



succidia

ZKZ 75010

Spezial Lebensmittelchemie

labor&more

06.15

Von Wissenschaftlern für Wissbegierige
in der Chemie, der Biotechnologie und Pharmaforschung



Partner des 44. Deutschen
Lebensmittelchemikertages
in Karlsruhe

Gesundheit und Genuss

Lustvolles Essen bis zum
Ende – Marco Ferreris Film
„Das große Fressen“ sorgte
in den siebziger Jahren für
Aufruhr. Die provokante
Satire einer Überfluggesell-
schaft soll hier dem Blick auf
gesunde und sichere Lebens-
mittel weichen – der Genuss
kommt dabei nicht zu kurz.

Innenleben

Metaboliten und Stoffwechselwege
Prof. Dr. Sabine E. Kulling

Energydrinks

Kick oder Risiko?
Dr. Thomas Kuballa et al.

Hochdruck

Geschmack und Haltbarkeit
Prof. Dr. Thomas Henle,
Dr. Uwe Schwarzenbolz

1 U 2 N 3 V 4 E 5 R 6 Z 7 I 8 C 9 H 1 T 2 B 3 A 4 R 5 E
1 B 2 A 3 U 4 S 5 T 6 E 7 I 8 N 9 E 2 I 3 H 4 R 5 E 6 R
1 K 2 A 3 R 4 R 5 I 6 E 7 R 8 E

Workshops **Information**
Konzepte **Kolloquien** Netzwerk

Beratung **Perspektiven** Wissen **Impulse** Beratung

Tagungen Konzepte **International** Karriereservice

Kurse Diskussion Beratung **Fortbildung** Jobbörse

Workshops **Kurse** Fortbildung **Forschung** Kolloquien

Netzwerk Tagungen **Beratung** Informationen **Konzepte**

Fortbildung **Jobbörse** Kurse **Wissen**

Diskussion Karriereservice

www.gdch.de



GESELLSCHAFT DEUTSCHER CHEMIKER

Gesellschaft Deutscher Chemiker e.V.
Postfach 90 04 40
60444 Frankfurt am Main

Telefon: 069 7917-0
Fax: 069 7917-232
E-mail: gdch@gdch.de

In Kooperation mit der GDCh präsentiert labor&more exklusiv ein Heft zu Themen des 44. Deutschen Lebensmittelchemikertages in Karlsruhe

biochemisches

toxikologie & phytochemie

08 Essenziell und dennoch toxisch?

Prof. Dr. Andrea Hartwig

toxikologie & phytochemie

11 Vielfältige Polymere

Prof. Dr. Mirko Bunzel

toxikologie

14 Kaffee und DNA-Integrität

Dr. Tamara Bakuradze,
Prof. Dr. Elke Richling

toxikologie

18 Faszination Darm

Dr. Jörg Fahrer

bundesforschung

22 Im Profil: Max Rubner-Institut

Prof. Dr. Gerhard Rechkemmer,
Dr. Iris Lehmann

metabolomics

24 Metaboliten auf der Spur

Prof. Dr. Sabine E. Kulling,
Dr. Diana Bunzel,
Dr. Sebastian Soukup,
Dr. Christoph Weinert



wissenswertes

karlsruher chemie

30 Weltruhm, Weltkriege und Nobelpreise

Prof. Dr. Michael W. Mönnich

foodpairing

34 Kontrast, Spannung und Harmonie

Prof. Dr. Thomas A. Vilgis

verfahrenstechnisches

hochdruckbehandlung

38 Frisch aus der Presse

Dr. Uwe Schwarzenbolz,
Prof. Dr. Thomas Henle

analytisches

energydrinks

44 Muntermacher oder Gesundheitsrisiko?

Svenja Ackermann, Bianca Gmeiner,
Dr. Thomas Kuballa,
Dr. Dirk W. Lachenmeier

nanomaterialien

50 Nano auf der Speisekarte

Prof. Dr. Klaus Günther,
Annika Hirtz, Markus Witzler,
Fabian Küllmer

nanomaterialien

54 Nanopartikel in Lebensmitteln

Dr. Philipp Brüning

basics

02 editorial

Sichere und gesunde Lebensmittel!

Prof. Dr. Monika Pischetsrieder

04 grußwort

Karlsruhe feiert Geburtstag

Prof. Dr. Andrea Hartwig,
Prof. Dr. Mirko Bunzel,
Dr. Renate Loske

06 apropos

Verantwortung des Lebensmittelchemikers

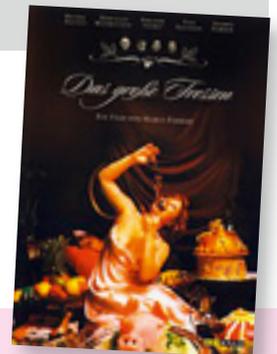
Prof. Dr. Markwart Kunz

58 messen

58 Impressum

59 Achema 2015 Highlights

64 Ende.



Titelbild: Filmtitel zu „Das große Fressen“ (Originaltitel: La grande Bouffe), Frankreich, 1973. Marco Ferreri traf mit seiner filmischen Parabel auf die kapitalistische Überflussesgesellschaft vielleicht nicht jedermanns Geschmack. Sehenswert ist der Film, für den der Regisseur vier der besten Schauspieler der Zeit – Marcello Mastroianni, Philippe Noiret, Michel Piccoli und Ugo Tognazzi – gewinnen konnte, in jedem Fall.

Register Now!!

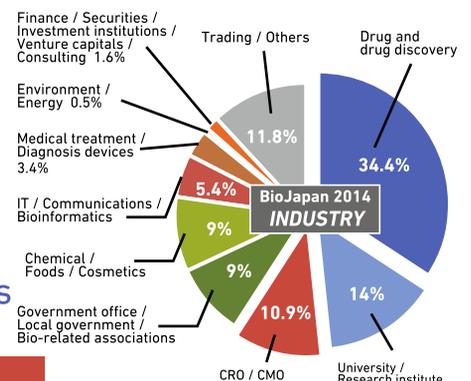
BioJapan 2015
YOKOHAMA
Pacifico Yokohama, JAPAN
October 14th (Wed.) - 16th (Fri.), 2015

PARTNERING

- 1,200 Participants
- 30 Countries
- 5,800 Meetings
- 2 Networking Parties

Registration Fee:
JPY 60,000 (approx. EUR430)

Contact : biojapan@ics-inc.co.jp



Find out more **BioJapan** Search

Sichere und gesunde Lebensmittel!



Vom 14. bis 16.09.2015 findet in Karlsruhe der 44. Deutsche Lebensmittelchemikertag statt. Es handelt sich um eine der wichtigsten nationalen Veranstaltungen, in der sich Experten aus Hochschulen, Forschungseinrichtungen, der amtlichen Lebensmittelüberwachung, Handelslaboratorien und Industrie treffen, um neueste wissenschaftliche Erkenntnisse und Entwicklungen rund um die Sicherheit und die Qualität von Lebensmitteln zu diskutieren.

Gesunde und sichere Lebensmittel sind ein wichtiges Gut für die Verbraucher in Deutschland. Lebensmittel sollen nicht nur gut schmecken, sondern auch auf natürliche Weise unsere Gesundheit schützen und Krankheiten vorbeugen. Die physiologischen Wirkungen von Lebensmittelinhaltsstoffen sind allerdings in ihrer Gesamtheit nur schwer wissenschaftlich zu erfassen und zu bewerten. Lebensmittel sind meist sehr komplex zusammengesetzt und können so in vielfältiger Weise mit dem komplexen System Mensch wechselwirken. Dazu kommt, dass sich die Zusammensetzung von Lebensmitteln während der Herstellung noch bedeutend verändern kann und die physiologischen Wirkungen

Prof. Dr. Monika Pischetsrieder

Henriette-Schmidt-Burkhardt-Lehrstuhl für Lebensmittelchemie, Department Chemie und Pharmazie, Universität Erlangen-Nürnberg

durch den Einsatz neuer Technologien beeinflussen und steuern lassen. Um die gesundheitsfördernden Eigenschaften von Lebensmitteln umfassend zu verstehen, ist ein interdisziplinäres Vorgehen notwendig, mit dem Erkenntnisse zur Zusammensetzung von Lebensmitteln, zu ihren Veränderungen bei der Herstellung und zum Einsatz neuer Technologien mit In-vitro- und In-vivo-Studien sinnvoll verknüpft werden. „Bioaktive Lebensmittelinhaltsstoffe und Nahrungsergänzungsmittel“ stellen ein Schwerpunktthema des diesjährigen Lebensmittelchemikertags dar. Unerlässlich für die Beurteilung bioaktiver Lebensmittel ist, dass die Inhaltsstoffe eindeutig chemisch charakterisiert sind und ihre Konzentrationen in den Produkten zuverlässig bestimmt werden. Dazu müssen bestehende Analysemethoden sachkundig für neue Fragestellungen angewendet und ständig weiterentwickelt werden. Ein zweites Schwerpunktthema wird sich deshalb mit „Innovativen Methoden in der Lebensmittel-, Bedarfsgegenstände- und Futter-

analytik“ beschäftigen. Innovative biochemische und instrumentell-analytische Analyseverfahren sind aber nicht nur für Entwicklung gesunder Lebensmittel wichtig, sondern auch die Grundvoraussetzung, um sichere Lebensmittel gewährleisten zu können. Verunreinigungen durch toxische Stoffe müssen in geringsten Spuren nachweisbar sein. Für eine effiziente Lebensmittelüberwachung sollten mehrere Hundert Analyten z.B. im Bereich der Pflanzenschutzmittel parallel bestimmbar sein. Weiterhin hat sich in der Vergangenheit gezeigt, dass man nicht immer vorhersehen kann, in welchen Lebensmitteln welche Schadstoffe zu erwarten sind. In der Zukunft werden deshalb ungerichtete Verfahren, durch die man auch Stoffe erfassen kann, nach denen man nicht gesucht hat, an Bedeutung stark zunehmen. Diese Herausforderungen können nur durch eine innovative und leistungsstarke Analytik gelöst werden.

Der Lebensmittelchemikertag wird von der Lebensmittelchemischen Gesellschaft (LChG),

der mitgliederstärksten Fachgruppe der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), organisiert und bietet drei spannende Tage mit 28 Fachvorträgen, mehr als 200 Postern und vielen fruchtbaren Diskussionen. Ziel der Veranstaltung ist aber nicht nur der Austausch unter Fachleuten, sondern wir wollen auch die Verbraucher über wichtige Themen zu sicheren und gesunden Lebensmitteln informieren. Aus diesem Grund freuen wir uns auch auf den öffentlichen Abendvortrag von Herrn Dr. Ulrich Busch vom Bayerischen Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, der die Themen Allergene in Lebensmitteln und die Allergen Kennzeichnung kurzweilig und informativ darstellen wird.

→ **Prof. Dr. Monika Pischetsrieder**

Vorsitzende der Lebensmittelchemischen Gesellschaft (LChG) der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh)

Liebe Leserinnen und Leser

Diese succidia Ausgabe von labor&more ist schwerpunktmäßig der Lebensmittelchemie gewidmet. Wir vom Verlag setzen damit eine erfolgreiche Zusammenarbeit mit der Lebensmittelchemischen Gesellschaft, der mitgliederstärksten Fachgruppe der Gesellschaft Deutscher Chemiker fort. Die Schwerpunktausgabe anlässlich des Lebensmittelchemikertags in Gießen 2014 ist auf große Resonanz und weitverbreitete Zustimmung gestoßen.

In der Tat stellt ein kooperatives Projekt der angesprochenen Art in mehrfacher Hinsicht eine „Win-Win“-Situation dar: Die Veranstalter erhalten attraktiven Raum für die Darstellung der eigenen Organisation, die damit verbundenen Personen und den Veranstaltungsort. Den Tagungsteilnehmern werden Beiträge aus dem eigenen Wissensbereich geboten, die über andere Medien nur schwerer zugänglich sind. Und schließlich: Die Unternehmen, die in unserer Ausgabe für ihre Produkte oder Dienstleistungen werben, nutzen einen direkten Weg zur Zielgruppe. Über unseren ständigen Verteiler hinaus, wird jedem Teilnehmer der Tagung ein Exemplar unserer Zeitschrift den Tagungsunterlagen beigelegt. Man erreicht eine große Zahl von Lebensmittelchemikern im deutschsprachigen Raum.

Wir haben natürlich auch etwas davon: Wären wir eine Zeitschrift, in der wissenschaft-



liche Originalbeiträge veröffentlicht werden, könnte man auf einen steigenden Impact Factor hinweisen.

Wir möchten allen, die zum Gelingen dieser Ausgabe aktiv beigetragen haben, herzlich für ihr Engagement danken, natürlich den Autoren, aber auch den Mitarbeitern aus dem Verlag. Unser besonderer Dank gilt den Professorinnen und Professoren Monika Pischetsrieder, Andrea Hartwig und Mirco Bunzel für ihre aktive und angenehme Kooperation. Unser Dank richtet sich

auch an die GDCh: Herr Dr. Gerhard Karger hat sich um die gemeinsame Aktivität sehr verdient gemacht.

Wir wünschen allen Leserinnen und Lesern eine interessante Lektüre und allen Teilnehmern am Lebensmittelchemikertag viele neue Einsichten.

→ **Jürgen Brickmann und der Verleger Jörg Peter Matthes folgen den Gedanken von Liebig...**

Karlsruhe feiert Geburtstag – und lädt ein zum Deutschen Lebensmittelchemikertag

Junge Stadt mit Tradition und großer Perspektive

Der 44. Deutsche Lebensmittelchemikertag wird in dem diesem Jahr vom Karlsruher Institut für Technologie (KIT) ausgerichtet und fällt mit dem 300. Stadtgeburtstag zusammen.

