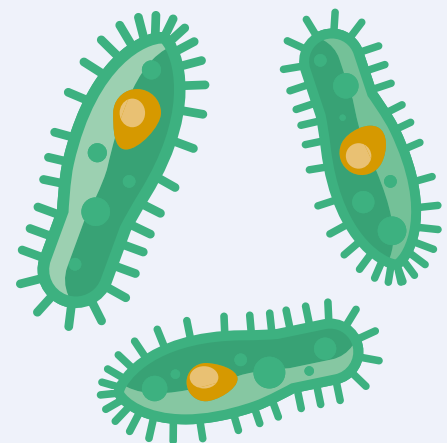
Vom Tier stammende methicillinresistente *Staphylococcus aureus*-Bakterien und ihre Bedeutung für Infektionen beim Menschen sind im Forschungsprojekt MedVetStaph untersucht worden. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung hat das interdisziplinäre Vorhaben von 2010 bis 2018 gefördert. Die am BfR durchgeführten Projekte zeigen, dass eine Übertragung von MRSA über Lebensmittel zwar möglich ist, aber keine große Bedeutung hat.

<http://medvetstaph.net/>

## Antibiotika in landwirtschaftlichen Betrieben

Der Einsatz von Antibiotika bei Lebensmittel liefernden Tieren wird im Rahmen des Projekts VetCAB in ausgewählten repräsentativen Betrieben erfasst und mit Informationen zum behandelten Tierbestand in Verbindung gesetzt. Diese kontinuierliche und systematische Datensammlung ermöglicht, die Risiken des Arzneimitteleinsatzes zu bewerten und Präventionsstrategien abzuleiten. Das BfR fördert das Projekt und führt es gemeinsam mit dem Institut für Biometrie, Epidemiologie und Informationsverarbeitung der Stiftung Tierärztliche Hochschule (IBEI-TiHo) durch.

<https://ibei.tiho-hannover.de/vetcab/>







## Sie sind überall

Privatdozent Dr. Bernd-Alois Tenhagen überwacht als Epidemiologe am BfR seit Jahren, wo resistente Keime in Lebensmitteln vorkommen und wie sie sich verbreiten. Was er an Daten aus dem Labor erhält, fasst er in Trends und Berichte. „In Geflügelproben von Pute oder Hähnchen finden wir regelmäßig Bakterien mit der leicht übertragbaren Colistin-Resistenz“, sagt Tenhagen. „Geflügelfleisch sollte also nur durchgegart auf den Teller kommen.“ Tenhagens Expertise ist gefragt. Etwa bei der jährlichen Ausarbeitung des Stichprobenplans, nach dem die Überwachungsbehörden der Bundesländer Tiere und Lebensmittel gezielt auf resistente Bakterien untersuchen. Die Überwachungsprogramme werden jedes Jahr an Trends angepasst. Neben Fleisch stehen nun auch Muscheln sowie pflanzliche Lebensmittel wie Tomaten und Sprossen im Fokus. Denn auch hier tauchen resistente Bakterien auf. Dass Antibiotikaresistenzen auch auf andere Bakterienarten übertragbar sind, ist für die epidemiologische Forschung eine bedeutende Erkenntnis. Sie zeigt, wie sich Resistenzen anscheinend unaufhaltsam verbreiten – und schon verbreitet haben. In archivierten Proben, vor Jahren genommen, entdeckte das Resistenzlabor des BfR Bakterien mit der mobilen Colistin-Resistenz. Sie wurden damals nicht darauf getestet, weil die Colistin-Resistenz als nicht übertragbar galt.

## Gemeinsam gegensteuern

Längst ist Fachleuten klar, dass die Wirksamkeit von Antibiotika für Mensch und Tier nur erhalten werden kann, wenn man eng zusammenarbeitet. Dafür steht das Konzept „One Health“. Damit ist gemeint, dass die Gesundheit von Mensch, Tier und Umwelt vernetzt ist. In den Forschungsverbänden RESET (siehe BfR2GO 1/2017) und MedVetStaph (siehe BfR2GO 2/2018), an denen das BfR beteiligt war, wurden in den vergangenen Jahren grundlegende Erkenntnisse zur Verbreitung von Antibiotikaresistenzen und Krankheitserregern zwischen Mensch und Tier gewonnen. Darauf aufbauend arbeitet das BfR in europaweiten Projekten (siehe Seite 10) etwa an verbesserten Nachweismethoden. Es wird erforscht, wie sich die Bakterien weiter gegen Wirkstoffe wappnen, auch gegen Reserveantibiotika. Innerhalb der German One Health Initiative (siehe



## Wie schützen?

Antibiotikaresistente Keime werden auch über Lebensmittel übertragen. Hier schützt nur eins: Hygiene in der Küche, also Händewaschen vor und während des Kochens, verschiedene Schneidbretter für Fleisch und Gemüse benutzen und Fleisch immer gut durchbraten.

**Mehr erfahren:**  
BfR-Merkblatt „Schutz vor Lebensmittelinfektionen im Privathaushalt“  
[www.bfr.bund.de](http://www.bfr.bund.de) > Publikationen > Merkblätter für Verbraucher



Kasten) vergleicht das BfR beispielsweise resistente Keime, die beim Menschen vorkommen, mit denen von Nutz- und Haustieren.

Der Blick auf die Zahlen zeigt, dass der Einsatz von Antibiotika in der Nutztierhaltung in Deutschland zurückgeht: von 1.706 Tonnen im Jahr 2011 auf 733 Tonnen im Jahr 2017. Auch einen leichten Rückgang bei den Resistenzen hat Bernd-Alois Tenhagen bei den am BfR getesteten Bakterien bereits festgestellt. Um diesen Trend fortzusetzen, fordert er „weitere Verbesserungen in der Nutztierhaltung, sodass weniger Tiere erkranken und weniger Antibiotika zur Behandlung eingesetzt werden müssen“. Außerdem kann eine weiter verbesserte Schlachthygiene, vor allem bei Geflügel, Bakterien auf Lebensmitteln eindämmen, egal ob resistent oder nicht. Im hoch automatisierten Schlachtprozess gelangen häufig Keime aus dem Tierdarm auf das Geflügelfleisch – für viele Schlachthöfe noch eine große Herausforderung ▣

**Mehr erfahren:**

[www.bfr.bund.de](http://www.bfr.bund.de) > A-Z-Index > Antibiotikaresistenz

### Gemeinsam für Gesundheit: die German One Health Initiative (GOHI)

Mehrere Bundesinstitute haben sich 2017 zusammengeschlossen, um globale Herausforderungen wie die Antibiotikaresistenzen in den Griff zu bekommen. Neben dem BfR und dem Robert Koch-Institut finanzieren auch das Friedrich-Loeffler-Institut sowie das Paul-Ehrlich-Institut Forschungsprojekte zu One Health, die gemeinsam von den Instituten bearbeitet werden. Ziel ist zum Beispiel, kompatible Datenbanken zu entwickeln, um auf Überwachungsdaten zu Antibiotikaresistenzen aus Tier- und Humanmedizin sowie den Umweltwissenschaften künftig direkt zugreifen zu können.

**Mehr erfahren:**

[www.gohi.online](http://www.gohi.online)

”

**Im BfR-Labor wird untersucht, welche resistenten Keime in Lebensmitteln vorkommen.**





# „Antibiotika sind für uns wertvoller als Gold“

**Die moderne Medizin braucht Antibiotika. Aber mit jedem Einsatz droht das Risiko von Resistenzen – ein Dilemma. Der One-Health-Vorreiter Professor Lothar H. Wieler zu der Frage, wie die wertvollen Antibiotika langfristig erhalten bleiben.**

**Herr Professor Wieler, wird für Infektionen wie Lungenentzündungen oder Meningitis bald kein wirksames Antibiotikum mehr zur Verfügung stehen?**

In Deutschland und Mitteleuropa haben wir momentan nicht so große Sorgen. Aber antibiotikaresistente Erreger muss man lokal, regional und global betrachten. Auch gesunde Menschen tragen antibiotikaresistente Erreger, etwa im Darm. Sie können ausgeschieden und transportiert werden. Durch die Globalisierung und den Reiseverkehr können Erreger weit verschleppt werden. Es ist wichtig, die Situation in jeder Region getrennt zu betrachten, aber die Überwachungsdaten miteinander zu vergleichen. Zudem sind humantherapeutisch wichtige Substanzklassen bei Nutztieren nicht zugelassen, etwa Reserveantibiotika zur Behandlung von MRSA-Infektionen beim Menschen.

**Die One-Health-Strategie bearbeitet das Resistenzgeschehen in Human- und Tiermedizin übergreifend. Was weiß man inzwischen?**

Dass die Mehrheit der resistenten Bakterien, etwa 90 Prozent, die bei Infektionen des Menschen nachgewiesen werden, aus humanmedizinischer Behandlung stammt. In Deutschland ist die dort eingesetzte Menge an Antibiotika in den letzten Jahren etwa gleich geblieben. Weltweit steigt sie jedoch kontinuierlich an. Übrigens gehören zu One Health nicht nur Tier und Mensch. Antibiotikaresistente Erreger werden auch über die Umwelt übertragen, vor allem über Wasser. Daher sind insbesondere Abwässer von Krankenhäusern zu beobachten und die Umgebung intensiver Tierhaltung. Die vernetzte Forschung aller Bundesinstitutionen, auch aus dem Umwelt- und Arzneimittelbereich, ist also wichtig.

**Wo können sich Menschen anstecken?**

Die häufigste Ansteckungsquelle mit resistenten Keimen ist das Krankenhaus. Aber auch Infektionen zum Beispiel über kontaminierte Lebensmittel sind in Deutschland häufig.

**Und wie lässt sich vorbeugen?**

Der wichtigste Schutz vor Ansteckung sind Hygienemaßnahmen: sich die Hände gut zu waschen und, wenn es sein muss, auch zu desinfizieren. Und sich fernhalten von kranken, ansteckenden Menschen, wenn es möglich ist. Um weniger Antibiotika anzuwenden, hilft es, sich impfen zu lassen. Vor allem ältere Menschen und



**Professor Dr. Lothar H. Wieler**

Als Präsident des Robert Koch-Instituts überblickt er die Probleme durch Antibiotikaresistenzen im humanmedizinischen Bereich. Da Wieler Tiermediziner und Mikrobiologe ist, weiß er aber auch: Antibiotikaresistente Erreger sind ein komplexes Phänomen. Er hat daher die deutsche Initiative GOHI (siehe Seite 12) mit auf den Weg gebracht, um mit Partnern wie dem BfR Forschungsprojekte zum gezielten Einsatz von Antibiotika ins Leben zu rufen.

solche mit geschwächtem Immunsystem sollten sich zum Beispiel gegen Pneumokokken impfen lassen, um Lungenentzündungen vorzubeugen. Auch die jährliche Grippeimpfung schützt, weil bei einer Grippe häufig bakterielle Folgeinfektionen auftreten.

**Was kann getan werden, um den Antibiotikaeinsatz zu verringern?**

Es gibt viele Bereiche. Der Hygiene-Aspekt in den Krankenhäusern sollte noch mehr in den Vordergrund rücken, durch mehr und weitergebildetes Fachpersonal. Kommissionen am Robert Koch-Institut erfassen Lücken, erarbeiten Vorschläge und Empfehlungen. Durch Forschung und gezielte Information kann Ärztinnen und Ärzten, aber auch Bürgerinnen und Bürgern mehr Hilfe an die Hand gegeben werden, um antibiotische Medikamente so gezielt wie möglich einzusetzen. Das ist der Kern des Problems, das wir lösen müssen: Antibiotika nur gezielt einsetzen, also nur, wenn es unbedingt nötig ist. ■

© Moritz Wienert





# Stürmische Zeiten für die Wissenschaft

**Wissenschaft steht in der Kritik, sei es wegen Fälschungen in der Forschung, „Raubjournalen“ oder wegen umstrittener oder unliebsamer Ergebnisse. Und sie ist ein Ziel von gefälschten Nachrichten. Wie kann sich die Wissenschaft im Zeitalter von „Fake News“ behaupten?**

Wissenschaftlich untermauerte Argumente, sei es in der Klimaforschung oder bei der gesundheitlichen Bewertung von Pflanzenschutzmitteln, erscheinen nur noch als Meinung, die man teilen kann oder auch nicht. Harte Fakten werden durch gefühltes Wissen ersetzt. Die Vertrauenskrise der Wissenschaft war Anlass für das BfR, über diese aktuellen Entwicklungen mit namhaften Expertinnen und Experten zu diskutieren.

Zumindest in der Theorie ist das Problem der „Fake News“ einfach zu lösen. „Wahrheit ist die Übereinstimmung einer Aussage mit der Sache, über die sie gemacht wird“, zitiert Bernhard Kühnle, Leiter der Abteilung Lebensmittelsicherheit und Tiergesundheit beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, den Duden. Auf dem Weg zu dieser Wahrheit ist die Wissenschaft unentbehrlich, etwa beim Verbraucherschutz. Ihre Bewertungen sind aus Kühnles Sicht eine fundierte Basis für verlässliche Entscheidungen von Einrichtungen des Verbraucherschutzes ebenso wie für Lebensmittelunternehmen; sie sollten auch dem Bürger helfen, sich für eine gesunde Ernährung zu entscheiden. „Die Wissenschaft muss als seriöse Quelle gestärkt und geschützt werden“, sagt Kühnle. Sie hilft, Fake News abzuwehren.

Viele Menschen lebten unter einer Social-Media-Glocke und würden alles für bare Münze nehmen, was sie dort lesen, sagt Alois Gerig (CDU/CSU), Vorsitzender des Bundestagsausschusses für Ernährung und Landwirtschaft. „Sie lassen sich manipulieren.“ Ein Beispiel sei die unsachliche und gelegentlich hysterische Diskussion um Pflanzenschutzmittel mit dem Wirkstoff Glyphosat. Hier habe es plötzlich 80 Millionen Experten

in Deutschland gegeben, die von den Medien in eine Richtung getrieben worden seien. In diesen gebe es einen Hang zu „Emotionalisierung, Moralisierung, Polarisierung“. Die Grenze zwischen Fakten und Meinung werde verwischt, über Sachverhalte mit komplexem wissenschaftlichem Hintergrund werde seltener berichtet. „Im Zeitalter des Internets ist die Unterscheidung zwischen Fakt und ‚Fake‘ deutlich schwieriger geworden“, sagt Gerig.

