

BfR

2

GO

Das Wissenschaftsmagazin des
Bundesinstituts für Risikobewertung
Ausgabe 2/2018

Hitzebedingte Kontaminanten

Verkohlt – Warum falsches Rösten riskant ist



Öffentliches Stillen
**Gehört sich
das?**

Koffein
**Lässt Herzen
höher schlagen**

Hochauflösende Mikroskopie
**Hormonspuren
in die Nanowelt**

Liebe Leserinnen und Leser,

im April hatte es Acrylamid wieder einmal in die Schlagzeilen geschafft. „EU verbietet starkes Frittieren von Pommes“ titelte etwa „Spiegel online“. „Gibt es ab jetzt nur noch labbrige Pommes?“, fragte sich kurz darauf „Merkur.de“. Hintergrund der Berichte war das Inkrafttreten einer neuen EU-Verordnung. Sie soll den Gehalt der potenziell krebserzeugenden Substanz in Lebensmitteln senken. „Vergolden, nicht verkohlen“ lautet das vom Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) verbreitete Motto, wenn es um Acrylamid in Backwaren, Pommes, Chips und Co. geht.

Das BfR hat sich immer wieder wissenschaftlich mit dem Thema Acrylamid beschäftigt. Wir waren und sind der Auffassung, dass man dieses Risiko ernst nehmen muss, auch wenn der endgültige Beweis für eine Krebsauslösung beim Menschen aussteht. Unser Engagement mag nicht jedem gefallen. Was dem einen bei der Risikoeinschätzung – Beispiel Acrylamid – als übertrieben erscheint, mag dem anderen – Beispiel Glyphosat – nicht weit genug gehen. Das BfR sitzt eben mitunter zwischen allen Stühlen – aber für eine unabhängige und auf wissenschaftlicher Basis arbeitende Einrichtung ist das durchaus ein Ehrenplatz!

Passend zum aktuellen Thema beschäftigen wir uns im neuen BfR2GO mit Acrylamid und seinen unliebsamen Geschwistern, die beim Braten, Grillen, Frittieren und Backen entstehen und wissenschaftlich als „erhitzungsbedingte Kontaminanten“ bezeichnet werden. Dabei werfen wir auch einen Blick auf die Zukunft der Toxikologie, der Wissenschaft von den Giften. In einem Interview erfragen wir, wie der Computer bei der Risikobewertung von hitzebedingten Kontaminanten helfen kann, potenziell gefährliche Stoffe aufzuspüren.

Die computerbasierten „*In-silico*-Methoden“ haben sicher Zukunft in der Toxikologie. Und sie sind ein Weg, mit dem Tierversuche ersetzt werden können. Das ist ein Hauptanliegen des am BfR angesiedelten Deutschen Zentrums zum Schutz von Versuchstieren (Bf3R). Dort spart man mit modernen Mikroskopen Experimente an Tieren ein und gewinnt zugleich Erkenntnisse über Krebsrisiken aus der Umwelt, wie unser Bericht im BfR2GO zeigt. Viel Neues also im neuen Heft!

Eine anregende Lektüre wünscht Ihnen

Professor Dr. Dr. Andreas Hensel
Präsident des BfR



10.000 Nanometer im Innern einer Zelle

Um etwas zu verstehen, muss man den Dingen meist erst sehr nahe kommen. Dieser Grundsatz der Wissenschaft gilt auch für die Bewertungen und Forschung des BfR. Das Foto zeigt das Schauglas eines bildgebenden Massenspektrometers – ein Bullauge wie von Jule Vernes Unterwasserseeboot Nautilus. Mit diesem besonderen Gerät taucht das BfR hinab in den Mikrokosmos von Zellkernen und Membranen und sucht dort nach kleinsten chemischen Verbindungen, die eine Bedeutung für die Gesundheit haben könnten. Auf dem Foto scannt das Gerät Fischeier vom Kabeljau (*Gadus morhua*): Ist darin Mikroplastik enthalten? In welche Zellbestandteile sind die Teilchen gewandert? Wurden sie dort durch den Stoffwechsel der Zelle verändert? Für das BfR liefert das ToF-SIMS genannte Gerät (ToF-SIMS steht für Time-of-Flight Secondary Ion Mass Spectrometry, Flugzeitsekundärionenmassenspektrometrie) die zentrale Analysetechnik, um Nanoteilchen in Zellen, Geweben oder Organen aufzuspüren. Eine ganze Reihe an Projekten, gefördert durch die EU oder das Bundesministerium für Bildung und Forschung, wird mit Hilfe des Geräts durchgeführt. Es kann dreidimensionale Bilder erzeugen und funktioniert quasi als chemisches Mikroskop, indem es anorganische Substanzen in organischer Materie zeigt. Die Auflösung beträgt 10.000 Nanometer (10 Mikrometer).





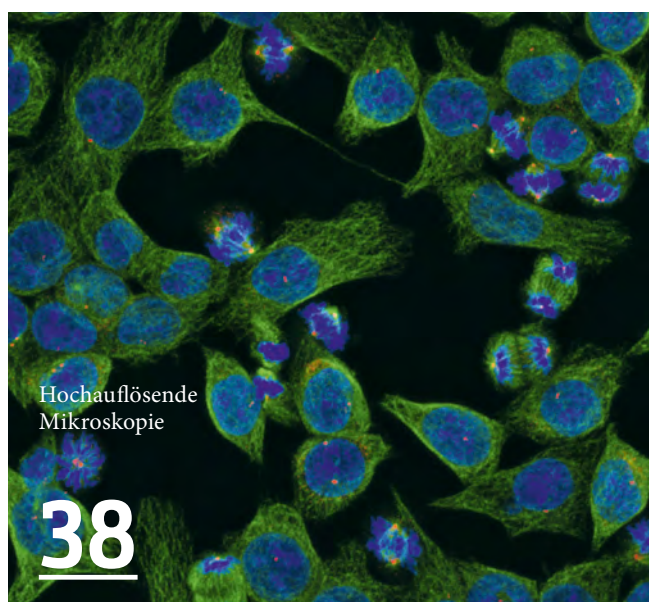
INHALT

Schwerpunkt:
Erhitzungsbedingte Kontaminanten

6



**Bewerten.
Forschen.
Kommunizieren.**



06 Schwerpunkt: Acrylamid & Co.

- 06 **Erhitzungsbedingte Kontaminanten:**
Behutsamer Brutzeln
- 12 **„Mit Computermodellen können wir herausfinden, ob ein Stoff das Erbgut schädigt“**
Interview mit Professor Dr. Dr. Alfonso Lampen

14 Risikowahrnehmung

- 14 **Das kommt mir nicht auf den Teller!**
Kontaminanten aus Verbrauchersicht
- 16 **Nach dem Tattoo ist vor dem Tattoo**
Infografik Tätowierungen
- 18 **„Bio-Lebensmittel haben einen Heiligenschein“**
Interview mit Professor Dr. Michael Siegrist
- 20 **Gehört sich das?**
Stillen in der Öffentlichkeit

22 Lebensmittelsicherheit

- 22 **Koffein in Lebensmitteln**
Lässt Herzen höher schlagen
- 27 **Spektrum**
Nahrungsergänzung aus der Natur,
Yersinien in Rohwürsten, Vitamine im Winter
- 28 **Tummelplatz Schweinestall**
Kontakt- und Sozialverhalten trächtiger Sauen

30 Europa

- 30 **„Das Vertrauen in die Lebensmittelsicherheit langfristig gewährleisten“**
Interview mit Dr. Bernhard Url

32 Produkt- und Chemikaliensicherheit

- 32 **Auf die Reinheit kommt es an**
Mineralöle in Kosmetika
- 36 **Spektrum**
Chemie im Alltag, Bewerten von Nanomaterialien,
Chlorhaltige Desinfektionsmittel
- 37 **Post aus ...**
Teheran

38 Schutz von Versuchstieren

- 38 **Hormonspuren in die Nanowelt**
Hochauflösende Mikroskopie
- 42 **Wie ein Tierversuch genehmigt wird**
Infografik Genehmigung Tierversuche
- 43 **Weniger Leiden – für Mensch und Tier**
Forschungsförderprogramm des BfR
- 44 **Institutsleben**

Impressum

BfR2GO – Ausgabe 02/2018

Das BfR-Wissenschaftsmagazin BfR2GO erscheint zweimal jährlich, kostenfreies Abonnement über www.bfr.bund.de

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
publikationen@bfr.bund.de

Redaktion:

BfR Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Gestaltung, Grafiken & Bildbearbeitung:

Studio GOOD, Berlin

Druck:

Spree Druck Berlin

Auflage:

4.000 (Deutsch) 1.500 (Englisch)

Print-ISSN 2567-3858

Online-ISSN 2567-3866

DOI 10.17590/20180920-141558-0

© 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

gedruckt auf PEFC-zertifiziertem Papier

Folgen Sie uns:



Bundesinstitut für Risikobewertung



HITZEBEDINGTE KONTAMINANTEN

Behutsamer Brutzeln

Riskante Stoffe aus Pfanne, Fritteuse und Backofen: Werden rohe, unverarbeitete Lebensmittel oder Zutaten erhitzt, verändern sich ihre Inhaltsstoffe. Sie werden bekömmlicher und schmecken besser. Doch es entstehen auch unerwünschte chemische Verbindungen. Sind sie ein Problem für die Gesundheit?

Die ersten gesundheitsschädlichen chemischen Verbindungen, die durch die Zubereitung bei hohen Temperaturen entstehen, wurden in den 1970er-Jahren in gegrilltem Fisch und Fleisch nachgewiesen: polyzyklische und heterozyklische aromatische Kohlenwasserstoffe. Seither ist das Wissen über potenziell gefährliche Inhaltsstoffe erhitzter Lebensmittel sprunghaft gewachsen. Mehrere Hundert dieser erhitungsbedingten Kontaminanten wurden inzwischen identifiziert. Die bekanntesten, Acrylamid, Furan, Monochlorpropandiol und Glycidol, werden auf den Folgeseiten erklärt.

Nur vier von vielen

Die „Fatal Four“ sind nur ein Bruchteil der unerwünschten Stoffe, die bei der Erhitzung in Lebensmitteln entstehen. Über das Gefährdungspotenzial für die Gesundheit ist bei vielen anderen noch nichts oder nur sehr wenig bekannt. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des BfR wollen deshalb die Erkenntnislücken mithilfe neuartiger computergestützter toxikologischer Methoden weiter schließen (siehe Interview Seite 12). Es geht darum, weitere Verbindungen zu identifizieren, von denen ein besonders hohes und vor allem schwer zu beherrschendes Risiko für die Gesundheit ausgehen könnte, um dem Risikomanagement Vorschläge zu unterbreiten, welche Stoffe vorrangig reguliert werden sollten. Ein anderer Schwerpunkt ist die Aufklärung der toxischen Wirkmechanismen bereits bekannter unerwünschter Substanzen. Außerdem sollen Methoden entwickelt werden, um die tatsächliche Exposition des Menschen gegenüber diesen Verbindungen genauer zu ermitteln (siehe Infokasten). Sie werden helfen, die Bewertung des gesundheitlichen Risikos dieser unerwünschten Verbindungen weiter zu verbessern.



© Cornelius M. Braun



© Cornelius M. Braun

Was wirklich im Körper ankommt

Welche Menge erhitungsbedingter Kontaminanten wird tatsächlich aus Lebensmitteln über den Darm aufgenommen? Das BfR zeigte in einem Forschungsprojekt am Beispiel der Glycidylfettsäureester, dass die Bestimmung von Addukten im Blut eine geeignete Methode ist, um die tatsächlich im Körper vorhandene Menge von Kontaminanten – die interne Exposition – genauer zu bestimmen. Addukte sind zusammengesetzte Moleküle. Im Körper wird von den Glycidylfettsäureestern Glycidol abgespalten. Dieses verbindet sich mit dem Blutprotein Hämoglobin zu einem Glycidol-Addukt. Bei der BfR-Untersuchung aßen Probanden über vier Wochen täglich eine bestimmte Menge eines handelsüblichen Palmfettes, dessen Gehalt an Glycidylfettsäureestern bekannt war. Innerhalb dieser Zeit erhöhte sich die Menge des Glycidol-Adduktes im Blut der Probanden fast um das Vierfache des Ausgangswertes, der durch die alltägliche Aufnahme bestimmt wird. Aus den Daten lässt sich errechnen, wie hoch diese alltägliche Aufnahme gegenwärtig ist.

Acrylamid: Das Monomer aus der Küche

Acrylamid in Lebensmitteln wurde zufällig entdeckt. Es ist eigentlich ein Baustein, ein Monomer, des Kunststoffes Polyacrylamid. Dann aber stieß man in Schweden nicht nur im Blut von Arbeitern, die bei einem Arbeitsunfall mit dem synthetisch hergestellten Kunststoffbaustein belastet worden waren, auf Acrylamid. Auch das Blut unbeteiligter Personen enthielt die chemische Verbindung. Bei der Suche nach der Ursache dieser Belastung machte die Wissenschaft 2002 eine folgenreiche Entdeckung: Lebensmittel wie Knäckebrot, getoastetes Brot, Pommes frites, Kartoffelchips, Bratkartoffeln, geröstete Cerealien und Kaffee enthalten ebenfalls beträchtliche Mengen an Acrylamid. Doch wie kommt der Kunststoffbaustein in Kartoffel und Brot?



Verbrauchertipp

Bei der Zubereitung von Lebensmitteln wie Bratkartoffeln, Keksen, Toastbrot und Pommes frites diese nicht zu stark bräunen: Vergolden statt Verkohlen ist die Grundlage der Acrylamid-Minimierung in der eigenen Küche.

Der Acrylamidrechner des BfR ermittelt, wie viel Acrylamid man täglich über Lebensmittel aufnimmt: www.bfr.bund.de/cm/343/acrylamidrechner.xls

Acrylamid ist ein Produkt der Maillard-Reaktion – eine chemische Reaktion, die abläuft, wenn wir rohe Lebensmittel backen, rösten, braten oder frittieren, also auf über 120 Grad Celsius erhitzen. Eine Folge ist die Braunfärbung und eine geschmackliche Veränderung. Acrylamid entsteht bei diesem Prozess dann, wenn Stärke, Zucker und bestimmte Eiweißbausteine (Aminosäuren) unter Abwesenheit von Wasser miteinander reagieren. Je dunkler ein Produkt durch das Erhitzen wird, desto höher ist sein Acrylamidgehalt.

Untersuchungen zur Wirkung der Substanz im Körper, toxikologische Untersuchungen, ergaben: Acrylamid wirkt erbgutverändernd (gentoxisch) und löst in hoher Dosierung bei Nagetieren Krebs in verschiedenen Organen und Geweben aus (kanzerogene Wirkung). Diese Effekte werden nicht nur durch die Muttersubstanz Acrylamid, sondern vor allem durch die Folgesubstanz Glycidamid verursacht, zu der Acrylamid im Körper verstoffwechselt wird.

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des BfR haben seit dem ersten Nachweis das gesundheitliche Risiko acrylamidhaltiger Lebensmittel bewertet. Das Problem: Für diese erhitzungsbedingte Kontaminante kann aufgrund ihrer gentoxisch-kanzerogenen Eigenschaften keine sichere Aufnahmemenge abgeleitet werden. Deshalb gibt es seit Jahren Bestrebungen, die Acrylamidgehalte in Lebensmitteln nach dem ALARA-Prinzip zu senken. Die Abkürzung ALARA steht für As Low as Reasonably Achievable. Es bedeutet, dass verzehrfertige Lebensmittel so wenig Acrylamid aufweisen sollten, wie unter technisch vernünftigem Aufwand erreichbar ist. Auf Basis einer Risikobewertung des BfR wurde in Deutschland ab 2004 von den Behörden des Risikomanagements ein Signalwert-Konzept entwickelt. Es führte dazu, dass die Gehalte in industriell gefertigten Lebensmitteln deutlich sanken. Was nach dem heutigen Stand der Technik erreichbar ist, wurde 2018 in der Acrylamid-Verordnung der Europäischen Union als Richtwerte für verschiedene Lebensmittelgruppen verbindlich festgeschrieben. Diese Werte müssen von der Lebensmittelindustrie und der Gastronomie eingehalten werden.



Furan: Der Stoff aus der Konserve

Furan, eine leichtflüchtige chemische Verbindung, ist vor allem in geröstetem Kaffee, Konserven, Säuglingsbeikost in Gläschen sowie in Fertiggerichten enthalten. Sie entsteht in erheblichen Mengen, wenn Kohlenhydrate, Aminosäuren, Ascorbinsäure (Vitamin C) und ungesättigte Fettsäuren beim Rösten und beim Erhitzen in geschlossenen Gefäßen miteinander reagieren.

Tierstudien mit Ratten und Mäusen zeigen, dass Furan bei hoher Dosierung gutartige Tumoren, Leukämie sowie Leber- und Hodenkrebs verursacht. Allerdings sind die zugrunde liegenden Mechanismen bisher noch nicht aufgeklärt. Es ist deshalb unklar, ob und in welchem Umfang diese Effekte für den Menschen relevant sind. Zwar stammen nach einer Abschätzung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) immerhin 90 Prozent des Furans, das Erwachsene in Europa aufneh-

men, aus Kaffee. Doch epidemiologische Studien zeigen, dass Kaffeetrinker keine höhere Krebsrate aufweisen als Kaffeeabstinenzler. Die großen Datenlücken, die sowohl die Wirkung auf die menschliche Gesundheit als auch die Exposition betreffen, erlauben es nicht, das gesundheitliche Risiko abschließend zu bewerten.