Mit „nur“ 300 Jahren ist Karlsruhe eine „junge“ Stadt, blickt aber auf große Erfindungen und bedeutende Traditionen zurück. Nach der Grundsteinlegung des Schlosses 1715 wurde Karlsruhe als „Fächerstadt“ geplant und zahlreiche Vergünstigungen, festgehalten im sogenannten „Privilegienbrief“ des Markgrafen Karl Wilhelm von Baden-Durlach, sorgten für den ausreichenden Zuzug von Neubürgern. Inzwischen ist Karlsruhe eine moderne Großstadt mit mehr als 300.000 Einwohnern, Tendenz steigend. Architektonisch wurde die Stadt insbesondere von Friedrich Weinbrenner geprägt, der auch das Wahrzeichen der Stadt entwarf, die Pyramide am Marktplatz über dem Grab von Markgraf Karl Wilhelm. Bundesweite Bekanntheit genießt Karlsruhe heute mit dem Bundesgerichtshof und Bundesverfassungsgericht als „Standort des Rechts“. Die Stadt ist aber auch einer der bedeutendsten europäischen Standorte der Informations- und Kommunikationstechnik sowie der Ingenieur- und Naturwissenschaften. So stammen viele Erfindungen aus Karlsruhe: Drais erfand 1817 das erste Zweirad, die Draisine, Benz 1885 das Automobil, Hertz entdeckte 1886 die elektromagnetischen Wellen und 1984 wurde in Karlsruhe die erste E-Mail empfangen. Heute ist Karlsruhe ein exzellenter Hochschul- und Wissenschaftsstandort und Zentrum eines IT-Clusters der Spitzenklasse. Darüber hinaus verfügt es über weitere, überregional und sogar weltweit bekannte Kultureinrichtungen wie die Badische Landesbibliothek (BLB), die zahlreiche kostbare und bedeutende mittelalterliche Handschriften besitzt, sowie die Kunsthalle, die als Juwel unter den deutschen Museen gilt. Auch das Zentrum für Kunst und Medientechnologie (ZKM) ist eine weltweit einzigartige Kulturinstitution für neue Kunst im digitalen Zeitalter.

Das Karlsruher Institut für Technologie – kurz KIT – ist ebenfalls noch jung. Es wurde am 1. Oktober 2009 durch den Zusammenschluss des Forschungszentrums Karlsruhe mit der Universität Karlsruhe gegründet und vereint damit die Aufgaben einer Universität und einer Forschungseinrichtung der Helmholtz-Gemeinschaft. Auch hier verbinden sich Tradition und Moderne: Die Universität Karlsruhe entstand 1825 als Polytechnische Hochschule und entwickelte sich zu einer modernen Institution der natur-, ingenieur-, wirtschafts-, sozial- und geisteswissenschaftlichen Forschung und Lehre. Das Forschungszentrum Karlsruhe, gegründet 1956 als Kernreaktor Bau- und Betriebsgesellschaft mbH, wurde im Laufe der Jahre zu einem multidisziplinären Großforschungszentrum in der Helmholtz-Gemeinschaft mit elf großen natur- und ingenieurwissenschaftlichen Forschungsprogrammen. Derzeit sind rund 25.000 Studierende eingeschrieben, davon die meisten in den Ingenieurwissenschaften sowie Mathematik und Naturwissenschaften.

Das Institut für Lebensmittelchemie wurde 1938 an der TH Karlsruhe gegründet; erster Institutsleiter war Prof. Kurt Albert Täufel, nach dem seit 1998 auch der Preis des Jungen Wissenschaftlers der LChG benannt ist. Die Lebensmittelchemie gehört heute zum Institut für Angewandte Biowissenschaften (IAB) und umfasst die Abteilungen Lebensmittelchemie und Toxikologie (Prof. Dr. Andrea Hartwig) sowie Lebensmittelchemie und Phytochemie (Prof. Dr. Mirko Bunzel). Derzeit werden pro Studienjahr 50 Studierende zum Bachelor- und 35 Studierende zum Masterstudiengang zugelassen. Eine Besonderheit der Ausbildung in Karlsruhe besteht darin, dass neben den klassischen lebensmittelchemischen Fächern einschließlich einer innovativen Analytik ein weiterer Schwerpunkt

auf den Fächern Toxikologie und Biochemie liegt. Das Institut verfügt über moderne Labors mit einer exzellenten Ausstattung, die nicht nur Promovierenden, sondern auch Studierenden in Forschungspraktika und während der wissenschaftlichen Abschlussarbeiten zur Verfügung stehen. Auch die Studierenden des Studiengangs sind äußerst aktiv: Die AG JLC Karlsruhe besteht schon seit mehreren Jahren und ist eine anerkannte Hochschulgruppe des KIT, in der Studierende in den Studiengängen Bachelor, Master und Diplom sowie Lebensmittelchemiker und Lebensmittelchemikerinnen im praktischen Jahr zusammenarbeiten.

Nach so viel Tradition und Attraktionen – was erwartet Sie auf dem Deutschen Lebensmittelchemikertag? Neben einem exzellenten inhaltlichen Tagungsprogramm und einem kulturellen „Highlight“ im Kabarett-Theater Tollhaus haben Sie auch jede Menge Möglichkeiten, die Stadt zu erkunden. Der „Campus Süd“ des KIT – die ehemalige Universität Karlsruhe und damit auch der Veranstaltungsort, das neue Hörsaalgebäude – befindet sich in unmittelbarer Nähe des Schlosses und der Innenstadt, wo insbesondere auch anlässlich des Stadtgeburtstages viele Veranstaltungen einladen. Wer zudem noch etwas mehr Zeit mitbringt, kann beispielsweise einen Besuch im nahe gelegenen Straßburg oder im mit der S-Bahn erreichbaren Schwarzwald einplanen ...

Wir freuen uns auf Ihren Besuch und heißen Sie herzlich willkommen!

→ **Prof. Dr. Andrea Hartwig,
Prof. Dr. Mirko Bunzel
und Dr. Renate Loske
Institut für Angewandte
Biowissenschaften, Karlsruher
Institut für Technologie (KIT)**

Prof. Dr. Andrea Hartwig und Prof. Dr. Mirko Bunzel,
Gastgeber des diesjährig in Karlsruhe ausgerichteten 44. Deutschen
Lebensmittelchemikertages. Die Skulpturen "Hirnlandschaft" im Garten
des Instituts wurden gestaltet von Torben Ebbesen. *Bild: Jürgen Brickmann*



apropos

... Verantwortung des Lebensmittelchemikers

Analytik – und was tun? Ein Zwischenruf

Die Rolle des Lebensmittelchemikers bestand in der Vergangenheit im Wesentlichen darin, Analysemethoden zur Überprüfung rechtlicher Vorgaben bereitzustellen, für Lebensmittelmatrices zu validieren und anzuwenden. In den letzten Jahren hat sich dieses Aufgabenprofil verschoben.

Die Entwicklung immer sensitiverer Geräte hat dazu geführt, dass die Lebensmittelchemie mittlerweile Motor bei der Detektion von „gängigen“ Lebensmittelinhaltsstoffen einschließlich Kontaminanten und Rückstände geworden ist, die Lebensmittelwirtschaft und Behörden mit nur begrenzt lösbaren Aufgaben konfrontieren. Beispiele aus den vergangenen Jahren betreffen

▶ Quarternäre Ammoniumverbindungen (QAV): Die Detektion der oberflächenaktiven QAVs in Lebensmittel aus organischem Anbau im Jahre 2012 war auf eine Anwendung in „Pflanzenschutzmitteln“ (Pflanzenstärkungsmitteln) zurückzuführen. Die Ausweitung der Diskussion auf Lebensmittel allgemein und die zweifelhafte regulatorische Einstufung der QAVs als „Pflanzenschutzmittel“, obwohl sie haupt-

sächlich als Tenside und Desinfektionsmittel angewandt werden, hatte weitreichende Konsequenzen.

▶ In der anschließenden EU-weiten Diskussion fokussierte man sich auf Grenzwerte des allgemeinen Verzehrs, ließ EFSA überprüfen, ob ein Grenzwert von 0,1 mg/kg als sicher gelten könnte und legte diesen fest, ohne diesen neu eingeführten „Grenzwert“ wie früher bei ähnlichen Fragestellungen auf einer toxikologischen Basis wie z.B. auf einem „No Effect Level“ zu basieren. Nun braucht die Welt ganz sicher nicht quarternäre Ammoniumverbindungen, aber sie waren in vielen sensiblen Produktionsanlagen der Lebensmittelwirtschaft wie z.B. Molkereien ein wesentlicher Bestandteil der hygienisch einwandfreien und sicheren Produktion von Lebensmitteln.

▶ Bei der Einstufung als Pflanzenschutzmittel, obwohl im Sinne von Pflanzenschutzmitteln keine Wirksubstanz, gilt grundsätzlich ein Grenzwert von 10 ppb in Lebensmitteln für Kinder bis zu drei Jahren. Das bedeutet de facto eine Nulltoleranz. Nahezu jeder Lebensmittelhersteller hat diese Produktgruppe in seinem Portfolio und ist gezwungen, derartig niedrige Gehalte einzuhalten. Nicht berücksichtigt wurden auch die Schwierigkeiten der Analysenlabore, QAVs als Tenside aus ihren eigenen Laboren zu verbannen. Falsch positive Ergebnisse im Bereich von 10 ppb kommen bei QAVs noch heute vor.

▶ Im Ergebnis sind heute quarternäre Ammoniumverbindungen aus der Anwendung verdrängt. Das die heute für die Hygienekonzepte in der Lebensmittelproduktion eingesetzten Alternativen eine ähnlich sichere und beherrschte Produktion erlauben, wird vom „Regulierer“ ohne Prüfung vorausgesetzt.

▶ Die Geschichte wiederholte sich in 2014 mit Chlorat – einem normalen Abbauprodukt von Desinfektionsmitteln auf Aktivchlorbasis. Aktivchlor wird nicht nur

www.biofroxx.com



im Lebensmittelbereich, sondern auch im Trinkwasserbereich weltweit eingesetzt. Rückstände von 0,7mg/l Wasser gelten in Ländern mit Grenzwerten als akzeptabel. Viele öffentliche Wasseraufbereiter setzen noch heute Aktivchlor ein, sodass bei Verwendung dieses Wasser in der Lebensmittelproduktion – und Lebensmittel dürfen nur unter Verwendung von Trinkwasser hergestellt werden – mit Rückständen in der genannten Größenordnung oder bei Konzentrierung im Prozess sogar mit höheren zu rechnen ist.

- ▶ Auch hier steht zu befürchten, dass die „historische“ Klassifizierung als Pflanzenschutzmittel massive Konsequenzen auf die Anwendung haben wird.
- ▶ Ein anderes Beispiel ist Fosetyl-Al, in der Tat ein Pflanzenschutzmittel (Phosphonsäureethylester). Hier liegt das Problem in der Analytik selbst: Bei der Probenaufarbeitung wird die Substanz im Wesentlichen zu Phosphonsäure und Ethanol abgebaut, die Ergebnisse werden in Fosetyl umgerechnet. Phosphonsäure ist aber auch Abbauprodukt von Polyphosphonaten. Gemessene Gehalte können daher auch auf andere Faktoren zurückzuführen sein. Somit ist eine Schlussfolgerung in Bezug auf die Anwesenheit von Fosetyl im untersuchten Lebensmittel nur dann zulässig, wenn bekannt ist, dass das Lebensmittel damit behandelt wurde. Das Analyseergebnis kann aber nicht die Frage beantworten, ob dies der Fall war - Analysenberichte sind diesbezüglich für den lesenden Nichtfachmann irreführend, auch wenn die Methode unter bewusstem Zusatz von Fosetyl-Al systemkorrekt validiert war.
- ▶ In diesem Zusammenhang sei auch an die „Mineralöle“ in Adventskalenderschokolade

erinnert. Die Analysenmethode detektiert gesättigte und aromatische Kohlenwasserstoffe (MOSH und MOAH). Diese müssen nicht auf Kontamination mit Mineralölen zurückzuführen sein - medizinische Weißöle wie Vaseline bestehen zu hohen Anteilen aus gesättigten Kohlenwasserstoffen.

In allen genannten Fällen bestand folgende Kaskade: (1) Publikation der Analyseergebnisse von Einzelfällen, (2) Ausdehnung auf Lebensmittel allgemein, (3) Übertragung der Ursache dieses Einzelfalles auf die analysierte Substanz generell, (4) Diskussion und erst dann Festlegung von vorläufigen Grenzwerten durch Regulierer und (5) Bestätigung, ob durch diese Rückstände dann keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu erwarten wären.

Es fehlten Transparenz in der Aussagekraft der Methoden (Fosetyl-Al, Mineralöle), die Auseinandersetzung mit den Analyseergebnissen in der gesamten Lebensmittelkette und eine begrenzte Risk-Benefit-Analyse (QAV), die Festsetzung von No-Effect-Leveln, die Anwendung realistischer anstelle pauschaler Expositionsszenarien aus dem Pflanzenschutzmittelbereich (PRIMO-Modell), die Auseinandersetzung mit der Klassifizierung als Pestizid und der verbundenen Nulltoleranz usw.

Die Beispiele sollen zeigen, dass die Verantwortung des Analytikers nicht damit endet, Methoden zu entwickeln und Ergebnisse abzuliefern. Der Lebensmittelchemiker sollte vielmehr in zunehmendem Maße Verantwortung für die Interpretation seiner Ergebnisse gegenüber Auftragnehmern, Behörden und Wissenschaftlern übernehmen. Er muss aufzeigen, dass ein Ergebnis nicht notwendigerweise etwas über die Herkunft der gemessenen Substanz wiedergibt und dies in die Diskussion mit ande-

ren Stakeholdern einbringen. Mit anderen Worten: Der Lebensmittelchemiker muss sein Spezialwissen in die Diskussion mit anderen naturwissenschaftlichen, juristischen und politischen Disziplinen einbringen. Umgekehrt darf der Analytiker seine Messergebnisse nicht selbst toxikologisch interpretieren. Nur so ist es möglich, einen für alle beteiligte Kreise und den Verbraucher akzeptablen rechtlichen Rahmen festzulegen, in ihm zu arbeiten und zu leben, ohne dass eine Hexenjagd auf Kontaminanten erfolgt, deren „Verbrennung“ schwerwiegende mittel- und langfristige Auswirkungen für Lebensmittelhygiene (Desinfektion) und agrarische Produktion (Düngemittel, Pflanzenschutzmittel) mit sich bringen kann.

Auch Chlorid ist Bestandteil von Pflanzenschutzmittelformulierungen. Wann wird in der erläuterten Logik die Nulltoleranz für Chlorid festgesetzt?

Dann gute Nacht, Menschheit.

→ **Prof. Dr. Markwart Kunz**
succidia AG, Wissenschaftlicher
Beirat „chemie&more“

Foto: © istockphoto.com | MorePixels



Is 20.000 Artikel ab
WebShop verfügbar...