## Ein Fälscher an Stalins Hof

„Fake“ auch in der Wissenschaft? Professor Dr. Dr. Andreas Hensel, Präsident des BfR, kennt einige Facetten eines vielgestaltigen und im Kern gar nicht so neuen Themas. So fälschte der russische Biologe Trofim Lyssenko in den 1930er- und 1940er-Jahren in Stalins Sowjetunion Experimente, mit denen die Umwandlung von Arten belegt werden sollte. Nicht immer ist der Betrug so offenkundig wie beim Manipulieren von Daten und Messergebnissen. Beliebte sind das willkürliche Verwenden von Methoden und Resultaten („Cherry Picking“), bis diese ins Konzept passen, oder eine einseitige, nicht selten ideologisch motivierte Ergebnisinterpretation.

Getäuscht wird aus verschiedenen Motiven. Etwa der Karriere wegen, im Kampf um Fördermittel, aus Publikationsdruck („Publish or perish“, etwa: „Veröffentliche oder gehe unter“) oder um den guten Ruf zu erhalten. Die Folgen von „Fake Science“ sind nicht zu unterschätzen. Die Glaubwürdigkeit der Wissenschaft in der Bevölkerung nimmt Schaden. Zudem leiten gefälschte Studienergebnisse in Sackgassen, etwa beim Bewerten gesundheitlicher Risiken oder bei dem Versuch, die Resultate zu reproduzieren.





### Risikobewertung: Versagt die Wissenschaft?

Man bleibe bei der Risikobewertung hinter den Möglichkeiten zurück, kritisiert Professor Wilfried Kühling von der Universität Halle-Wittenberg und Wissenschaftlicher Beirat der Nichtregierungsorganisation Bund für Umwelt und Natur Deutschland (BUND), am Beispiel der Vorbeugung von Blutkrebs (Leukämie) bei Kindern in der Nähe von Hochspannungsleitungen. Es sei wissenschaftlich belegt, dass sich ab einer Feldstärke von etwa 0,2 Mikrotlesla das kindliche Leukämierisiko signifikant erhöhe. Der Schutz vor Magnetfeldern in der Nähe der Leitungen müsse daher deutlich erhöht werden, fordert Kühling. „Versagt hier die Wissenschaft?“, fragt er. Wenn es um Standards und Grenzwerte gehe, sei das Urteil der Wissenschaft allein nicht zielführend. Neben den fachlichen Experten sollten die gesellschaftlichen Gruppen einbezogen werden. „Die Lösung liegt in einem gemeinsamen Bewertungsprozess“, sagt Kühling.

### Unsicherheit ist Stärke

Das Leben ist unsicher, und eigentlich kommen wir damit ganz gut zurecht. Nur von der Wissenschaft erwarten wir völlige Sicherheit. Wer hier nicht absolute Gewissheit verbreitet, gilt rasch als unseriös. So wird die Klimaforschung zum Teil als „Fake“ kritisiert, weil sie immer noch gezwungen ist, mit Wahrscheinlichkeiten zu hantieren. Aber das eben ist die Stärke der Wissenschaft, findet die Philosophin und Physikerin Rafaela Hillerbrand. „Wissenschaftliche Aussagen sind verlässlich – nicht trotz, sondern wegen ihrer Unsicherheit“, sagte die Professorin am Karlsruher Institut für Technologie. „Ich kann bei der Vorhersage der Klimaänderung nicht die gleichen Exaktheitsansprüche anlegen wie bei den Newtonschen Gravitationsgesetzen.“ Wer die Forschung deshalb diskreditiere, entmächte die wissenschaftliche Methode als solche – ein gefährlicher Schachzug.

In der Diskussion um Fake News geht es „weniger um falsche Fakten, sondern vor allem um mangelndes Vertrauen in Expertise“, stellt der Wissenschaftsjournalist Volker Stollorz (siehe Interview Seite 18) vom „Science Media Center“ fest. Das Misstrauen gegenüber Fachleuten spiele den Interessen der Mächtigen in die Hände. Diese „haben erkannt, wie man auf Kommunikationsplattformen die irrwitzigsten Dinge verbreiten kann, wenn man nur weiß, wie man Menschen manipuliert“. Es handle sich eher um gezielte Desinformation als um Fake News: „Bewusst verzerrende Informationen, die heimlich in den Kommunikationsprozess mit dem Ziel eingespeist werden, zu täuschen und zu manipulieren.“

**„Fake Journals“ bedeuten nicht „Fake Science“**

Eine gewisse Skepsis gegenüber der Wissenschaft existiert nicht nur in der Öffentlichkeit, sondern auch in der Scientific Community selbst, wie der Neurowissenschaftler Professor Ulrich Dirnagl von der Charité – Universitätsmedizin Berlin am Beispiel einer Umfrage des Magazins „Nature“ dokumentiert. Danach sind 90 Prozent der Forscherinnen und Forscher der Ansicht, dass wissenschaftliche Resultate nur bedingt glaubhaft sind. Etwa, weil sich Ergebnisse in anderen Studien nicht wiederholen lassen. Die reißerische Wissenschaftskritik einflussreicher Medien um „Abzock-Fachzeitschriften“ unter dem Motto „Fake Science – Die Lügenmacher“ gehe jedoch an der Sache vorbei. Nur weil Wissenschaft in einem „Raubjournal“ veröffentlicht werde, sei sie noch nicht gefälscht.

Ein tatsächliches Problem ist aus Dirnagls Sicht das Nichtpublizieren von Daten. Häufig, weil sie schlicht „nicht in den Kram passen“. Je nach Fachgebiet betreffe das 40 bis mehr als 50 Prozent der Studien, schätzt der Mediziner. Auch der Zwang zum Erfolg verzerre Ergebnisse. Mit statistischen Kunstgriffen würden Resultate so lange manipuliert, bis die Geschichte „passt“ – daher der Ausdruck „Story Telling“.

**Wissenschaft: Zuverlässig, aber unsicher**

Der „Elefant im Raum“ ist für Dirnagl der Begriff der „Unsicherheit“. In der Wissenschaft ist sie, wie schon die Philosophin Rafaela Hillerbrand ausgeführt hat, zentral – nicht als Schwäche, sondern als Stärke, als Wissen um Möglichkeiten und Grenzen der Erkenntnis. Der Neurologe fordert, diese Stärke öffentlich ins Gespräch zu bringen. Doch sei eine differenzierte Beurteilung in einem „Sieben-Sekunden-Statement“ oder einem einzelnen Tweet gar nicht möglich.

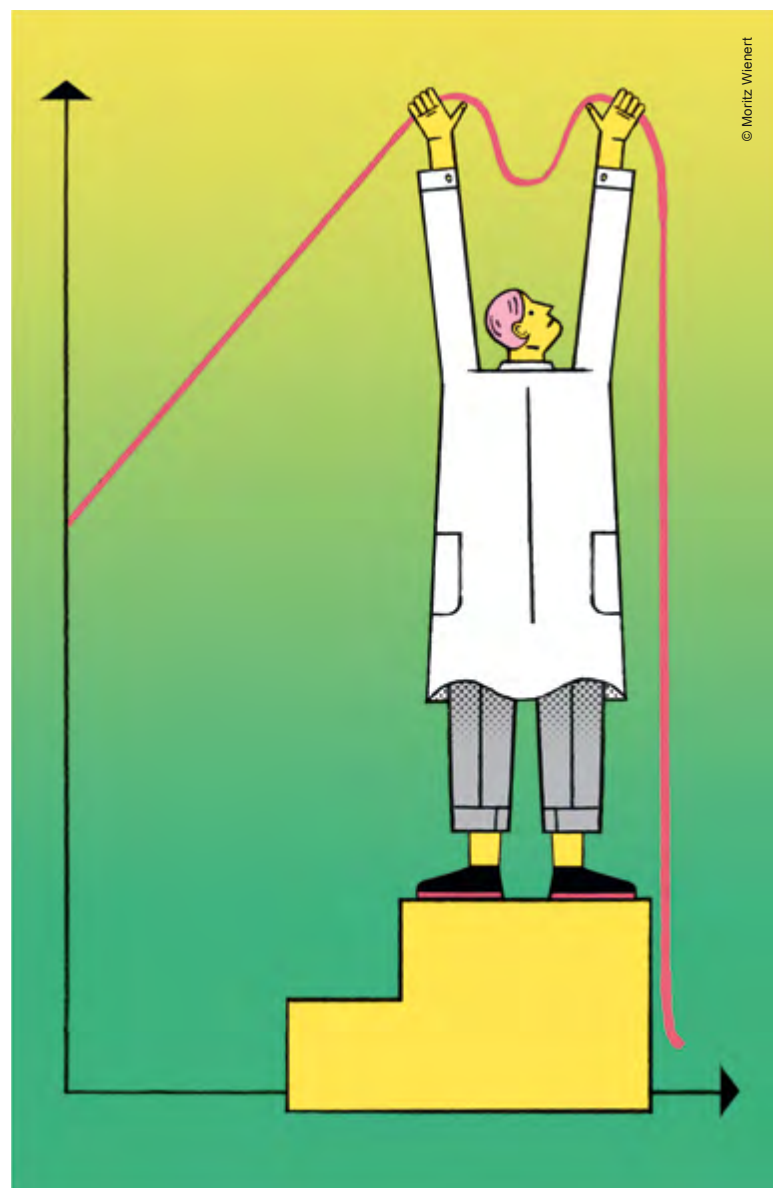
Der Medienwissenschaftler Professor Thomas Hestermann von der Hochschule Macromedia (Berlin und Hamburg) hält dagegen: Der Bürger erwarte von der Wissenschaft nicht Unsicherheit, sondern Zuverlässigkeit. Auch der Journalist Volker Stollorz sieht Wissenschaft als „geistige Kläranlage“, die Wissen als Basis politischer Entscheidungen bereitstellt. Ein Bekenntnis zur Unsicherheit würde dagegen von der Politik instru-

mentalisiert. Nach dem Motto „Ja, es ist alles unsicher“ rechtfertigt man Nichthandeln, etwa beim Klimawandel.

Wer im Internet recherchiert, wird mit vielen „Wahrheiten“ konfrontiert. „Da existiert eine Welt, die gar nicht an Fakten interessiert ist“, sagt BfR-Präsident Andreas Hensel. Man muss sich fragen, wie vertrauenswürdig die Information auf dem eigenen Handy ist. Wird Wissen am Ende wieder zur Glaubensfrage? ■

*Dieser Text ist eine gekürzte Fassung des Berichts zur 7. BfR-Stakeholderkonferenz, die am 15. November 2018 im Hörsaal der Kaiserin-Friedrich-Stiftung in Berlin-Mitte stattfand.*

**Mehr erfahren:**  
Mitteilung Nr. 041/2018 des BfR vom 13. Dezember 2018



# „Aus dem Netz herauszufiltern, was wichtig ist, ist für Laien nicht einfach“

**Der Biologe Volker Stollorz ist Wissenschaftsjournalist und leitet das Science Media Center Germany, eine unabhängige Quelle für wissenschaftliche Informationen. Seine Organisation bietet Journalistinnen und Journalisten Fachwissen und Einschätzungen, wenn Wissenschaft Schlagzeilen macht.**

## **Volker Stollorz, wie hat das Internet aus Ihrer Sicht den Zugang zu wissenschaftlicher Information für Laien und Journalisten verändert?**

Der Erwerb von Wissen wurde demokratisiert. Das Wissen der Wissenschaft ist heute freier zugänglich. Als ich 1992 als Wissenschaftsjournalist zu arbeiten begann, gab es praktisch noch kein Internet. Zum Recherchieren benötigte man den „Oeckl“, ein Adressverzeichnis wichtiger Institutionen des öffentlichen Lebens. Man rief an, und wenn man Glück hatte, bekam man dann einen Experten ans Telefon, der einem weiterhelfen konnte. Die Suche nach Fachleuten ist für Journalisten, aber auch Laien sehr viel leichter geworden.

## **Das BfR beschäftigt sich mit den Risiken von Verbraucherprodukten, Lebensmitteln und Chemikalien. Wie hat sich hier die Wahrnehmung durch die Öffentlichkeit geändert?**

Neu ist, dass das BfR als wissenschaftliche Einrichtung über das Internet direkt mit dem Publikum kommunizieren kann. Früher brauchte man dagegen Journalisten als Türöffner. Bei manchen wissenschaftlichen Instituten habe ich heute den Eindruck, dass sie glauben: Wenn ich meinen Content ins Web stelle und vertwittere, dann ist das effektive Wissenschaftskommunikation, die von den Bürgern abgerufen wird. So ist es natürlich nur sehr selten. Die breite Öffentlichkeit zu erreichen, ist eben die Kunst, die man gemeinhin im Journalismus verortet.

## **Das Internet hat den Zugang zu Wissen erleichtert – hat das auch Nachteile?**

Laien, aber oft auch Journalisten, erliegen im Umgang mit der Wissenschaft leicht der Illusion, dass sie etwas verstanden zu haben glauben, ohne dass dies wirklich der Fall ist. Ihnen ist ihre eigene Inkompetenz im Bewerten von Wissen nicht klar. In der Flut dessen, was da im Internet zirkuliert, das herauszufiltern, was richtig, wichtig und für Entscheidungen hilfreich ist, das ist für den Laien nicht einfach. Das kann funktionieren, man kann aber auch grandios daneben liegen.

## **Wie kann man da Abhilfe schaffen?**

Man benötigt vor allem vertrauenswürdige Institutionen, durch die richtige und wichtige Informationen verfügbar werden und die glaubwürdige Evidenz liefern. Die muss man im „Dschungel“ des Internets dann aber noch finden. Denn im Internet sind auch jede Menge häufig ressourcenstarke Interessengruppen unterwegs. Denen geht es nicht um richtige, wichtige und nützliche Informationen, sondern um Werbung und im schlimmsten Fall um Desinformation. Der Journalismus als Gatekeeper hat früher viel „Informationsmüll“ einfach weggefiltert. Wer heute über die Krise der journalistischen Medien Schadenfreude verspürt, sollte sich das vor Augen halten.