Angesichts dieser Unsicherheiten ist es ratsam, die Furanaufnahme so weit wie möglich zu minimieren. Eine Arbeitsgruppe des BfR hat in einem Forschungsprojekt untersucht, wie die Art der Kaffeezubereitung oder des Erwärmens von Ferticlebensmitteln den Furangehalt in der Mahlzeit auf dem Teller verringern kann. Ergebnis: Werden Dosensuppen in offenen Töpfen oder Schüsseln erwärmt, sinkt der Furangehalt um bis zu 66 Prozent. Bei wasserarmen Fertiggerichten mit einer festen Textur bleibt das Furan jedoch enthalten. Espresso aus der Maschine enthielt deutlich mehr Furan als konventioneller Filterkaffee, obwohl das Kaffeepulver als Rohstoff die gleichen Furangehalte aufwies.

Verbrauchertipp

Mahlzeiten und Babynahrung aus frischen Rohprodukten selbst zubereiten. Fertiggerichte (Dosensuppen) und Gläschen-Babynahrung im Topf, ohne Deckel, unter Umrühren erwärmen. Kaffee in Maßen, nach Möglichkeit gefiltert, trinken.



Monochlorpropandiol und Glycidol: Gefährliche Nebenprodukte der Speiseöl-Verarbeitung

3-Monochlorpropandiol (3-MCPD) war bis 2007 nur in Sojasoße oder Brot nachgewiesen worden. Bei Untersuchungen von Überwachungsbehörden der Bundesländer gab es im Jahr 2007 jedoch einen Paukenschlag: Das Grundnahrungsmittel für nicht gestillte Säuglinge, industriell gefertigte Säuglingsanfangsnahrung, enthielt 3-MCPD-Fettsäureester. Quelle dieser erhitzenbedingten Kontaminante sind vor allem raffinierte Öle und Fette aus der Ölpalme. Sie entstehen, wenn die rohen Öle aus der Pflanze bei der Raffination mit Heißdampf behandelt werden, um Bitterstoffe und andere unerwünschte Aroma- und Schwebstoffe zu entfernen (Desodorieren). Aus Langzeitstudien ist bekannt, dass freies 3-MCPD in hoher Dosierung bei Ratten Tumoren in Nieren und Hoden sowie den Brustdrüsen männlicher Tiere verursacht. Der Mechanismus der Tumorbildung ist derzeit noch nicht ganz aufgeklärt, aber man geht davon aus, dass die Verbindung nicht erbgutschädigend

wirkt. Somit konnte ein Wert ermittelt werden, bei dem nach derzeitigem Stand des Wissens keine krebserzeugende Wirkung zu erwarten ist. Das BfR leitete auf dieser Basis eine täglich duldbare Aufnahmemenge (TDI-Wert) von 2 Mikrogramm 3-MCPD je Kilogramm Körpergewicht ab. Dieser ist inzwischen von anderen Behörden wie der EFSA in eigenen Bewertungen bestätigt worden.

Unklar war bis vor Kurzem, ob diese toxische Wirkung auch bei den Fettsäureestern von 3-MCPD und dem chemisch verwandten 2-MCPD zu erwarten ist. Bei diesen Verbindungen ist das 2- oder 3-MCPD fest an Fettsäuren gebunden. In zwei Studien konnte das BfR zeigen, dass die Verbindung durch die Verdauung im Magen-Darm-Trakt gespalten wird. Es entsteht freies 2-MCPD und 3-MCPD. Damit ist davon auszugehen, dass die Aufnahme dieser Fettsäureester das gleiche gesundheitliche Risiko birgt wie die der freien Substanzen.

Anders ist die Situation beim Glycidol und seinen Fettsäureestern. Glycidol und Glycidylfettsäureester entstehen ebenfalls im Raffinationsprozess von pflanzlichen Ölen. Es ist folglich in daraus gewonnenen Fetten und Speiseölen enthalten. Freies Glycidol schädigt das Erbgut. Wird dem Futter von Ratten Glycidol in hoher Dosierung über einen längeren Zeitraum zugesetzt, entwickeln die Tiere Tumoren. Wegen der genotoxisch-karzinogenen Eigenschaften kann keine sichere Aufnahmemenge abgeleitet werden. Wie beim Acrylamid sollten deshalb Lebensmittel so wenig wie möglich dieser chemischen Verbindung enthalten. Das gilt auch für Glycidylfettsäureester, aus denen im Magen-Darm-Trakt freies Glycidol freigesetzt wird und die deshalb toxikologisch gleich zu bewerten sind wie Glycidol.

In bereits verarbeiteten Lebensmitteln und in Lebensmittelzutaten wie Öl und Fett können Verbraucherinnen und Verbraucher den Gehalt von 2- und 3-MCPD-Glycidylfettsäureestern nicht beeinflussen. Allein die Hersteller von raffinierten pflanzlichen Fetten und Ölen sind in der Lage, durch geeignete Maßnahmen bei der Gewinnung und Verarbeitung von Palmölen und beim Desodorieren die Gehalte dieser Kontaminanten in ihren Produkten zu verringern. Werden allerdings pflanzliche Öle oder Fette beim Braten in der heimischen Küche erhitzt und kommen mit gesalzenen Lebensmitteln in Kontakt, dann können auch hier 2- und 3-Monochlorpropandiol- und Glycidylfettsäureester entstehen. ■

Blockade des Oxidationschilts

3- und 2-MCPD schädigen im Tierexperiment Nieren sowie Hoden und können Krebs auslösen. Das BfR hat einen neuen Mechanismus auf der molekularen Ebene der Zellen entdeckt, der diese Wirkung erklärt: In einer „Proteomic“-Studie, in der die Veränderungen von Proteinen umfassend analysiert werden können, hat das BfR gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Toxikologie und Experimentelle Medizin Ratten mit den Substanzen behandelt. Mit modernen biochemischen Methoden wurde an Zellen von Leber, Niere und Hoden der Tiere untersucht, wie sie unter dem Einfluss von 3-MCPD und 2-MCPD Proteine bilden, verändern und regulieren. Ergebnis: Das Protein DJ-1, von dem bekannt ist, dass es in der Zelle antioxidativ wirkt, wird von den Substanzen inaktiviert. Normalerweise unterbindet DJ-1 im Prozess der Proteinbildung unerwünschte und die Zellfunktion störende Einflüsse reaktionsfreudiger Sauerstoffmoleküle. Das BfR hat gezeigt, dass 3-MCPD und 2-MCPD das DJ-1-Protein durch eine Verbindung mit Sauerstoff dauerhaft verändern – es verliert seine Schutzfunktion. Die Zelle wird oxidativem Stress ausgesetzt; neue Proteine werden falsch gebildet. Oxidativer Stress ist nach dem derzeitigen Stand des Wissens an verschiedenen Erkrankungen beteiligt, darunter Krebs und Parkinson.

Verbrauchertipp

Gemüse, Fisch und Fleisch erst nach dem Braten salzen bzw. ungesalzene Marinaden verwenden.

Professor Dr. Dr. Alfonso Lampen studierte Biologie und Biochemie in Göttingen sowie Tiermedizin mit dem Schwerpunkt Pharmakologie und Toxikologie in Hannover. Sein Forschungsschwerpunkt ist die Untersuchung toxischer Mechanismen auf der molekularen Ebene in der Zelle. An der Tierärztlichen Hochschule Hannover lehrt er das Fach Lebensmitteltoxikologie.



„Mit Computermodellen können wir herausfinden, ob ein Stoff das Erbgut schädigt“

Toxikologie 4.0: Computergestützte Methoden helfen in der regulativen Toxikologie zunehmend bei der Aufklärung toxischer Eigenschaften von Stoffen. Professor Dr. Dr. Alfonso Lampen, Leiter der Abteilung Lebensmittelsicherheit am BfR, über den Einsatz der „Computer Assisted Toxicology“ in der Forschung zur Lebensmittelsicherheit.

Herr Professor Lampen, in der Pharmakologie werden computergestützte Systeme schon lange zur Identifikation chemischer Verbindungen verwendet, die sich als Wirkstoffe für Arzneimittel eignen. Sie gehen den umgekehrten Weg. Was genau macht das BfR?

Wir beschäftigen uns mit dem Nutzen dieser als *In-silico*-Modelle bezeichneten Computersysteme für die Vorhersage gesundheitsschädlicher Eigenschaften hitzebedingter Kontaminanten und anderer unerwünschter Stoffe. Mithilfe dieser Methoden wollen wir aus der Fülle unerwünschter Stoffe diejenigen herausfiltern, die potenziell mutagen oder kanzerogen sein könnten. Die Modellierungen und Simulationen helfen bei der Priorisierung experimenteller Untersuchungen.

Worauf beruhen diese *In-silico*-Modelle?

Wir vergleichen chemische Strukturen – genauer gesagt: Strukturaktivitäten, also die Interaktion von bestimmten Molekülstrukturen mit biologischen Systemen. Bei *In-silico*-Modellen sind in Datenbanken solche chemischen Strukturen hinterlegt, von denen aus Experimenten bekannt ist, dass sie bestimmte zellschädigende Eigenschaften aufweisen. Zum Beispiel solche, die die Erbsubstanz verändern und somit mutagen wirken oder die auf andere Weise in die biochemischen Prozesse der Zelle eingreifen und Krebs auslösen. Wir vergleichen die bekannten, definierten Strukturen mit den Strukturen der einzelnen Stoffe, von denen wir noch nicht wissen, wie sie wirken. So erhalten wir über ihre Struktur Hinweise, ob sie diese toxischen Eigenschaften haben könnten.

Was ist das Besondere in der Art, wie die *In-silico*-Modelle am BfR verwendet werden?

Es gibt andere Forschungsgruppen, die mit diesen Methoden arbeiten. Das Neue an unserem Ansatz ist aber, dass wir die vorhandenen verschiedenen Methoden und Modelle kombinieren, um so zu verlässlicheren Aussagen zu kommen. Bei der Genotoxizität, also der Veränderung des Erbgutes, haben wir fünf verschiedene Software-Werkzeuge kombiniert, für den Kanzerogenitätstest waren es drei.

Welche Kontaminanten haben Sie untersucht?

In einem Forschungsprojekt haben wir uns zunächst den bisher nicht untersuchten erhitzenbedingten Kontaminanten zugewandt. Es gibt mehr als 800 Substanzen, die beim Erhitzen von Lebensmitteln und ihren Rohstoffen entstehen können. Das Projekt sollte herausfinden, ob und inwieweit *In-silico*-Methoden dafür geeignet sind, vorherzusagen, ob ein Stoff genotoxisch oder kanzerogen wirkt. Das wurde von den Softwaretools auf einer Skala von 0 bis 1 angezeigt. Werte von 0,66 bis 1 bedeuteten eine hohe Wahrscheinlichkeit für die Eigenschaft genotoxisch oder kanzerogen. Werte darunter gaben keine eindeutigen Hinweise.

Was war das Ergebnis?

Mit den kombinierten *In-silico*-Methoden konnten wir von mehr als 800 erhitzenbedingten Kontaminanten 24 identifizieren, die auf Basis ihrer Struktur oder von Komponenten ihrer Struktur mit großer Wahrscheinlichkeit genotoxisch wirken können. Sie stehen damit auf der Prioritätenliste für weitere experimentelle Untersuchungen ganz oben.

War das Ergebnis für Sie überraschend?

Es gab natürlich einige Stoffe und Strukturen, deren genotoxische Wirkung aufgrund experimenteller Untersuchungen schon bekannt war, Aldehyde etwa. Aber es wurden auch Stoffgruppen als mit hoher Wahrscheinlichkeit genotoxisch identifiziert, für die es bisher noch keine experimentellen Daten gibt – Thiazole zum Beispiel. Die Untersuchung zeigte, dass die Modelle für die Identifikation der Genotoxizität gut geeignet sind, weil wir mit nachfolgenden experimentellen Untersuchungen die Vorhersagen der Modelle bestätigen konnten. Computermodelle helfen uns also, herauszufinden, ob ein Stoff das Erbgut schädigen kann.

Und wie ist das Bild bei den Kanzerogenitätstests?

Hier ist die Vorhersagekraft der Modelle noch nicht so gut, was aber in der Natur der Sache liegt. Die Krebsentstehung ist ein sehr komplexer Prozess. Chemische Verbindungen können an der Entstehung eines Tumors beteiligt sein, sie können das Tumorentstehung fördern oder Zellen durch Entzündungen verändern und so eine Tumorentstehung fördern. Aus diesem Grund ist der toxikologische Endpunkt Kanzerogenität nur schwer zu modellieren. Es ist offen, ob geeignete *In-silico*-Modelle hierfür überhaupt entwickelt werden können.

Was sind die nächsten Schritte in der Anwendung dieser Systeme im BfR?

Wichtig ist, auch den Umbau von hitzebedingten Kontaminanten im Körper zu berücksichtigen und Parameter dazu in die Computermodelle einzubauen. Aus experimentellen Untersuchungen in der Zelle oder am Tier wissen wir, dass nicht genotoxisch-kanzerogene Muttersubstanzen zu Metaboliten umgebaut werden können, die genotoxisch oder kanzerogen wirken, weil sie eine ganz bestimmte Struktur aufweisen. Die Entstehung neuer chemischer Strukturen im Stoffwechselprozess zu simulieren, ist heute schon mit *In-silico*-Methoden möglich. Diese mit den *In-silico*-Methoden der toxikologischen Prüfung zu kombinieren, ist deshalb unser nächstes Ziel.

Herr Lampen, vielen Dank für das Gespräch. ▀

Das kommt mir nicht auf den Teller!

Wer Bio kauft oder vegetarisch isst, schätzt die gesundheitlichen Risiken von unerwünschten Stoffen höher ein als Personen, die konventionelle Lebensmittel einkaufen oder Fleisch essen.



Bevor Lebensmittel auf unseren Tellern landen, haben sie bereits vielfältige Produktionsprozesse hinter sich: Sie wurden in verschiedenen Betrieben verarbeitet, verpackt und oft über weite Strecken transportiert. Trotz vieler Vorsichtsmaßnahmen können Lebensmittel mit Kontaminanten verunreinigt werden. Kontaminanten sind Stoffe, die unabsichtlich während der Produktion oder des Transports in Lebensmittel geraten. Hierzu zählen unter anderem Schwermetalle und Dioxine, aber auch Stoffe wie Acrylamid, die erst während der Herstellung oder Zubereitung entstehen.

Kontaminanten als riskant bewertet

Die Kommunikation gesundheitlicher Risiken durch unerwünschte Stoffe in Lebensmitteln gehört zu den zentralen Aufgaben des BfR. Zu wissen, welche subjektive Einstellung die Bevölkerung zu Kontaminanten hat, ist Voraussetzung für eine zielgerichtete Risikokommunikation. In einer repräsentativen Studie hat das BfR daher mehr als 1.000 Personen ab 14 Jahren zur Bekanntheit und Risikoeinschätzung von Kontaminanten befragt. Dabei wurde deutlich, dass Lebensmittelkontaminanten ein wichtiges Thema für die Verbraucherinnen und Verbraucher darstellen: Das damit verbundene gesundheitliche Risiko wird häufig als hoch eingeschätzt. Zudem meidet knapp die Hälfte (49 %) der Befragten nach eigenen Angaben bewusst Lebensmittel, denen eine hohe Belastung mit Kontaminanten nachgesagt wird.

Ein weiterer Aspekt der BfR-Studie widmete sich der Frage, ob Ernährungsstile mit der Risikowahrnehmung von Kontaminanten zusammenhängen. Dafür wurden Aussagen von Personen verglichen, die Fleisch essen oder auf Fleisch verzichten, sowie Aussagen von Personen, die bevorzugt ökologisch oder konventionell erzeugte Lebensmittel einkaufen. Demnach schätzten Personen, die regelmäßig Bio-Lebensmittel einkaufen, das gesundheitliche Risiko von Kontaminanten höher ein als Personen, die vorwiegend konventionell einkaufen. Genauso sahen vegetarisch lebende Personen in Lebensmittelkontaminanten ein höheres gesundheitliches Risiko als Personen, die Fleisch essen. Wer Bio einkauft oder sich vegetarisch ernährt, gab zudem häufiger (67 % bzw. 57 %) als der Durchschnitt der Bevölkerung an, mit Kontaminanten belastete Lebensmittel bewusst zu vermeiden.

Unerwünscht ist nicht gleich unerwünscht

Während aus wissenschaftlicher Sicht vor allem Kontaminanten unerwünscht sind, stören sich Konsumentinnen und Konsumenten auch an zugelassenen Inhaltsstoffen in Lebensmitteln. Am häufigsten werden Geschmacksverstärker, Konservierungs- oder Aromastoffe als Beispiele für unerwünschte Stoffe genannt. Viele schätzen diese Stoffe als kritisch ein, obwohl, ausgehend von den tatsächlichen Verzehrsmengen, aus wissenschaftlicher Sicht kein Gesundheitsrisiko besteht. Um unbegründete Ängste zu zerstreuen, besteht eine Aufgabe der Risikokommunikation deshalb auch darin, zu erläutern, welche Substanzen als gesundheitlich unbedenklich bewertet wurden.