BIOFROXX
Solutions for Science

Essenziell und dennoch toxisch?

Einfluss von Spurenelementen und toxischen Metallionen auf die Stabilität des Genoms

Prof. Dr. Andrea Hartwig

Abteilung Lebensmittelchemie und Toxikologie, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Metallionen spielen eine wichtige Rolle in fast allen biochemischen Prozessen, so auch bei der Aufrechterhaltung der Stabilität des Genoms. Gleichzeitig sind aber auch toxische Wirkungen bekannt. Welche Strategien besitzen Lebewesen, essenzielle Funktionen aufrechtzuerhalten und sich vor toxischen Reaktionen zu schützen? Welche Rolle spielt die Wechselwirkung zwischen toxischen und essenziellen Metallionen bei der Krebsentstehung?

Essenzielle Metallionen als Spurenelemente

Spurenelemente haben vielfältige Funktionen in zahlreichen Stoffwechselprozessen und sind wesentlich an der Aufrechterhaltung der genomischen Stabilität beteiligt. Andererseits können bei hohen Konzentrationen, wie sie möglicherweise durch Nahrungsergänzungsmittel erreicht werden, auch toxische Reaktionen nicht ausgeschlossen werden. Die oftmals enge Verknüpfung zwischen essenzieller und toxischer Wirkung wird bei Spurenelementen wie Kupfer und Eisen besonders deutlich. Während die essenzielle biologische Funktion darin besteht, Ein-Elektronen-Übergänge zu katalysieren, kann genau diese Fähigkeit aber auch zu toxischen Reaktionen führen, indem die Generierung reaktiver Sauerstoffspezies katalysiert wird, die in der Folge zelluläre Makromoleküle schädigen können. Somit kann sowohl eine Unterversorgung als auch eine Überversorgung problematisch sein. Insgesamt ist eine genaue Regulation der Metallionenkonzentrationen in Geweben und Zellen nötig, um essenzielle Funktionen zu

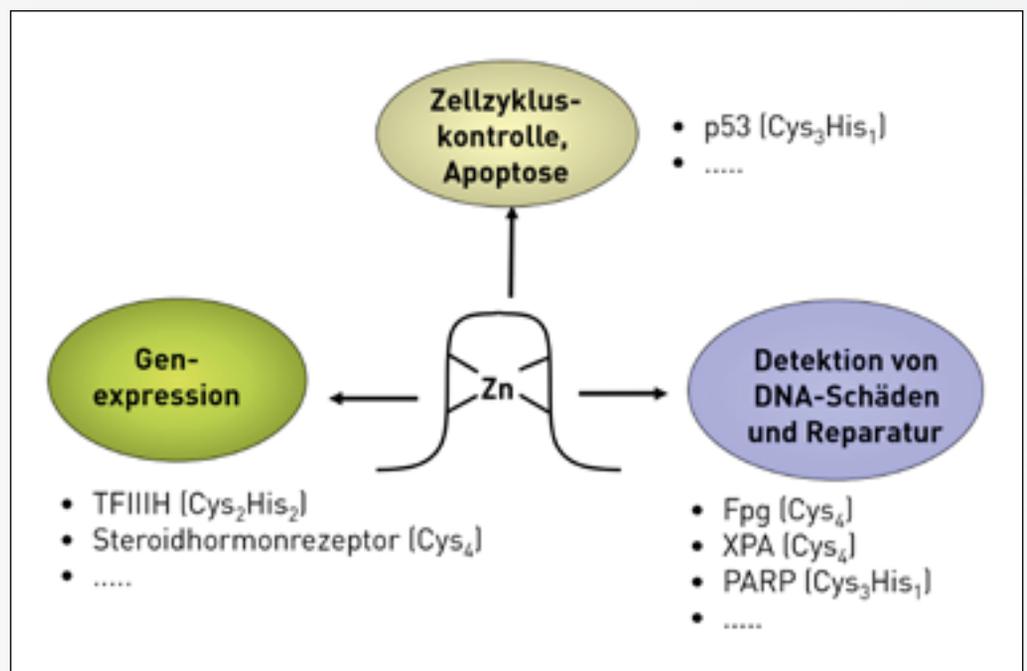


Abb. 1 Die Bedeutung von zinkbindenden Strukturen für die Aufrechterhaltung der Stabilität des Genoms. Der erste sogenannte „Zinkfinger“ wurde 1985 für den Transkriptionsfaktor IIIH des Afrikanischen Krallenfrosches beschrieben. Heute weiß man, dass mehr als 3% der Gene für zinkbindende Proteine codieren, darunter auch solche, die an der DNA-Reparatur, der Zellzykluskontrolle und der Einleitung der Apoptose beteiligt sind.

tochemie



gewährleisten und toxische Effekte zu verhindern; dies wird bei einer ausgewogenen Ernährung durch eine strikte Kontrolle der Aufnahme und der intrazellulären Speicherung erreicht. Toxische Wirkungen kommen dann zustande, wenn diese homöostatische Kontrolle entweder durch zu hohe Konzentrationen, durch Aufnahme- oder Speicherdefekte oder durch nichtphysiologische Aufnahmewege außer Kraft gesetzt wird.

Zink und seine Rolle bei der Aufrechterhaltung der genomischen Stabilität

Zink ist als essenzielles Spurenelement an einer Vielzahl von Stoffwechselprozessen beteiligt. Die Bioverfügbarkeit von Zink wird auf mehreren Ebenen reguliert; wichtige Faktoren sind die kontrollierte Aufnahme und Abgabe von Zink im Gastrointestinaltrakt sowie unterschiedliche Transportmechanismen, die die intrazelluläre Verteilung und die Abgabe von Zink an die Gewebe regulieren. Der zelluläre Zinkstatus wird über metallresponsive Elemente gesteuert;

das schwefelreiche Protein Metallothionein dient als intrazellulärer Zinkspeicher. Eine wichtige Gruppe zinkabhängiger Proteine weisen sogenannte „Zinkfinger“-Strukturen auf, die als gemeinsames Merkmal Zinkionen an jeweils festgelegte Cystein- und/oder Histidinreste binden, um die Struktur einer kleinen, autonom gefalteten Proteindomäne zu stabilisieren. Zinkfinger-motive sind Bestandteile vieler DNA-bindender Proteine, darunter Transkriptionsfaktoren, DNA-Reparatur- und Tumorsuppressorproteine; somit ist Zink wesentlich an der Aufrechterhaltung der genomischen Stabilität beteiligt (Abb. 1).

Zinkbindende Strukturen als empfindliche Angriffspunkte für toxische Metallverbindungen

Zinkbindende Strukturen weisen aus biochemischer Sicht viele Vorteile auf. Durch die Komplexierung über die Thiolgruppen der Cysteine sind sie durch Redox-Prozesse regulierbar, ohne dass Zinkionen selbst redoxaktiv sind. Andererseits haben sich zinkbindende Strukturen auch

als besonders empfindliche intrazelluläre Angriffspunkte für toxische Metallionen sowie für redoxaktive Spurenelemente bei gestörter Homöostase erwiesen [1]. Ein Enzym mit drei zinkbindenden Strukturen in der DNA-bindenden Domäne ist die Poly(ADP-Ribose)-Polymerase-1. Sie katalysiert die Poly(ADP-Ribosylierung) von PARP-1 selbst (Automodifikation) und weiterer Kernproteine; diese Reaktion dient als Signal für die Initiierung von DNA-Reparaturprozessen und ist darüber hinaus in vielfältiger Weise an der Regulation der Zellzykluskontrolle und Apoptose beteiligt. Beeindruckende Beispiele für eine Inhibierung durch toxische (Halb-)Metallverbindungen sind in diesem Zusammenhang Arsenit und seine dreiwertigen methylierten Metabolite, die bereits in nanomolaren, umweltrelevanten Konzentrationen die Poly(ADP-Ribosylierung) inhibieren [2,3,4]; ähnliche Inhibitionen wurden auch für Cadmium und Nickel beobachtet. Molekulare Wirkungsmechanismen sind – je nach Metallion oder Metallspezies – die Substitution von Zinkionen oder die Oxidation der an der Zinkkomplexierung beteiligten Cysteine

toxikologie & phy



Andrea Hartwig, Jg. 1958, studierte Chemie an der Universität Bremen und habilitierte dort im Fach Biochemie. Von 1998 bis 2010 war sie Professorin für Lebensmittelchemie, zunächst bis 2004 an der Universität Karlsruhe (TH) und von 2004 bis 2010 an der Technischen Universität Berlin. Seit 2010 ist sie Professorin für Lebensmittelchemie und Toxikologie am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) am Institut für Angewandte Biowissenschaften. Ihre Forschungsgebiete umfassen die Untersuchung des Einflusses essenzieller Spurenelemente, toxischer Metallverbindungen und bioaktiver Lebensmittelinhaltsstoffe auf die Stabilität des Genoms sowie die toxikologische Untersuchung und Bewertung metallhaltiger Nanomaterialien. Für ihre Arbeiten wurde sie mehrfach ausgezeichnet, u.a. 2006 mit dem Preis der Gesellschaft für Umwelt-Mutationsforschung und 2008 mit dem Innovationspreis der Deutschen Gesellschaft für Arbeits- und Umweltmedizin. Seit 2007 ist sie Vorsitzende der „Ständigen DFG-Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe“ („MAK-Kommission“) sowie Mitglied des „Ausschusses für Gefahrstoffe“ (AGS), des „Scientific Committee on Occupational Exposure Limits“ (SCOEL) und Sachverständige bei der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA).

Bild: KIT

mit anschließender Zinkfreisetzung; dies geht einher mit Strukturveränderungen und damit dem teilweisen oder vollständigen Verlust der Enzymaktivität (Abb. 2). Auch für kupferhaltige Nanopartikel konnte eine Hemmung der Poly(ADP-Ribosyl)ierung in Zellkulturen gezeigt werden: Während die Aufnahme wasserlöslicher Kupferverbindungen durch eine homöostatische Kontrolle über weite Konzentrationsbereiche reguliert wird, werden die Nanopartikel über Endozytose aufgenommen, gelangen in die Lysosomen und lösen sich dort aufgrund des sauren pH-Wertes schnell auf. Redoxaktive Kupferionen gelangen so in hohen Konzentrationen in die Zelle und führen dort auch zu einem ausgeprägten Anstieg der Kupferkonzentration im Zellkern [5]. Derzeit werden die beobachteten Effekte auf molekularer Ebene im Detail untersucht. Insgesamt erklären die Interferenz der Metallverbindungen mit der zellulären Redox-Regulation und der damit verbundenen Induktion von oxidativem Stress sowie Interaktionen mit DNA-Reparaturprozessen und Tumorsuppressorfunktionen zumindest teilweise das kanzerogene Potenzial von Metallverbindungen [6]. Diese Untersuchungen sind insbesondere auch für eine Risikobewertung von Metallverbindungen unter realistischen Expositionsbedingungen relevant. Die Ergebnisse fließen direkt in die Arbeit von wissenschaftlichen Gremien ein, u.a. durch den Vorsitz der Ständigen DFG-Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe (MAK-Kommission), die Mitgliedschaft im Europäischen „Scientific Committee on Occupational Exposure Limits“ (SCOEL) sowie die Mitarbeit als Expertin und Referentin für ausgewählte Fragestellungen bei der „European Food Safety Authority“ (EFSA) und dem Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR).

→ andrea.hartwig@kit.edu

Literatur

- [1] Hartwig, A. (2001) *Antioxid Redox Signaling* 3, 625–634
- [2] Hartwig, A. et al (2003) *Int. J. Cancer*, 104, 1–6
- [3] Walter, I. et al. (2007) *DNA Repair* 6, 61–70
- [4] Bossak, K. et al. (2015) *Chem. Res. Toxicol.*, 2015 Jan 12. [Epub ahead of print]
- [5] Semisch, A. et al. (2014) *Part Fibre Toxicol.* 11(1):10
- [6] Hartwig, A. (2013) *Free Radical Biology and Medicine* 55, 63–72

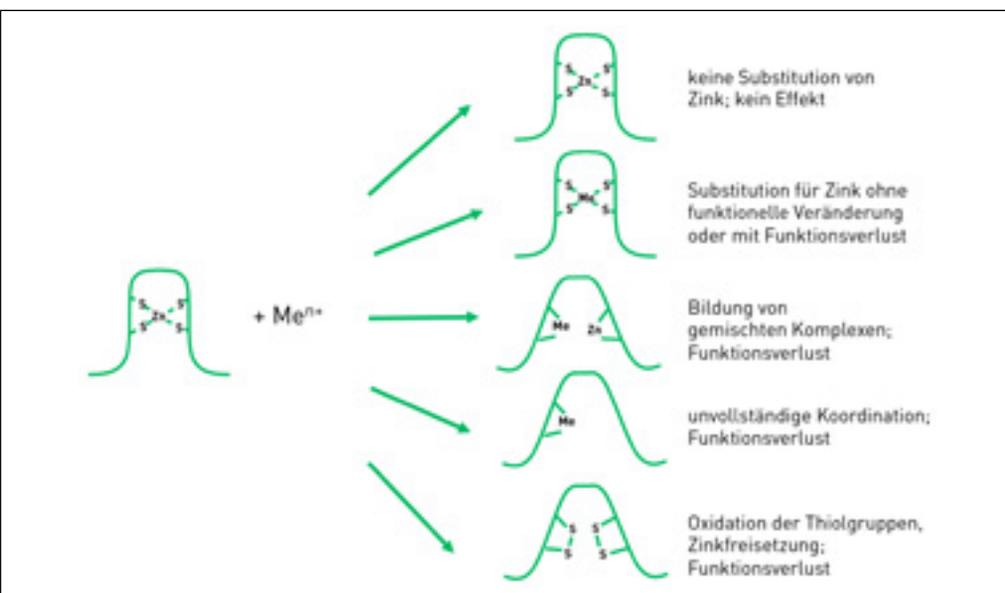


Abb. 2 Schematische Darstellung möglicher Interaktionen von toxischen Metallionen oder „freien“ redoxaktiven Übergangsmetallionen mit zinkbindenden Strukturen in Transkriptionsfaktoren und DNA-Reparaturproteinen. Ob und welche Interaktion stattfindet, hängt zum einen von den Metallionen bzw. der Metallspezies und zum anderen vom jeweiligen zinkbindenden Protein ab.