## **Stichwort „Fake News“, also gefälschte Nachrichten: Wo verläuft die Grenze zwischen freier Meinungsäußerung und absichtlich verbreiteten Irrtümern?**

Ich bin kein Freund dieses Ausdrucks, ich spreche lieber von Desinformation, nach dem Motto: Die Wissenschaft weiß es auch nicht genau, also sollten wir vorerst nichts unternehmen. Die Tabakindustrie war da extrem effektiv, etwa bei den Gesundheitsgefahren durch Passivrauchen. Natürlich muss man trennen zwischen Meinung und Information. Es ist selbstverständlich erlaubt, auch kompletten wissenschaftlichen Unsinn zu glauben. Aber wenn jemand bewusst und massiv falsche Informationen verbreitet – das ist meiner Ansicht nach nicht durch die Meinungsfreiheit gedeckt. Da gibt es Grenzen. Ein Arzneimittelhersteller darf ja auch nicht behaupten, dass sein Medikament Krebs heilt, wenn das nicht der Fall ist.

## **Sind Fake News nicht ein alter Hut? Tatsachen hat man doch zu allen Zeiten verschleiert, verdreht oder verfälscht, wenn es einem in den Kram passte.**

Gewiss, Propaganda hat es immer gegeben. Doch heute ist es möglich, bestimmte Gruppen in der Bevölkerung online gezielt anzusprechen, ohne dass der Rest der Menschheit davon erfährt. Jeder lebt in sozialen Medi-





**99**  
**Man benötigt vertrauenswürdige Institutionen, durch die richtige und wichtige Informationen verfügbar werden.**

en in seiner eigenen Blase, wird hier mit speziellen „Informationen“ gefüttert und bekommt die Meinung von anderen nicht mehr direkt mit. Das halte ich für extrem gefährlich für die Demokratie, wenn wir nicht lernen, da gegenzusteuern.

**Die Medien stehen selber in der Kritik, ihnen wird Voreingenommenheit und Manipulation vorgeworfen. Sollte das nicht Anlass sein, in sich zu gehen?**

Der Kampf um Klicks setzt den seriösen Journalismus unter Druck. Es ist nicht möglich, innerhalb von kurzer Zeit – wir reden hier mitunter von Sekunden – wissenschaftlich solide Informationen herbeizuschaffen oder glaubwürdige Experten vor das Mikrofon zu bekommen. Als zwei Institutionen, die der Wahrheitssuche verpflichtet sind, sind Journalismus und Wissenschaft da im Kern in einer ähnlichen Lage.

**Inwiefern?**

Auch die Wissenschaft darf komplexe Informationen nicht so weit vereinfachen, dass es am Ende falsch wird. Sie muss zudem Unsicherheiten kommunizieren. Denn auch sie hat mit einem Vertrauensverlust zu kämpfen. Man unterstellt ihr häufig, „gekauft“ zu sein. Wenn es aber nicht um die Suche nach verlässlichem Wissen geht, sondern nur noch über den Kampf der Interessen diskutiert wird, dann ist demokratische Verständigung nicht mehr möglich. ■

---

Mehr erfahren:  
[www.sciencemediacenter.de](http://www.sciencemediacenter.de)



## Hygieneprofis in der Küche?

In einer aktuellen Befragung nimmt das BfR das Koch- und Hygieneverhalten der Bevölkerung in Deutschland genauer unter die Lupe.

# 98%



In 98 % der Haushalte wird mit frischen Zutaten selbst gekocht – und das durchschnittlich fünfmal die Woche. In über einem Drittel der Haushalte (34 %) wird sogar täglich gekocht.

# 9%

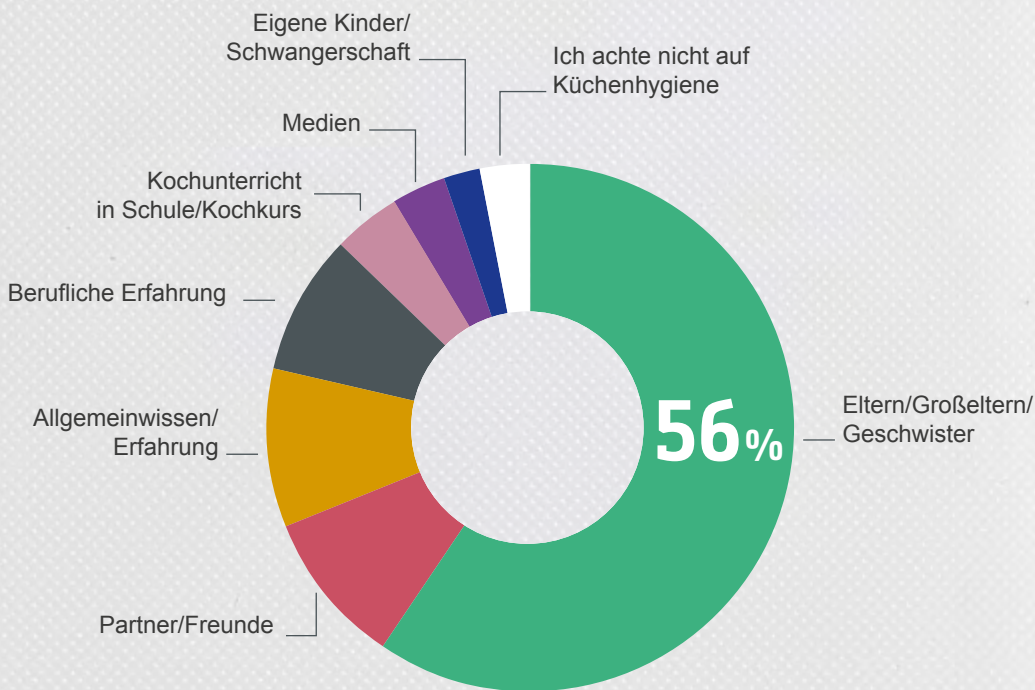
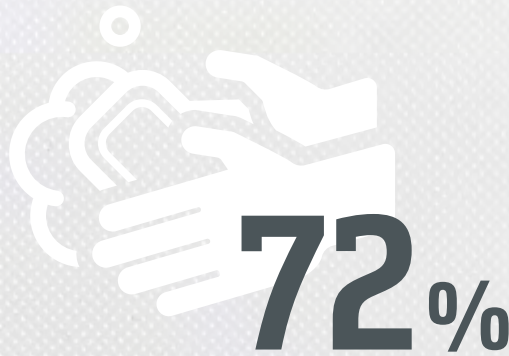


Neun Prozent der Befragten sind schon einmal oder mehrfach an einer Lebensmittelinfektion erkrankt. Die überwiegende Mehrheit vermutet dabei einen externen Ansteckungsort wie das Restaurant oder die Mensa, während 3 % glauben, sich zu Hause angesteckt zu haben.

Zugrunde liegende Studie:  
Telefonische Repräsentativbefragung von 1.003 Personen  
in Deutschland im Zeitraum Januar bis Februar 2018



Knapp drei Viertel aller Befragten (72 %) achten beim Kochen nach eigener Aussage stark oder sehr stark auf Hygiene. Händewaschen wird als besonders wichtige Maßnahme angesehen, insbesondere vor Beginn der Zubereitung.



Soziale Vorbilder, vor allem in der Familie, scheinen eine wichtige Rolle für Hygieneverhalten zu spielen. Danach gefragt, wer oder was das Hygieneverhalten in der Küche am meisten geprägt hat, gibt über die Hälfte der Befragten Familienmitglieder an. Danach folgen weitere Personen aus dem engeren sozialen Umfeld.





# Der Joint im Milchglas

## Nutzhanf erlebt gerade eine Renaissance. Als traditionelles Futtermittel kann er eine Lösung bei knapper werdenden Futterressourcen sein. Wird Nutzhanf an Kühe verfüttert, könnten aber berauschende Substanzen in die Milch gelangen.

Im Stall stehen zehn Milchkühe. Fünf davon kauen genüsslich wieder, ihr Verhalten ist unauffällig. Die anderen wirken benommen, schläfrig, unkoordiniert und setzen das Wiederkäuen aus. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des BfR beobachten die Tiere während eines Fütterungsversuchs. Sie messen regelmäßig die Herz- und Atemfrequenz und nehmen Milchproben. Die Kühe wurden über mehrere Tage mit Nutzhanfsilagen gefüttert, die unterschiedlich hohe Gehalte an THC haben. THC steht für Tetrahydrocannabinol. Der Stoff wirkt auf das zentrale Nervensystem, sodass sich Körperfunktionen und Verhaltensweisen ändern. Offensichtlich ist, dass die Kühe, deren Futter höhere THC-Dosen enthält, „stoned“ sind. Auch ihre Milch hat höhere THC-Gehalte als die von Kühen, die THC-armes Futter erhielten.

### Was ist THC?

THC beeinflusst die Psyche. Man spricht auch von einer psychoaktiven Substanz. Bis zu 90 Prozent des THC liegen zunächst in einer Vorstufe als Tetrahydrocannabinolsäure, THCA, vor. THCA ist noch nicht bewusstseinsverändernd. Erst durch Sonnenlicht und Wärme wird es in psychoaktives THC umgewandelt. Die Wirkung wird vor allem durch  $\Delta$ 9-THC ausgelöst. Bei oraler Aufnahme stört es die Abläufe im zentralen Nervensystem und im Herz-Kreislauf-System und berauscht. Vor allem macht es träge und müde.

In der EU können Hanfsaat, -kuchen, -öl, -mehl und -fasern als Einzelfuttermittel verfüttert werden, wenn es aus zugelassenen Hanfsorten hergestellt ist. Der Gehalt an psychoaktivem  $\Delta$ 9-THC in zugelassenen Sorten darf maximal bei 0,2 Prozent liegen. Zum Vergleich: Sogenannter Drogenhanf enthält über 1 Prozent  $\Delta$ 9-THC. Während Hanfkonsumentinnen und -konsumenten davon allerdings meist weniger als ein Gramm verwenden, kann eine Kuh mehrere Kilo Nutzhanf pro Tag fressen.

### Hanf als Tierfutter

Derzeit liegen keine verlässlichen Daten dazu vor, wie viel THC aus Nutzhanf als Futtermittel in tierische Lebensmittel übergeht. Bislang gibt es dazu nur labor-experimentelle Versuche. Praktische Untersuchungen fehlen. Die Studie des BfR misst erstmals den Transfer, also wie viel  $\Delta$ 9-THC tatsächlich im Lebensmittel – hier die Milch – in Abhängigkeit von unterschiedlichen  $\Delta$ 9-THC-Gehalten im Tierfutter ankommt. „Die Fütterungs- und Transferversuche sollen klären helfen, ob Nutzhanf, in Abhängigkeit vom THC-Gehalt, ein geeignetes Futter für Milchkühe ist“, erklärt Dr. Markus Spolders, der die Studie am BfR koordiniert. Cannabinoide sind in der Hanfpflanze unterschiedlich verteilt. Blätter

und Blütenstände haben die meisten Drüsenhaare, die das THC-haltige Harz produzieren. Samen und Wurzeln sind dagegen frei von Drüsenhaaren. Vor allem Hanfsamen und daraus hergestelltes Öl sind fett- und eiweißreich – ein altbekanntes Futtermittel für Kühe, Schweine und Hühner, das in den vergangenen Jahrzehnten durch Eiweißfuttermittel wie Soja und Raps weitestgehend verdrängt wurde. Auch die rohfaserreiche Gesamtpflanze wäre ein wertvolles Futter, wenn die  $\Delta$ 9-THC-Gehalte gesundheitlich unbedenklich sind. Dann könnten Nebenprodukte aus dem Anbau von Nutzhanf an Milchkühe verfüttert werden. Nutzhanf wird in Europa vor allem angebaut, um Hanffasern für Dämmstoffe für den Autobau und das Baugewerbe oder Fasern für die Textilherstellung zu erhalten.

### THC-Transfer in die Milch

Die gemessenen Mengen an psychoaktivem  $\Delta$ 9-THC in der Milch variieren sehr stark. „Sie hängen vor allem von der verfütterten Nutzhanfsorte und der Dauer der Fütterung ab“, erklärt Spolders. „Die mittleren Gehalte lagen in einem Bereich, der auch im Rahmen eines bundesweiten Lebensmittelmonitorings für verschiedene hanfhaltige Lebensmittel gemessen wurde.“ Bei diesen stellte das BfR fest, dass zu viel  $\Delta$ 9-THC enthalten ist und dadurch gesundheitliche Beeinträchtigungen möglich sind. Dies gilt auch für das gemessene  $\Delta$ 9-THC in der Milch der Kühe aus dem Transferversuch. Nachdem die Hanfsilage abgesetzt wurde, verhielten sich die Kühe wieder normal, sie waren munter und kauten wieder. Auch ihre Milch enthielt kein  $\Delta$ 9-THC mehr. ■

### Stoned durch Lebensmittel?

Hanf in Snacks, Frühstückscerealien, Tee – mittlerweile gibt es viele hanfhaltige Lebensmittel und Nahrungsergänzungsmittel in Deutschland zu kaufen. Das BfR hat in einer Modellrechnung bewertet, ob das darin enthaltene  $\Delta$ 9-THC ein Gesundheitsrisiko darstellt. Das Ergebnis: In den Produkten sind die gemessenen  $\Delta$ 9-THC-Gehalte oft so hoch, dass sie auf das zentrale Nervensystem wirken. Sie können Gesundheitsrisiken auslösen wie Stimmungsschwankungen oder Müdigkeit, vor allem bei Kindern oder bei Menschen, die sehr viele hanfhaltige Lebensmittel essen. Das BfR empfiehlt Herstellern, das enthaltene  $\Delta$ 9-THC in den Produkten weiter zu reduzieren.

**Mehr erfahren:**  
BfR-Stellungnahme Nr. 034/2018 vom 8. November 2018





## Digitale Spurensuche

**Häufen sich lebensmittelbedingte Krankheiten durch einen bestimmten Erreger, wird mittlerweile eine spezielle Software eingesetzt: FoodChain-Lab. Sie hilft, die Quelle der Infektionen oder Verunreinigungen zu erkennen. Das Ziel: den „Täter“ einer Lebensmittelkrise zu überführen.**

Die Lösung des Falls „Hepatitis A“ kam nach mehreren Monaten. Im Mai 2013 infizierten sich europaweit mehrere hundert Menschen mit Hepatitis-A-Viren. Diese verursachen akute Leberentzündungen. Sie werden von Mensch zu Mensch oder durch verunreinigte Lebensmittel übertragen.