Spezifische Kontaminanten unterschiedlich bekannt

Die Befragung zu spezifischen Kontaminanten wie Dioxin in Eiern oder Milch, Arsen in Reis und Reisprodukten, Acrylamid in Pommes frites und getoastetem Brot, Benzpyren in Grillfleisch, Quecksilber in Fisch oder Pyrrolizidinalkaloiden in Tee und Honig ergab: Wer Bio einkauft, kannte fast alle Kontaminanten häufiger als Personen, die konventionell erzeugte Lebensmittel kaufen. Personen mit vegetarischer Ernährungsweise kannten nur die Kontaminanten in tierischen Produkten häufiger als Allesesser. Diese Wissensunterschiede hatten allerdings keinen Einfluss auf die Einschätzung des gesundheitlichen Risikos dieser Kontaminanten.

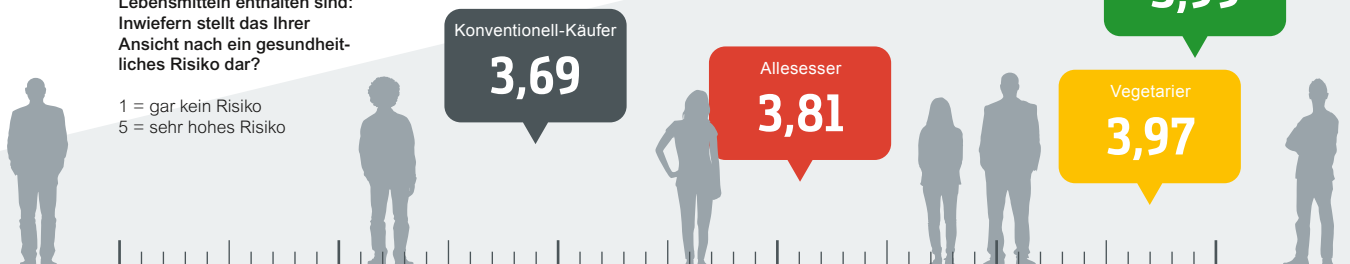
Die Studie zeigte, dass Vegetarierinnen und Vegetarier sowie Bio-Käuferinnen und Bio-Käufer das Gesundheitsrisiko von Kontaminanten zwar allgemein höher bewerten. Das gesundheitliche Risiko von konkreten Beispielen von Kontaminanten schätzten Personen, die Bio einkaufen oder vegetarisch essen, allerdings gleich hoch ein wie Personen, die Fleisch oder konventionell erzeugte Lebensmittel essen. Ob tatsächlich der Ernährungsstil Ursache für die Risikowahrnehmung von Kontaminanten ist oder ob die ablehnende Haltung zu Kontaminanten bestimmt, warum sich manche Menschen für einen vegetarischen bzw. ökologischen Lebensstil entscheiden – das sollte in weiteren Studien geklärt werden. ■

Mehr erfahren:
Koch et al. 2017. Risikowahrnehmung von Kontaminanten in Lebensmitteln. Bundesgesundheitsblatt 60: 7, 774–782 (Open Access)

Ernährungsstil beeinflusst Risikowahrnehmung zu Kontaminanten

Wenn Kontaminanten in Lebensmitteln enthalten sind: Inwiefern stellt das Ihrer Ansicht nach ein gesundheitliches Risiko dar?

1 = gar kein Risiko
5 = sehr hohes Risiko



Nach dem Tattoo ist vor dem Tattoo

Tattoos gelten vielen in Deutschland als sicher – wie eine aktuelle repräsentative Befragung des BfR zur Risikowahrnehmung von Tätowierungen ergibt. Das sehen insbesondere bereits tätowierte Personen so. Dabei sind viele Tätowiermittel unerforscht, und es mehren sich die Anzeichen dafür, dass einige Substanzen problematisch sein können.



Gesundheitliches Risiko?

Vielen ist bewusst, dass es durch Tattoos zu Infektionen (91 %) bzw. Allergien (85 %) kommen kann. Dennoch schätzt knapp die Hälfte aller Befragten das gesundheitliche Risiko durch Tattoos insgesamt als niedrig ein; unter den tätowierten Personen sind es sogar 87 %. Etwa ein Drittel der Befragten glaubt, dass die Inhaltsstoffe von Tätowierfarben vollständig an der tätowierten Stelle bleiben. Es gibt jedoch wissenschaftliche Belege dafür, dass Farbpigmente aus den Tattoos in das Lymphsystem wandern können.



Zugrunde liegende Studie:

Telefonische Repräsentativbefragung von 1.009 Personen (deutschsprachige Bevölkerung in Privathaushalten ab 14 Jahren) im Juli 2018.

Mehr erfahren:

BfR-Verbrauchermonitor 2018 Spezial Tattoos
www.bfr.bund.de > Publikationen > Broschüren > BfR-Verbrauchermonitor

44%



Tattoos – ein Medienthema?

44 % sagen, sie haben in den vergangenen 12 Monaten in den Medien etwas über Tätowierungen gehört, gesehen oder gelesen. Neben Allgemeinem erinnerten sich die Befragten an gesundheitliche Risiken, „Cover-Up“-Tattoos (das Überstechen alter Tattoos) und an missglückte Tätowierungen („Horror Tattoos“).

12%

Beliebte Tattoos

Etwa jeder achte Befragte (12 %) hat oder hatte bereits eine Tätowierung. Davon ließen sich signifikant mehr Frauen als Männer tätowieren. Wer schon ein Tattoo hat, scheut sich kaum vor weiteren: 54 % der tätowierten Personen würden sich wieder unter die Nadel begeben. Von den nicht Tätowierten sind es 7 %.



Risiko Laser-Entfernung?

Ein Drittel aller Befragten hat keine gesundheitlichen Bedenken bei Laser-Entfernungen. Tätowierte Personen sind skeptischer: Unter ihnen halten 47 % das Lasern für unsicher.

47%



„Bio-Lebensmittel haben einen Heiligenschein“

Wie nehmen wir Risiken wahr, und wie bewerten wir sie?

Professor Dr. Michael Siegrist erforscht das Verhalten und die Vorlieben von Konsumentinnen und Konsumenten und ergründet, was sie bewegt.

Herr Professor Siegrist, Sie veröffentlichten kürzlich eine Studie, nach der Fachleute und Laien Gesundheitsrisiken in Umwelt und Lebensmitteln anders einschätzen – auch am BfR eine häufige Erfahrung. Was waren wesentliche Unterschiede?

Experten und Laien mussten angeben, wie sie Ressourcen verteilen würden, mit denen sie Risiken verringern könnten. Bei Laien standen „synthetische“, menschengemachte Risiken wie Glyphosat und andere Pestizide im Vordergrund. Die Experten dagegen haben „natürliche“ Risiken wie Bakterien oder Viren höher eingestuft. Zudem spielt die Zahl der Betroffenen bei Laien kaum eine Rolle. So stuften Experten Tinte, die zum Tätowieren benutzt wird, als relativ bedeutsames Risiko ein, weil viele sich tätowieren lassen. Laien sahen das als geringes Problem. Niemand muss sich tätowieren lassen, argumentierten sie. Wer das Risiko eingeht, muss die Konsequenzen tragen.

Es gab dann eine zweite Runde mit zusätzlichen Informationen und vertiefenden Diskussionen. Sie änderte nichts an der Einstellung. Wie erklären Sie sich diese Hartnäckigkeit?

Wir Menschen versuchen, in unseren Überzeugungen beständig zu bleiben. Wenn wir denken, dass Pestizide ein großes Risiko darstellen, dann können wir diese Ansicht nicht kurzerhand auf den Kopf stellen. Vor allem eine festgefugte Meinung lässt sich nur schwer revidieren. Wenn das der Fall wäre, würden wir beim Zeitunglesen ständig unsere Einstellungen ändern.

Welche Konsequenzen sollte die wissenschaftliche Risikokommunikation daraus ziehen?

Es gibt Risiken, bei denen eine falsche Wahrnehmung vorliegt. Sie sollten stärker von der Risikokommunikation berücksichtigt werden. Ich würde hier zurückkommen auf die natürlichen und menschengemachten Risiken. Man sollte darauf hinweisen, dass nicht alles, was aus der Natur kommt, risikofrei ist und uns in jedem Fall guttut. Und dass nicht umgekehrt alles Menschengemachte schädlich ist. Ein solches Schwarz-Weiß-Denken kann zu falschen Entscheidungen führen. Natürlich kann man von Seiten der Risikokommunikation solche Denkweisen nicht kurzfristig ändern. Aber wenn man diese Tatsachen den Leuten immer wieder ins Bewusstsein ruft, dann wird sich manche Einstellung wandeln.

Sie haben sich auch mit „Natürlichkeit“ beschäftigt. Warum sind wir von allem begeistert, was wir mit „Natur“ verbinden?

In vielen Bereichen ist bei uns in Europa und in anderen entwickelten Regionen die Natur keine Gefahr mehr für den Menschen. Die Risiken wurden massiv reduziert. Man denke nur an bakterielle Infektionen, die wir dank Wissenschaft und Medizin zurückgedrängt haben. Es ist ironisch, dass diese Entwicklung nicht etwa die Begeisterung für Forschung und Technik steigert, sondern im Gegenteil für „natürliche“ Produkte. Sie gelten als weniger riskant. Das gute Image der Natur verdankt sich also letztlich technologischen Innovationen und wissenschaftlichen Erkenntnissen!

99

Das gute Image der Natur verdankt sich letztlich technischen Innovationen und wissenschaftlichen Erkenntnissen.

Ordnen wir da unbewusst Dinge bestimmten Kategorien zu und sortieren sie in mentale Schubladen ein, etwa in „natürlich“ und „künstlich“?

Ich würde hier eher von Heuristiken sprechen. Das sind einfache Faustregeln, die uns helfen, eine Entscheidung zu treffen. Leider gibt es auch Heuristiken, die in die Irre führen. Etwa die, dass alles Natürliche gut und alles von Menschen Gemachte schlecht ist. Hinzu kommt noch der „Halo-Effekt“. Wenn wir eine Eigenschaft eines Gegenstands als positiv ansehen, dann strahlt das auch günstig auf andere Attribute ab. Ein Produkt bekommt einen „Heiligenschein“. Konsumenten nehmen zum Beispiel Bio-Lebensmittel als besser für die Umwelt wahr, und das wiederum führt dazu, dass sie sie auch als gesünder oder wohlschmeckender einstufen.



Auch negative Urteile beruhen auf Informationen. Wovon hängt es etwa bei „grüner“ Gentechnik und Pestiziden ab, ob eine Information uns erreicht oder „abperlt“?

Die Information muss für den Konsumenten eine Bedeutung haben. Gerade im Bereich der Gentechnik hat der Verbraucher kaum einen Nutzen. Gentechnisch veränderter Mais ist nicht günstiger, schmeckt nicht besser und hat auch sonst keinen erkennbaren Vorteil. Eine neue Technologie zu akzeptieren, die einem keinen Gewinn bringt, ist natürlich schwierig – erst recht, wenn es dann noch Vorbehalte gibt. Bei Pestiziden ist es ähnlich, als synthetische Chemikalien haben sie ein schlechtes Image. Es ist sehr schwierig zu vermitteln, dass der Einsatz in vernünftigem Maß durchaus sinnvoll ist. Das ist beim Internet oder beim Auto anders, wo der Konsument einen großen Nutzen hat und bereit ist, dafür Risiken einzugehen.

Sie sind Schweizer. Gibt es eine typisch „schweizerische“ Art der Risikowahrnehmung?

Was in der Schweiz auffällt, ist, dass wir in vielen Bereichen überversichert sind. Faustregel: Wenn man einen Schaden relativ problemlos selber tragen kann, dann muss man keine Versicherung abschließen. Trotzdem haben viele Schweizer eine Reiseversicherung, bei der sie bis 2000 Franken versichert sind. Da zahlen die meisten am Ende drauf.

Vielen Dank für das Gespräch, Herr Siegrist. ▣

Der Schweizer **Michael Siegrist** ist seit 2007 Professor für Consumer Behavior an der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) Zürich. 1965 in Vordemwald geboren, studierte Siegrist Psychologie, Betriebswirtschaft und Publizistik an der Universität Zürich, wo er auch 1995 promovierte und sich 2001 habilitierte. Seine Forschungsschwerpunkte sind Risikowahrnehmung, Risikokommunikation, Akzeptanz neuer Technologien und Entscheidungen unter Unsicherheit. Als Mitglied des Wissenschaftlichen Beirats berät Siegrist das BfR.

STILLEN IN DER ÖFFENTLICHKEIT

Gehört sich das?

Stillen ist das Beste für Mutter und Kind. Trotz der unstrittigen Vorteile des Stillens hat öffentliches Stillen in der Vergangenheit zu medienwirksamen Kontroversen geführt. Die Essenz: Stillen ja, aber bitte zu Hause. Doch: Stimmt dieses Bild? Lehnen Deutsche das Stillen in der Öffentlichkeit ab? Welche Erfahrungen haben stillende Mütter gemacht? Um festzustellen, wie es um das öffentliche Stillen in Deutschland steht, hat das BfR in einem Forschungsprojekt 1.003 Personen aus der Allgemeinbevölkerung ab 14 Jahren und 306 Mütter mit Kindern im Stillalter befragt – mit weitgehend beruhigendem Ergebnis: Explizit negative Reaktionen auf öffentliches Stillen sind eher selten, lediglich sechs Prozent der öffentlich stillenden Mütter berichten von überwiegend negativen Erfahrungen. 66 Prozent der Bevölkerungsstichprobe finden grundsätzlich, dass Stillen immer und überall möglich sein sollte, im Vergleich zu 80 Prozent der befragten Mütter. Je mehr über die gesundheitlichen Vorteile des Stillens bekannt war, desto positiver wurde Stillen wahrgenommen. Als häufiger Grund für eine kritische Haltung zum öffentlichen Stillen wurde die Sichtbarkeit der Brust genannt. Konfliktreich ist das öffentliche Stillen besonders in Restaurants und Cafés: Aus Sicht der Bevölkerungsstichprobe ist das Stillen dort nur bedingt angemessen, Frauen können und wollen es aber nicht vermeiden, ihre Kinder auch an diesen Orten zu stillen. Um die Stillfreundlichkeit in Deutschland weiter zu verbessern, könnten sich entsprechende Maßnahmen auf diese Orte richten. In einigen Städten und Gemeinden ist ein Anfang mit freiwilligen Kennzeichnungen von Cafés und anderen öffentlichen Institutionen als „stillfreundlicher Ort“ schon gemacht.

Mehr erfahren:

Koch et al. 2018. Ist Stillen in der Öffentlichkeit gesellschaftlich akzeptiert? Erfahrungen und Einstellungen der Bevölkerung und stillender Mütter. Bundesgesundheitsblatt 61: 990–1000 (Open Access)





Energy Drinks sind besonders bei Jugendlichen beliebt. Wie wirken sie aber auf deren Gesundheit?

Ob schwarz oder braun: Kaffee ist das beliebteste Getränk der Deutschen und schlägt sogar Bier und Wasser. Auch andere koffeinhaltige Getränke sind gefragt: Neben Tee und Cola liegen bei jungen Leuten unter anderem Energy Drinks im Trend. Wann wird der Konsum von Koffein gesundheitlich bedenklich und wer ist besonders gefährdet?



© Diane Labombardi/Stock

Die erste Untersuchung zur gesundheitlichen Bewertung von Koffein verlief überraschend. Der Legende nach begnadigte König Gustav von Schweden im 18. Jahrhundert zwei zum Tode verurteilte Zwillinge zu lebenslanger Haft und ließ fortan den einen täglich drei Tassen Tee, den anderen dieselbe Menge Kaffee trinken. Seine These: Beide – zuerst der Kaffee-, dann der Teetrinker – würden in Kürze sterben und so das königliche Verdikt gegen „Missbrauch und Exzess von Tee und Kaffee“ wissenschaftlich untermauern. Zum Glück für die Gefangenen war die Dosis verhältnismäßig moderat. Angeblich überlebten beide Männer sowohl König als auch Ärzte, bis zuerst der Teetrinker im Alter von 83 Jahren starb.

Wissenschaftliche Studien funktionieren heute anders, doch ganz falsch lagen die frühen „Toxikologen“ nicht: Tatsächlich können Kaffee und schwarzer Tee unerwünschte gesundheitliche Wirkungen zeigen – wenn auch nicht in dem Maße, wie damals angenommen wurde. Beide Getränke enthalten den gleichen Wirkstoff, nämlich Koffein, in unterschiedlicher Konzentration. Deshalb beschäftigt sich die Toxikologie auch heute noch mit der Frage, wie viel Koffein der Mensch verträgt.

Hohe Mengen können Herz-Kreislauf-Probleme verursachen

Physiologisch unbestritten ist, dass Koffein stimulierend auf das Herz-Kreislauf- und das zentrale Nervensystem wirkt. Die Aufnahme von Koffein führt dazu, dass man vorübergehend wacher und konzentrierter wird. Allerdings können hohe Aufnahmemengen auch Nervosität und Erregbarkeit, Schlaflosigkeit, Schweißausbrüche und Herzrasen verursachen. Bei einem übermäßigen Kaffeekonsum über einen längeren Zeitraum drohen unter Umständen Herz-Kreislauf-Probleme wie zum Beispiel ein erhöhter Blutdruck. Bei schwangeren Frauen kann das Wachstum des Fötus gehemmt werden.

Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) hat für gesunde Erwachsene einen gesundheitlichen Richtwert von 3 Milligramm (mg) Koffein pro Kilogramm (kg) Körpergewicht abgeleitet, der als Einzeldosis noch als gesundheitlich unbedenklich erachtet wird. Das heißt, ein gesunder, etwa 60 bis 70 kg schwerer Erwachsener kann in einer Dosis bis zu circa 200 mg Koffein zu sich nehmen, ohne dass gesund-



heitliche Beeinträchtigungen zu erwarten sind. Dies entspricht etwa zwei Tassen Kaffee (siehe Grafik). Bei gewohnheitsmäßigem Verzehr gelten über den Tag verteilt bis zu etwa 400 mg Koffein bei gesunden Erwachsenen als gesundheitlich unbedenklich.

Kinder und Schwangere sollten besonders zurückhaltend sein

Wohlgemerkt, dies sind maximale als unbedenklich erachtete Mengen und keine Verzehrempfehlungen. „Die Empfindlichkeit gegenüber Koffein kann individuell sehr verschieden sein“, erklärt Dr. Karen Ildico Hirsch-Ernst, Leiterin der Fachgruppe Ernährungsrisiken, Allergien und Neuartige Lebensmittel am BfR. „Koffeinempfindliche Personen vertragen weniger als andere Menschen. Und Kinder, Schwangere und Stillende sollten bei Koffein besonders zurückhaltend sein oder am besten auf Produkte mit höheren Koffeingehalten verzichten.“

Dennoch: Koffein ist weltweit beliebt – als Aufputschmittel, Muntermacher und Pausenfüller. Und nicht nur Kaffee lässt Herzen höher schlagen. Was kaum Beachtung findet: Kinder nehmen Koffein vor allem über Schokolade auf. Eine Tafel Zartbitterschokolade enthält in etwa so viel Koffein wie ein Becher schwarzer Tee. Bei Jugendlichen wurde neben Cola und Tee in den letzten Jahrzehnten eine weitere Koffeinquelle beliebt:

Energy Drinks. Die koffeinhaltigen Erfrischungsgetränke, die neben Koffein meist auch Taurin, Glucuronolacton oder Inosit enthalten, kamen in den 1990er-Jahren in Mode und werden damit beworben, die Konzentrationsfähigkeit und körperliche Leistung zu steigern.

Wann wird der Verzehr von Energy Drinks zum gesundheitlichen Risiko?

Eine Dose Energy Drink enthält vergleichbar viel Koffein wie eine Tasse Kaffee. Bei einem moderaten Konsum von Energy Drinks sind deshalb für gesunde Erwachsene keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu erwarten. Die Datenlage zu Kindern ist spärlich. Da Kinder aber eine besonders sensible Personengruppe darstellen und oft auch nur wenig an Koffein gewöhnt sind, sollten sie möglichst auf derartige Getränke verzichten. Das Gleiche gilt für schwangere und stillende Frauen. Gesundheitliche Risiken können sich vor allem ergeben, wenn Energy Drinks in großen Mengen, insbesondere zusammen mit hohen Mengen an Alkohol oder bei intensiver körperlicher Aktivität, konsumiert werden. Einige Fallberichte beschreiben schwere gesundheitliche Beeinträchtigungen wie Herzrhythmusstörungen, im schlimmsten Fall sogar mit Todesfolge, nach dem hohen Konsum von Energy Drinks, oft in Zusammenhang mit Alkohol. Kausalzusammenhänge wurden dabei allerdings nicht untersucht.



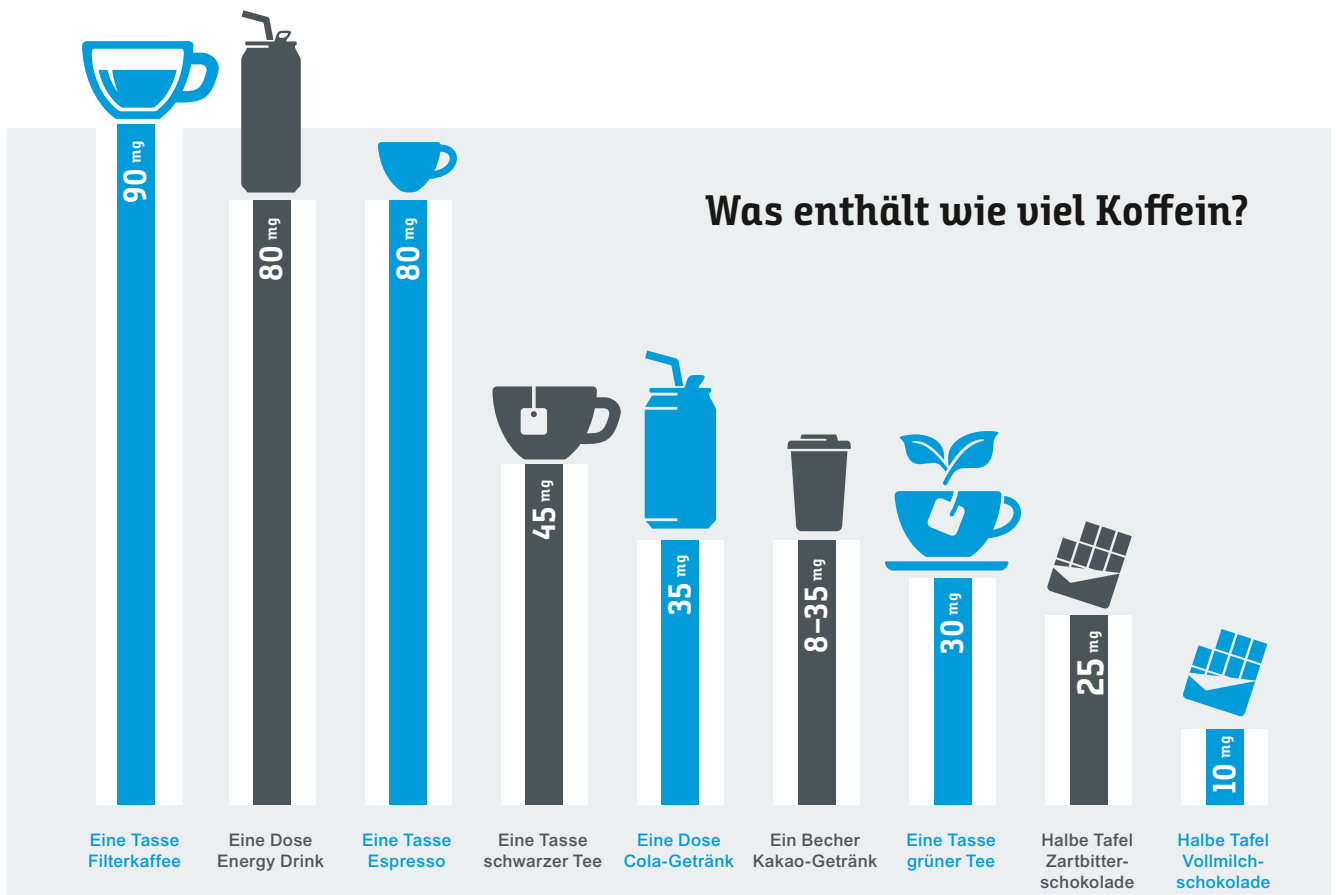
Was ist Koffein?

Koffein ist ein natürliches Alkaloid, ein Stoff, den Pflanzen bilden, um sich gegen Fraßfeinde zu schützen. Außer in Kaffee ist Koffein in über 60 Pflanzen enthalten, zum Beispiel in Teeblättern, Kakaobohnen, Guaraná-Samen, Mateblättern und der Colanuss. Koffein wird nach der Aufnahme vom Körper schnell absorbiert und passiert ungehindert die Blut-Hirn- sowie die Blut-Plazenta-Schranke.

Um herauszufinden, wie viele Energy Drinks einige der sogenannten „Hochkonsumenten“ unter welchen Umständen verzehren, führte das BfR eine Studie durch. Die These lautete: Energy Drinks werden vor allem zu bestimmten Anlässen in exzessiven Mengen getrunken, wie zum Beispiel auf Partys, Musik- und Sportveranstaltungen. Deshalb ließ das BfR die Befragungen dort durchführen, wo der höchste Konsum an Energy Drinks vermutet wurde.

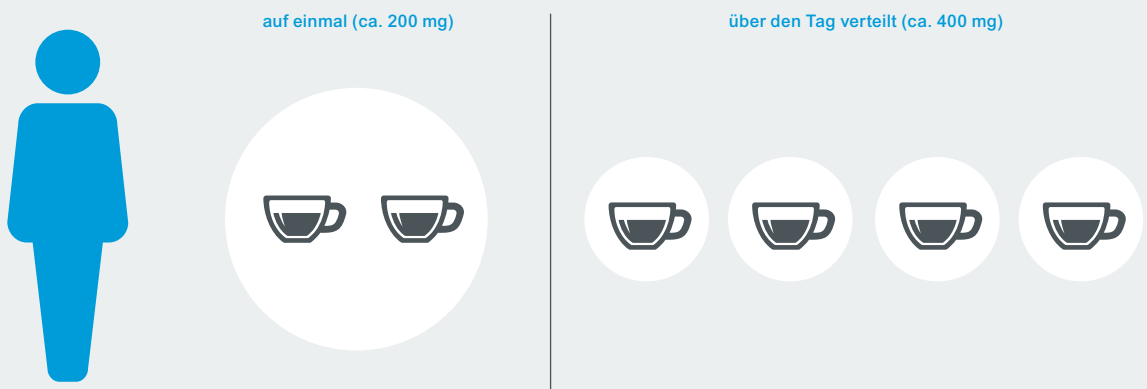
Im Einzelfall bis zu fünf Liter Energy Drinks

Folglich fanden die Interviews in Diskotheken, auf Festivals, Sportveranstaltungen und LAN-Partys statt, bei denen über ein gemeinsames Netzwerk Computerspiele gespielt werden. Hier wurden die Teilnehmenden zunächst gefragt, ob sie innerhalb der letzten 24 Stunden mehr als einen halben Liter Energy Drinks getrunken hätten. Diejenigen, die dies bejahten, erhielten dann



Ein gesunder Mensch verträgt ungefähr folgende Menge an Koffein:

(keine Verzehrempfehlung, sondern unbedenkliche maximale Mengen*)



*Angaben gelten nicht für koffeineempfindliche Menschen, Kinder, Schwangere und Stillende

Lange Wachphasen, intensives Tanzen und hohe Mengen an Koffein und Alkohol: Diese Mischung kann dazu führen, dass Herz und Kreislauf kollabieren.



detaillierte Fragen zu ihrem Konsumverhalten. Das Ergebnis: Hochkonsumenten tranken zu den jeweiligen Anlässen innerhalb von 24 Stunden im Durchschnitt etwa einen Liter Energy Drinks, was einer Koffeinaufnahme von rund 320 mg entspricht, mit Alkohol gemischt waren es im Schnitt 1,5 Liter. Besonders bedenklich war das Verhalten einiger extremer Hochkonsumenten. In Einzelfällen tranken sie innerhalb von 24 Stunden bis zu fünf Liter Energy Drinks, oft zusammen mit Alkohol.

Nicht nur die Menge, auch das Verhalten der Teilnehmenden im Zusammenhang mit dem Konsum von Energy Drinks kann gesundheitliche Risiken bergen. So blieben insbesondere die Gamer der LAN-Partys bis zu zwei Tage und zwei Nächte wach. Und bei Sport- und Musikveranstaltungen waren Hochverzehrer oft mehrere Stunden lang sportlich aktiv, tanzten intensiv oder fuhren Rad. Sehr lange Wachphasen und intensiver Sport zusammen mit hohen Koffeinmengen: Diese Mischung kann das Risiko für Herz-Kreislauf-Probleme steigern.

Risiko-Hinweise auf Getränken

Ein weiteres Ergebnis der Studie: Den Hochkonsumenten sind die gesundheitlichen Risiken, die sie eingehen, kaum bewusst. Aufklärung wäre hier gefragt. Doch wie lassen sich die Risiken am besten kommunizieren? „Das BfR hat schon 2008 empfohlen, auf Etiketten den Hinweis anzubringen, dass Kinder, Schwangere,

Stillende und koffeinempfindliche Personen auf den Verzehr von Energiegetränken verzichten sollten“, sagt Hirsch-Ernst.

Im Jahr 2014 war es endlich soweit. Die neue Kennzeichnungsverordnung der EU-Kommission, auch mit neuen Kennzeichnungspflichten für koffeinhaltige Lebensmittel, trat in Kraft. Seitdem müssen in der EU Getränke, die mehr als 150 mg Koffein pro Liter enthalten und keine Kaffee- oder Teegetränke sind, den Hinweis „Erhöhter Koffeingehalt. Für Kinder und schwangere oder stillende Frauen nicht empfohlen“ tragen.

Folgen für Kinder und Jugendliche weiterhin unerforscht

Ist das Kapitel Koffein also für die Toxikologie abgeschlossen? Mitnichten. Die Datenlage zu möglichen gesundheitlichen Folgen durch Koffein bei Kindern und Jugendlichen ist weiterhin spärlich. Was passiert beispielsweise, wenn Jugendliche über einen langen Zeitraum hinweg regelmäßig mehr als einen Liter Energy Drinks pro Tag trinken? Zu dieser Frage berief das BfR 2017 ein Fachgespräch ein. Da diesbezüglich bisher keine Daten vorliegen, blieb für die Teilnehmenden die Frage offen, ob ein chronisch hoher Konsum von Energy Drinks die Entstehung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen begünstigen könnte.

Um insbesondere das Risiko für Jugendliche zu minimieren, ist aus Sicht des BfR gezielte Aufklärung wichtig. Beispielsweise empfiehlt das BfR, im Falle von Energy Drinks auf den Etiketten auch darauf hinzuweisen, dass beim Konsum größerer Mengen und insbesondere im Zusammenhang mit ausgiebiger sportlicher Betätigung oder Alkoholkonsum gesundheitlich unerwünschte Wirkungen möglich sind.

Wettkampf um mehr Leistung

Währenddessen kommen immer weitere koffeinhaltige Trendprodukte auf den Markt. Zum Beispiel im Fitnessstudio: „Bestimmte Nahrungsergänzungsmittel für Sporttreibende enthalten Koffein als Inhaltsstoff, der die Leistung steigern soll“, sagt Hirsch-Ernst. Dabei kann gerade die Kombination aus übermäßiger Koffeinaufnahme und intensivem Sport das Risiko für Herz-Kreislauf-Probleme erhöhen.

Auch Eistee, Mate, Chai, Matcha und Guaraná versprechen den gewissen Kick und haben neue Zielgruppen erreicht. Vielleicht ist der Wettkampf um mehr Leistung, der Druck, immer Schritt zu halten, eine Ursache für den Hype um Koffein. Ein Trend zu mehr Gelassenheit und Augenmaß wäre sicher hilfreich. Oder, wie man früher gesagt hätte: Gang zurückschalten, abwarten und Tee trinken. ■

Mehr erfahren:
www.bfr.bund.de > A-Z-Index > Koffein

Riskante Nahrungsergänzung aus der Natur

Sie sind eine raffinierte Waffe der Natur. Mit Pyrrolizidinalkaloiden (PA) halten Pflanzen sich Fraßfeinde vom Leib. Über PA-bildende Wildkräuter auf den Anbauflächen von Kulturpflanzen können diese sekundären Pflanzenstoffe in die Lebensmittelkette gelangen. Das Problem: Pyrrolizidinalkaloide können die menschliche Leber schädigen und wirken im Tierversuch erbgutverändernd und krebsauslösend. Ein weiteres Problem sind Nahrungsergänzungsmittel aus Pflanzen wie Borretsch, Huflattich oder Wasserdost – allesamt PA-Bildner. Nahrungsergänzungsmittel, die PA-bildende Pflanzen oder Pflanzenteile enthalten, tragen erheblich zur Aufnahme von Pyrrolizidinalkaloiden bei. In einigen Nahrungsergänzungsmitteln ist der Gehalt so hoch, dass bereits nach kurzfristigem Verzehr toxische Wirkungen möglich sind. Daher empfiehlt das BfR, Nahrungsergänzungsmittel, die PA-haltige Pflanzen oder Pflanzenteile enthalten, nicht zu verwenden. In ölbasierten Extrakten von PA-bildenden Pflanzen wurden hingegen keine PA gefunden.