Vielfältige Polymere

Funktionelle und ernährungsphysiologische Eigenschaften von Zellwandpolymeren

Prof. Dr. Mirko Bunzel

Abteilung Lebensmittelchemie und Phytochemie, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Zellwände sind für die Pflanze von mannigfacher Bedeutung. Sie legen Form und Größe der Zelle fest und verleihen dieser mechanische Stabilität. Daneben schützen Zellwände die Zelle vor pflanzenpathogenen Pilzen und Bakterien sowie vor Insekten.

Die pflanzliche Zellwand ist ein hoch komplexes, im Detail oft unzureichend verstandenes Gebilde, das überwiegend aus Polysacchariden, (Struktur-)Proteinen und polyphenolischen Verbindungen besteht – Polymere, die nicht nur in der Pflanze sondern auch im Lebensmittel wichtige Funktionen übernehmen.

Die Zellwand beinhaltet verschiedene Schichten. Die Mittellamelle sowie die aufgelagerte Primärzellwand stellen die Zellwandschichten noch wachsender Zellen dar, wohingegen ausdifferenzierte Zellen eine Sekundärwand auflagern. Die Zusammensetzung der verschiedenen Zellwandschichten ist sehr heterogen. Daneben ist die Zusammensetzung der Zellwände stark abhängig von der betrachteten Pflanze, dem betrachteten Gewebe sowie dem Entwicklungszustand des Gewebes. Mittellamellen bestehen überwiegend aus Pektinen, Primärzellwände aus Pektinen, Hemicellulosen und Cellulose. Pektine sind die wahrscheinlich komplexesten Polymere, die die Natur bereithält. Ihre Feinstruktur sowie die Interaktionen der verschiedenen, die Pektine aufbauenden Polysaccharide sind nur unzulänglich verstanden. Hemicellulosen, die historisch darüber definiert wurden, dass sie unter alkalischen Bedingungen aus der Zellwand herausgelöst werden können,

sind eine große Gruppe strukturell unterschiedlicher Polysaccharide (z.B. Arabinoxylane, Xyloglucane, Mannane etc.). In dikotylen Pflanzen (zu denen u.a. auch die Pseudocerealien Amaranth, Quinoa und Buchweizen gehören) dominieren normalerweise Xyloglucane die Hemicellulosefraktion, wohingegen in den monokotylen Getreiden Arabinoxylane vorherrschen.

Veränderungen der Zellwand während der Reifung sowie in Nachernteprozessen

Die Zusammensetzung, die Feinstrukturen sowie Interaktionen und somit die physikochemischen Eigenschaften der Zellwandpolymere erfahren weitgehende Veränderungen im Verlauf der Reifung von Obst und Gemüse. Zellwandveränderungen werden jedoch nicht mit der Ernte der Früchte eingestellt, sondern können auch während der Lagerung zu sensorischen Merkmalen

toxikologie & phy



Mirko Bunzel, Jg. 1972, studierte Lebensmittelchemie an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster. Im Anschluss an sein praktisches Jahr am CVUA Münster promovierte er 2001 am Institut für Biochemie und Lebensmittelchemie der Universität Hamburg. Nach einem Postdoc-Aufenthalt am Dairy Forage Research Center in Madison, WI, USA, habilitierte er sich in 2007 für das Fach Lebensmittelchemie an der Universität Hamburg. Im Anschluss war er bis 2012 als Associate Professor und Lehrstuhlinhaber für Getreidechemie und -technologie am Department of Food Science and Nutrition an der University of Minnesota, Minneapolis/St. Paul tätig. Derzeit ist er Professor für Lebensmittelchemie und leitet die Abteilung für Lebensmittelchemie und Phytochemie am Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Mirko Bunzel erhielt mehrere Forschungs- und Lehrpreise u.a. den Young Scientist Research Award der American Association of Cereal Chemists International, den Kurt-Täufel Preis des Jungen Wissenschaftlers und den Outstanding Professor Award des College of Food, Agricultural and Natural Resource Sciences Student Board, University of Minnesota und ist national und international in verschiedenen Fachgremien engagiert.

Bild: Jürgen Brickmann

führen, die für die Mehrheit der Verbraucher nicht akzeptabel sind. Was ist auf molekularer Zellwandebene dafür verantwortlich, dass sich eine unreife, harte Frucht über einen perfekt texturierten Zustand schließlich zu einer überreifen, mehligten und weichen Frucht ent-

wickelt? Weshalb kann man z.B. Spargel nur bedingt im Kühlschrank lagern, bevor er eine feste und faserige Textur bekommt? An diesen Vorgängen sind vielfältige Transformationen pflanzlicher Inhaltsstoffe beteiligt, wobei der Zellwand eine entscheidende Rolle zukommt.

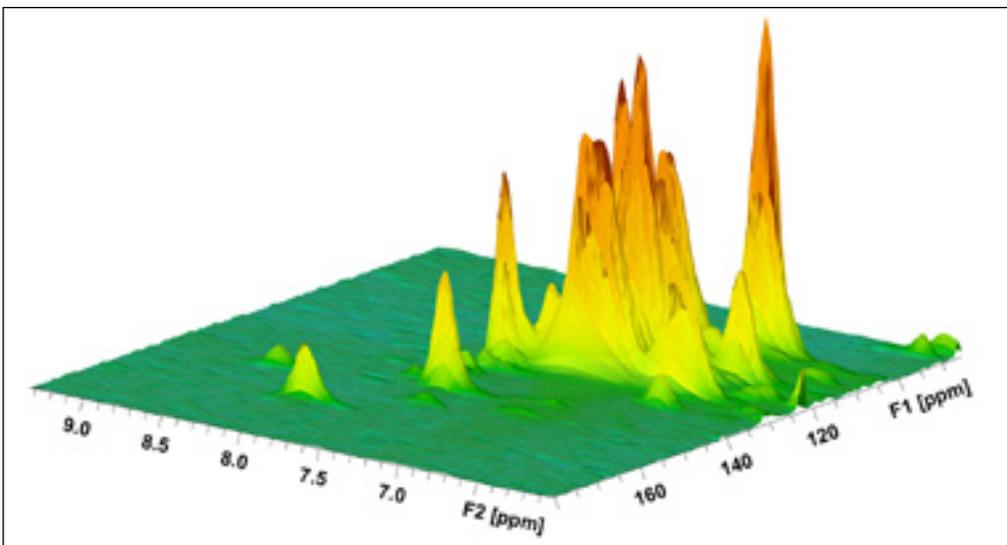


Abb. 1 Dreidimensionale Darstellung eines Ausschnittes aus dem NMR-Spektrum (HSQC-Experiment) von Lignin, das aus Spargel isoliert wurde, der nach der Ernte für drei Tage bei 20°C gelagert wurde. Durch Volumenintegration geeigneter Korrelationssignale kann die Monolignolzusammensetzung des Lignins bestimmt werden.

So konnte z.B. im Apfel beobachtet werden, dass pektinassoziierte Galaktane im Verlauf der Reifung abgebaut werden, wohingegen ein selektiver Abbau von hoch verzweigten Arabinanen nach der Reifung dominiert [1]. Derart selektive Veränderungen an Zellwandpolysacchariden können wir auch in unseren eigenen Untersuchungen anhand verschiedener Gemüse detektieren. Der Abbau spezifischer Zellwandkomponenten bzw. die chemische Veränderung an Esterstrukturen dieser Polysaccharide, insbesondere der Pektinkomponenten, kann unter anderem zum Verlust der Zell-Zell-Adhäsion führen, was z.B. mit dem Mehligwerden von Äpfeln assoziiert wird [2]. Es wurde vorgeschlagen, dass aufgrund der mangelnden Zelladhäsion die Zellen beim Kauen gegeneinander abrutschen und nicht aufgerissen werden.

Eine mögliche Einlagerung von Lignin in Zellwände während der Reifung bzw. der Lagerung von pflanzlichen Lebensmitteln führt zu sensorisch unerwünschten Eigenschaften. So wird z.B. bei Spargel mit zunehmender Lagerdauer Lignin in die Zellwand eingelagert (Abb. 1), wobei sich auch die Ligninstrukturen im Vergleich zum frischen Spargel verändern. Ähnliche Veränderungen konnten wir auch bei der Lagerung von Brokkoli beobachten.

Neben der Neubildung und der Veränderung bestehender Polymerstrukturen werden die physikochemischen Eigenschaften der Zellwände im Verlauf der Reifung und der Lagerung auch durch die Verknüpfung der Zellwandpolymere verändert, wobei Polysaccharide untereinander, aber auch mit Lignin und eventuell an Strukturproteine gekoppelt werden können. Obgleich experimentell bislang nicht bewiesen, nimmt man an, dass Uronsäuren als Bestandteile bestimmter Zellwandpolysaccharide Esterbindungen mit den Hydroxylgruppen anderer Polysaccharidmonomere ausbilden können. Darüber hinaus können polysaccharidgebundene phenolische Verbindungen wie die Ferulasäure oder die Sinapsäure über Oligomerisierung Zellwandpolysaccharide untereinander oder auch an Lignin und eventuell Proteine koppeln [3]. Für die Pflanze ist dieser Prozess aufgrund der damit einhergehenden Zellwandstabilisierung von Vorteil, für die sensorische Qualität der pflanzlichen Gewebe ist diese Quervernetzung unterschiedlich zu beurteilen. Während es möglich ist, dass die Verknüpfung von Zellwandpolymeren zu einer festeren Struktur und somit einer oft unerwünschten Textur von Gemüse beiträgt, können derartige Veränderungen auch zu einer durchaus erwünschten Kochstabilität bestimmter pflanzlicher Produkte führen, z.B. im Rahmen der Konservenherstellung.

Zellwandbestandteile als Ballaststoffe

Die Definition von Ballaststoffen ist seit Jahrzehnten Gegenstand reger Diskussionen. Unstrittig ist jedoch, dass die Polysaccharide der pflanzlichen Zellwand zum Ballaststoffkomplex gehören. Ebenso wird gemäß der Codex-Alimentarius-Definition in die Zellwand integriertes Lignin zu den Ballaststoffen gerechnet. Für Ballaststoffe werden generell ernährungsphysiologisch positive Wirkungen angenommen, wobei sich jedoch die Studienlage bezüglich vieler postulierter Wirkungen sehr heterogen darstellt. Dies ist zumindest teilweise darin begründet, dass in solchen Studien häufig nur die Ballaststoffmenge, aber weniger die Ballaststoffzusammensetzung Berücksichtigung findet. Allein die im Ballaststoffkomplex vorkommenden Polysaccharide weisen jedoch eine enorme strukturelle Vielfalt auf. Die Annahme, dass diese Polymere mit unterschiedlichsten physikochemischen Eigenschaften die gleichen bzw. vergleichbare ernährungsphysiologische Eigenschaften aufweisen, ist nicht nachvollziehbar. Auch die häufig getroffene Einteilung in lösliche und unlösliche Ballaststoffe oder Ballaststoffe aus Getreide, Obst oder Gemüse ist eine starke Vereinfachung, die wahrscheinlich zu der uneinheitlichen Datenlage bezüglich der ernährungsphysiologischen Eigenschaften von Ballaststoffen beiträgt. In eigenen Studien konnten wir z.B. zeigen, dass durch eine minimale strukturelle Veränderung, die Verknüpfung von Arabinoxylanen über oligomere Ferulasäuren, die physikochemischen und ernährungsphysiologischen Eigenschaften von aus Maiskleie isolierten Arabinoxylanen stark verändert werden können. Zuvor lösliche Arabinoxylane bildeten Gele aus, und in einer Fütterungsstudie mit Ratten wurde gezeigt, dass diese verknüpften Arabinoxylane in der Lage sind, den postprandialen Blutzuckerspiegel im Vergleich zu den nicht verknüpften Arabinoxylanen erheblich zu senken [4].

Die mikrobielle Fermentation von Ballaststoffpolysacchariden im Dickdarm ist wahrscheinlich für zahlreiche potenzielle ernährungsphysiologische Eigenschaften von Bedeutung. Ob und wie schnell die Zellwandpolysaccharide von der Darmmikrobiota metabolisiert werden, ist jedoch von der Feinstruktur der Polysaccharide abhängig. Bestimmte Struktureinheiten können von den Enzymen der Darmmikrobiota nicht oder nur langsam angegriffen werden. Auch die Interaktionen der Polysaccharide mit anderen Zellwandpolymeren, z.B. Lignin, können deren mikrobielle Abbaubarkeit beeinflussen, wie wir in In-vitro-Versuchen gezeigt haben [5].

Dem phenolischen Polymer Lignin kommt im Ballaststoffkomplex wahrscheinlich eine weitere wichtige Funktion zu. So konnten wir z.B. in In-vitro-Experimenten zeigen, dass Lignin heterozyklische aromatische Amine, die bei der Erhitzung bestimmter Lebensmittel gebildet werden können und teilweise mutagene Eigenschaften aufweisen, adsorbiert und so möglicherweise deren Absorption im Dünndarm unterbindet – eine Eigenschaft, die für die potenziell krebserregenden Eigenschaften bestimmter Ballaststofftypen von Interesse sein könnte [6].

→ mirko.bunzel@kit.edu

Literatur

- [1] Pena, M. J. & Carpita, N. C. (2004) *Plant Physiol.* 135, 130–1313
- [2] Segonne, S. M. et al. (2014) *BMC Plant Biol.* 14, 375/1–375/18, 18 pp
- [3] Bunzel, M. (2010) *Phytochem. Rev.* 9, 47–64
- [4] Vogel, B. et al. (2012) *J. Agric. Food Chem.* 60, 3847–3852
- [5] Funk, C. et al. (2007) *Mutat. Res.* 624, 41–48
- [6] Funk, C. et al. (2006) *J. Agric. Food Chem.* 54, 1860–1867

Foto: © fotolia.com | vege, © istockphoto.com | jrroman



Westfalen

Bei Spezialgasen sind wir pingelig.

Aber nur, damit Sie sich bei Ihren hohen Anforderungen auf uns verlassen können.

NEU

Alumini® 70 mit universellem Anschluss.

Westfalen sind pingelig. Vor allem, wenn es um die Reinheit und Verlässlichkeit unserer Spezialgase geht. Aber auch, um Ihr Tagesgeschäft noch flexibler und wirtschaftlicher zu machen. Zum Beispiel mit unserem kompletten Alumini®-Kleingebinde-Sortiment. Erfahren Sie mehr unter alumini.westfalen.com.