### Dem Täter schneller auf die Spur kommen

„Die Aufklärung des Hepatitis-A-Ausbruchs war der Durchbruch von FoodChain-Lab“, erinnert sich Dr. Armin Weiser, Mathematiker am BfR. FoodChain-Lab – das ist eine Software, mit der Daten zum Vertrieb von Lebensmitteln gesammelt werden. Das BfR entwickelte sie im Zuge der EHEC-Krise im Jahr 2011. So können gefährliche lebensmittelbedingte Krankheitsausbrüche aufgeklärt werden. Der Clou: Bei der Spurensicherung

fallen sehr viele Daten an, die Software verarbeitet und visualisiert die Ergebnisse augenblicklich. Dafür brauchte man manuell früher viel Zeit.

### Spurensicherung vor Ort

Am Anfang der Spurensuche steht eine Excel-Tabelle. In diese tragen die Behörden vor Ort die wichtigsten Informationen ein: Wer hat wann und wo welche Lebensmittel gegessen? Wo und wann wurden die Lebensmittel gekauft? Die Behörden fragen nach, in Haushalten, Restaurants und die gesamte Warenkette entlang, bei Händlern, Zwischenhändlern, Produzenten und Primärerzeugern, und lassen sich Lieferscheine zeigen. Im Fall des europaweiten Hepatitis-A-Ausbruchs kamen so insgesamt 6.227 Stationen innerhalb der untersuchten Warenströme zusammen.



Gemeinsam mit einem neunköpfigen Team entwickelt und betreut Mathematiker Dr. Armin Weiser Softwarelösungen, mit denen sich lebensmittelbedingte Krankheitsausbrüche aufklären lassen.

## 99

### Die Aufklärung des Hepatitis-A-Ausbruchs war der Durchbruch von FoodChain-Lab.

Aus den Daten visualisierten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit FoodChain-Lab eine Europakarte, auf der viele Kreise erscheinen. Sie stehen für Orte, zu denen die Daten erhoben wurden. Ist einer der Kreise rot, fand dort eine Infektion statt. So werden für jedes Lebensmittel und jede Station die Wahrscheinlichkeiten geschätzt, mit einem Ausbruch in Verbindung zu stehen. Die Software erkennt auch geografische Zusammenhänge. Beim Hepatitis-A-Ausbruch fanden sich Gemeinsamkeiten: An allen Infektionsorten hatten die Erkrankten tiefgefrorene Brombeeren aus Bulgarien und Rote Johannisbeeren aus Polen verzehrt.

#### Vernetzung immer wichtiger

Der Fall Hepatitis A zeigt: Die Aufklärung lebensmittelbedingter Krankheitsausbrüche wird schwieriger, da Warenströme globaler und komplexer werden. Gerade in Europa mit seinem Binnenmarkt und dem freien Warenverkehr. FoodChain-Lab ist hier ein wichtiges Hilfsmittel geworden, um die Zusammenarbeit der Länder zu vereinfachen und so schneller die Quelle eines Ausbruchs zu identifizieren. Daher haben die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) und das BfR seit dem Jahr 2017 in diesem Bereich eine offizielle Kooperation. Ziele sind unter anderem, die Software weiterzuentwickeln und anderen EU-Mitgliedsstaaten für künftige Ausbruchsuntersuchungen zur Verfügung zu stellen. Darüber hinaus geben Armin Weiser und sein Team Workshops bei europäischen Partnerbehörden, um diese im Umgang mit der Software zu schulen. „Wir würden die Software gerne auch der amtlichen Lebensmittelüberwachung zur Verfügung stellen“, sagt Professor Karsten Nöckler, Leiter der Abteilung „Biologische Sicherheit“ am BfR. „So könnten die Warenströme bei lebensmittelbedingten Krankheitsausbrüchen in Europa sowohl regional als auch überregional schneller zurückverfolgt werden, weil wir einen einheitlichen Standard der Daten hätten.“ Erste Erfolge der Schulungen: Die Software wird von Behörden in Großbritannien und in Österreich schon gezielt eingesetzt.

Ein weiterer Vorteil: FoodChain-Lab ist als Open-Source-Software frei verfügbar. In den vergangenen Jahren hat das BfR sie kontinuierlich weiterentwickelt und neue Module entwickelt. So gibt es eine Desktop-Version, eine webbasierte Anwendung soll dieses Jahr folgen. Darüber hinaus gibt es weitere Programme, etwa eine Software, die hilft herauszufinden, wo sich Bakterien während der Lebensmittelherstellung gut vermehren.

Der Bedarf an Tools zur Unterstützung bei Untersuchungen und Analysen von lebensmittelbedingten Krankheitsausbrüchen wird steigen. Da ist sich Armin Weiser sicher. Sein Wunsch: „Wir benötigen in jeder Institution und auch den lokalen Behörden mehr Kollegen mit hoher Affinität zu Software und digitalen Daten. Das würde sehr helfen, Tools wie FoodChain-Lab mit großer Wirkung einzusetzen.“ ■

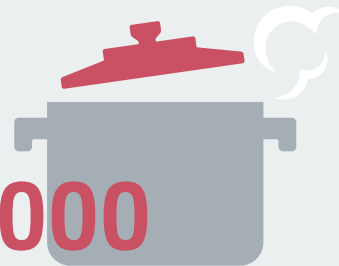
Mehr erfahren:  
<https://foodrisklabs.bfr.bund.de>



# Topfgucker

**Was steckt in unserem Essen?  
Antworten sucht die BfR-MEAL-Studie.  
Die Studie untersucht in Deutschland zum  
ersten Mal großflächig, wie viel von wel-  
chen Stoffen in zubereiteten Lebensmitteln  
enthalten ist.**

## 60.000



**Rund 60.000 Lebensmittel** werden in der Studienküche zu Mahlzeiten verarbeitet, wie sie typischerweise in Deutschland auf den Teller kommen – Kartoffeln beispielsweise zu Kartoffelbrei, Pommes oder Bratkartoffeln. Der Grund: Die Stoffgehalte können sich bei der Zubereitung verändern. Vitamine gehen beim Kochen verloren, bestimmte potenziell gesundheitsgefährdende Stoffe wie Acrylamid entstehen erst bei der Zubereitung – zum Beispiel durch starkes Erhitzen.

## 90%



**Mehr als 90 Prozent** der in Deutschland am häufigsten verzehrten Lebensmittel untersucht die Studie. Hinzu kommen selten konsumierte Lebensmittel wie Tintenfisch oder Steinpilze, die besonders hohe Gehalte an unerwünschten Stoffen aufweisen können.

## 300



Auf **300 Substanzen** untersucht das BfR die verarbeiteten Lebensmittel, darunter sowohl erwünschte Stoffe wie Nährstoffe als auch unerwünschte wie Dioxin.



Mehr als viermal so hohe Methylquecksilbergehalte wurden im geräucherten Thunfisch gegenüber Thunfisch in Konserven nachgewiesen. Das ist eins der ersten Ergebnisse der BfR-MEAL-Studie. Geräucherter Thunfisch kommt in Deutschland jedoch deutlich seltener auf den Tisch als der Thunfisch aus der Dose.

#### Die Studie liefert Antworten auf die Fragen:

Wie viel steckt von welchen Stoffen in unseren Lebensmitteln?  
Sind Lebensmittel je nach Region, Saison oder Anbauweise unterschiedlich belastet?  
Wie können Verbraucherinnen und Verbraucher mit der Auswahl der Lebensmittel und ihrer Zubereitung selbst gesundheitliche Risiken minimieren?

Mehr erfahren:  
[www.bfr-meal-studie.de](http://www.bfr-meal-studie.de)

## Nahrungsergänzungsmittel mit Piperin

Piperin ist ein Inhaltsstoff verschiedener Pfeffersorten. Es wird einigen Nahrungsergänzungsmitteln zugesetzt und soll unter anderem die Inhaltsstoffe besser verfügbar machen. Wer solche Mittel nutzt, nimmt Piperin – anders als über die normale Ernährung – isoliert auf einmal (als „Bolus“) und ohne die gleichzeitige Zufuhr weiterer Pfefferinhaltsstoffe auf. Das BfR hat gesundheitliche Risiken von Bolus-Gaben mit isoliertem Piperin bewertet – und empfiehlt: Erwachsene sollten nicht mehr als 2 Milligramm isoliertes Piperin pro Tag über Nahrungsergänzungsmittel aufnehmen. Schwangeren rät das BfR von der Verwendung solcher Mittel ab. Denn: In Tierstudien wurden nach hohen Bolus-Gaben über mehrere Tage schädigende Wirkungen bei Embryos beobachtet, nach mehreren Wochen war die Fortpflanzungsfähigkeit der Versuchstiere beeinträchtigt. In Humanstudien traten bei niedrigeren Bolus-Gaben Wechselwirkungen mit Arzneimitteln auf, die ein Risiko für übermäßige, nachteilige Wirkverstärkungen von Arzneistoffen bergen können.



© Tim UR/shutterstock.com

© MayerKleinostheim/Stockphoto



## Opiumalkaloide in Speisemohn

Mohnsamen haben einen typischen Geschmack und sind reich an Fett und Protein. Deshalb werden sie gerne für die Herstellung von Brötchen, Kuchen oder Speiseöl verwendet. Wie Untersuchungen von Überwachungsbehörden gezeigt haben, kann Speisemohn größere Mengen des Opiumalkaloids Thebain enthalten. Das gesundheitliche Risiko durch den Verzehr von Mohnsamen kann das BfR noch nicht abschließend beurteilen. Unter anderem fehlen belastbare Daten zur toxikologischen Wirkung von Thebain. Das BfR empfiehlt, das Gefährdungspotenzial von Thebain und weiterer Opiate, die neben Morphin und Codein in Mohnsamen vorkommen, zu untersuchen. Grundsätzlich sollten die Gehalte an pharmakologisch aktiven Opiumalkaloiden in Mohnsamen soweit wie technisch erreichbar gesenkt werden. Die reifen Samen des Mohns, die als Lebensmittel verwendet werden, enthalten natürlicherweise keine Opiumalkaloide, können jedoch bei der maschinellen Ernte mit alkaloidhaltigem Milchsaft, z. B. aus den Kapseln, in Kontakt kommen.

**Mehr erfahren:**  
Stellungnahme Nr. 039/2018 des BfR vom 7. Dezember 2018



© pong-photo/Stockphoto

## Robuste Insekten

Die wachsende Weltbevölkerung mit hochwertigem Eiweiß zu versorgen, stellt eine große Herausforderung dar. Essbare Insekten könnten eine Antwort sein. Doch wie sicher sind Käfer, Heuschrecken & Co.? Das BfR hat in einem gemeinsamen Projekt mit der Hochschule Bremerhaven herausgefunden, dass Larven von Mehlkäfern Schimmelpilzgifte („Mykotoxine“) aus ihrem Futter nicht anreichern und diese gesundheitsschädlichen Stoffe sogar ausscheiden können. In der Studie wurden die Sechsheiner und ihre Larven mit getreidehaltigem Futter ernährt, das das Mykotoxin Zearalenon enthält. Zearalenon ist eines von mehreren Mykotoxinen, die in Getreide von Bedeutung sind. Mykotoxine fast vollständig auszuscheiden, wäre ein Vorteil von Insekten gegenüber Rindern und Schweinen, bei denen Mykotoxine in Fleisch oder Milch übergehen können. Ob die Erkenntnisse auf generelle Entgiftungsprozesse hindeuten, wird in weiteren Studien untersucht werden.

**Mehr erfahren:**  
Niermans et al. 2019. Feeding study for the mycotoxin zearalenone in yellow mealworm (*Tenebrio molitor*) larvae — investigation of biological impact and metabolic conversion. *Mycotoxin Res.* doi: 10.1007/s12550-019-00346-y (Open Access)





## Als Verpackung, im Deo, im Geschirr – das Metall steckt in vielen Produkten des täglichen Lebens. Auch im Essen. Das BfR erforscht, wie die Nano-Form von Aluminium im Körper wirkt.

Aluminium ist das häufigste Metall der Erdkruste. Als Spurenelement hat es keine bekannte Funktion für den menschlichen Körper, doch gesundheitlich ist es umstritten. Die Wirkprinzipien von Aluminium auf den menschlichen Körper sind noch nicht vollständig verstanden. Hinzu kommt die Frage, wie Aluminium auf die menschliche Gesundheit wirkt, wenn es in nanopartikulärer Form über die Nahrung aufgenommen wird. Im Allgemeinen werden Nanopartikeln besondere Eigenschaften, wie eine erhöhte Reaktivität oder eine vermehrte Aufnahme in menschliche Zellen, zugeschrieben. Diese generellen Aussagen müssen jedoch für jedes einzelne Nanomaterial überprüft und bewertet werden. Das Projekt SolNanoTOX tut genau das.

### Aluminium häufig als Nanopartikel in der Umwelt

SolNanoTOX ist ein deutsch-französisches Kooperationsprojekt, an dem neben dem französischen Institut ANSES und den Universitäten von Rennes und Leipzig auch das BfR beteiligt ist, und das die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) sowie die französische Agence Nationale de la Recherche (ANR) fördern. In dem Projekt werden verschiedene aluminiumhaltige Nanopartikel untersucht, die neben wasserlöslichen Salzen die häufigsten Formen von Aluminium in der Umwelt repräsentieren: metallisches und mineralisches Aluminium. Metallische Partikel sind Aluminium in Reinform wie hergestellte Aluminiumbleche oder Alufolien, während mineralische Partikel als Aluminiumoxide in der Natur vorkommen.

### Löslichkeit bestimmt Aufnahme im Körper

Nanopartikel können sich in Wasser oder biologischen Flüssigkeiten wie Verdauungssäften auflösen und dabei

Metallionen an ihre Umgebung freisetzen. Das Projekt betrachtet, wie Verdauungsflüssigkeiten diese Löslichkeit beeinflussen. Denn: Wie löslich die Partikel sind, bestimmt, wie sie vom Körper aufgenommen werden. Es wurde festgestellt, dass sich mehr metallische Aluminiumpartikel in simulierten Verdauungsflüssigkeiten auflösen als mineralische Aluminiumoxidpartikel.