Mehr erfahren:
Stellungnahme Nr. 020/2018 des BfR vom 14.06.2018



© Jiri Hera/shutterstock.com



Gesundheitsrisiko zwischen zwei Enden

Wer rohes Schweinefleisch isst, zum Beispiel als Mett oder Hackepeter, kann an einer Magen-Darm-Infektion erkranken, zum Beispiel durch Yersinien. Ob beliebte Rohwürste wie Salami, Tee- oder Mettwurst an Infektionen mit Yersinien beteiligt sind, ist derzeit noch unklar. Da sich die Bakterien auch bei Kühlschranktemperatur vermehren, sollten Lebensmittel frei davon sein. In einem mehrjährigen Projekt untersucht das BfR deshalb, ob übliche Herstellungsverfahren Yersinien in Rohwürsten sicher abtöten. Dazu wurden im Lebensmitteltechnikum des BfR verschiedene Salamis (mit bzw. ohne Zusatz von Starterkulturen) sowie Tee- und Mettwürste hergestellt und absichtlich mit Yersinien versetzt. Das Studienteam testete anschließend, ob Salzen, Trocknen, Säuern, Reifen oder die Zugabe von Starterkulturen die Bakterien bis zum Ende des Mindesthaltbarkeitsdatums eliminieren. Nur in den Salamis mit Starterkulturen war das der Fall. In Salamis ohne Starterkultur und in Tee- und Mettwurst ließen sich Yersinien hingegen bis zum Ende des Untersuchungszeitraumes nachweisen. Diese Produkte könnten ein gesundheitliches Risiko für besonders empfindliche Personengruppen wie Kleinkinder, Schwangere, Senioren und Personen mit geschwächter Immunabwehr sein.

Mehr erfahren:
www.bfr.bund.de > A-Z-Index: Yersinien

Nahrungsergänzungsmittel in der kalten Jahreszeit

Winter ist Erkältungszeit. Viele greifen zu Nahrungsergänzungsmitteln, um mit Vitaminen und Mineralstoffen Erkältungen vorzubeugen. Grundsätzlich versorgt jedoch eine ausgewogene Ernährung den gesunden Körper mit allen Nährstoffen, die er braucht. Hoch dosierte Nahrungsergänzungsmittel und angereicherte Lebensmittel, die zusätzlich verzehrt werden, können das Risiko für unerwünschte gesundheitliche Effekte steigern; die Nährstoffzufuhr ist dann zu hoch. Das BfR bewertet regelmäßig das gesundheitliche Risiko, das von Nahrungsergänzungsmitteln ausgehen kann, und gibt Empfehlungen zur Risikominimierung. Zuletzt aktualisierte das BfR seine Vorschläge, welche Höchstmengen für Vitamine und Mineralstoffe in Nahrungsergänzungsmitteln als sicher gelten. Für Vitamin D in Nahrungsergänzungsmittel-Produkten lautet die Höchstmengenempfehlung für gesunde Personen ab 15 Jahren beispielsweise 20 µg pro Tag. Vitamin D im Speziellen braucht nur dann supplementiert zu werden, wenn insgesamt die körpereigene Bildung durch Sonnenlicht und die Zufuhr über die normale Ernährung unzureichend sind.

Mehr erfahren:
Weißborn et al. 2018: Höchstmengen für Vitamine und Mineralstoffe in Nahrungsergänzungsmitteln. J Verbrauch Lebensm. 13 (1): 25–39. (Open Access)



Tummelplatz Schweinestall

Rinder, Schweine und Hühner können antibiotikaresistente Bakterien tragen. Die Verbreitung dieser Keime wird kritisch gesehen, denn sie machen den Einsatz von Antibiotika bei Mensch und Tier schwierig und manchmal unwirksam. Potenziellen Krankheitserregern schon früh im Stall zu Leibe zu rücken, ist essenziell. Doch wie verbreiten sich Keime in einer Tierherde?

Schweine sind soziale Tiere, gesellig und neugierig. Sowohl in der Natur als auch im modernen Zuchtstall leben Schweine in Gruppen zusammen. In einem bislang einmaligen Versuch hat das BfR die Kontaktstruktur der Tiere erforscht, um daraus Wissen über die mögliche Verbreitung von Krankheitskeimen abzuleiten.

Bisher berechnen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler Verbreitungsszenarien mangels geeigneter Daten so, als würden sich Mikroorganismen in einem Nutztierstall zufällig in einer Nutztierpopulation verbreiten. Innerhalb des Forschungsverbunds MedVetStaph hatte das BfR nun erstmals technisch die Möglichkeit, die Bewegungsdaten und damit die Kontakte in einer Gruppe trächtiger Sauen unter realistischen Bedingungen zu erfassen. Zusätzlich wurden die Tiere beim Eintritt in die und beim Verlassen der Gruppe auf die Besiedelung mit MRSA-Bakterien (Methicillin-resistenten *Staphylococcus aureus*) getestet.

Bewegungsdaten zeigen Sozialverhalten

In Kooperation mit der Universität Kiel erfasste das Forschungsteam des BfR in einem Zuchtstall des Lehr- und Versuchsguts Futterkamp in Schleswig-Holstein die Positionen jedes einzelnen Tieres – rund um die Uhr und

im Sekundentakt. Dazu erhielten die Sauen jeweils eine Ohrmarke mit einem batteriebetriebenen Sender. Im mit Funkpeilung ausgestatteten Stall wurde von jedem einzelnen Tier der Aufenthalt registriert. Jede Woche verließen einige Sauen vor dem Werfen ihrer Ferkel den Stall, dafür kamen neue trächtige Tiere in die Gruppe. Über sechs Monate wurden etwa 1,1 Milliarden Positionsdaten von insgesamt 330 verschiedenen Tieren erfasst. Anhand dieser riesigen gewonnenen Datenmengen entwickelten Wissenschaftler des BfR Algorithmen, um die Kontaktdynamik zwischen den Tieren zu analysieren.

Einzelgänger und Socializer

Die bisherigen Auswertungen zeigen, dass die Sauen mit der Dauer ihres Aufenthalts in der Gruppe ruhiger wurden. Neben einem Tag-Nacht-Rhythmus bei allen Tieren ergab die Auswertung der Bewegungsmuster, dass die Sauen offenbar zu einigen Tieren bevorzugt Kontakt hatten. Einige der beobachteten Schweine hatten nur zu wenigen anderen, zu denen aber regelmäßigen und langen Kontakt. Zu den meisten anderen Tieren dagegen gab es diesen kaum oder gar nicht (siehe Grafik). Daneben gab es einzelne sehr kontaktfreudige Sauen, die sich in verschiedensten Bereichen des Stalles aufhielten

und dabei viele Tiere kontaktierten. Als Träger von antibiotikaresistenten Bakterien oder krankmachenden Mikroorganismen würden sie diese möglicherweise verstärkt an andere Tiere weitergeben. Auch schwer übertragbare Bakterien könnten bei langer Kontaktzeit zwischen den Tieren höhere Verbreitungschancen haben.

Gezielte Bekämpfung voranbringen

Die Untersuchungen zeigen, dass sich MRSA-Bakterien nicht zwangsläufig auf die gesamte Herde ausbreiten müssen. Einzelne MRSA-besiedelte Sauen trugen die Bakterien nicht dauerhaft; sie wurden bei keinem der wiederholt untersuchten Tiere mehrfach nachgewiesen. Es könnte daher geprüft werden, ob es künftig in Abhängigkeit vom Krankheitserreger zielführender, kosteneffizienter und für die Tiere schonender sein kann, anstelle des gesamten Tierbestandes zunächst nur Tiere mit häufigen Kontakten zu untersuchen oder vorbeugend zu behandeln.

Inwieweit die Ergebnisse aus diesem Versuch verallgemeinert werden können, sollen weitere Untersuchungen in anderen Betrieben zeigen. ■

Mehr erfahren:

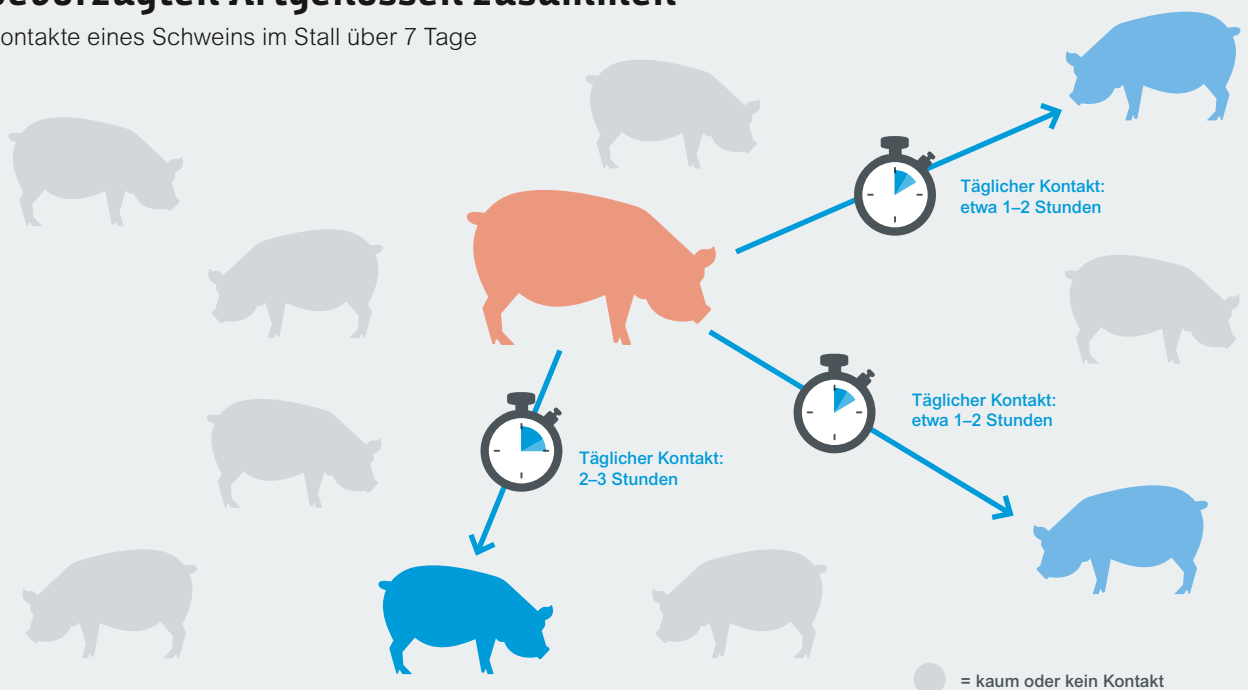
Will et al. 2017. Accuracy of a real-time location system in static positions under practical conditions: Prospects to track group-housed sows. *Comput Electron Agric.* 142 (A): 473–484

MedVetStaph

Im Forschungsverbund MedVetStaph wurde die Bedeutung vom Tier stammender Methicillin-resistenter *Staphylococcus aureus*-Bakterien (nutztierassoziiierter MRSA) auf Infektionen beim Menschen untersucht. Das interdisziplinäre Vorhaben wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) von 2010 bis 2018 gefördert. Die am BfR durchgeführten Projekte zeigen, dass eine Verschleppung von MRSA innerhalb landwirtschaftlicher Betriebe, zwischen Tier und Mensch und auch bei der Zubereitung von tierischen Lebensmitteln auf Küchengeräte, Arbeitsflächen und in andere Lebensmittel möglich ist.

Trächtige Sauen sind gern mit bevorzugten Artgenossen zusammen

Kontakte eines Schweins im Stall über 7 Tage





„Das Vertrauen in die Lebensmittelsicherheit langfristig gewährleisten“

Die Europäische Kommission hat einen Rechtsvorschlag für mehr Transparenz bei wissenschaftlichen Studien im Bereich der Lebensmittelsicherheit vorgelegt. Dr. Bernhard Url, Geschäftsführender Direktor der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA), über Hintergründe und Auswirkungen.

Herr Dr. Url, wie sehen Sie die Initiative der Europäischen Kommission?

Ich sehe den Vorschlag der Kommission als große Chance, das mittlerweile 15 Jahre alte EU-Lebensmittelrecht an die heutigen Bedürfnisse anzupassen, damit es zukunftsfähig bleibt. Das heißt nicht, dass die darin festgelegten Prinzipien, allen voran der Grundsatz der Risikoanalyse, überholt sind. Im Gegenteil, die Kommission hat erst vor Kurzem festgestellt, dass die Basis-Verordnung, mit der auch die EFSA im Jahr 2002 geschaffen wurde, nach wie vor relevant ist. Sie hat ihre Kernziele, ein hohes Maß an gesundheitlichem Verbraucherschutz und das reibungslose Funktionieren des Binnenmarktes, erreicht, und unsere Lebensmittel sind heute sicherer als vor 15 Jahren.

Wo gilt es nachzubessern?

Wir haben bei der Risikobewertung von Zulassungsanträgen für regulierte Produkte, wie Pestizide und GVO (*genetisch veränderte Organismen, A. d.R.*), strenge und teilweise unscharfe Vertraulichkeitsvorschriften in Bezug auf die von Unternehmen eingereichten Informationen. Diese sowie die rechtliche Verpflichtung der EFSA, sich auch auf Industriestudien zu stützen, führen zu einem wahrgenommenen Mangel an Transparenz und Unabhängigkeit. Daneben gibt es Anzeichen dafür, dass es mit dem derzeitigen Gremiensystem langfristig schwierig werden könnte, auf die nötige wissenschaftliche Expertise zurückgreifen zu können. Der Vorschlag der Kommission will diese Punkte angehen und für mehr Transparenz und Nachhaltigkeit sorgen.

Welche Rolle spielt(e) die Debatte um das Pflanzenschutzmittel Glyphosat dabei?

Der Einfluss der Glyphosat-Debatte auf die vorgeschlagenen Änderungen lässt sich nicht von der Hand weisen. Bei der Kontroverse ging es nie allein um die Erneuerung der Genehmigung eines Wirkstoffs. Sie war immer auch Ausdruck umfassenderer gesellschaftlicher Phänomene: eines allgemeinen Verlusts an Vertrauen in Politik und Wissenschaft sowie gestiegener Erwartungen an Transparenz und Beteiligung. Die erfolgreiche europäische Bürgerinitiative zu Glyphosat verlieh diesen Vorstellungen politisches Gewicht, und die Kommission reagierte auf diese und weitere Stimmen mit ihrem Vorschlag, die Transparenz bei der wissenschaftlichen Bewertung zu stärken sowie die Zuverlässigkeit und Unabhängigkeit der zugrunde liegenden Studien zu erhöhen.

Mit welchen konkreten Maßnahmen soll dies erreicht werden?

Der Vorschlag sieht vor, dass grundsätzlich alle Studien und Unterlagen, die der EFSA zum Zweck der Risikobewertung übermittelt werden, auf unserer Website zu veröffentlichen sind. Über begründete, rechtlich genau festgelegte Ausnahmen würde die EFSA entscheiden. Sollte sich der Vorschlag durchsetzen, würde uns das auf unserem Weg hin zu einer offenen EFSA einen großen Schritt vorwärts bringen. Weitere vorgeschlagene Maßnahmen, die in diese Richtung gehen, sind öffentliche Konsultationen zu den vorgelegten Studien sowie ein Register der in Auftrag gegebenen Studien, anhand dessen die EFSA überprüfen könnte, ob ein Antragsteller alle ihm

vorliegenden Studien übermittelt hat. Außerdem hätte die Kommission die Möglichkeit, in außergewöhnlichen Fällen die EFSA zu beauftragen, zusätzliche Studien zu Überprüfungs Zwecken in Auftrag zu geben.

Wie schätzen Sie die Wirkung dieser Maßnahmen ein?

All dies würde nicht nur für mehr Transparenz sorgen, sondern auch die Einbeziehung der Öffentlichkeit stärken und so dazu beitragen, die wahrgenommene Kluft zwischen Risikobewertung und Gesellschaft zu überbrücken. Darüber hinaus würde die wissenschaftliche Arbeit auf eine breitere Basis gestellt werden. Offene Rohdaten, Zugang zu neuesten Forschungsergebnissen und mehr Köpfe, die sich damit auseinandersetzen, erhöhen die Wahrscheinlichkeit, mögliche Risiken in der Lebensmittelkette auszumachen, und schaffen letztlich mehr Sicherheit für den Verbraucher. Insgesamt könnten die vorgeschlagenen Maßnahmen also das öffentliche Vertrauen in die Unabhängigkeit und Robustheit unserer Arbeit stärken – aber es muss auch klar sein, dass zusätzliche Aufgaben zusätzliche Mittel und Ressourcen erfordern.

Was bedeutet der Kommissionsvorschlag für die Mitgliedstaaten?

Um die Tragfähigkeit des europäischen Risikobewertungsmodells auch in Zukunft zu gewährleisten, wird vorgeschlagen, die Mitgliedstaaten stärker einzubeziehen. So sollen sie etwa im Verwaltungsrat der EFSA vertreten sein und Sachverständige für die wissenschaftlichen Gremien der EFSA vorschlagen können. Zudem könnte es in Zukunft möglich sein, dass mit uns vernetzte nationale wissenschaftliche Organisationen vorbereitende Gutachten erstellen, die den Gremien dann zur Prüfung und Annahme vorgelegt werden. Dies würde die EFSA entlasten und unsere Arbeit beschleunigen. Auch die Mitgliedstaaten würden davon profitieren, da für die Leistung von Vorarbeiten, ebenso wie für die Entsendung von Sachverständigen, ein besserer finanzieller Ausgleich vorgesehen ist.

Gibt es auch kritische Faktoren?