Kaffee und DNA- Integrität

Regelmäßiger Kaffeeconsum schützt
das Erbmateriale vor Strangbrüchen

Dr. Tamara Bakuradze und
Prof. Dr. Elke Richling

Fachrichtung Lebensmittelchemie und
Toxikologie, Technische Universität Kaiserslautern

Easy to Choose. Easy to Use.

Simultane Thermische Analyse

Kaffee zählt zu den populärsten und am häufigsten konsumierten Getränken weltweit. In Deutschland werden jährlich mehr als 160l Kaffee konsumiert [1]. Neben dem angenehmen Aroma und Geschmack des Kaffees spielt dabei auch die anregende Wirkung durch das im Kaffee enthaltene Koffein eine bedeutende Rolle. Kaffee ist eine komplexe Mischung aus über 1.000 verschiedenen Substanzen, von denen einige eine biologische Aktivität besitzen: Unter anderem wurden antioxidative, antikarzinogene und antimutagene Eigenschaften beobachtet. Kaffee enthält neben Kohlenhydraten, Lipiden, Proteinen und freien Aminosäuren sekundäre Pflanzenstoffe wie Alkaloide (vor allem Koffein und Trigonellin), Phenolcarbonsäuren (z.B. Chlorogensäuren), Röstprodukte sowie Diterpene (Cafestol, Kahweol), Vitamin B3 (Niacin) und Mineralstoffe [2].

Neuere epidemiologische Studien deuten auf ein gesundheitsförderndes Potenzial des Kaffees hin. So wird ein moderater Kaffeekonsum mit einem verminderten Risiko für chronische Erkrankungen wie Diabetes mellitus Typ 2, Parkinson'sche Krankheit, kardiovaskuläre Erkrankungen oder bestimmte Krebsarten in Verbindung gebracht [3, 4]. Gerade die Entstehung von Krebs wird überwiegend mit der Einwirkung einer Vielzahl exogener Kanzerogene assoziiert, denen der Mensch in seinem natürlichen Umfeld ausgesetzt ist. Aber auch die im Körper entstehenden reaktiven Sauerstoffspezies (ROS) und andere Stoffwechselprodukte können das Erbgut schädigen. Die Einwirkung dieser Faktoren führt zu Veränderung der Erbsubstanz (DNA) einer Zelle. Um Folgeschäden durch die Veränderung der DNA zu reduzieren, besitzen Zellen bestimmte Schutzmechanismen, z.B. zahlreiche Reparatursysteme für DNA-Schädigung [5]. Kommt es zur Überlastung dieser Systeme, steigt das Risiko an Mutationen und damit letztlich an maligner Zelltransformation. Einige Krankheiten (Krebs, chronische Entzündungsprozesse, möglicherweise auch neurodegenerative Erkrankungen) sind mit DNA-Schädigung und fehlerhafter DNA-Reparatur assoziiert. Die Integrität der DNA hat somit große Bedeutung für die menschliche Gesundheit. Verschiedene experimentelle Untersuchungen haben gezeigt, dass die Aufnahme von protektiv wirksamen Substanzen aus Kaffeegetränken hierzu beitragen kann [6].

Untersuchung der DNA-Strangbrüche

Eine DNA-protective Wirkung durch Kaffeekonsum ist seit einigen Jahren bekannt. Schon vor Jahren wurde berichtet, dass Kaffeekonsum mit verringerter DNA-Schädigung korreliert,

wobei die Strangbruchrate der DNA in peripheren weißen Blutkörperchen mittels Comet-Assay bestimmt wurde [7, 8]. Durch Behandlung der DNA mit läsionspezifischen Reparaturenzymen wie Formamidopyrimidin-DNA-Glykosylase (FPG) und Endonuklease III kann bei dieser Methode zwischen DNA-Brüchen als Folge oxidativer Schädigung und anderen, z. B. durch aktivierte Kanzerogene oder durch Wasserstoffperoxid induzierte Schäden, differenziert werden. Beide Typen an DNA-Schäden wurden durch Kaffeekonsum (600 bzw. 1000ml/Tag über jeweils 5 Tage) reduziert [7, 8]. Zwei weitere Studien zeigten ähnliche Ergebnisse [9, 10]. Unsere Gruppe hat die Methode des Comet Assays so optimiert, dass es möglich ist, sowohl die Basisschädigung als auch induzierte (z. B. durch Oxidation) DNA Strangbrüche direkt im Vollblut (ohne vorherige Isolierung der Lymphozyten) zu erfassen. Basis- oder Hintergrund-DNA-Strangbrüche können z.B. als Folge unvollständiger oder nicht reparierter DNA-Läsionen auftreten, die durch exogene (z.B. aus Nahrung und Umwelt stammende) oder endogene (z.B. aus dem physiologischen Stoffwechsel gebildete) genotoxische Agentien entstehen können. Ergebnisse aus Interventionsstudien ergaben, dass ein vierwöchiger Kaffeekonsum sowohl die gesamten als auch die Basis- oder Hintergrund-DNA-Schäden reduzierte [11, 12, 13]. In der ersten Studie (insg. 12 Wochen) war nach vierwöchigem Kaffeekonsum (750ml/Tag) bei den 33 männlichen Probanden eine deutliche Abnahme sowohl der gesamten als auch Basis-DNA-Strangbrüche in peripheren weißen Blutzellen zu beobachten [11]. In einer zweiten, 20-wöchigen Folgestudie mit 84 männlichen und weiblichen Probanden wurden nach dem Konsum von zwei unterschiedlichen Kaffeegetränken (jeweils 750ml/Tag) ebenfalls sowohl



100% NETZSCH zum besten
Preis-Leistungsverhältnis
www.netzsch.com/n14367

STA 449 **F5 Jupiter**®: Der neue
Standard für TG-DSC-Messungen

- Universell: Für Anwendungen bis 1600 °C.
- Komfortabel: Dank von oben zugänglichem Probenhalter und schwenkbarer Ofenhubvorrichtung.
- Zeitsparend: Erheblich geringerer Messaufwand durch TG-BeFlat® Basislinienkorrektur



STA 449 **F5 Jupiter**®

NETZSCH

NETZSCH-Gerätebau GmbH
Wittelsbacherstraße 42
95100 Selb
Tel.: +49 9287 881-0
at@netzsch.com



Elke Richling, Jg. 1967, studierte Chemie an der Eberhard-Karls-Universität Tübingen und anschließend Lebensmittelchemie an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg. Ab 2006 leitete sie als Juniorprofessorin eine Nachwuchsgruppe an der Technischen Universität Kaiserslautern. Im Jahr 2009 habilitierte sie sich in Lebensmittelchemie an der Universität Würzburg. Seit Juli 2009 ist sie Professorin für Lebensmittelchemie und Molekulare Ernährungsforschung im Fachbereich Chemie an der TU Kaiserslautern. Dort leitet sie eine Arbeitsgruppe, die sich schwerpunktmäßig mit Fragen der Wirkung und Verfügbarkeit von Lebensmittelinhaltsstoffen im menschlichen Körper beschäftigt. Hierbei bearbeitet sie Fragestellungen zu Vorkommen, Metabolismus und Wirkmechanismen von Nahrungsbestandteilen.



Tamara Bakuradze, Jg. 1971, studierte zunächst Lebensmitteltechnologie an einer georgischen Agraruniversität (Tiflis/Georgien). Danach studierte sie von 2001 bis 2006 Lebensmittelchemie an der Technischen Universität Kaiserslautern, wo sie bei Prof. Dr. Gerhard Eisenbrand über antioxidative Eigenschaften von Kaffee promovierte. Seit 2010 arbeitet sie als wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Arbeitsgruppe von Frau Prof. Dr. Elke Richling an der TU Kaiserslautern, Fachrichtung Lebensmittelchemie und Toxikologie, Molekulare Ernährungsforschung. Dort beschäftigt sie sich mit der Wirkung von Lebensmittelinhaltsstoffen auf den menschlichen Körper.

mit chemopräventiven Eigenschaften begründet. Diskutiert werden neben Chlorogensäuren (quantitativ dominierende phenolische Verbindungen im Kaffee) und Röstprodukten (Melanoidinen), die ebenfalls ausgeprägte antioxidative Wirkungen *in vitro* und *in vivo* besitzen, auch Inhaltsstoffe wie Trigonellin und sein Röstprodukt N-Methylpyridinium (NMP). Diese Stoffe können direkt protektiv (antioxidativ) wirken oder können indirekt über den Transkriptionsfaktor Nrf2 eine gesteigerte zelluläre Abwehr durch Aktivierung der Expression des sog. Antioxidant-Responsive-Elements (ARE) in der DNA auslösen. Dies führt zu vermehrter Bildung ARE-abhängiger Enzyme wie z.B. Katalase, Glutathionperoxidase, Superoxiddismutase, Glutathion-S-Transferase, NAD(P)H Chinon-Oxidoreduktase 1, γ -Glutamylcysteinyligase, sowie erhöhter Bereitstellung von zellulären Antioxidantien (z.B. Glutathion) [14, 11]. Einen Einfluss auf die Zellproliferation, Inflammation und Apoptose konnte ebenfalls nachgewiesen werden [4].

Zusammenfassung

Die Gesamtergebnisse der Studien zeigen, dass regelmäßiger moderater Kaffeekonsum mit einer Verminderung von DNA-Schäden korreliert. Dies steht im Einklang mit experimentellen und epidemiologischen Beobachtungen, in denen Kaffeekonsum mit gesundheitsfördernden

gesamte als auch Basis-DNA-Strangbrüche signifikant reduziert [12]. Abschließend wurde eine weitere randomisierte und kontrollierte Studie mit 84 gesunden männlichen Probanden (Alter: 19–50, Body Mass Index, BMI: 19–32) durchgeführt [13]. Nach vierwöchiger Kaffeekarenz („Wash-out-Phase“) wurden von einer Gruppe von 42 Probanden über einen Zeitraum von vier Wochen dreimal täglich 250 ml (insg. 750 ml Kaffeegetränk) eines antioxidantienreichen Studienkaffees (Kaffeegruppe) getrunken. Eine Parallelgruppe (n=42) erhielt nach einer ebenfalls vier Wochen dauernden Wash-out-Phase statt Kaffee dreimal täglich 250 ml Wasser (Kontrollgruppe). Am Ende jeder Phase wurden Blutentnahmen zur Bestimmung der

spontanen DNA-Strangbrüche in peripheren weißen Blutzellen (Comet Assay, Abb. 1) durchgeführt. In der Kontrollgruppe wurde ein Anstieg der Basis-DNA-Strangbrüche nach vierwöchigem Wasserkonsum beobachtet. Im Gegensatz dazu zeigte vierwöchiger Kaffeekonsum in der Kaffeegruppe eine Abnahme der Strangbrüche um nahezu ein Drittel des Wertes der Kontrollgruppe (Abb. 2).

Inhaltsstoffe im Kaffee aktivieren protektive Enzyme

Die nach Kaffeekonsum beobachtete Reduktion der DNA-Strangbrüche wird in erster Linie mit der erhöhten Aufnahme von Koffeinhaltstoffen

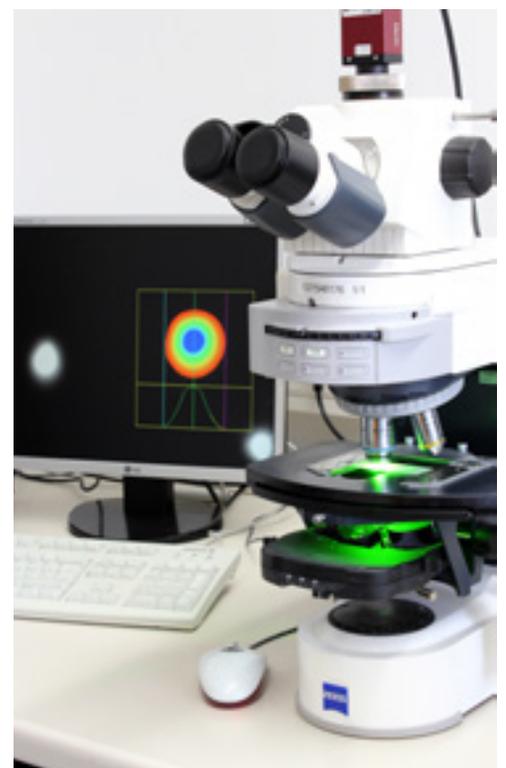


Abb. 1 Detektion der DNA-Strangbrüche mittels Comet Assay

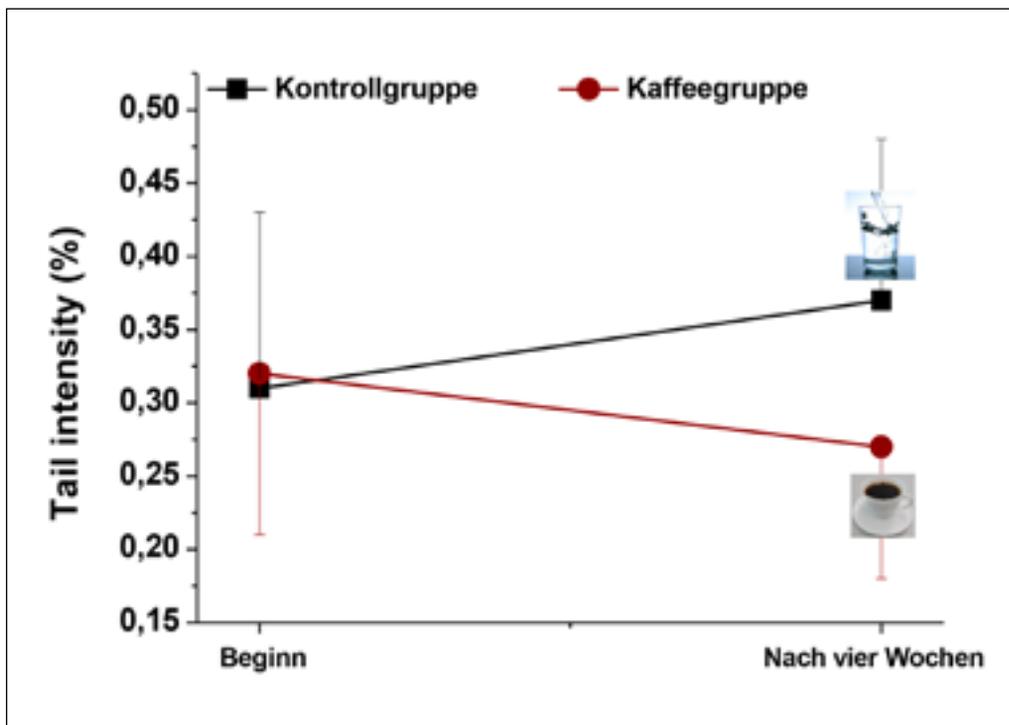


Abb. 2 Basis-DNA-Strangbrüche in peripheren weißen Blutzellen der 84 Probanden (Kontrollgruppe n=42, Kaffeegruppe n=42). Ergebnisse sind dargestellt als Tail-Intensity in Prozent (TI-%) und zeigen Mittelwerte und Standardabweichung.