### Weniger Aluminium aufnehmen – wie geht das?

Auf unbeschichtetes aluminiumhaltiges Kochgeschirr zu verzichten und fettige, saure und salzige Lebensmittel nicht in Aluminiumfolie einzuwickeln oder nur möglichst kurz in Aluminiumschalen zu lagern, sind Möglichkeiten. Als Warmhalteschalen sind nur beschichtete Schalen empfehlenswert. Aluminiumhaltige Antitranspiranzen sollten nicht unmittelbar nach der Rasur bzw. bei geschädigter Achselhaut aufgebracht werden. Zudem sind Deodorantien ohne Aluminiumsalze im Handel erhältlich.

Der Großteil der Auflösung geschieht im Magensaft, während im Darmsaft eine Neubildung von Nanopartikeln gemessen wurde (siehe Grafik). Zusätzlich wurde die Aufnahme von Aluminium in kultivierten Darm- und Leberzellen untersucht. Während gelöstes Aluminium (Aluminiumionen) kaum in die Darmzellen gelangt, wurden Nanopartikel zumindest anteilig aufgenommen. Effekte auf die Zellen wurden nur nach dem Einsatz hoher Mengen gelösten Aluminiums beobachtet, die weit über den üblichen Aufnahmemengen lagen.

### Aluminium in Nano-Form ohne Effekt

Aus diesen Versuchen mit Zellmodellen auf die realen Mechanismen im Körper zu schließen, ist zwar nicht möglich. Eine Aussage erlauben die Ergebnisse von SolNanoTox aber schon: Bei durchschnittlicher Aluminiumaufnahme durch Nanopartikel ist kein „nanospezifischer Effekt“, also keine potenziell erhöhte Gesundheitsgefahr, zu erwarten. Die Aluminiumaufnahme generell zu vermindern, ist aber dennoch sinnvoll. ■

**Mehr erfahren:**

Sieg et al. 2017. Impact of an artificial digestion procedure on aluminum-containing nanomaterials. *Langmuir*, 33, 10726–10735

[www.bfr.bund.de](http://www.bfr.bund.de) > Forschung > Drittmittelprojekte > Nanotechnologieforschung 2017

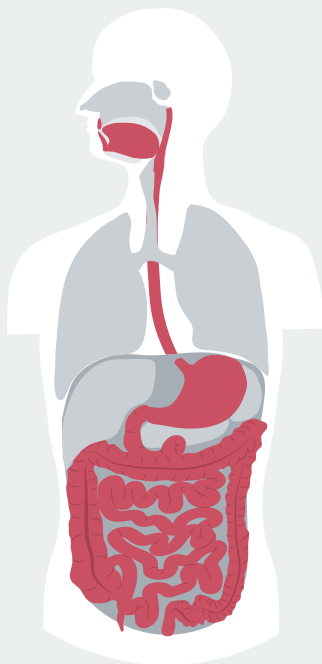


### BfR-Nachwuchsgruppen

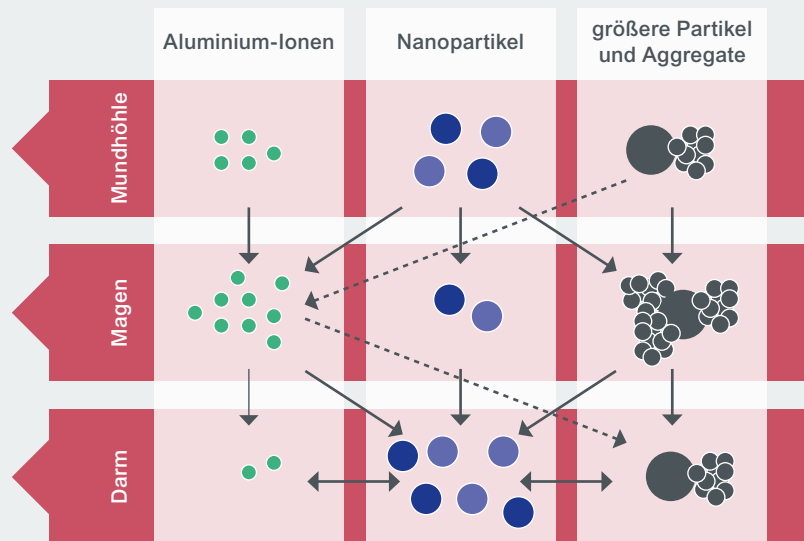
Seit 2017 gibt es am BfR fünf Nachwuchsgruppen, die in ausgewählten Schwerpunktthemen des BfR die Forschung und gleichzeitig die wissenschaftliche Karriere von jungen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern fördern sollen. Die Nachwuchsgruppe Nanotoxikologie erforscht Nanomaterialien, die über die Ernährung in den Körper gelangen können, mithilfe toxikologischer Testverfahren an Zellmodellen des Darms und der Leber. Seit August 2017 leitet Dr. Holger Sieg (im Bild links) die Nachwuchsgruppe, zu der zwei Doktorandinnen und eine technische Assistentin gehören. Die Nachwuchsgruppe ist am BfR in der Abteilung Lebensmittelsicherheit angesiedelt.

## Aluminium-Nanopartikel im Verdauungstrakt

Über die Nahrung nehmen wir Aluminium in gelöster Form (Ionen), als Nanopartikel (mineralische und metallische Form) und als Aggregate auf. Wie löslich die Partikel sind, bestimmt, wie sie vom Körper aufgenommen werden.



© Körper: Tefi/shutterstock.com



Die Pfeile zeigen die Übergänge zwischen Partikelform und gelöster Form während der Verdauung (dicke Pfeile = deutliche Übergänge, dünne/gestrichelte Pfeile = wenig ausgeprägte Übergänge).

# Das neue Qualmen

**Wird Tabak erhitzt statt verbrannt, gibt er weniger potenziell gesundheitsschädliche Stoffe ab. Krebserzeugende Substanzen können dennoch entstehen.**

**T**abakrauchen ist mit hohen gesundheitlichen Risiken verbunden. Mehr als 90 Substanzen im Tabakrauch sind als krebserzeugend oder möglicherweise krebserzeugend eingestuft. Seit Langem wird versucht, die Gesundheitsrisiken des Rauchens zu mindern. Durch technische Modifikationen sind seit den 1950er-Jahren die Teergehalte um etwa 60 Prozent gesunken. Das Krebsrisiko für Raucherinnen und Raucher sank dadurch allerdings nicht.

Potenziell gesundheitsschädliche Stoffe im Tabakrauch zu reduzieren, ist ein ambivalentes Ziel. Oft werden die technischen Standards von Tabakprodukten verbessert; geringere Gesundheitsrisiken gehen damit – zumindest für herkömmliche Zigaretten – aber nicht unbedingt einher. Ein Beispiel: Zigaretten mit Filterventilation verdünnen den Hauptstromrauch. Wer diese „Light“- oder nikotinreduzierten Zigaretten raucht, inhaliert weniger Nikotin – greift aber häufiger zur Zigarette oder zieht intensiver, um die gleiche Nikotinwirkung zu erzielen. Light-Produkte bergen so häufig sogar erhöhte Gesundheitsrisiken.

## Neue Technologien ohne Tabakverbrennung

Konventionelles Rauchen ist immer an einen Verbrennungsprozess gebunden; die Möglichkeiten einer umfassenden Reduktion potenziell gesundheitsschädlicher Stoffe sind daher begrenzt. Neue Technologien verschieben diese Grenze. Elektronische Zigaretten beispielsweise verzichten ganz auf Tabak und erzeugen Aerosole durch das Vernebeln von Flüssigkeiten. Über entsprechende Liquids kann mit dem Dampf auch Nikotin inhaliert werden. Da keine Verbrennung stattfindet und keine thermischen Zersetzungsprodukte entstehen, sind die toxikologischen Gesundheitsrisiken deutlich geringer als beim Rauchen von Tabakzigaretten. Dennoch schützt der Verzicht auf Tabak und Tabakalternativen die Gesundheit am besten. Tabakerhitzer sind Tabakprodukte, in denen die Tabakstränge nicht entzündet, sondern elektrisch auf Temperaturen bis zu 350 Grad Celsius erhitzt werden.

## Tabakerhitzer: Weniger schädliche Stoffe

Für eine unabhängige Datengrundlage untersuchte das BfR die Emissionen von Tabakerhitzern, die bislang in Deutschland verkauft werden. Dafür wurde ein standar-





© Studio GOOD

disiertes maschinelles Abrauchverfahren verwendet, das das menschliche Rauchverhalten in grober Annäherung imitiert. Die Ergebnisse ließen Vergleiche mit Daten anderer Untersuchungslabore sowie mit Tabakzigaretten zu; zudem konnten die Emissionen der verschiedenen Erhitzer verglichen werden. Die Untersuchungen des BfR bestätigten: Im Rauch von Tabakerhitzen sind relevante krebserzeugende Substanzen wie Benzol oder 1,3-Butandien im Vergleich zur Zigarette um mehr als 99 Prozent reduziert. Für Acetaldehyd, Formaldehyd und andere Carbonylverbindungen betrug die Reduktion etwa 80 bis 90 Prozent. Allerdings gaben die Tabakerhitzer nur geringfügig weniger Nikotin ab als handelsübliche Tabakzigaretten.

**Gesundheitliche Bedeutung noch unbekannt**

Ob durch die geringeren Gehalte potenziell schädlicher Stoffe auch geringere Gesundheitsrisiken zu erwarten sind, ist noch unklar. Modellberechnungen ergaben zwar für Aerosole von Tabakerhitzen eine um 90 Prozent reduzierte Tumorpotenz im Vergleich zum Zigarettenrauch – das entspricht der Inhalation eines zehnfach verdünnten Rauches. Die Modelle basieren jedoch auf Dosis-Wirkungsbeziehungen. Dabei wird für einzelne

Substanzen experimentell bestimmt, ab welcher Dosis ein Effekt zu erwarten ist. Die tatsächlichen Risiken daraus abzuleiten, ist schwierig, da bereits niedrige Dosen Krebs auslösen könnten und synergistische Effekte denkbar sind.

**Tabakverzicht schützt Gesundheit am besten**

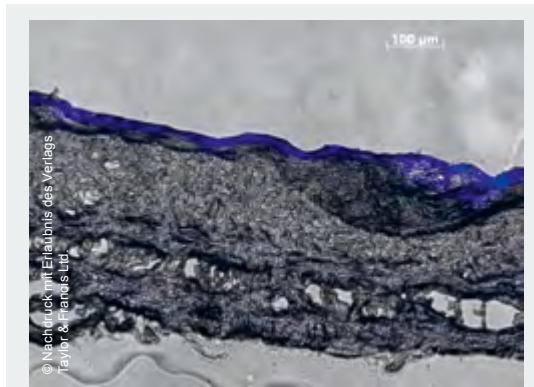
Aufgrund der erheblich geringeren Mengen an potenziell gesundheitsschädlichen Stoffen, die bei Tabakerhitzen frei werden, erwartet das BfR jedoch insgesamt verminderte Gesundheitsrisiken für Raucherinnen und Raucher – sofern ein vollständiger Umstieg auf Tabakerhitzer gelingt. Eine quantitative Abschätzung oder Bewertung der verbleibenden gesundheitlichen Risiken ist für einzelne Krankheiten wie Krebs allerdings noch nicht möglich. Risiken auf Nichtraucherniveau erreichen Tabakerhitzer nicht. Das gelingt nur durch Tabakabstinenz. ■

**Mehr erfahren:**  
 Mallock et al. 2018. Levels of selected analytes in the emissions of “heat not burn” tobacco products that are relevant to assess human health risks. Arch Tox 92: 2145. doi: 10.1007/s00204-018-2215-y (Open Access)

# Durchlässiger Schutzschild

**Was und wie viel geht durch die Haut?  
Experimente am BfR simulieren, wie  
potenziell gesundheitsschädliche Substanzen  
unser größtes Kontaktorgan durchdringen.**





### Stoffe durchdringen die Haut

Mikroskopische Aufnahme von einem Schnitt der menschlichen Haut nach Kontakt mit Material eines Hammergriffs, das polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) enthält

Stoffe können auf vielen verschiedenen Pfaden in den Körper gelangen. Die drei wichtigsten sind der Verdauungstrakt, die Lunge und die Haut. Die Aufnahme über die Haut ist dabei vielfach noch ein weißer Fleck auf der Landkarte der Risikobewertung. Gesucht wird nach Methoden, mit denen man die dermale Absorption von Stoffen realistisch abschätzen kann.

#### Toxischer Hammergriff

Im Jahr 2009 schreckten Schlagzeilen wie „Gift im Hammergriff“ oder „Gift aus dem 1-Euro-Markt“ die Öffentlichkeit auf. In zahlreichen Verbraucherprodukten aus elastischen Materialien wie Fahrradgriffen, Gartenschuhen und Griffen verschiedener Werkzeuge wurden hohe Gehalte an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) nachgewiesen. Einige, zum Beispiel Benzo[a]pyren (B[a]P), sind krebserregend. Solange diese Stoffe im Material bleiben, geht von ihnen kein gesundheitliches Risiko aus. Was aber geschieht, wenn Menschen mit den Werkzeugen arbeiten oder Gummischuhe den ganzen Tag tragen?

Wissenschaftlich begründete Antworten auf diese Fragen gab es nicht; es fehlten Untersuchungen und geeignete Tests. In einem Forschungsprojekt entwickelte das BfR eine Methode, mit der realitätsnah untersucht werden kann, welche Mengen B[a]P aus dem elastischen Material von Hammergriffen beim Hautkontakt übergehen. Der Ansatz konnte auch klären, ob neben weiteren Stoffen auch B[a]P in die tieferen Schichten der Oberhaut (Epidermis) und die darunterliegende Lederhaut (Dermis) eindringt.

#### Experimente mit der Franz-Zelle

Tests mit Franz-Zellen waren der Ausgangspunkt. Das Prinzip des Tests: Eine Materialprobe liegt direkt auf

einem als Membran fungierenden Stück Tier- oder Menschenhaut, das direkt in Kontakt mit einer Rezeptorflüssigkeit steht (siehe Grafik Seite 34). Ein Testlauf dauert in der Regel mehrere Stunden. „Diese Methode ist der Goldstandard bei Untersuchungen zur dermalen Absorption“, sagt Projektleiter Dr. Christoph Hutzler. Angewandt werde sie vor allem bei der Prüfung von kosmetischen oder pharmazeutischen Stoffen. In toxikologischen Tests von Materialien war die Methode bislang kaum relevant. „Wir konnten jedoch zeigen, dass der Franz-Zell-Test bis auf Reibung oder Druck die Migration beim realen Hautkontakt mit Hammergriffen ziemlich gut nachzeichnet“, sagt Chemiker Hutzler.