Bei all diesen Initiativen müssen wir darauf achten, dass die Unabhängigkeit der EFSA gewahrt bleibt. Dies gilt auch für die Risikokommunikation, deren angestrebte bessere Koordinierung auf EU- und nationaler Ebene wir begrüßen, die aber nicht zu Lasten unserer Unabhängigkeit gehen darf. Es wird spannend sein, zu sehen, wie sich das Europäische Parlament und der Rat zu den Vorschlägen der Kommission äußern werden. Ich persönlich bin davon überzeugt, dass eine transparentere Risikobewertung und eine noch engere Zusammenarbeit mit starken Partnern wie dem BfR wichtige Schritte sind, um das Vertrauen in die Lebensmittelsicherheit langfristig zu gewährleisten und die Herausforderungen von morgen gemeinsam anzugehen.

Vielen Dank für das Gespräch, Herr Url.



Dr. Bernhard Url,
Geschäftsführender Direktor der Europäischen
Behörde für Lebensmittelsicherheit

**Allgemeines
Lebensmittelrecht**

Die Verordnung (EG) Nr. 178/2002 enthält die allgemeinen Grundsätze des EU-Lebensmittelrechts. Sie wurde infolge einer Reihe von Lebensmittelkrisen in den späten 1990er Jahren erlassen. Im April 2018 legte die Europäische Kommission einen Vorschlag zu ihrer Überarbeitung vor, mit dem sich derzeit Europäisches Parlament und Rat befassen. Dem Vorschlag gingen eine vierjährige Eignungsprüfung, eine öffentliche Konsultation sowie eine europäische Bürgerinitiative voraus.



Auf die Reinheit kommt es an

Kosmetika enthalten Mineralöle. Es wurde viel diskutiert, ob diese ein Gesundheitsrisiko sein können – vor allem, wenn Lippenprodukte nicht nur über die Haut, sondern über den Mund in den Körper gelangen.

In der Antike soll die ägyptische Königin Kleopatra in Eselsmilch gebadet haben, um ihre Haut zu pflegen. Dieser Luxus war eher eine Ausnahme; vielmehr wurden jahrtausendlang pflanzliche Öle und Bienenwachs für die Schönheits- und Körperpflege genutzt. Heute enthalten dagegen viele Kosmetika auf dem Markt Inhaltsstoffe auf Mineralölbasis. Wegen ihrer vielfältigen positiven Eigenschaften werden Mineralöle mittlerweile in Cremes, Lotionen, Körper- und Gesichtsreinigungsmitteln, Sonnenschutzmitteln, Selbstbräunern, Deodorantien und Antitranspirantien, Lippenpflegeprodukten, Make-up, Nagelpflegeprodukten, Haargelen, Vaseline und Babyöl eingesetzt. Je nach Produkt liegt der Gehalt zwischen 1 und 99 Prozent. Vaseline wird auch als Salbengrundlage im Arzneimittelbereich verwendet.

Vom Erdöl zur Vaseline

„Bei Mineralöl denken einige vielleicht an schwarzes Rohöl, das viele schädliche Substanzen enthält“, sagt Dr. Bärbel Vieth, die am BfR für die Sicherheit von kosmetischen Mitteln zuständig ist. Das in Kosmetika verwendete Mineralöl hat allerdings nur noch wenig mit dem ursprünglichen Ausgangsstoff gemein. Unraffiniertes Erdöl, Rohöl, ist mit tausenden Bestandteilen ein sehr komplexes Stoffgemisch. Es besteht hauptsächlich aus gesättigten, ungesättigten oder aromatischen Kohlenwasserstoffen sowie zahlreichen heterozyklischen Verbindungen. Vor allem die aromatischen Verbindungen können krebserzeugend sein. Für die unterschiedlichen Einsatzzwecke werden Mineralöle in den

MOSH, MOAH, Mineralöl

MOSH ist die Abkürzung für **Mineral Oil Saturated Hydrocarbons**, gesättigte Kohlenwasserstoffe. Sie sind in allen Mineralölen enthalten. In Tierstudien zeigten MOSH entzündliche Effekte auf die Leber. Daher hat die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) nur bestimmte Wachse und Weißöle für den Einsatz als Lebensmittelzusatzstoff zugelassen, die vorgegebenen Kriterien entsprechen müssen. MOAH steht für **Mineral Oil Aromatic Hydrocarbons**, also aromatische Kohlenwasserstoffe. Unter ihnen sind Stoffe, die erbgutverändernd und krebserzeugend wirken können, wie polyzyklische aromatische Verbindungen (PAK).



Eine Kontaminante in Lebensmitteln

Kosmetika sind nicht die Hauptaufnahmequelle für Mineralöle, sondern Lebensmittel. Die Ursache hierfür sind vor allem Verpackungen aus Recyclingpapier, die Mineralöle enthalten. Diese stammen aus Farben, die für den Zeitungsdruck verwendet werden. Das BfR hat bereits 2009 darauf hingewiesen. Diese Verunreinigung ist unerwünscht. Es werden daher Barrierelösungen, beispielsweise Beutel oder Beschichtungen, eingesetzt. Im Rahmen der BfR-MEAL-Studie „Was steckt im Essen“ werden die Gehalte an Mineralölbestandteilen in Lebensmitteln gemessen, um eine Datengrundlage für die Risikobewertung zu erhalten. Auch auf EU-Ebene werden Daten zur Mineralölbelastung von Lebensmitteln erhoben. Deutschland beteiligt sich daran. Grundlage ist die Empfehlung (EU) 2017/84 der Europäischen Kommission.

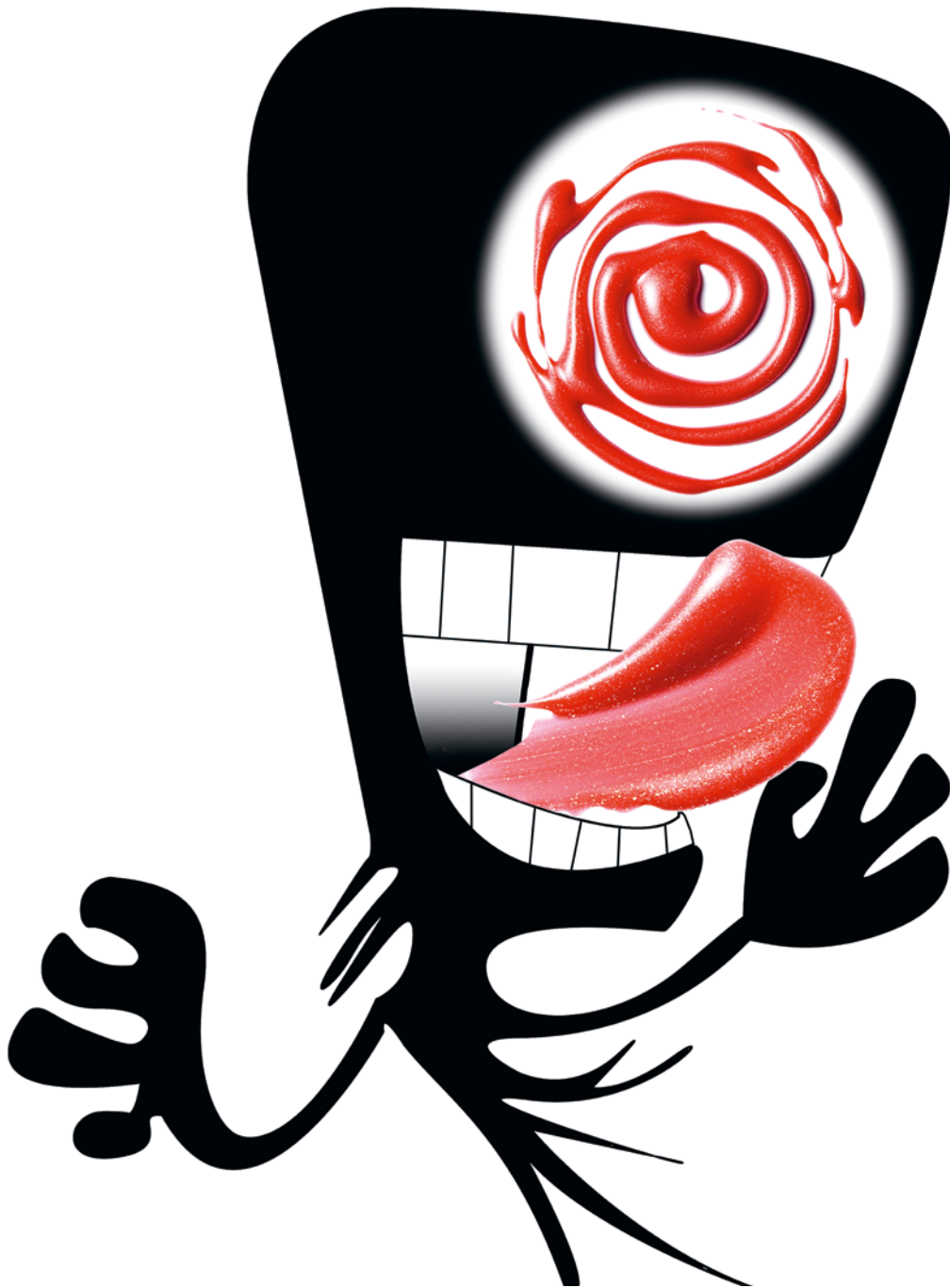
dafür nötigen Reinheiten hergestellt. Dies geschieht mittels fraktionierter Destillation, Vakuumdestillation und nachfolgenden mehrfachen, spezifischen Extraktionsschritten. „Das sind mehrstufige physikochemische und chemische Raffinationsverfahren, bei denen ein Stoffgemisch in einzelne Fraktionen getrennt wird“, so Chemikerin Vieth.

Je mehr Aufreinigungsstufen ein Öl durchläuft, desto mehr der potenziell gesundheitsgefährdenden höhermolekularen Bestandteile werden abgetrennt. Die notwendigen Aufreinigungsschritte werden dem Einsatzzweck der entsprechenden Mineralöle angepasst. So werden für technische Anwendungen, wie beispielsweise in Druckfarben oder als Schmiermittel, Mineralöle mit geringerem bzw. mittlerem Raffinationsgrad verwendet. Sollen Mineralöle hingegen in Kosmetika verwendet werden, so werden über ein vielstufiges Raffinationsverfahren und zusätzliche Hydrierungsschritte die aromatischen Verbindungen so weit wie möglich minimiert. So entstehen hochreine Öle und Wachse, die, wie seit mehr als 100 Jahren in Vaseline, heutzutage in vielen kosmetischen Mitteln eingesetzt werden.

Reine Sache bei Kosmetika?

Es ist bekannt, dass ungenügend aufgereinigte Mineralöle bei Hautkontakt zu Krebs führen können. Deshalb wurden Mineralöle in Kosmetika zum Thema für das BfR. „Uns beschäftigte die Frage, ob Verbraucherinnen und Verbraucher in ihrem Alltag Mineralöl über Kosmetika aufnehmen und möglicherweise gesundheitlichen Risiken ausgesetzt sind“, erklärt Bärbel Vieth. Das BfR hat sich mit dem Gefährdungspotenzial von Mineralöl in Kosmetika und den möglichen Gesundheitsrisiken in mehreren Fachgesprächen und Konferenzen mit Wissenschaft, Verbraucherorganisationen, Behörden und Industrie befasst. Das Vorkommen von Mineralölbestandteilen in Kosmetika wurde zudem analysiert und hierfür eine geeignete Analyseverfahren entwickelt und validiert.

„Unsere gesundheitliche Bewertung zeigt, dass nach derzeitigem wissenschaftlichem Kenntnisstand gesundheitliche Risiken durch die Verwendung von hochraffinierten Mineralölen in Kosmetika bei Anwendung auf der Haut unwahrscheinlich sind“, sagt Vieth. „Außerdem erfüllen die in Kosmetika verwendeten Mineralöle die Reinheitsanforderungen für Arzneimittel.“ Die Vorgaben der EU-Kosmetikverordnung stellen sicher, dass in Kosmetika nur solche Mineralöle eingesetzt werden dürfen, die gesundheitlich unbedenklich sind. Danach ist der Einsatz von Mineralölen nur erlaubt, wenn diese nicht krebserzeugend sind, der Raffinationsprozess vollständig bekannt ist oder wenn das Destillat mit der IP346-Methode geprüft wurde. Diese Methode ist ein Eingangstest für solche Mineralöle, die für den Einsatz in kosmetischen Mitteln anschließend weiteren Reinigungsschritten unterzogen werden.



© Thomas Liggett/offsetimages

„Die Aussagekraft der vorliegenden Daten ist hoch, da die wichtigsten Daten aus Tierstudien vorliegen und zu einheitlichen Aussagen kommen“, so Vieth weiter. „Gesundheitliche Risiken durch die Aufnahme von Mineralölen in Kosmetika über die Haut sind für Verbraucher nach derzeitigem Kenntnisstand also nicht zu erwarten.“

Sonderfall Lippenstift

Da Lippenstift und Lippenpflegeprodukte nicht nur auf der Haut bleiben, sondern auch abgeleckt und verschluckt werden und so über den Mund in den Körper gelangen können, wird Herstellern vom Europäischen

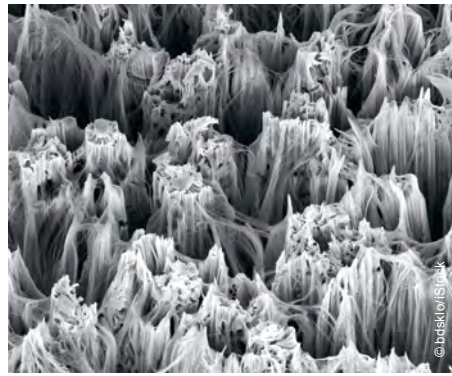
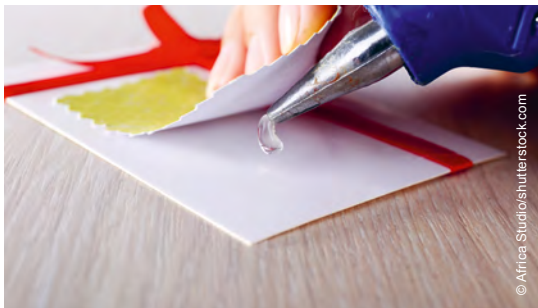
Verband der Kosmetikerhersteller Cosmetics Europe empfohlen, nur solche Mineralöle einzusetzen, die auch für die Verwendung in Lebensmitteln zugelassen sind. Der WHO-Sachverständigenausschuss für Lebensmittelzusatzstoffe (JECFA) und die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) haben für diese akzeptable tägliche Aufnahmemengen (ADI-Werte) abgeleitet. Die Risikobewertung des BfR ergab, dass über Lippenpflegeprodukte oral aufgenommene Mineralöle weniger als zehn Prozent zur Auslastung des ADI-Wertes von Verbraucherinnen und Verbrauchern beitragen. Werden die Empfehlungen von Cosmetics Europe eingehalten, ist aus Sicht des BfR ein Gesundheitsrisiko nicht zu erwarten. ■

SPEKTRUM

Der Umgang mit Chemie im Alltag

Wie viel Spülmittel verbrauchen Deutsche beim Waschen von Geschirr? Wie lange haben sie beim Handwerken Kontakt mit Spachtelmasse? Um die gesundheitlichen Risiken von Haushaltschemikalien zu bewerten, braucht es genaue Daten zur Art und Weise des Umgangs mit diesen Produkten. Bisher gibt es dazu nur wenige wissenschaftliche Studien und keine einheitliche Methodik. Das BfR hat in einer Machbarkeitsstudie mehrere verschiedene Methoden getestet. Telefoninterviews, kombiniert mit Messprotokollen, liefern verlässliche Daten zur Exposition mit Verbraucherchemikalien. Für einige Produkte hat das BfR bereits beispielhaft Informationen erhoben: Demnach werden maximal vier Gramm Spülmittel bei der Hälfte aller Spülgänge verwendet. Gespachtelt wird bei jeder zweiten Tätigkeit höchstens 15 Minuten. Aktuell erhebt das BfR mit den abgeleiteten Methoden repräsentative Daten zum Kontakt mit Klebstoff. Diese Daten können zukünftig in die Risikobewertung und Regulation von Chemikalien einfließen.

Mehr erfahren:
Schneider et al. Consumer behaviour survey for assessing exposure from consumer products: a feasibility study. J Expo Sci Environ Epidemiol. 2018; in press:1–12.



Nano-Bewertung mit System

Die Chemieindustrie nutzt sie, die Medizin und die Elektrotechnik auch: Nanomaterialien, Kleinstteilchen, in etwa so groß wie Viren, maximal hundert Milliardstel Meter klein. Sie optimal zu nutzen und verantwortungsvoll mit möglichen Risiken umzugehen, ist eine große Herausforderung für Wissenschaft, Technik und Verbraucherschutzbehörden. Nanomaterialien können in unbegrenzter Vielfalt hergestellt werden. Selbst bei gleicher chemischer Zusammensetzung ermöglicht die Veränderung von Größe, Form oder Oberflächenbeschaffenheit zahlreiche verschiedene Varianten. Jede einzelne davon für regulatorische Zwecke zu untersuchen, ist praktisch unmöglich. Im BMBF-geförderten Forschungsprojekt „nanoGRAVUR“ hat das BfR in den letzten drei Jahren zusammen mit 14 weiteren Projektpartnern erforscht, wie Nanomaterialien mit ähnlichem Verhalten oder vergleichbarer Wirkung in Gruppen zusammengefasst werden können. Dazu wurden Zuordnungskriterien definiert und anhand typischer Beispiele getestet. Nanomaterialien können dadurch zukünftig schneller geprüft werden. Die Ergebnisse wurden im September bei der OECD in Paris zur Diskussion gestellt.