Eigenschaften assoziiert ist. Auf Grund der komplexen Matrix und Vielzahl der Inhaltsstoffe des Kaffees und seiner Wechselwirkungen im menschlichen Körper ist es im Einzelnen schwer zu erfassen, welche Inhaltsstoffe dabei für die beobachteten Wirkungen maßgeblich verantwortlich sind.

→ bakuradze@chemie.uni-kl.de
 → richling@chemie.uni-kl.de

Literatur

- [1] Deutscher Kaffeeverband e.V., 2014
- [2] Richling, E. & Habermeyer, M. (2014) *Chemie in unserer Zeit*, 48, 12–20
- [3] Floegel et al. (2012) *Am. J. Clin. Nutr.*, 95, 901–8
- [4] Böhn et al. (2014) *Mol. Nutr. Food Res.*, 58, 915–930
- [5] Schärer, O. D. (2003) *Angew. Chem. Int. Ed.*, 42, 2946–2974
- [6] Tunnicliffe, J. M. & Shearer, J. (2008) *Appl. Physiol. Nutr. Metab.*, 33, 1290–1300
- [7] Steinkellner et al. (2005) *Mutat. Res.*, 591, 264–75
- [8] Bichler et al. (2007) *Food Chem. Toxicol.*, 45, 1428–1436
- [9] Mistik et al. (2011) *Mutat. Res.*, 692, 42–48
- [10] Hoelzl et al. (2010) *Mol. Nutr. Food Res.*, 54, 1722–1733
- [11] Bakuradze et al. (2011) *Mol. Nutr. Food Res.*, 55, 793–797
- [12] Bakuradze et al. (2014) *Food Res. Int.*, 63, 420–427
- [13] Bakuradze et al. (2015) *Eur. J. Nutr.*, 54, 149–156
- [14] Volz et al. (2012) *J. Agric. Food Chem.*, 60, 9631–9641

Foto: © PantherMedia \ leonello calvetti, Henrik5000

Dispensette® S

Flaschenaufsatzdispenser

Die neue Generation!



- Wir machen das Dosieren noch leichter!**
- Schnelleres Entlüften**
- Weniger Kraftaufwand**
beim Dosieren
- Volumenfixierung durch Zahnleiste**
- Neue Dosierkanüle**
mit und ohne Rückdosierventil
- Neues Ventilsystem**
keine Dichtringe nötig
- Neue Größe 1 ml**



NEU!





BRAND GMBH + CO KG
Postfach 11 55 · 97861 Wertheim · Tel.: +49 9342 808-0 · info@brand.de · www.brand.de

toxikologie

Faszination Darm

Wie DNA-Reparaturprozesse die Darmkrebsentstehung beeinflussen

Dr. Jörg Fahrer

Institut für Toxikologie, Universitätsmedizin Mainz

Der Darm ist das größte Organ des Menschen und hat vielfältige Funktionen, die von der Nahrungsaufnahme bis hin zur Immunabwehr reichen. Die Ernährung ist ein wichtiger Faktor für die Darmgesundheit und spielt eine wesentliche Rolle bei der Entstehung von Darmkrebs, der dritthäufigsten Krebserkrankung weltweit. Krebserzeugende Nahrungsbestandteile können das Erbgut schädigen und so Krebs auslösen. Dagegen schützen uns DNA-Reparaturprozesse, die durch Naturstoffe moduliert werden können.

Gefährliche Nahrung

In unserer Nahrung finden sich zahlreiche Stoffgruppen, die mit der Entstehung von Darmkrebs verknüpft sind (Abb. 1). Diese können bei der Zubereitung der Lebensmittel erzeugt werden (z.B. beim Braten, Grillen und Räuchern) oder bereits in der Nahrung vorhanden sein. Neuere Studien weisen darauf hin, dass vor allem N-Nitrosoverbindungen in Kombination mit Häm-Eisen eine herausragende Bedeutung bei der Entstehung von Darmkrebs zukommt [1]. Zu den N-Nitrosoverbindungen (NOC) zählen Nitrosamide und Nitrosamine, die überwiegend in Lebensmitteln zu finden sind, aber auch in Kosmetika und im Tabakrauch vorhanden sind. Darüber hinaus können diese Stoffe im Magen und Dickdarm erzeugt werden. NOC besitzen alkylierende Wirkung und schädigen die DNA, wobei mutagene und kanzerogene DNA-Basen wie N7-Methylguanin (N7-MeG) und O⁶-Methylguanin (O⁶-MeG) gebildet werden.

Häm enthält ein zentrales Eisen(II)-Ion und ist die prosthetische Gruppe von Hämoglobin sowie Myoglobin, die beide eine zentrale Rolle im Sauerstofftransport spielen. Häm-Eisen kommt in höheren Mengen in rotem Fleisch (Rindfleisch) vor, dessen Verzehr mit einem signifikant erhöhten Risiko für Darmkrebs verknüpft ist [2]. Als zugrunde liegende Mechanismen der Hämassozierten Darmkanzerogenese werden unter anderem eine gesteigerte Zellproliferation und die Induktion von prä-mutagenen DNA-Schäden im Dickdarm diskutiert. Häm-Eisen katalysiert zum einen die Bildung von reaktiven Sauerstoffspezies, die DNA-Schäden wie 8-Oxoguanin (8-OxoG) verursachen. Als Sekundärprodukte entstehen dabei reaktive Aldehyde wie Malondialdehyd und 4-Hydroxy-nonenal, welche ebenfalls DNA-Addukte bilden. Zum anderen zeigten mehrere Studien, dass Häm-Eisen zu einer verstärkten endogenen Bildung von NOC führt, die wiederum DNA-Läsionen wie O⁶-MeG induzieren.

Verschiedene DNA-Reparaturprozesse sind an der Behebung dieser kritischen Schäden beteiligt. Das DNA-Reparaturprotein O⁶-Methylguanin-DNA-Methyltransferase (MGMT) ist für die Reparatur von O⁶-MeG zuständig, wohingegen die Basenschäden 8-OxoG und N7-MeG im Rahmen der Basenexzisionsreparatur (BER) durch spezifische DNA-Glykosylasen entfernt werden (Abb. 2).

Eine wichtige Barriere: die DNA-Reparatur

Um die Bedeutung von DNA-Reparaturfaktoren bei der Darmkrebsentstehung genauer zu untersuchen, haben wir ein Mausmodell der kolorektalen Kanzerogenese etabliert (Abb. 3a). Dieses beruht auf der alkylierenden Verbindung Azoxymethan (AOM), die mit den NOC verwandt ist und als Tumorigen wirkt. Kombiniert wird AOM mit dem negativ geladenen Polysaccharid Dextran-Natriumsulfat (DSS), das eine Entzündung des Dickdarms (Colitis) auslöst und so als Tumorpromotor wirkt. Mithilfe eines schonenden Miniendoskopieverfahrens sind wir in der Lage, die Tumorzahl im Dickdarm zu quantifizieren und das Tumorstadium über die Zeit zu verfolgen (Abb. 3b). Die durch AOM/DSS erzeugten Dickdarntumore in Mäusen weisen typische Eigenschaften humaner Tumore auf, wie z.B. Mutationen im KRAS-Onkogen, eine veränderte subzelluläre Lokalisation von β -Catenin und eine verstärkte Expression des Inflammationsmarkers COX-2 (Abb. 3c). Unsere Studien mit DNA-Reparaturkompetenten Mäusen und transgenen Mausstämmen mit Defekten in relevanten DNA-Reparaturgenen (MGMT^{-/-}, AAG^{-/-}) zeigen, dass sowohl MGMT als auch AAG gegenüber der NOC-induzierten kolorektalen Kanzerogenese schützen (Abb. 3d) [1, 3]. In Einklang hierzu wurde beobachtet, dass MGMT bei rund 40% aller sporadischen Dick-

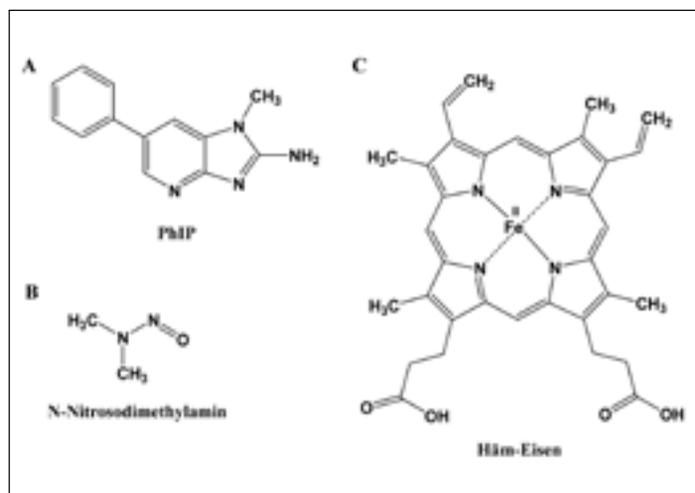


Abb. 1 An der Darmkrebsentstehung beteiligte karzinogene Stoffe. **A** 2-Amino-1-methyl-6-phenylimidazo(4,5-b)pyridin (PhIP) ist ein heterozyklisches aromatisches Amin, das bei der Nahrungszubereitung entsteht. **B** N-Nitrosodimethylamin gehört zur Klasse der N-Nitrosoverbindungen, die in Lebensmitteln vorkommen und endogen im Magen-Darm-Trakt gebildet werden. **C** Häm-Eisen ist vor allem in rotem Fleisch wie z.B. Rindfleisch zu finden und spielt eine physiologische Rolle im Sauerstofftransport.



ready-to-use

REAGENZIEN und
CHEMIKALIEN

für jeden und
den speziellen Bedarf

Direkt bestellen:

0800/56 99 000
gebührenfrei

bestellungen@carlroth.de

oder unter www.carlroth.de



LABORBEDARF



LIFE SCIENCE



CHEMIKALIEN



CARL ROTH GmbH + Co. KG

Schoemperlenstr. 3-5 · 76185 Karlsruhe
Tel. 0721/56 06 0 · Fax 0721/56 06 149
info@carlroth.de · www.carlroth.de

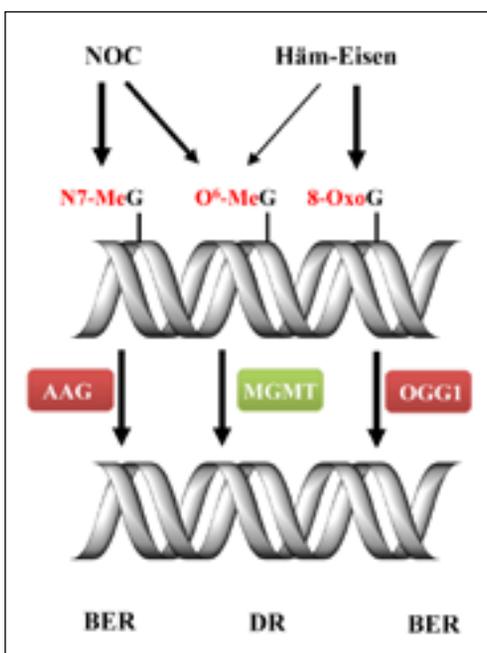
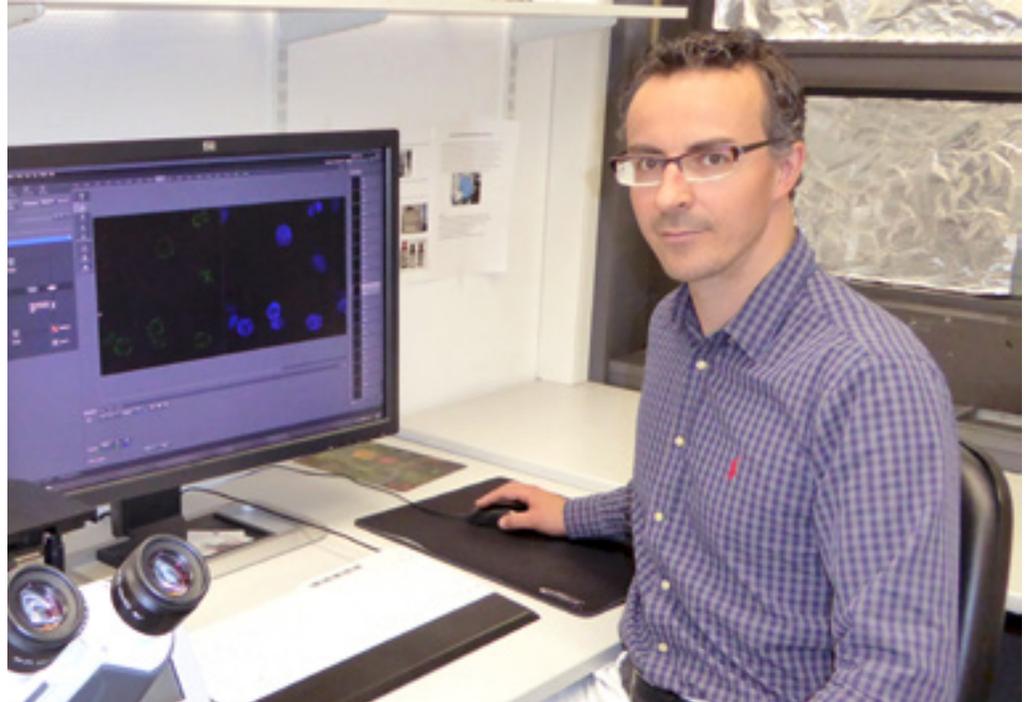


Abb. 2 Reparatur von DNA-Schäden, induziert durch Häm-Eisen und NOC. NOC verursachen vor allem N7-Methylguanin (N7-MeG)-DNA-Addukte, die durch das Reparaturprotein N-Alkyladenin-DNA-Glykosylase (AAG) im Rahmen der Basenexzisionsreparatur (BER) behoben werden. Sowohl NOC als auch Häm-Eisen generieren O⁶-Methylguanin (O⁶-MeG)-DNA-Addukte, die der direkten Reparatur (DR) mittels MGMT unterliegen. Weiterhin induziert Häm-Eisen die DNA-Läsion 8-Oxoguanin (8-OxoG), die durch die 8-Oxoguanin-DNA-Glykosylase 1 (OGG1) bei der BER entfernt werden.

darmkarzinome des Menschen bereits im frühen Stadium inaktiviert und mit Mutationen im KRAS-Onkogen assoziiert ist.