Experimentiert wurde mit Materialproben von verschiedenen Hammergriffen und einem Spielzeugreifen, deren Gehalte an B[a]P bekannt waren. Als Membran diente Epidermis aus menschlicher Spenderhaut und zum Vergleich Schweineepidermis bzw. im Labor gezüchtete künstliche menschliche Epidermis und eine synthetische Membran. Lebensmittelchemikerin Dr. Nastasia Bartsch führte die Experimente durch. Nach 24 Stunden, in denen das System auf 33 Grad Celsius gehalten wurde, bestimmte sie, welche Mengen B[a]P übergegangen waren. Ergebnis: Aus einer Hammergriffprobe, die 166 Milligramm B[a]P je Kilogramm Material enthielt, gingen 102 Nanogramm auf einen Quadratmeter Haut über. Dabei blieben vier Fünftel des migrierten B[a]P in der äußersten Schicht der Oberhaut, der Hornschicht, ein Fünftel wanderte in die tieferen Schichten. Darüber hinaus diffundierte ein Teil davon in die Rezeptorflüssigkeit.

B[a]P durchquerte also teilweise die Schutzbarriere der Oberhaut und konnte so die unter der Oberhaut liegende Lederhaut, die von feinen Blutgefäßen durchzogen ist, erreichen. Über diese Blutgefäße, so die Schlussfolgerung, kann der Stoff folglich auch in den Blutkreislauf



gelangen. Als Kontrolle diente ein Blick durchs Fluoreszenzmikroskop. Auf den Bildern von hauchdünnen Schnitten der Hautproben aus der Franz-Zelle ist ein blaues, für PAK typisches Fluoreszenzsignal zu sehen. Das bedeutet: PAK reichern sich nach Kontakt mit dem Hammergriff in der Hornschicht an und diffundieren aus diesem Reservoir weiter in tiefere Hautschichten.

### Neue Stoffe im Visier

Was geschieht, wenn B[a]P auf lebende Zellen der tieferen Hautschichten trifft, zeigten Experimente mit molekularbiologischen Methoden: B[a]P aus dem Hammergriff schädigt die Erbsubstanz in den Zellkernen intakter Hautzellen. Dieser Befund ist bedenklich, denn dies kann zur Bildung von Hautkrebs beitragen. Deshalb setzte sich Deutschland auf EU-Ebene erfolgreich dafür ein, dass das Vorkommen dieser potenziell gesundheitsschädlichen Substanzen in Verbraucherprodukten aus Gummi oder Plastik durch Grenzwerte beschränkt wurde. Inzwischen hat das Team um Projektleiter Christoph Hutzler die Untersuchungsmethode auf andere kritische Substanzen in Kunststoffen ausgedehnt. Besonders im Visier: verschiedene Kunststoffadditive wie Weichmacher, Antioxidantien und deren Abbauprodukte, die durch Materialalterung entstehen. Sie, so zeigen erste Ergebnisse, können ebenfalls die äußere Hautbarriere überwinden und in tiefere Hautschichten eindringen. ■

### Routinetaugliches Vorhersagemodell

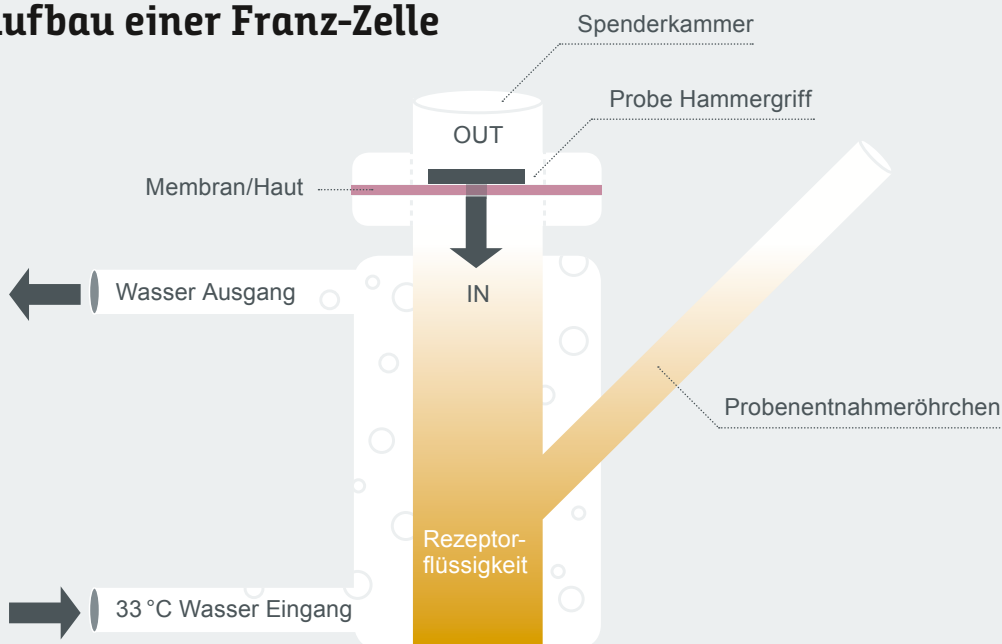
Untersuchungen mit der Franz-Zelle sind aufwendig und nicht als Routinetest geeignet. Wie aber kommt man einfacher zu Expositionswerten? Mit Schweißsimulanz, sonst bei Materialien mit Hautkontakt die übliche Methode, unterschätzt man die dermale Exposition dramatisch. Enthält das wässrige Simulanz 20 % Ethanol, so zeigen Experimente des BfR, gibt das Material die gleiche Menge B[a]P ab wie beim Franz-Zell-Test in die menschliche Haut. Mittlerweile ist dieses Vorhersagemodell des BfR auf nationaler und europäischer Ebene geprüft und als Untersuchungsmethode im nationalen Monitoringprogramm eingesetzt worden. Es ist eine taugliche Methode für die Abschätzung des gesundheitlichen Risikos von PAK-haltigen Materialien, die mit der Haut in Kontakt kommen.

**Mehr erfahren:**

Bartsch et al. 2016. Skin permeation of polycyclic aromatic hydrocarbons: A solvent-based in vitro approach to assess dermal exposures against benzo[a]pyrene and dibenzopyrenes. J Occup Environ Hyg 13(12): 969–979. doi: 10.1080/15459624.2016.1200724

Dissertationsschrift: Nastasia Bartsch. 2019. Polymeradditive, Kontaminanten und unbeabsichtigt eingebrachte Stoffe in Verbraucherprodukten. <https://refubium.fu-berlin.de> > Dissertationen FU

### Aufbau einer Franz-Zelle



Die Zelle besteht aus einem doppelwandigen Gefäß, gefüllt mit Rezeptorflüssigkeit. Darauf aufgesetzt ist eine Spenderkammer. In der Doppelwand des Gefäßes zirkuliert temperiertes Wasser. Zwischen Gefäß und Spenderkammer ist eine Membran oder Hautprobe eingespannt, die vollständig mit der Rezeptorflüssigkeit in Kontakt ist.

# „Biologischer Pflanzenschutz ist eine Herausforderung“

**Kulturpflanzen sind eine zentrale Lebensgrundlage für den Menschen. Das Julius Kühn-Institut (JKI) erforscht die Grundlagen für ihren sicheren und nachhaltigen Anbau. Der ehemalige Präsident des JKI, Dr. Georg Friedrich Backhaus, über die Sicherheit pflanzlicher Lebens- und Futtermittel.**



**Herr Backhaus, das BfR bewertet, ob von Lebensmitteln ein Risiko für die Gesundheit ausgeht. Das JKI beschäftigt sich u. a. mit Pflanzen-genetik, Pflanzengesundheit, Anbaumethoden und Pflanzenschutz. Was sind Beispiele der gemeinsamen Arbeit?**

Ein Meilenstein waren in meiner Zeit als Präsident die gemeinsamen Forschungsprojekte zu Fragen des potenziellen Bioterrorismus, vor allem zu Krankheitserregern und Schädlingen an Pflanzen. In Erinnerung bleibt mir auch die Aufklärung der EHEC-Krise im Frühsommer 2011. In einer gemeinsamen Arbeitsgruppe haben wir untersucht, wie es denn sein kann, dass krankmachende Keime aus dem Tierreich in Gemüsepflanzen wie Sprossen gelangen. Als dann klar war, dass vermutlich Sprossensamen die Quelle sind, fragten wir uns: Wie groß ist das Risiko, dass das wieder passiert? Ich bin sehr dankbar für die ausgezeichnete Zusammenarbeit zwischen beiden Instituten über viele Jahre und wünsche mir für die Zukunft eine weitere Intensivierung dieser guten Kooperation.

**Wie arbeiten JKI und BfR beim Pflanzenschutz zusammen?**

Die Rollen sind klar verteilt. Das JKI bewertet die Wirksamkeit von Wirkstoffen und fertigen Pflanzenschutzmitteln, das BfR bewertet das gesundheitliche Risiko. Wir arbeiten aber eng zusammen, wenn es um den Schutz von Anwendern oder unbeteiligten Dritten geht. Wir haben beispielsweise in gemeinsamen Experimenten die Abdrift beim Ausbringen von Pflanzenschutzmitteln berechnet, experimentell bestätigt und Abstandswerte entwickelt. Die Ergebnisse dieser gemeinsamen Arbeit sind in das europäische Zulassungsverfahren eingegangen. Aktuell läuft ein Projekt, um mit geografischen Informationssystemen die mögliche Exposition von Anwohnern in Siedlungsgebieten zu visualisieren. Wir möchten so die Risikopotenziale bei der

Anwendung von Pflanzenschutzmitteln auf Äckern in der Nähe bewohnter Gebiete ermitteln.

**Vielfach wird eine Abkehr vom chemisch-synthetischen Pflanzenschutz gefordert. Wie steht es um biologische Alternativen?**

Das Konzept des Pflanzenschutzes auf biologischer Basis stellt Forschungsinstitute und Bewertungsbehörden vor neue Herausforderungen. Biologicals, biologische Pflanzenschutzmittel also, nutzen oft Bakterien und Viren oder sie bestehen aus Stoffwechselprodukten von Mikroorganismen oder Pflanzeninhaltsstoffen. Derartige Mittel sind ebenso ernsthaft zu prüfen und zu bewerten wie die synthetischen Pflanzenschutzmittel, wenn sie diese im Acker- und Gartenbau ersetzen sollen. Bewertungsmethoden gibt es dafür jedoch noch kaum. BfR und JKI müssen diese wissenschaftlich entwickeln und standardisieren. Erst dann können wir die entsprechenden sachgerechten Bewertungen evidenzbasiert vornehmen. Darüber hinaus gibt es in Deutschland noch immer keine offiziellen Bewertungsverfahren für Nutzarthropoden, wie Nutzinsekten und Milben, die künstlich in Anbausysteme zur biologischen Schädlingsbekämpfung eingebracht werden.

**Professor Dr. Georg Friedrich Backhaus ist Agrarwissenschaftler. Von 2002 bis 2008 war Backhaus Präsident der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft. 2008 wurde er der erste Präsident des als Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen neugegründeten Julius Kühn-Instituts. Backhaus war seit 2006 Mitglied des wissenschaftlichen Beirats des BfR und ging im Dezember 2018 in den Ruhestand.**

**Der Transfer von Stoffen aus dem Boden in Pflanzen für Lebensmittel kann ebenfalls ein Gesundheitsrisiko darstellen. Woran forscht das JKI?**

Unter anderem zu Schwermetallen im Boden, insbesondere im durchwurzelbaren Raum, die mit Düngemitteln oder Pflanzenschutzmitteln in die Böden eingebracht werden können. Ein Beispiel ist Kupfer, das auch im Bio-Anbau eingesetzt wird. Es geht nicht nur um Fragen der Bodenbiodiversität und der nachhaltigen Nutzung von Böden und Ackerflächen, sondern auch darum: Geht dieser Stoff aus dem Boden in pflanzliche Lebensmittel über, kommen Menschen damit in Kontakt? Ab wann sind höhere Kupfergehalte in pflanzlichen Lebensmitteln gesundheitlich bedenklich? Hier brauchen wir die toxikologische Expertise des BfR, um gegebenenfalls durch bestimmte ackerbauliche Maßnahmen gegenzusteuern und die Aufnahme von Kupfer oder anderen unerwünschten Stoffen über pflanzliche Lebensmittel zu minimieren. ■

# SPEKTRUM

## Ändert die Verarbeitung den Pestizidgehalt?

Schälen, Kochen, Säuern – Verarbeitungsprozesse beeinflussen die Gehalte von Pestizidrückständen in Lebensmitteln. Ob Marmelade oder Bier mehr oder weniger Rückstände enthalten als die rohe Orange oder das Malz, wird in Verarbeitungsstudien ermittelt. Das BfR hat im Auftrag der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) eine Vielzahl solcher Studien ausgewertet und für diverse Pestizid-Lebensmittel-Kombinationen den spezifischen Verarbeitungsfaktor abgeleitet. Dieser gibt an, um welchen Faktor sich der Pestizidrückstand durch die typische Verarbeitung von Lebensmitteln verringert oder erhöht. So ist eine europäische Datenbank zu derzeit 143 verschiedenen Pestizidwirkstoffen entstanden. Die Faktoren dienen einer Verbesserung der Risikobewertung und liefern Überwachungsbehörden erste Anhaltspunkte, ob ein verarbeitetes Lebensmittel aus einem Rohprodukt hergestellt wurde, das den gesetzlichen Rückstandshöchstgehalt eines Pestizids einhielt.