Mehr erfahren:
www.nanogravur.info
www.bfr.bund.de > Forschung > Drittmittelprojekte > Nanotechnologieforschung

Chlorhaltige Desinfektionsmittel

Wasser, das zu Desinfektionszwecken mit chlorhaltigen Biozidprodukten behandelt wurde, kann bei nicht sachgemäßer Anwendung Chlorat und Perchlorat in Konzentrationen enthalten, die gesundheitlich bedenklich sein können. Diese Salze der Chlor- und Perchlorsäure wurden auch als Rückstände in Lebensmitteln wie Obst und Gemüse nachgewiesen. Wenn genügend davon wiederholt aufgenommen wird, können sie die Jodaufnahme im Körper hemmen. Problematisch ist dies für Personen mit Schilddrüsenerkrankungen oder Jodmangel sowie für Neugeborene und Kinder. Laut der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) können von Chlorat nach kurzzeitiger Aufnahme zudem akute Gesundheitsgefahren ausgehen; für Perchlorat ist dies nicht zu erwarten. Die Gehalte in Lebensmitteln und in Trinkwasser sollten perspektivisch weiter sinken. Die EFSA und das BfR empfehlen, den Eintrag von Chlorat und Perchlorat in die Nahrungskette zu reduzieren. Verbraucherinnen und Verbraucher brauchen ihre Ernährungsgewohnheiten nicht grundsätzlich zu ändern, da der gesundheitliche Nutzen von Obst und Gemüse unumstritten ist.

Mehr erfahren:
Stellungnahmen 006/2018 und 007/2018 des BfR vom 15. Februar 2018



POST AUS ... TEHERAN

Die drei EU-Teams. Das BfR war mit sechs Promovierenden und einer Jurorin dabei.

Vom 10. bis 15. April 2018 fand in der Hauptstadt des Iran das Finale der 1. Internationalen Nanotechnologie-Olympiade statt. Der Wettbewerb dient der Vernetzung des wissenschaftlichen Nachwuchses. Auch Promovierende des BfR qualifizierten sich und waren in Teheran dabei.

Die Nanotechnologie gilt im Iran als Schlüsseltechnologie und die Nano-Olympiade ist national wie international eines von vielen Programmen des iranischen Staates zur Ausbildung der zukünftigen Forschungsgeneration: Universitäten, Forschungseinrichtungen und Firmen werden finanziell stark gefördert, in den Ministerien gibt es zuständige Stellen für die Bewertung und Regulierung dieser Kleinstpartikel, die unterschiedlich in Form und Oberflächenbeschaffenheit sind.

Bereits 2017 organisierte die iranische Regierung eine nationale Nano-Olympiade mit rund 30.000 Promovierenden, Studierenden und Schulkindern. Mehrere hundert mobile Labore, Nano-Lab-Trucks genannt, sind im Land unterwegs und besuchen die Schulen. Darin lassen sich mit Anleitung Nanomaterialien herstellen und charakterisieren und es gibt einfache Anwendungsbeispiele. Die Förderung wirkt: Während der Iran 2001 bei wissenschaftlichen Publikationen zur Nanotechnologie weltweit auf Rang 57 lag, ist es inzwischen Rang 4 mit mehr als 9.000 Veröffentlichungen jährlich. Auf dem iranischen Markt gibt es aktuell mehr als 400 unterschiedliche Nano-Produkte aus den Bereichen Medizin, Kosmetika, Tex-

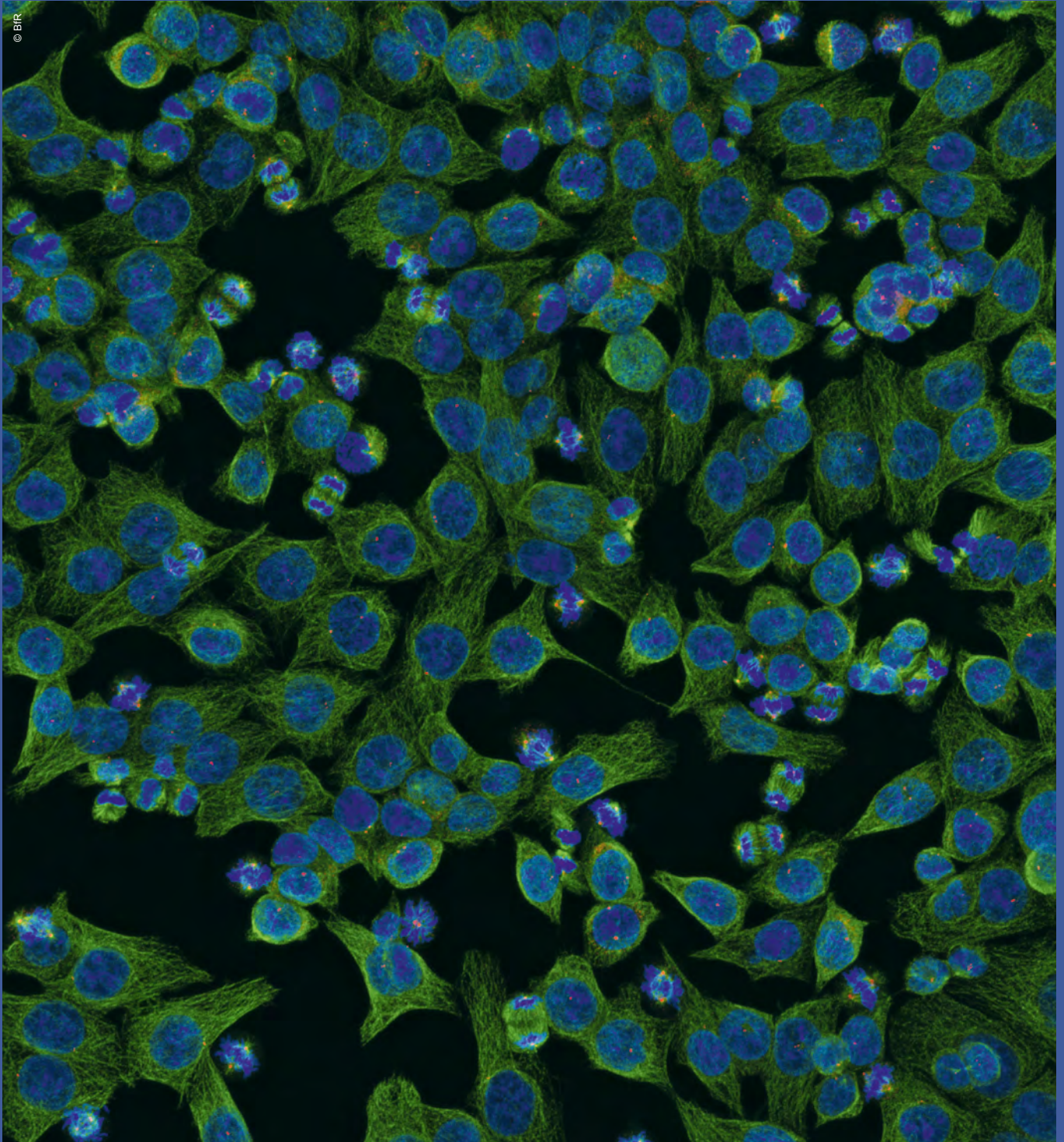
tilien, Farben oder Verpackungen – ganz ähnlich wie in Europa. Einige davon werden bereits exportiert.

Die internationale Nano-Olympiade war 2018 der nächste Schritt zur Nachwuchsvernetzung. In Teheran traten neun Teams aus Iran, Südkorea, Taiwan, Russland sowie der europäischen Union gegeneinander an, um alltagsbezogene Aufgaben aus dem Bereich Nanotechnologie zu lösen. Jedes Team wurde bei der Vorbereitung und im Wettbewerb von einer Mentorin oder einem Mentor unterstützt, zusätzlich stellten die teilnehmenden Länder bis zu zwei Juroren. Die Europäische Union hatte insgesamt drei europäische Nachwuchs-Teams nominiert, die sich zuvor in einem Wettbewerb qualifizieren mussten. Nach erfolgreich absolvierter europäischer Vorrunde konnte das BfR-Team am Finale in Teheran teilnehmen. Jedes Team musste eine Fragestellung aus dem Bereich Wasser und Abwasser auswählen und dann mittels Nanotechnologie eine Lösung finden, diese im Detail ausarbeiten und der internationalen Jury präsentieren.

Mehr erfahren:
<http://nanoolympiad.org>



„Im Vorfeld bereitete uns das ungewöhnliche Reiseziel Sorgen, die jedoch schnell durch die Freundlichkeit und Herzlichkeit unserer Gastgeber zerstreut wurden. Das Programm aus Workshops, Übungen in internationalen Teams und Vorbereitung unserer Abschlusspräsentation war straff. Trotzdem blieb Zeit für Ausflüge zum Golestan Palace und zu einem typischen Basar. Leider konnten wir keinen der Preise mit nach Hause bringen. Die Teilnehmer aus dem asiatischen Raum hatten wesentlich länger an ihren Ideen geforscht und gefeilt und konnten sogar Prototypen oder Patente vorzeigen. Zur Diskussion konnten wir jedoch gut beitragen. Danke an alle Organisatoren und Mitwirkenden für die aufregende Woche im Iran.“



Geteilte Gefahr: Darmkrebszellen unter dem Mikroskop, viele während der Zellteilung aufgenommen.

Zellkerne sind blau gefärbt, die an der Zellteilung als „Spindelapparat“ beteiligten Mikrotubuli („Spindelfasern“) grün.

Hormonspuren in die Nanowelt

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am BfR untersuchen mit hochauflösenden Mikroskopen, wie östrogenähnliche Substanzen Zellen verändern. Es ist Forschung, die auch dem Ersatz von Tierversuchen dient.

Gilbert Schönfelder hat Schnupfen und deshalb einige Packungen Papiertaschentücher parat. Das trifft sich gut, weil er mit ihnen anschaulich zeigen kann, wie Brustkrebszellen streuen. Der Arzt und Toxikologe am BfR legt drei Packungen dicht nebeneinander. „Die Brustdrüsenzellen stehen aufgereiht wie ein Palisadenzaun“, erläutert Schönfelder. „Wenn eine Zelle sich aus dieser Verankerung losreißt, dann muss sie die engen Kontakte zu ihren Nachbarn lösen.“ Der Wissenschaftler demonstriert das, indem er das mittlere Päckchen aus der Reihe hervorzieht. Dieses „Losreißen“ aus einem Zellverband ist ein verhängnisvoller Schritt. Er kann am Anfang einer Metastase, einer Tochtergeschwulst, stehen. „Schließlich sterben 90 Prozent der Kranken an den Metastasen und nicht an der ursprünglichen Krebsgeschwulst selbst“, erläutert Schönfelder.

Der Mensch begreift beim Sehen

Anschauen hilft begreifen: Der Mensch ist ein Augentier. Was wir sehen, können wir besser verstehen. Das gilt auch für Vorgänge, die sich im Mikrokosmos der Zelle und ihrer Umgebung abspielen. Selbst im Zeitalter der Bioinformatik, der Laboranalysen und der genetischen Daten hat deshalb die Anschauung in der medizinischen Forschung noch nicht ausgedient. Mehr noch, sie erlebt sogar einen Aufschwung. In der Verbindung mit rechnergestützten Auswertungen werden die

mikroskopischen Aufnahmen eine wichtige Erkenntnisquelle für Wissenschaftler wie Schönfelder. Etwa, wenn es darum geht, zu ermitteln, welche chemischen Substanzen aus der Umwelt die Brustdrüsenzelle aus ihrer Umgebung herauslösen können – und so den Palisadenzaun durchlöchern.

„Die kleine Welt groß machen“ ist das Ziel von Schönfelder und seinem Team. Er hat gemeinsam mit dem Biotechnologen Konrad Gulich am BfR ein Zentrum für Mikroskopie etabliert. Das „BioImagingCenter“ befindet sich in einem abgedunkelten, gleichmäßig temperierten und gegen Erschütterungen geschützten Raum im Erdgeschoss des BfR-Gebäudekomplexes in Berlin-Marienfelde. Es sind hochauflösende Mikroskope, die in der Lage sind, Bilder aufzunehmen und sofort elektronisch zu bearbeiten. Der Rechner hat Augen bekommen.

Die Forschung am BioImagingCenter unterstützt im Wesentlichen das am BfR angesiedelte Deutsche Zentrum zum Schutz von Versuchstieren (Bf3R) beim Entwickeln von neuartigen Ersatz- und Ergänzungsmethoden zum Tierversuch. Das bedeutet: Wer am Mikroskop beobachten kann, wie Chemikalien die Eigenschaften von Zellen verändern (Stichwort Krebsentstehung), kann den einen oder anderen Tierversuch einsparen (oder ihn sinnvoller und zielgerichteter anlegen).

Ein Nanoskop für das Innere der Zelle

Das Prunkstück des BioImagingCenter ist das PALM/STORM-Mikroskop. Es hat einen ganzen Raum für sich und ist das derzeit „höchstauflösende Lichtmikroskop der Welt“, erläutert Gulich nicht ohne Stolz. „Es vergrößert etwa um den Faktor 20 höher als herkömmliche Geräte.“ Auf dem Bildschirm des „PALM/STORM“ ist ein grün gefärbtes Etwas zu sehen, in dessen Mitte zwei blaue Kreise dicht beieinander stehen. Es ist eine Zelle, die sich gerade teilt. Aus eins mach zwei: Während die Zelle sich verdoppelt, ist sie besonders empfindlich. Bei der Teilung docken die Chromosomen, also die Träger des genetischen Materials, an feinen Eiweißfäden an, dem Spindelapparat. Die Fäden „ziehen“ die Chromosomen in Richtung der neu entstehenden Tochterzellen.

„Manche Stoffe können den Prozess behindern, wie sich unter dem Mikroskop beobachten lässt“, sagt die Biologin Ailine Stolz. „Wir erforschen, welches Potenzial diese Substanzen haben.“ Stolz studiert am PALM/STORM-Mikroskop, auf welche Weise hormonähnliche Substanzen während der Zellteilung eingreifen und so womöglich Krebserkrankungen auslösen oder zumindest fördern können. Die enorme Detailgenauigkeit des Mikroskops beruht auf einer Erfindung, die 2014 mit dem Chemie-Nobelpreis ausgezeichnet wurde. Die neue Technik machte aus dem Mikroskop ein Nanoskop, wie das Nobelpreis-Komitee in seiner Begründung schrieb.

Die Grenze der Auflösung

Es war der Jenaer Physiker Ernst Abbe, der 1873 die scheinbar unüberwindbare Grenze der Auflösung festlegte. Danach kann das Mikroskop zwei punktförmige Gegenstände voneinander nicht mehr unterscheiden, die weniger als 0,2 Mikrometer voneinander entfernt liegen. Generationen von Forschenden nach Abbe war es nicht vergönnt, diese Grenze zu überwinden.

2005 glückte es dem amerikanischen Physiker Eric Betzig, die Natur auszutricksen. Sein „PALM“-Verfahren (PALM steht für „Photoaktivierte Lokalisations-Mikroskopie“) beruht darauf, dass zuvor mit Fluoreszenz markierte Moleküle durch einen geringfügigen Lichtimpuls zum Leuchten gebracht werden. Dieser Impuls ist so schwach, dass jeweils nur wenige Moleküle aufglimmen. Sie sind zudem weiter als 0,2 Mikrometer voneinander entfernt, gehorchen also Abbes Gesetz und sind unabhängig voneinander sichtbar. Der Clou: Erst wenn Tausende von Einzelaufnahmen im Rechner kombiniert werden, ergibt sich ein Gesamtbild mit einer extrem hohen Auflösung bis hinunter zu 10 Nanometern (0,01 Mikrometern). „Es ist wie beim Nachthimmel, an dem nach und nach immer mehr Sterne aufglimmen, bis am Ende alle leuchten“, erläutert Gulich das PALM-Prinzip.

Einen anderen Ansatz verfolgt das Hochdurchsatz-Mikroskop im Nebenraum. Hier stehen nicht Einzelheiten in der Zelle im Vordergrund. Es geht vielmehr um Verände-

rungen in vielen Zellen, die vom Mikroskop aufgenommen werden. Der Computer registriert die Bilder und wertet sie statistisch aus. „Wir entwickeln eine Testmethode, um die Effekte von hormonell wirksamen Substanzen besser zu verstehen“, erklärt der Biologe Sebastian Dunst. Auf dem Bildschirm, der das mikroskopische Bild wiedergibt, erkennt man dicht an dicht gepackte und blau gefärbte Kerne von Brustkrebszellen mit grün geprenkelten Umgrenzungen, den Zellmembranen.

Mehr Metastasen durch Hormone?