Zurzeit wird von uns die Bedeutung des DNA-Reparaturproteins Poly(ADP-Ribose) Polymerase-1 (PARP-1) bei der Colitis-assoziierten Dickdarmkrebsentstehung eingehender untersucht. Diese synthetisiert nach Aktivierung durch DNA-Strangbrüche das Biopolymer Poly(ADP-Ribose) [4] und reguliert so unter anderem die Basenexzisionsreparatur, aber auch entzündliche Prozesse [5].



Jörg Fahrer, Jg. 1978, studierte Lebensmittelchemie an der Universität Karlsruhe und promovierte 2007 an der Universität Konstanz am Fachbereich Biologie mit summa cum laude. Von 2008 bis 2011 war er als Postdoktorand am Institut für Pharmakologie und Toxikologie des Universitätsklinikums Ulm tätig. Seit 2012 ist er Gruppenleiter am Institut für Toxikologie der Universitätsmedizin Mainz. Sein Forschungsschwerpunkt liegt auf der Rolle der DNA-Schadensantwort und -Reparatur bei der Darmkrebsentstehung sowie deren Modulation durch Ernährungsfaktoren und Naturstoffe. Neben seiner Lehr- und Forschungstätigkeit ist er Dozent im Studiengang Lebensmittelchemie am Karlsruher Institut für Technologie. Im Jahr 2010 schloss Dr. Fahrer seine Weiterbildung zum Fachtoxikologen (DGPT) ab und ist im Arbeitskreis Karzinogenese der Gesellschaft für Toxikologie aktiv. Für seine wissenschaftlichen Arbeiten wurde er u.a. mit dem Proctor & Gamble-Förderpreis, dem Nycomed-Preis und dem Young Scientist Toxicology Award von Merck ausgezeichnet.

Modulation der DNA-Reparatur durch Naturstoffe

DNA-Reparaturproteine wie MGMT und PARP-1 enthalten kritische Thiol-Gruppen, die von essenzieller Bedeutung für deren Aktivität sind. Bei der Reparatur von O⁶-MeG-DNA-Addukten wird die Methylgruppe von der geschädigten DNA-Base auf die Thiol-Gruppe des katalytisch aktiven Cystein-Rests von MGMT übertragen. Eine Oxidation oder kovalente Modifikation des Cys-145 führt zum Verlust der Reparaturaktivität. Bisher sind einige Stoffe bekannt, welche die

Aktivität von MGMT auf Protein- und/oder Aktivitätsebene modulieren. Antioxidantien wie N-Acetylcystein und Naturstoffe wie Curcumin können die Aktivität von MGMT erhöhen [6], wohingegen das Polyphenol Resveratrol die Expression von MGMT herunterreguliert [7]. Die natürlich vorkommende Disulfidverbindung α -Liponsäure (LA) besitzt ebenfalls antioxidative Eigenschaften und steigert den zellulären Vorrat an Cystein und Glutathion [8], die wichtige Komponenten für die MGMT-Synthese bzw. Aktivität darstellen. LA weist eine akti-

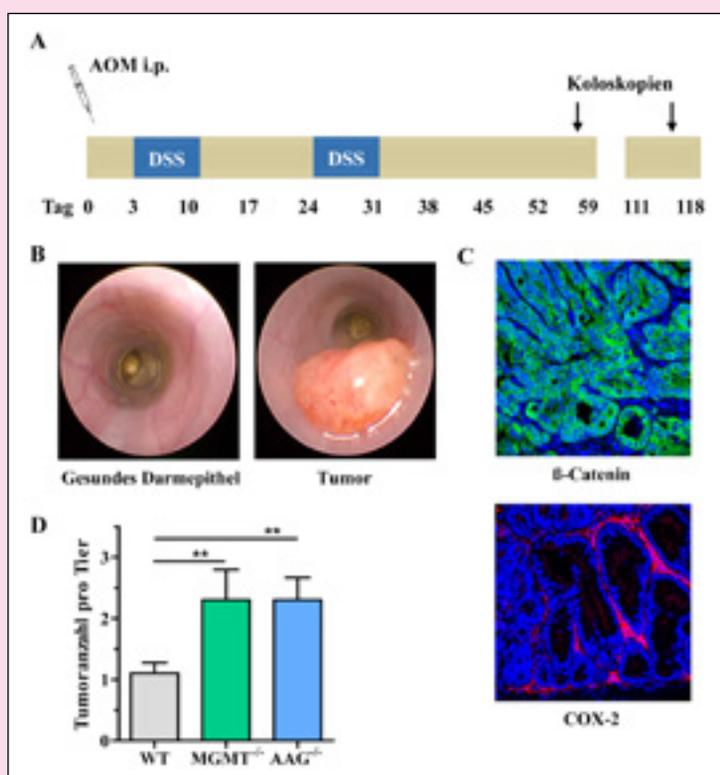


Abb. 3 AOM/DSS-Modell der kolorektalen Karzinogenese. **A** Schema des AOM/DSS-Modells. **B** Miniendoskopische Aufnahmen von gesunder Darmschleimhaut (links) und einem großen Dickdarmtumor (rechts). **C** Immunhistochemische Färbung von β -Catenin (grün) und COX-2 (violett) im Tumorgewebe. Blau dargestellt sind die Zellkerne. **D** Tumoranzahl in DNA-Reparatur-kompetenten, wildtypischen Mäusen (WT) sowie in DNA-Reparaturdefekten Mäusen (MGMT^{-/-} und AAG^{-/-}) 8 Wochen nach Injektion von 5 mg AOM/kg Körpergewicht (n \geq 10). **, p < 0,001 im Vergleich zum WT.

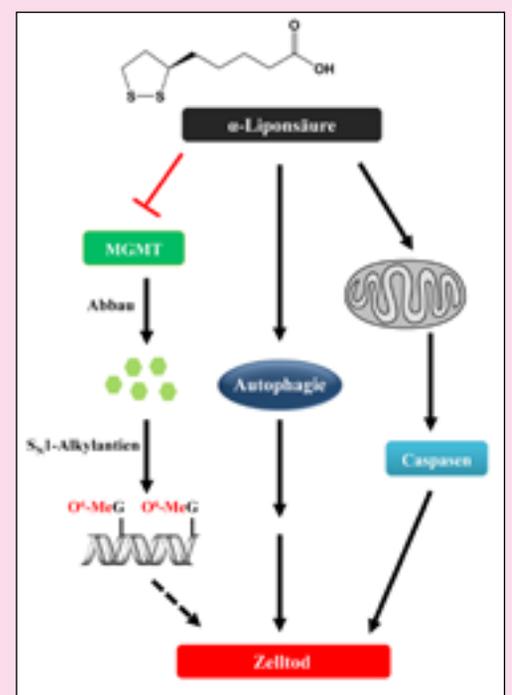


Abb. 4 Zelluläre Wirkung von α -Liponsäure auf DNA-Reparatur und Zelltod. Erläuterungen sind im Text gegeben.

vierte Disulfidfunktion auf, weshalb sie potenziell mit anderen Thiol-Gruppen abreagieren kann.

Um den Einfluss von LA auf MGMT genauer zu untersuchen, haben wir zunächst das Reparaturprotein rekombinant exprimiert. Es konnte gezeigt werden, dass LA die Aktivität von MGMT in vitro durch Modifikation des katalytischen Cys-145 inhibiert, wohingegen deren reduzierte Form Dihydroliponsäure keinen Einfluss hatte [9]. Die Inkubation von Dickdarmkrebszellen mit LA führte zur Abnahme der zellulären MGMT-Aktivität und nachfolgend zur Depletion von MGMT auf Proteinebene, ohne die MGMT-mRNA-Expression zu beeinflussen (Abb. 4). Gleichzeitig bewirkte LA eine Autophagieinduktion, wobei diese nicht ursächlich mit dem MGMT-Abbau verknüpft war. Als Folge der MGMT-Degradation sind die LA-behandelten Zellen empfindlicher für die DNA-schädigende Wirkung von S_N1-Alkylantien wie dem Zytostatikum Temozolomid (TMZ), das eine deutlich größere Menge an O⁶-MeG-DNA-Addukten erzeugen kann (Abb. 4). Zudem erhöhte LA die Zytotoxizität von TMZ in TMZ-resistenten Dickdarmkrebszelllinien, sodass LA möglicherweise unterstützend in der Tumorthherapie eingesetzt werden könnte.

Einleitung des Zelltods durch Naturstoffe

Mittlerweile verdichten sich die Hinweise, dass LA neben ihren antioxidativen Eigenschaften ein antitumorogenes Potenzial besitzt. Um diesen Aspekt genauer zu adressieren, wurde die zytotoxische Wirkung von LA in verschiedenen Dickdarmkrebszellen genauer analysiert und eine mögliche Potenzierung des Zytostatikums 5-Fluorouracil (5-FU) überprüft. In dieser Studie konnten wir zeigen, dass LA in den Tumorzellen vor allem caspaseabhängige, aber auch caspaseunabhängige Zelltodwege einleitet (Abb. 4), wobei diese ohne Beteiligung des Tumorsuppressors und Apoptose-Regulators p53 ablaufen [10]. Interessanterweise ist LA dabei selbst nicht DNA-schädigend. Weiterhin konnte nachgewiesen werden, dass LA die zytotoxischen Effekte des Antimetaboliten 5-FU in diversen Dickdarmkrebszelllinien verstärkt, was LA zu einem möglichen Kandidaten für die Tumorthherapie macht.

Ausblick

DNA-Reparaturprozesse spielen eine äußerst wichtige Rolle beim Schutz vor (Darm-)Krebs. Ein genaueres Verständnis der kritischen Reparaturprozesse sowie deren Beeinflussung durch Nahrungsfaktoren erlauben die Identifizierung von Populationen mit einem erhöhten Krebsrisiko, eine verbesserte (Chemo-)Prävention von Krebserkrankungen und die Modulation der Reparaturprozesse im Rahmen einer Krebstherapie. Die Arbeiten werden durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft und die Universitätsmedizin Mainz unterstützt.

→ fahrer@uni-mainz.de

→ www.unimedizin-mainz.de/toxikologie/projektgruppen-und-arbeitsgebiete/gruppen/dr-joerg-fahrer.html

Literatur

- [1] Fabrer, J. & Kaina, B. (2013) *Carcinogenesis* 34(11), 2435–42
 - [2] Bastide, N.M. & Pierre, F.H. (2011) *Cancer Prev. Res. (Phila)* 4(2), 177–84
 - [3] Wirtz, S. et al. (2010) *Carcinogenesis* 31(12), 2111–7
 - [4] Fabrer, J. et al. (2007) *Nucleic Acids Res.* 35(21), e143
 - [5] Mangerich, A. & Burkle, A. (2012) *Oxid. Med. Cell. Longev.* 2012, 321653
 - [6] Niture, S.K. et al. (2007) *Carcinogenesis* 28(2), 378–89
 - [7] Huang, H. et al. (2012) *Oncol. Rep.* 27(6), 2050–6
 - [8] Rochette, L. et al. (2013) *Mol. Nutr. Food Res.* 57(1), 114–25
 - [9] Göder, A. et al. (2015) *Carcinogenesis*, in Druck
 - [10] Dörsam, B. et al. (2014) *Arch. Toxicol.*, in Druck
- Foto: © istockphoto.com | Lammeyer

Ihr Labor. Unterwegs. Spectroquant® Move für die Desinfektions- kontrolle

Alles, was Sie unterwegs für die Wasseranalyse benötigen:
Mit dem kleinen, tragbaren Colorimeter weisen Sie verlässlich
alle wichtigen Parameter zur Desinfektionskontrolle
(Cl₂/O₃/ClO₂/CyA/pH) in Trinkwasser und Abwasser nach.

- **Schnelle** und einfache mobile Analysen mit nur einem Gerät
- **Große Bandbreite** an Messbereichen – 100 Parameter programmiert
- **IP-Schutzklasse 68** – zuverlässige Analysen auch in feuchter und staubiger Umgebung
- **Präzise Messresultate** durch analytische Qualitätssicherung und Dokumentation



www.merckmillipore.com/move-disinfection-control

Merck Millipore ist eine Sparte von 

Merck, Merck Millipore und das M-Logo sind Marken der Merck KGaA, Darmstadt, Deutschland.
© 2015 Merck KGaA, Darmstadt, Deutschland. Alle Rechte vorbehalten.

Im Profil

Max Rubner-Institut

Zentrum der Lebensmittel- und Ernährungsforschung

Prof. Dr. Dr. Gerhard Rechkemmer und Dr. Iris Lehmann

Max Rubner-Institut – Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel

Das Max Rubner-Institut (MRI), Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel, erarbeitet wissenschaftliche Entscheidungsgrundlagen für das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) auf dem Gebiet der Ernährung und der Lebensmittel. Zugleich hat es laut Satzung die Aufgabe, die wissenschaftlichen Erkenntnisse zum Nutzen des Gemeinwohls zu erweitern.

Forschungsschwerpunkt des Max Rubner-Instituts ist der gesundheitliche Verbraucherschutz im Ernährungsbereich. Gegründet wurde das MRI als selbstständige Bundesoberbehörde unter der Leitung eines wissenschaftlichen Präsidenten am 1. Januar 2008 als Nachfolgeeinrichtung mehrerer vorher bestehender Forschungsanstalten. Neben dem Hauptsitz in Karlsruhe verfügt das Max Rubner-Institut über weitere Standorte in Kiel, Detmold und Kulmbach sowie eine Fachabteilung in Hamburg. Gegenwärtig hat das MRI etwa 700 Mitarbeiter, hiervon ca. 150 Wissenschaftler auf festen Planstellen, ca. 30 auf zeitlich befristeten Projektstellen und gegenwärtig 23 Doktoranden.