Mehr erfahren:  
[www.bfr.bund.de](http://www.bfr.bund.de) > A-Z-Index: Verarbeitungsfaktoren



© Olga Guchek/shutterstock.com



© DmitryKazitsyn/Stockphoto

## Bambusgeschirr nicht in die Mikrowelle

Sei es der Mehrweg-Coffee-to-go-Becher oder das Geschirr-Set mit Tier-Motiv – der Handel bietet eine Vielzahl an „Bambusware“, auch für Kinder. Das bunte Geschirr ist leicht und bruchfest und enthält Bambusfasern als Füllstoff. Aus gesundheitlicher Sicht sind diese Produkte jedoch nicht in jedem Fall für die Verwendung als Geschirr geeignet. Grund sind die eingesetzten Kunststoffe: Für die Herstellung von Bambusware werden häufig Melaminharze verwendet, die aus Melamin und Formaldehyd bestehen. Das BfR hat festgestellt, dass bei höheren Temperaturen zu hohe Mengen dieser Substanzen aus dem Geschirr in die Lebensmittel übergehen und damit gesundheitlich bedenklich sein können. Gemäß Herstellerangaben dürfen Lebensmittel in Bambusgeschirr daher nicht in der Mikrowelle erhitzt werden. Übrigens: Bambusware wird in einigen Fällen mit Aussagen wie „enthält kein Plastik“ oder „100 % Natur“ beworben. Diese Kennzeichnung berücksichtigt nicht, dass diese Produkte auch aus Kunststoff bestanden, monieren Landeslabore und Verbraucherzentralen.

Mehr erfahren:  
[www.bfr.bund.de](http://www.bfr.bund.de) > A-Z-Index: Melamin

## Aufschlag im Aus

Wimpernseren versprechen lange und dichte Wimpern. Sie werden in Deutschland als kosmetische Mittel vertrieben. Die Wirkstoffe darin basieren auf dem körpereigenen Hormon Prostaglandin F. Solche Wimpernseren bergen nach Einschätzung des BfR gesundheitliche Risiken. Das BfR stützt sich bei seiner Aussage unter anderem auf klinische Studien und Langzeitbeobachtungen mit einem Medikament, das in den USA zur Behandlung eines geringen Wimpernwuchses zugelassen ist und einen Wirkstoff auf Basis von Prostaglandin F enthält. Beobachtet wurden Verfärbungen von Haut und Wimpern, juckende und gerötete Augen, Veränderungen der Struktur des Fettgewebes am Augenlid und ein verringerter Augeninnendruck. Zudem kann die Regenbogenhaut des Auges dauerhaft braune Pigmente einlagern. Verbraucherinnen und Verbraucher erkennen Wimpernseren mit Prostaglandinen in der Regel daran, dass ein Inhaltsstoff den Namensteil „Prost“ enthält.



© Africa Studio/shutterstock.com



## Was macht eigentlich

# ... ein Nationales Vergiftungsregister?

Ein Nationales Vergiftungsregister verfolgt dauerhaft und umfassend das aktuelle Vergiftungsgeschehen in einem Land. In Nachbarstaaten wie Frankreich oder dem Vereinigten Königreich sind solche Register bereits lange etabliert. Die Bundesregierung wird in der laufenden Legislaturperiode ein solches Dokumentationssystem für Deutschland am BfR einrichten. Vergiftungsfälle werden hierzulande bislang nur ausschnittsweise erfasst, beispielsweise durch ärztliche Mitteilungen an das BfR oder in den Giftinformationszentren der Länder (GIZ). Diese Informationen zusammenzuführen und ständig aktuell zu halten, ist die Aufgabe eines Nationalen Vergiftungsregisters.

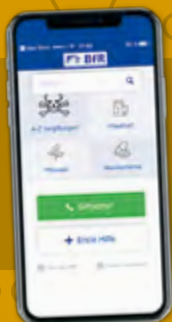
Wie wichtig ein solches Monitoring für Verbraucherschutz und Produktsicherheit ist, zeigt das Beispiel der Gelkapsel-Waschmittel, also der hochkonzentrierten Flüssigwaschmittel in einer wasserlöslichen Folienummantelung: Durch Sammlung und Auswertung von Vergiftungsfällen wurde ein stark erhöhtes Vergiftungsrisiko bei Kindern festgestellt. Inzwischen gibt es neue Sicherheitsvorschriften wie verstärkte Verpackungsverschlüsse und mehr Warnhinweise auf den Verpackungen. Das Beispiel zeigt: Ein Nationales Vergiftungsregister könnte die Wirksamkeit der neuen Sicherheitsmaßnahmen verfolgen und ähnlich risikobehaftete Produkte frühzeitig erkennen.

Bevor das Register an den Start gehen kann, werden die technischen Grundlagen in einer Pilotstudie entwickelt: Im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit wird zusammen mit der Gesellschaft für Klinische Toxikologie und den Giftinformationszentren die systematische Sammlung von Vergiftungsfällen für ausgewählte Produktgruppen wie E-Zigaretten, Imprägniersprays und Ciguatera-belastetem Fisch erprobt, ebenso die Zusammenführung und Auswertung dieser Falldaten. Ein Gutachten prüft den rechtlichen Rahmen der dauerhaften Kooperation und des Datenaustausches zwischen den Giftinformationszentren und Bundesbehörden. Die Ergebnisse der Studie werden bei einem Symposium im September 2019 vorgestellt.

### Mehr erfahren:

Feistkorn et al. 2019. Gesundheitsberichterstattung über Vergiftungen in Deutschland – Wissenschaftliche Untersuchung zur Einrichtung eines nationalen Monitorings von Vergiftungen in Deutschland. Bundesgesundheitsbl. doi: 10.1007/s00103-019-02886-1 (Open Access)

Symposium zur Pilotstudie am 24.09.2019, Informationen ab August 2019 unter: [www.bfr-akademie.de](http://www.bfr-akademie.de)



### BfR-App „Vergiftungsunfälle bei Kindern“

Gut zu wissen: In der kostenlosen BfR-App „Vergiftungsunfälle bei Kindern“ finden Sie Informationen zur Vorbeugung von Vergiftungsunfällen bei Kindern und zu Erste-Hilfe-Maßnahmen. Im Notfall kann direkt aus der App ein Giftinformationszentrum angerufen werden.

Für Android und iOS downloaden: [www.bfr.bund.de](http://www.bfr.bund.de) > Presse > BfR-Apps

Am Deutschen Zentrum zum Schutz von Versuchstieren am BfR untersucht Professor Dr. Lars Lewejohann, wie man die Lebensbedingungen von Versuchstieren verbessern kann. Der Wissenschaftler ist zudem Professor am Institut für Tierschutz, Tierverhalten und Versuchstierkunde der Freien Universität Berlin.



© BfR

# Der Mäuseversteh

**Professor Dr. Lars Lewejohann erforscht am BfR das Verhalten von Versuchstieren. Sein Ziel sind bessere Lebensbedingungen für die Tiere – und zugleich bessere Wissenschaft.**

**I**m Käfig ist was los. Ein kastaniengroßes Fellknäuel kriecht durch eine durchsichtige Plastikröhre zu einer höher gelegenen Plattform, ein anderes Exemplar labt sich an der Wassertränke. Es sind Hausmäuse, wissenschaftlicher Name *Mus musculus*, mit schwarzem Fell, langem Schwanz, aufgestellten Ohren und putzigen Knopfaugen.

Im Dämmerlicht huschen die Mäuse durch den zweimal zwei Meter großen Käfig, ein für die Tiere aufregendes Gelände mit Hochplateaus, Gängen, Gehäusen und abgeteilten Gebieten. „Die Mäuse leben hier fast wie in freier Wildbahn“, sagt der Verhaltensbiologe Lars Lewejohann über das „Großgehege“. „Sie können die Gegend erkunden, aber sie müssen keine Feinde fürchten und werden mit Futter versorgt – ein Schlaraffenland.“

Das Schlaraffenland ist kein Selbstzweck, sondern Teil eines Forschungsvorhabens von Professor Lewejohann und seinem Team. Der Wissenschaftler arbeitet am Deutschen Zentrum zum Schutz von Versuchstieren am BfR. Am Standort Marienfelde untersucht er, wie man die Lebensbedingungen von Versuchstieren verbessern kann. Refinement lautet der englische Fachausdruck dafür.

## Ersetzen, Verringern, Verbessern

Das „Refinement“ ist neben dem Ersetzen („Replacement“) und dem Verringern („Reduction“) von Tierversuchen eine der drei Säulen des „3R“-Prinzips. Mit „3R“ – Replace, Refine, Reduce – rückten der Mikrobiologe Rex Burch und der Zoologe William Russel

vor rund 60 Jahren die Lage der Versuchstiere in den Blickpunkt. „Wir haben schon eine Menge für die Tiere erreicht“, beschreibt Lewejohann die heutige Situation. „Aber wir sind noch nicht da, wo wir sein könnten und sein müssten.“

Größtmöglicher Erkenntnisgewinn bei geringstmöglichem Leiden der Tiere, so lautet das Credo des Forschers. „Eine bessere Haltung ist kein Widerspruch zu guter Forschung“, sagt Lewejohann. Für den Biologen schließt sich beides nicht aus, sondern bedingt einander. Gute Bedingungen für Versuchstiere führen zu natürlichen Verhaltensweisen und damit zu realitätsnahen wissenschaftlichen Ergebnissen.

## Früher Tod in der Wildnis

Illusionen über ein angenehmes Leben der Tiere in Freiheit gibt sich der Forscher dabei nicht hin. „Es wäre naiv anzunehmen, dass alle wild lebenden Tiere ‚glücklich‘ wären – der Überlebensstress ist extrem groß“, erläutert Lewejohann. „Parasiten, Krankheitskeime und Fressfeinde sind ständige Gefahren, die meisten Mäuse sterben in freier Natur vorzeitig. Es hat seinen Grund, weshalb sie so viele Nachkommen in die Welt setzen!“ Als Hüter der Tiere in Gefangenschaft muss der Mensch jedoch Verantwortung übernehmen.

Was will die Maus? Diese Frage treibt Lewejohann seit Beginn seiner wissenschaftlichen Karriere um. Er versucht, die Nager zu verstehen, ihren Blickwinkel einzunehmen. Das geht nur, indem man ihr Verhalten und damit ihre Entscheidungen genau studiert und dann wissenschaftlich interpretiert. Bevorzugt das



Tier grobes oder feines Nistmaterial, will es „gefordert“ werden, wie äußert sich Langeweile, wie kann man sie verhüten? Und: Haben Mäuse gar so etwas wie eine Persönlichkeit? Hat man Antworten auf solche Fragen, lassen sich die Lebensbedingungen der Tiere gezielt verbessern.

### Das Naturell der Maus

Hausmäuse sind gesellig, in ihren Nestern kuscheln sich die nachtaktiven Nager eng zusammen und betreiben gegenseitige Fellpflege. Individuen sind die Kleinsäuger trotzdem. Sogar eine Art eigene Persönlichkeit bescheinigt Lars Lewejohann den Tieren. Das ist umso erstaunlicher, da die bei Experimenten eingesetzten Mäuse genetisch praktisch identisch sind. Es wäre also naheliegend, dass die Nagetiere sich nicht nur in ihrer Erbsubstanz, sondern auch charakterlich gleichen wie ein Ei dem anderen. Aber das ist anscheinend nicht der Fall.

Biologen und Psychologen haben in den vergangenen Jahren Verblüffendes über die Fähigkeiten von Tieren, ihre Intelligenz, ihr Gedächtnis und sogar ihr moralisches Handeln aufgedeckt. Dass Mäuse ein individuelles Naturell haben könnten, ist da schon fast nichts Ungewöhnliches mehr (und für Fans von Tom und Jerry oder Micky Maus ohnehin eine altbekannte Tatsache).

### Entdecker und Zauderer

Im Großgehege lassen sich die Tiere anhand ihres Verhaltens unterscheiden. Ein System von Antennen, mit denen die mit Transpondern (kleinen Sendern) ausgestatteten Mäuse registriert werden, gibt Auskunft, wo sie sich befinden und welche Strecken sie zurücklegen. Es gibt Mäuse, die „viel herumkommen“, wie Lewejohann sagt. Sie durchstreifen das Terrain, mutmaßlich getrieben von Lust am Abenteuer und Spaß am Spiel, wenn sie sich etwa fast übermütig durch Plastikröhren hinabgleiten lassen. Andere sind zurückhaltender; vorsichtig und anscheinend auf alles gefasst, durchmessen sie ein eher kleines Areal.

In einem weiteren Experiment geht es um die Mentalität der Tiere. An der Wassertränke signalisiert eine Tonfolge Belohnung, eine andere Bestrafung. Wenn die Mäuse dies gelernt haben, werden sie mit gemischten Tonfolgen konfrontiert. Es ist ein zwiespältiges Signal, das von den Tieren interpretiert werden muss. Die Nager reagieren verschieden. „Optimisten“ lassen sich nicht bremsen und streben zur Tränke, „Pessimisten“, auf das Schlimmste gefasst, meiden sie. Beide Verhaltensmuster haben ihre Vorteile und bildeten sich deswegen vielleicht in der Evolution als Strategien heraus. Aber auch das, was die Tiere unmittelbar vor dem Hören des zwiespältigen Signals erlebt haben, kann dazu beitragen, ob sie eher optimistisch oder pessimistisch gestimmt sind. „Auf diese Weise können wir die Mäuse ‚fragen‘, wie belastend sie etwa be-





## 99 Manche Mäuse treibt Lust am Abenteuer und Spaß am Spiel.

stimmte Versuche empfinden“, sagt Lewejohann, dessen Untersuchungen auch von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert werden.

Dem Erforschen von Langeweile widmet sich ein anderes Vorhaben. Stereotypien – also immer gleiche Verhaltensabläufe –, ein verschobener Tag-Nacht-Rhythmus (Hausmäuse sind normalerweise nachts aktiv) und „Fressattacken“ werden als Anzeichen für Abstumpfung und Desinteresse gedeutet. Lars Lewejohann und sein Team haben sich etwas einfallen lassen, um die Gleichgültigkeit der Tiere zu verscheuchen. Pfiffige „Problemboxen“ etwa, die sich nur mit Geschick öffnen lassen und erst dann ihre Belohnung freigeben. Dazu Schaukeln, Bewegungsspiele und Häuschen mit drehbarem Dach. Manche der Spielzeuge wurden selbst gebaut oder stammen aus dem 3D-Drucker. Auch Videogames für Mäuse werden mittlerweile erprobt, berichtet Lewejohann.

### Die zentrale Frage: Was will das Tier?

Immer ist der Antrieb des Wissenschaftlers spürbar: zu erfahren, was das Tier bewegt. Sein Ansatz verbindet das Thema „Verbessern von Tierversuchen“ mit Psychologie, Hirnforschung und Medizin, etwa dem Ergründen von geistigem Verfall (Demenz) oder von Vereinsamung – unter der vermutlich auch Mäuse leiden können.