Was sich an der Membran der Zelle grün färbt, sind Adhäsionsproteine. Sie verknüpfen Zellen, „kleben“ sie gewissermaßen zusammen. Dunst und seinen Kolleginnen und Kollegen ist aufgefallen, dass sich Adhäsionsproteine unter dem Einfluss bestimmter Substanzen verändern und damit die Bindung zwischen den Zellen stärker oder schwächer machen. Das kann bedeuten, dass die Gefahr von Tochtergeschwülsten zurückgeht, wenn die Bindung stärker wird – die Zelle bleibt in ihrer Palisade. Die Theorie dahinter: Substanzen, die wie das weibliche Sexualhormon Östrogen wirken, lockern die Zellkontakte – und erhöhen das Risiko von Metastasen. Dagegen senken Stoffe, die Östrogen blockieren, das Risiko. Das geschieht vermutlich auch durch die Wirkung auf die Adhäsionsproteine.

Mit dem Hochdurchsatz-Mikroskop lässt sich an Zellkulturen genau studieren, was passiert, wenn die Dosis einer Substanz erhöht wird. Wird mit einer chemischen Substanz das Hormon Östrogen blockiert, haften die Zellen besser aneinander und die Zelle ist weniger beweglich. Werden dagegen östrogenähnliche Stoffe auf die Zellen geträufelt, geschieht das Umgekehrte. „Wir haben mehr als 20 Wirkstoffe mit östrogenartiger Wirkung getestet und konnten deutliche Effekte feststellen“, berichtet Dunst.

Durchdringendes Laserlicht für tiefe Einblicke

Tiefe Einblicke in lebende Organismen ermöglicht die Multiphotonenmikroskopie. Auch sie wird am „BioImagingCenter“ eingesetzt. Verwendet wird dabei langwelliges Laserlicht, das bis zu einem Millimeter tief in Gewebe eindringen kann. Das klingt nach wenig, ist aber im Mikrokosmos des Lebens bereits ein großer Schritt – immerhin 1.000 Mikrometer.

Mit dem Verfahren ist es möglich, Lebensvorgänge in vollständigen Organismen zu studieren, etwa in Zebrafisch-Embryonen oder in organähnlichen Mikrostrukturen, Organoide genannt. Und das gewissermaßen Zelle für Zelle. Organoide sollen zukünftig vermehrt für Medikamenten- oder Chemikaliengentests genutzt werden. „Wir arbeiten mit diesem Ansatz daran, Tierversuche in der Grundlagenforschung zu verringern“, sagt Schönfelder, während er ein riesenhaft vergrößertes Organoid in den Blick nimmt. Wenn ihm der Mikroskopie-Pionier Abbe bei der Arbeit über die Schulter schauen könnte – er würde Augen machen. ■

Die Zelle im Fokus: Eindrücke aus dem BioImagingCenter



“

**Wir wollen
die kleine Welt
groß machen!**

Professor Dr. Gilbert Schönfelder,
Toxikologe



Streng geprüft

Wie ein Tierversuch genehmigt wird



Illustration nach: © Smoo/shutterstock.com

1

Forscher/in hat eine wissenschaftliche Fragestellung und wägt zunächst ab, ob ein Tierversuch notwendig ist.

Es gibt die Verpflichtung, die Unerlässlichkeit des Tierversuches eingehend zu prüfen.

2

Forscher/in kommt zu dem Ergebnis: Alternativmethoden reichen für den Zweck nicht aus.

Forscher/in beantragt einen Tierversuch bei der zuständigen Behörde.

3

Behörde prüft Antrag auf Vollständigkeit und Nachvollziehbarkeit und bezieht Tierversuchskommission und Sachverständige mit ein.



Tierversuche auf das unerlässliche Maß beschränken, Versuchstiere schützen:

Das Deutsche Zentrum zum Schutz von Versuchstieren (Bf3R) am BfR berät die zuständigen Behörden zu Alternativen zu Tierversuchen.

4a

Behörde lehnt Antrag ab, z. B. weil der Versuch nach Ansicht der Behörde mit Alternativmethoden erfolgen kann, der Tierversuch schon einmal gemacht worden ist oder weil die statistischen Grundlagen nicht stimmen.



4b

Behörde genehmigt den Tierversuch ohne Auflage oder mit der Auflage, weniger Versuchstiere zu verwenden (Reduction) und Schmerzen, Leiden oder Schäden der Versuchstiere zu minimieren (Refinement).



5

Nach Ende des Versuchs stellt der/die **Forscher/in** den Wissensgewinn der Öffentlichkeit zur Verfügung.

www.AnimalTestinfo.de

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) veröffentlicht nichttechnische Projektzusammenfassungen von genehmigten Tierversuchsvorhaben in Deutschland.

Weniger Leiden – für Mensch und Tier

Die Bf3R-Forschungsförderung am BfR unterstützt externe Vorhaben, bei denen die Entwicklung innovativer Alternativmethoden für Tierversuche im Mittelpunkt steht. Im Jahr 2017 erhielten acht Projekte eine Förderzusage. Ein Überblick.

Bessere Spenderorgane, weniger Versuchstiere

Eine Lungentransplantation kann lebensrettend sein. Allerdings stehen nur wenige Spenderorgane zur Verfügung. Mit dem Durchspülen und Beatmen einer Spenderlunge außerhalb des Körpers, genannt „*Ex-vivo*-Lungenperfusion“, gelingt es, mehr Lungen erfolgreich zu verpflanzen. Die Arbeitsgruppe um Professor Markus Kamler vom Universitätsklinikum Essen erforscht, ob Schweinelungen aus dem Schlachtprozess zum Verbessern des Verfahrens genauso geeignet sind wie die Lungen von Versuchstieren. Ist das der Fall, müssen zukünftig weniger Versuchstiere für eine Organentnahme getötet werden.

Herzschwäche: Taufolie statt Nagetier

Die anhaltende Pumpschwäche des Herzmuskels (chronische Herzinsuffizienz) ist ein schwerwiegendes Leiden, Tendenz zunehmend. Das Team von Professor Ulrich Kintscher von der Charité – Universitätsmedizin Berlin ergründet neue Behandlungsmöglichkeiten. Dabei kombinieren die Forscher Mikroskopie und Videotechnik. Der Clou: Die Wissenschaftler arbeiten mit der Taufolie (*Drosophila melanogaster*) als Modellorganismus. Das kann helfen, die Zahl der bislang verwendeten Nagetiere in den Versuchen zu verringern.

Ratten und Mäuse aus dem Drucker

Ein Tierversuch setzt den sicheren Umgang mit Versuchstieren voraus. In tierexperimentellen Kursen wird dazu meist an Ratten und Mäusen geübt. Um die Belastung der Tiere zu verringern, kann die notwendige Technik an Trainingsmodellen (Simulatoren) geübt werden, die das lebende Tier nachahmen. Die Arbeitsgruppen von Professorin Johanna Plendl und Professorin Christa Thöne-Reinecke (beide Freie Universität Berlin) bewerten bereits bestehende Ratten- und Maussimulatoren. Das Ziel ist ein realitätsnahes Modell, das anschließend mit einem 3D-Drucker hergestellt wird.

„Mini-Organ“ helfen der Forschung

Wie wirken sich chemische Substanzen auf den Embryo aus? Das ist eine der vorrangigen Fragen der Toxikologie. Organoid, organähnliche Mikrostrukturen in der Petrischale, sind ein neues Werkzeug, um dieser Frage nachzugehen. Mit solchen „Mini-Organen“ können toxikologische Versuche durchgeführt und Effekte auf die Entwicklung des Embryos untersucht werden, ohne dass dafür Versuchstiere eingesetzt werden. Das Team um Dr. Christian Schröter vom Max-Planck-Institut für Molekulare Physiologie in Dortmund entwickelt ein solches Organoidsystem, das die Eigenschaften eines Embryos nachbildet. Ein Alternativmodell zum Tierversuch, das Zukunft hat.

Warum die Wunde heilt – ganz ohne Tier

Das Verheilen einer Wunde ist ein komplizierter Vorgang, dessen Gelingen (oder Misslingen) in schweren Fällen über Leben und Tod entscheidet. Mit ihrem Team entwickelt die Professorin Sarah Hedtrich von der Freien Universität Berlin ein auf menschlichen Hautzellen basierendes Modell der Wundheilung. Es soll helfen, den Prozess besser zu verstehen, zum Beispiel die während der Heilung ablaufende Entzündung. Das Modell ist zudem ein wichtiger Schritt, um Tierversuche in der Wundheilungsforschung zu ersetzen.

Leber unter Druck

Als zentrales Entgiftungs- und Stoffwechselorgan ist die Leber lebenswichtig. Um besser zu verstehen, wie die Leber arbeitet, konstruiert die Arbeitsgruppe von Professor Jens Kurreck (Technische Universität Berlin) dreidimensionale Modelle. Dabei werden mithilfe des „Biodrucks“ lebende Zellen zu einer Art „künstlichen Leber“ in kleinem Maßstab zusammengefügt. Als Organmodell ist die „gedruckte Leber“ eine Alternative zum Tierversuch.

Weniger Schmerzen für Zebrafische

Die kleinen, flinken Zebrafische (*Danio rerio*) sind nach Mäusen und Ratten die am häufigsten verwendeten Versuchstiere. Tendenz steigend. Mehr als 80 Prozent der Erbanlagen, die an der Entstehung von Krankheiten im Menschen beteiligt sind, gibt es auch im Zebrafisch. Juniorprofessor Aristides Arrenberg forscht gemeinsam mit seinem Team an der Universität Tübingen an Methoden, die Schmerzen und Leiden der Zebrafische verringern. Dazu gehören zum Beispiel für Fische geeignete Betäubungsmittel.

Kranke Lunge, gesunde Lunge

Chronische Krankheiten können der Lunge dauerhaft schaden. Wie schafft es das Atemorgan, sich dennoch zu erholen? Am Helmholtz-Zentrum München widmet sich die Arbeitsgruppe um Privatdozentin Dr. Claudia Staab-Weijnitz dieser Frage und zielt zugleich auf neue Verfahren, mit denen bisher für diese Fragestellungen notwendige belastende Tierversuche, die bislang mit Chemikalien erfolgten, ersetzt werden können. Die Forscherinnen und Forscher züchten zu diesem Zweck menschliche Atemwegszellen, an denen sie die Regeneration der Lunge studieren.

Nächste Ausschreibung der Bf3R-Forschungsförderung im Frühjahr 2019.

Mehr erfahren:

www.bfr.bund.de > Deutsches Zentrum zum Schutz von Versuchstieren > Bf3R-Forschungsförderung

PERSONALIEN



Tanja Schwerdtle ist seit 2013 Professorin für Lebensmittelchemie am Institut für Ernährungswissenschaft der Universität Potsdam. Genauso lange ist sie auch Mitglied im Wissenschaftlichen Beirat des BfR. Im August 2017 wählten sie dessen Mitglieder einstimmig zu ihrer Vorsitzenden.

Frau Schwerdtle, wozu braucht eine Ressortforschungseinrichtung wie das BfR eigentlich einen Wissenschaftlichen Beirat?

Wir als Beirat sehen es so: Ein Beirat sollte dazu da sein, die Performance und die Strategie des BfR von außen zu spiegeln. Wir beraten das BfR außerdem hinsichtlich seiner wissenschaftlichen und fachlichen Ausrichtung, insbesondere zur lang- und mittelfristigen Strategie und bei Kooperationen mit Forschungseinrichtungen im In- und Ausland. Unterstützen können wir, wenn es zum Beispiel darum geht, gemeinsame Berufungen durchzuführen oder kritische Fragen mit anderen Risikobewertern zu diskutieren.

An welchen Aufgaben arbeitet der Beirat konkret?

Aktuell arbeitet der Beirat an der Umsetzung einiger Empfehlungen des Wissenschaftsrates, der das BfR 2015 evaluiert hat. Unter anderem soll der Bereich Risikokommunikation gestärkt werden. Zusammen mit der Leitung des BfR diskutiert der

„Wir diskutieren über Dinge, die etwas Größerem zuzuordnen sind“

Beirat aktuell verschiedene Strategien, wie man das möglichst effizient umsetzen kann.

Aus Ihrer bisherigen Erfahrung: Wie wirkt sich die Arbeit des Beirates auf die Entwicklung des BfR aus?

In den beiden Amtsperioden, in denen ich tätig sein durfte, hat das BfR davon profitiert, dass der Beirat das BfR bei der Begehung des Wissenschaftsrates unterstützt hat. Frau Professorin Schäfer-Korting, die frühere Beiratsvorsitzende, und ich haben mit den Mitgliedern des Wissenschaftsrates diskutiert. Ich denke, das war hilfreich. Darüber hinaus haben zahlreiche Beiratsmitglieder in den letzten beiden Amtsperioden das BfR in der Nachwuchsförderung und der Steigerung der Forschungsleistung sehr gut beraten.

Was nehmen Sie persönlich aus Ihrem Engagement mit?

Ich kann im Beirat auf sehr hohem Niveau und interdisziplinär über Dinge diskutieren, die eigentlich meine Arbeit nicht direkt betreffen, sondern die etwas Größerem zuzuordnen sind. Es macht Spaß, verschiedene Sichtweisen zu sehen und dann am Ende zu einer gemeinsamen, das BfR unterstützenden Sichtweise zu kommen. Es macht Freude, an solchen Dingen außerhalb des ganz normalen täglichen Geschäfts zu arbeiten.

VERANSTALTUNG



Alles Fake?

Zum Thema „Wissenschaft im Zeitalter der vielen Wahrheiten“ veranstaltet das BfR am 15. November 2018 eine Stakeholderkonferenz im Kaiserin-Friedrich-Haus in Berlin. Prominente Referentinnen und Referenten aus Wissenschaft und Politik sowie Medien und Nichtregierungsorganisationen diskutieren über wissenschaftliche Fakten und gefühlte Wahrheiten. Die Teilnahme an der Veranstaltung ist kostenfrei.

Mehr erfahren:
über diese und andere BfR-Veranstaltungen unter www.bfr-akademie.de

INTERNATIONALES

Internationale Gäste beim BfR

In diesem Jahr besuchten Delegationen aus Japan, Korea, China, Taiwan, Myanmar und Schweden das BfR. Das Ziel: die internationale Zusammenarbeit und den wissenschaftlichen Austausch stärken. Mit dem japanischen Minister für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Teru Fukui, und seiner zehnköpfigen Delegation wurde beispielsweise die Anwendung von neuen Omics-Methoden zur Analyse komplexer biologischer Proben diskutiert sowie der Einsatz moderner Verfahren für die Rückverfolgung verdächtiger Lebensmittel entlang der Warenkette.

Wissenschaftstor zu Afrika

Der Anbahnung künftiger Kooperationen zwischen Afrika und Europa diente im März ein dreitägiger Workshop des International Livestock Research Institute (ILRI) im kenianischen Nairobi unter Beteiligung des BfR, der Freien Universität Berlin und des Friedrich-Loeffler-Instituts. Das ILRI erforscht den Umgang mit Nutztieren, um die Lebensmittelsicherheit in Afrika zu verbessern und die Armut zu minimieren. Beim Workshop ging es um Strategien im Umgang mit lebensmittelbedingten Krankheiten und antimikrobiellen Resistenzen.

Summer Academy in Uruguay

Während einer einwöchigen Summer Academy in Montevideo schulte das BfR im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) 40 Wissenschaftlerinnen und

Wissenschaftler aus Uruguay zu Themen der behördlichen Risikobewertung in Deutschland und Europa. Auch Uruguay will diese Strukturen aufbauen. Das BfR und das uruguayische Landwirtschaftsministerium sind seit 2014 Kooperationspartner.



Engagement in portugiesischsprachigen Ländern

Das BfR organisierte im Frühjahr einen zweitägigen Workshop in der kapverdischen Hauptstadt für Teilnehmende aus Cabo Verde, Angola, Brasilien, Guinea-Bissau und Mosambik. Das Thema: der Umgang mit Krankheitsausbrüchen, die durch Erreger in und auf Lebensmitteln verursacht werden. Mit einigen der genannten Länder unterhält das BfR seit Jahren Kooperationsverträge zum gemeinsamen wissenschaftlichen Austausch. Im Februar veröffentlichte das BfR einen Almanach zur Lebensmittelsicherheit für die Gemeinschaft der portugiesischsprachigen Länder (CPLP).

Mehr erfahren:

www.bfr.bund.de > Das Institut > Kooperationen

NACHWUCHS

Mit Rückendeckung zum Dokortitel

Wer am BfR promoviert, erhält ein Förderprogramm auf hohem Niveau: Die Promovierenden forschen nicht nur an aktuellen und angewandten Themen mit Unterstützung modernster technischer Ausstattung. Sie durchlaufen zudem ein begleitendes Fort- und Weiterbildungsprogramm, das ihre fachlichen und überfachlichen Kompetenzen schult. Dieses Promotionsbegleitprogramm ist in fünf Module gegliedert und kann flexibel zusammengestellt werden. Zum Promotionsbegleitprogramm des BfR gehört neben dem Weiterbildungsprogramm eine Betreuungsvereinbarung, die die

fachliche Unterstützung während der dreijährigen Promotionszeit garantiert. Je nach Forschungsschwerpunkten und Anzahl eingeworbener Drittmittel schreibt das BfR jedes Jahr etwa 20 Promotionsstellen aus. Das Promotionsverfahren selbst wird an einer Universität angemeldet, den Arbeitsvertrag schließt das BfR. Freie Promotionsstellen finden sich unter anderem auf der BfR-Website.

Mehr erfahren:

www.bfr.bund.de > Stellenanzeigen

www.bfr.bund.de > Nachwuchsförderung



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