Ein Beispiel für die Spannweite seiner wissenschaftlichen Arbeit ist Lewejohanns Mitarbeit am Berliner Forschungsvorhaben „Science of Intelligence“, an dem er als Professor der Freien Universität Berlin beteiligt ist. In diesem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft seit Kurzem geförderten Exzellenzcluster haben sich Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ganz verschiedener Fachrichtungen zusammengetan, um sich gemeinsam dem Thema Intelligenz zu widmen, sei sie tierisch, menschlich – oder künstlich. Von Philosophie, Psychologie und Biologie bis hin zu Robotik und Computerwissenschaften sind viele Disziplinen vertreten. Intelligenz zu verstehen, ist aus ihrer Sicht eine der großen Herausforderungen der Gegenwart, das Überwinden der Fachgrenzen ein wichtiger Schritt, um sie gemeinsam zu meistern.

Es erscheint paradox, Tierversuche anzustellen und gleichzeitig Versuchen durchaus kritisch gegenüberzustehen. Aber Lewejohann ist Realist genug, um zu wissen, dass Tests wie etwa in der Arzneimittelentwicklung noch auf längere Sicht unverzichtbar sein werden. „Medikamente direkt am Menschen auszuprobieren, ehe man sie am Tier überprüft hat, ist kein gangbarer Weg“, sagt er. „Unser Ziel ist es, Versuche, die noch nicht zu ersetzen sind, so zu gestalten, dass es möglichst gut für die Tiere ist. Dabei gilt auch: Wer Tierversuche macht, muss sein Handeln immer wieder überprüfen – ein hoher Anspruch.“ ▣

#### Mehr erfahren:

Habedank et al. 2018. Severity assessment from an animal's point of view. Berl Münch Tierärztl Wochenschr doi 10.2376/0005-9366-18007

# SPEKTRUM

## Knochen im Kleinformat

Knochen bilden nicht nur das Gerüst unseres Körpers. Sie sind zugleich lebendiges und lebenswichtiges Gewebe. Im Knochenmark wird das Blut gebildet, Krankheiten des Knochens wie die Osteoporose können Beweglichkeit und Lebensqualität erheblich einschränken. Forscherinnen und Forscher am BfR entwickeln nun einen „Knochen auf dem Chip“. Das Modell enthält die wichtigsten Zelltypen des Knochens, die in einer Nachbildung im Kleinstmaßstab kultiviert werden. Die „Organ auf dem Chip“-Technik erlaubt es, Krankheiten zu erforschen, potenziell giftige Substanzen zu testen und Tierversuche einzusparen. Das Forschungsteam des zum BfR gehörenden Deutschen Zentrums zum Schutz von Versuchstieren ist Teil von „EUROoC“, einem vor Kurzem gegründeten europäischen Forscher-Netzwerk, das jungen wissenschaftlichen Nachwuchs ausbildet und Organ-Chips weiterentwickelt.

Mehr erfahren:  
[www.eurooc.eu](http://www.eurooc.eu)



© BfR



© People Images/Stockphoto

## Auch die Wissenschaft wird aus Fehlern klug

Wissenschaftliche Studien sollten stets und unabhängig von ihrem Ergebnis publiziert werden. Das ist eine der Schlussfolgerungen eines Forschungsprojekts des Deutschen Zentrums zum Schutz von Versuchstieren am BfR. Darin wurde anhand eines mathematischen Modells untersucht, welchen Einfluss einzelne Maßstäbe beim Erstellen von Studien auf die weitere Forschung haben. Das Ergebnis: Selbst scheinbar ergebnislose Studien beschleunigen den Erkenntnisgewinn. Sind Ergebnisse nachvollziehbar und wiederholbar, hilft das, unnötige Folgeversuche (und weitere Tierversuche) zu verhindern, die einer Überprüfung nicht standhalten. Falsche Schlussfolgerungen von Studien können so leicht widerlegt werden. Dass publizierte Untersuchungen wiederholbar sind, ist keine Selbstverständlichkeit: Je nach Erhebung sind 51 bis 89 Prozent der in biowissenschaftlichen Studien veröffentlichten Ergebnisse nicht von anderen Forscherinnen und Forschern nachvollziehbar.

Mehr erfahren:  
 Steinfath et al. 2018. Simple changes of individual studies can improve the reproducibility of the biomedical scientific process as a whole. PLOS One 13(9): e0202762 (Open Access)

## Pharmakologisch wirksame Substanzen im Tierversuch

Versuchstieren werden pharmakologisch wirksame Stoffe wie Tamoxifen und Tetracyclin verabreicht, um ihre Gene in verschiedenen Geweben und zu definierten Zeitpunkten gezielt auszuschalten. So entstehen Tiermodelle zur Untersuchung bestimmter Krankheiten und zugrunde liegender Mechanismen. Die rechtliche Einordnung dieses Vorgehens ist allerdings problematisch. Denn: Tamoxifen dient der Behandlung hormonaktiver Tumoren des Menschen, und seine Nutzung ist durch das Arzneimittelgesetz streng reglementiert. Würden dessen Vorschriften gelten, dürfte Tamoxifen für den Gen-Knockout im Tierversuch nicht angewendet werden. Der Nationale Ausschuss zum Schutz von für wissenschaftliche Zwecke verwendeten Tieren hat nun die rechtliche Zulässigkeit der Anwendung von Tamoxifen in der tierexperimentellen Praxis bewertet. Ergebnis: Tamoxifen ist als gentechnisches Werkzeug zulässig und seine Anwendung unterliegt in diesem Fall dem Tierversuchs- und nicht dem Arzneimittelrecht.

Mehr erfahren:  
 Chmielewska et al. 2019. Rechtliche Aspekte der Anwendung des pharmakologisch wirksamen Stoffs Tamoxifen bei der konditionellen Genaussschaltung im Versuchstier Maus. Natur und Recht 41: 26–32 (Open Access)





## Rascher Rat für den Tierschutz

### Ein großer Kreis von Expertinnen und Experten unterstützt den Nationalen Ausschuss

Herzleiden, Krebs, Alzheimer-Demenz – um schwere Krankheiten besser zu verstehen und neue Behandlungen zu erproben, sind Versuche an Tieren immer noch notwendig. Eingesetzt werden zum Beispiel genetisch veränderte Mäuse, die an Tumoren erkranken oder deren Gehirne für eine vererbte Variante von Alzheimer anfällig sind. Für Medizin und Wissenschaft sind solche Vorhaben von großer Bedeutung. Wie aber sind sie aus der Sicht des Tierschutzes zu bewerten? „Uns beschäftigt insbesondere die Frage, wie belastet die Tiere durch die genetische Veränderung sind“, sagt die Privatdozentin Dr. Bettina Bert. „Und: Was muss getan werden, um das Wohlbefinden der Tiere zu verbessern?“

Die Tierärztin ist am Deutschen Zentrum zum Schutz von Versuchstieren am BfR für den „Nationalen Ausschuss zum Schutz von für wissenschaftliche Zwecke verwendeten Tieren“ (kurz: Nationaler Ausschuss) zuständig. Unter anderem berät dieses unabhängige und gesetzlich vorgesehene Gremium Genehmigungsbehörden und Tierschutzausschüsse in Deutschland zu Fragen der Pflege, Zucht und Haltung von Versuchstieren. Für diese Beratung werden fachliche Stellungnahmen erarbeitet, geleitet vom „3R-Prinzip“: Tierversuche wenn möglich zu ersetzen, die Anzahl der verwendeten Tiere zu verringern und ihr Wohlergehen zu verbessern (replace, reduce, refine). Das Beispiel genetisch veränderter Versuchstiere zeigt, wie herausfordernd die Bewertung von Tierversuchen im Zeitalter sich rasant entwickelnder Methoden wie etwa der Genschere „CRISPR“ ist. Der Nationale Ausschuss kann nun bei solchen Fragen auf kompetenten Rat zurückgreifen: Ein Expertenpool von mittlerweile 127 Fachleuten aus Deutschland und Österreich unterstützt ihn. Die Auftaktveranstaltung des Expertenpools fand am 11. Oktober 2018 am BfR statt.

„Wir haben sehr gute Erfahrungen mit Workshops gemacht, bei denen sich zehn bis zwölf Sachverständige für zwei, drei Tage zusammensetzen und ein Thema intensiv beraten“, berichtet Bettina Bert über die Arbeit des Expertenpools. Die gemeinsam erarbeiteten Ergebnisse werden vom Nationalen Ausschuss veröffentlicht, zum Beispiel in Fachzeitschriften. „Alle Fachleute sind aufgrund ihrer herausragenden Expertise zu Mitgliedern des Expertenpools ernannt worden und nicht, weil sie Teil einer Institution sind“, stellt Bert klar. „Zudem legen wir größten Wert auf Transparenz, mögliche Interessenkonflikte müssen selbstverständlich offengelegt werden.“

**Mehr erfahren:**

[www.bfr.bund.de](http://www.bfr.bund.de) > Deutsches Zentrum zum Schutz von Versuchstieren > Nationaler Ausschuss Tierschutzgesetz

**INTERNATIONALES**

**Delegationsreise nach Moskau**

Im September 2018 reiste eine Delegation des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft unter Beteiligung des BfR und anderer nach Moskau. Neben Gesprächen mit Vertreterinnen und Vertretern aus Landwirtschaft und Verbraucherschutz wurden die Moskauer Veterinärakademie Skrjabin, die Russische Akademie der Wissenschaften und die Agrarhochschule Timirjasev besucht und Möglichkeiten für zukünftige Kooperationen besprochen.

**Kooperation mit Chile**

Im August 2018 hat das BfR einen Kooperationsvertrag mit der Chilean Food Safety and Quality Agency (ACHIPIA) geschlossen. Die Zusammenarbeit fokussiert die Risikobewertung und laiengerechte Aufarbeitung von Expertengutachten. In Chile besuchte BfR-Präsident Professor Andreas Hensel das Scientific Committee der ACHIPIA und die National Commission for Scientific and Technological Research (CONICY) und führte zudem Gespräche mit dem FAO-Repräsentanten für Lateinamerika und die Karibik, Herrn Julio Berdegué.



**Krisenübung in Sarajevo**

Wie bereitet man sich auf eine Krise vor? 32 Teilnehmende aus Behörden für Lebensmittelsicherheit in Bosnien und Herzegowina (BiH) übten Ende 2018 anhand eines interdisziplinären Planspiels die Aufklärung eines lebensmittelbedingten Krankheitsausbruchs. Stärken und Schwächen der bestehenden Strukturen in BiH wurden analysiert, um darauf aufbauend ein Projekt zur Behördenpartnerschaft bei der EU zu beantragen. Das BfR war Teilorganisator dieses Praxis-Workshops.

**Zusammenarbeit mit China**

Mit der Chinese Academy of Inspection and Quarantine (CAIQ) hat das BfR im April 2019 in Peking einen Workshop zum Thema Lebensmittelsicherheit durchgeführt. Gleichzeitig erneuerten CAIQ und BfR ein „Memorandum of Understanding“ – mit dem Ziel, die Zusammenarbeit im Bereich der Risikobewertung zukünftig zu intensivieren. Die CAIQ ist ein öffentliches Forschungsinstitut der behördlichen Marktaufsicht in China und betreibt Forschung u. a. im Bereich der Untersuchungsmethoden für die Kontrolle von Lebensmitteln und Produkten.

### Projekt Safe Pork – Kurse in Vietnam

Im Rahmen eines vom Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung geförderten Projekts hat das BfR Ende 2018 Trainingsworkshops in Vietnam durchgeführt. Mit den Teilnehmenden von Überwachungsbehörden und Kontrolllaboren aus Laos, Kambodscha und Vietnam erarbeiteten Fachleute des BfR am National Institute for Veterinary Research Strategien, wie die lokalen Nachweismethoden für Trichinen in Fleischproben optimiert werden können.

### DAAD-Stipendiat aus Kenia

Der kenianische DAAD-Stipendiat Martin Wainaina Kimari hat im Dezember 2018 sein dreijähriges Promotionsprojekt am BfR aufgenommen. Er wird die Epidemiologie der Brucellose bei Mensch und Tier in Kenia untersuchen: Erkenntnisse zur Prävalenz, die molekulare Typisierung von Isolaten, die Ermittlung von Ausbruchquellen und die Identifikation von Risikofaktoren für Brucellose-Infektionen. Dies geschieht in Zusammenarbeit mit dem International Livestock Research Institute mit Hauptsitz in Nairobi, Kenia, sowie der Freien Universität Berlin.



## VERANSTALTUNG



### Verbraucherschutz-Foren am BfR

Das bewährte Format „BfR-Forum Verbraucherschutz“ wird es 2019 gleich dreimal geben: Am 6./7. Juni 2019 geht es um Mikroplastik, am 13./14. Juni 2019 um die „Generation 65+“, und am 7./8. November wird das Thema Bakteriophagen diskutiert. Am ersten Tag stehen jeweils der wissenschaftliche Kenntnisstand und die Risikobewertung sowie Aspekte der Regulation im Fokus. Am zweiten Tag erhalten die Stakeholder (Verbände, Wissenschaft, Politik und NGOs) das Wort.

Mehr über diese und andere Veranstaltungen unter:  
[www.bfr-akademie.de](http://www.bfr-akademie.de)

## INTERNA

### Frischer Wind

Mit der Fokussierung auf Forschung und die weitere akademische Qualifikation entstanden neue Strukturen innerhalb des BfR: Fünf Nachwuchsgruppen wurden seit 2017 etabliert. Ende 2018 wurden darüber hinaus drei neue Studienzentren zu den Themen Total-Diet-Studien, Genomsequenzierung und One-Health eingerichtet. Zudem entstanden einhergehend mit dem Personalzuwachs seit 2014 mehrere neue spezialisierte Fachgruppen in den Fachabteilungen.

Mehr erfahren:  
[www.bfr.bund.de](http://www.bfr.bund.de) > Das Institut





IM ABO:  
**Verbraucherschutz zum Mitnehmen**



Das Wissenschaftsmagazin BfR2GO liefert zweimal im Jahr, kompakt und bis zum Rand gefüllt mit Wissen, aktuelle und fundierte Informationen über die Forschung und Bewertung möglicher gesundheitlicher Risiken von Lebens- und Futtermitteln, Chemikalien und Verbraucherprodukten.

Das Magazin kostenlos bestellen, abonnieren oder herunterladen:  
**[www.bfr.bund.de](http://www.bfr.bund.de)**