Qualität, Sicherheit, Ernährung und Gesundheit – übergreifende Aufgaben

Insgesamt acht Institute bearbeiten das große Aufgabengebiet: Dabei werden in vier vertikalen Instituten die bedeutendsten Lebensmittelgruppen (Fleisch; Obst und Gemüse; Getreide, Kartoffeln, pflanzliche Öle und Fette; Milch und Fisch) entlang der gesamten Produktionskette (from farm to fork) im Hinblick auf Qualitäts- und Sicherheitsaspekte untersucht. Vier horizontale Institute forschen zu übergreifenden Aufgaben in den Bereichen Mikrobiologie und Biotechnologie, Lebensmittel- und Bioverfahrenstechnik, Ernährungsphysiologie und

Ernährungsverhalten. Die MRI-Institute befinden sich in einem Spannungsfeld – zum einen ein breites Wissen zu allen denkbaren Fragen bezüglich spezifischer Lebensmittel und zu übergreifenden Themen vorzuhalten, um bei akutem Bedarf Stellungnahmen für das BMEL zu erarbeiten, zum anderen, um auch im Rahmen der Vorlauftforschung Projekte auf wissenschaftlich hohem Niveau zu wichtigen Forschungsfragen durchzuführen. Parallel dazu müssen Methoden (weiter-)entwickelt und etabliert werden, um die Qualität und Sicherheit von Lebensmitteln am Ende der Produktionskette festzustellen und zu bewerten. Das MRI hat dabei den unter allen ähnlichen wissenschaftlichen Institutionen Deutschlands einmaligen Vorteil, sowohl auf langjähriges, tiefgehendes Lebensmittel- und lebensmitteltechnologisches Wissen zurückgreifen zu können als auch auf die Institute, die die Wirkung der Ernährung auf die Gesundheit sowie das Ernährungsverhalten im Fokus haben.

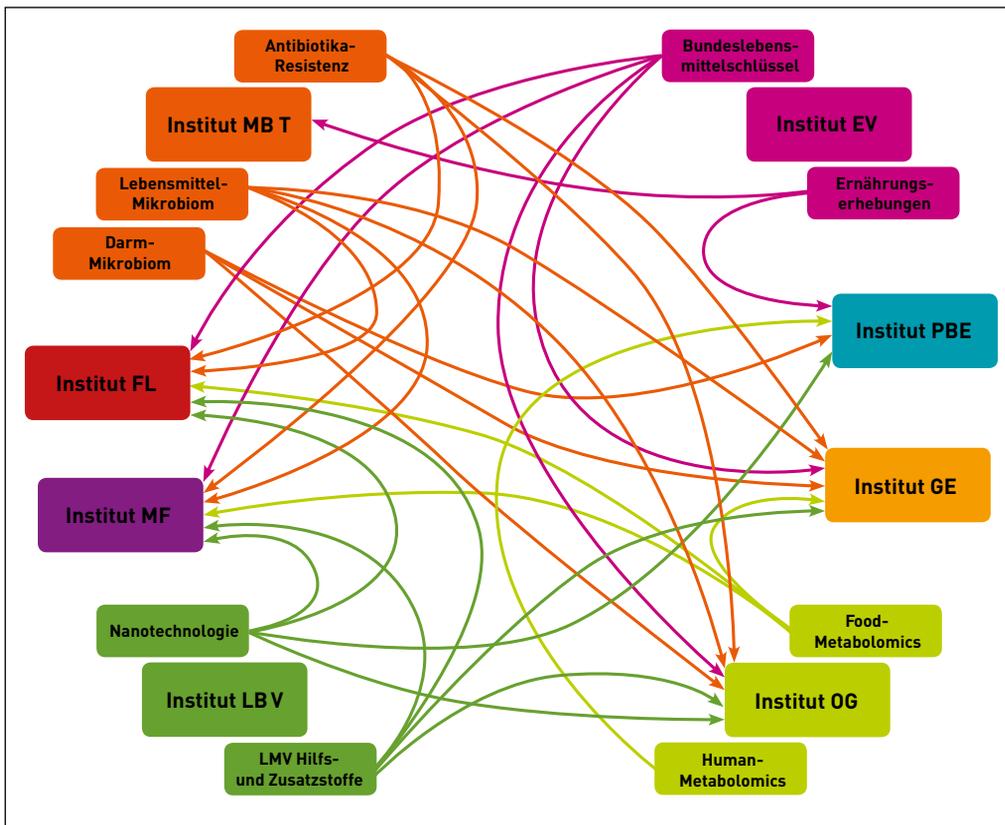
Die Ergebnisse der Forschungsprojekte werden – nicht zuletzt zur Qualitätssicherung und zu einer erfolgreichen Einwerbung von Drittmitteln – in hochrangigen internationalen wissenschaftlichen Journalen veröffentlicht und zugleich einer breiteren Öffentlichkeit in allgemeinverständlicher Form in den verschiedensten Medien zur Information zur Verfügung gestellt.

Um die Verzahnung des jeweiligen Spezialwissens zwischen vertikalen und horizontalen Instituten weiter zu verbessern und so das wissenschaftliche Potenzial des MRI möglichst effektiv zu nutzen, hat sich die Festlegung institutsübergreifend zu bearbeitender aktueller Themengebiete bewährt. Für die an übergreifenden Themen beteiligten Institute bedeutet das unter anderem, diesen Forschungsarbeiten eine hohe Priorität einzuräumen, falls erforderlich unter vorübergehender Zurückstellung eigener, enger definierter Forschungsinteressen. Nicht zuletzt trägt die institutsübergreifende Bearbeitung von Themen wesentlich zum schnellen Aufbau wissenschaftlicher Kompetenz bei. Bisher konnten bereits die Themenfelder „Lebensmittel- und Human-Metabolomics“ und „Nanotechnologie“ als übergreifende Gebiete erfolgreich etabliert werden. In diesen Arbeitsfeldern wurden in den letzten Jahren durch die Beschaffung modernster Analysensysteme (z.B. GC-MS/MS, mehrere LC-MS-Systeme, asymmetrische Fluss/Feldfluss-Fraktionierung, Single particle ICP-MS, Rasterelektronenmikroskop) hervorragende Voraussetzungen für wegweisende Arbeiten und Projekte begründet. Ferner besteht eine wichtige institutsübergreifende Aufgabe in Beiträgen zur Verbesserung und Aktualisierung der Daten des Bundeslebensmittelschlüssels (BLS) durch moderne lebensmittelchemische Analytik. Der BLS erhält durch die



Gerhard Rechkemmer, Jg. 1951, hat am 2. April 2007 sein Amt als Präsident an der damaligen Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, dem jetzigen Max Rubner-Institut (MRI) (Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel) am Hauptsitz Karlsruhe, angetreten. Er studierte Ernährungswissenschaften an der Universität Hohenheim, wo er auch promovierte. 1989 habilitierte er sich an der Tierärztlichen Hochschule in Hannover für das Fachgebiet Physiologie erhielt die Venia legendi. Nach zwei Jahren Forschungsaufenthalt am Department of Physiology and Biophysics der University of Alabama at Birmingham (USA) arbeitete er als Leiter der Abteilung Funktionsanalyse des Niedersächsischen Instituts für Peptidforschung GmbH (IPF). Von 1995 bis 2002 war er Direktor und Professor an der Bundesforschungsanstalt für Ernährung (BFE) in Karlsruhe und leitete dort das Institut für Ernährungsphysiologie. Zum 1. Januar 2003 wurde er als Ordinarius auf die Stiftungsprofessur „Biofunktionalität der Lebensmittel“ an das Wissenschaftszentrum Weihenstephan der Technischen Universität München berufen, wo er bis zu seinem Wechsel an das MRI tätig war. Er hat eine außerplanmäßige Professur für das Fach Physiologie an der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover und eine Honorarprofessur am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) inne. Von 2004 bis 2014 war er Editor-in-Chief (Haupterausgeber) des European Journal of Nutrition, der europaweit führenden wissenschaftlichen Zeitschrift für Ernährungswissenschaft. Prof. Rechkemmer engagiert sich vielfältig in der Wissenschaftsorganisation, u.a. ist er Mitglied des Präsidiums der Deutschen Gesellschaft für Ernährung sowie Mitglied der Senatskommission zur gesundheitlichen Bewertung von Lebensmitteln (SKLM) der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG).

Alle Institute des MRI sind an nationalen, europäischen und teilweise an internationalen Forschungsprojekten beteiligt. So ist das MRI beispielsweise sehr stark bei der Joint Programming Initiative „A Healthy Diet for a Healthy Life“ (JPI HDHL) der EU engagiert. In insgesamt drei Projekten (DEDIPAC, ENPADASI, FOODBALL) arbeitet das MRI intensiv mit. Das MRI ist offen für Kooperationen und hat mit zahlreichen Universitäten – sowohl national als auch international – Kooperationsverträge abgeschlossen.
 → praesident@mri.bund.de



Acht Institute am MRI

Standort Karlsruhe

- Institut für Physiologie und Biochemie der Ernährung (PBE)
- Institut für Ernährungsverhalten (EV)
- Institut für Lebensmittel- und Bioverfahrenstechnik (LBV)
- Institut für Sicherheit und Qualität bei Obst und Gemüse (OK)

Standort Kiel

- Institut für Mikrobiologie und Biotechnologie (MBT)
- Institut für Sicherheit und Qualität bei Milch und Fisch (MF)

Standort Detmold

- Institut für Sicherheit und Qualität bei Getreide (GE)

Standort Kulmbach

- Institut für Sicherheit und Qualität bei Fleisch (FL)

Vernetzung der Institute des MRI

lebensmittelbasierten Institute aktuelle Analysen von Nährstoffdaten, insbesondere zu den Lebensmitteln, die in der Nationalen Verzehrsstudie II als Hauptkomponenten in der Ernährung in Deutschland identifiziert worden sind.

Immer mehr rückt der Darm als wichtige Schaltstelle der Gesundheit nicht nur ins wissenschaftliche, sondern auch ins gesellschaftliche Bewusstsein. Denn wie schon Paracelsus im 16. Jhd. sagte: „Die wichtigsten Dinge spielen sich zwischen Anfang und Ende des Verdauungskanal ab.“ Diesem Gedanken wird das MRI in Zukunft mit dem Aufbau des institutsübergreifenden Themenfeldes „Lebensmittel- und Darm-Mikrobiom“ – unter Federführung des Instituts für Mikrobiologie und Biotechnologie – Rechnung tragen. In diesem Zusammenhang steht auch die kürzlich erfolgte Gründung einer institutsübergreifenden Arbeitsgruppe zum Auftreten von Antibiotikaresistenzen im Lebensmittelbereich.

Aktuell laufen bereits intensiv die Planungen für ein neues „Großprojekt“, die Nationale Verzehrsstudie III. Die Zusammenarbeit des Instituts für Ernährungsverhalten und des Instituts für Physiologie und Biochemie der Ernährung ermöglicht erstmalig die Erfassung sowohl von Lebensmittelverzehr auf der Basis einer Befragung als auch physiologischer Parameter (Biomarker) als Maß für den tatsächlichen Nährstoffstatus der Bevölkerung bei einer sehr großen Stichprobe. Geplant ist, die NVS III als Teil der Gesundheitsberichtserstattung in Kooperation mit dem Robert-Koch-Institut durchzuführen. Entsprechende Gespräche sind bereits geführt, Absprachen wurden getroffen und die Vorbereitungen zur koordinierten Durchführung einer solchen großen und für Deutschland einmaligen, repräsentativen Ernährungsstudie mit der Erfassung von Biomarkern des Ernährungsstatus sind auf einem guten Weg.

metabolomics

Metaboliten auf der Spur

Wege zum Verständnis der Wirkung von Lebensmitteln im Menschen

Prof. Dr. Sabine E. Kulling, Dr. Diana Bunzel, Dr. Sebastian Soukup, Dr. Christoph Weinert

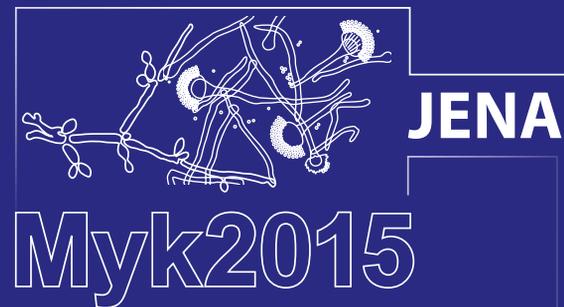
Institut für Sicherheit und Qualität bei Obst und Gemüse, Max Rubner-Institut, Karlsruhe



49. Wissenschaftliche Tagung der
Deutschsprachigen Mykologischen
Gesellschaft e. V.
und 1st International Symposium
of the CRC/Transregio FungiNet



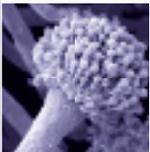
© fotolia.com/autofocus67



JENA

Myk2015

16–19 September



Topics

- Fungi & Environment
- Genomes & Virulences Systems
- Biology of Fungus
- Host Interaction Tolerance – Inflammation Immune
- Therapy Taxonomy & Diagnostic Clinical Management of Fungal
- Infection Antifungal Therapy & Resistance

Conference Chair

Prof. Dr. med. Oliver Kurzai
Friedrich-Schiller-Universität und
Leibniz-Institut für Naturstoff-Forschung
und Infektionsbiologie
Hans-Knöll-Institut, Jena

Registration

www.dmykg-kongress.de



„An apple a day keeps the doctor away“ heißt ein oft zitiertes Sprichwort. Dabei ist es alles andere als trivial, die gesundheitliche Wirkung eines Lebensmittels wissenschaftlich zweifelsfrei nachzuweisen. Was macht dessen Wirkung aus? Geht diese auf einzelne Verbindungen zurück oder ist es vielmehr der komplexe Cocktail an Substanzen, der wirkt? Am Institut für Sicherheit und Qualität bei Obst und Gemüse des Max Rubner-Instituts beschäftigt sich die Arbeitsgruppe Metabolismus intensiv mit Metaboliten und ihren Stoffwechselwegen.

Umfassende Charakterisierung des Lebensmittels als erster Schritt

Wie viele und welche Verbindungen enthalten Äpfel, Trauben oder Sojabohnen, d.h. welche Verbindungen nehmen wir auf, wenn wir diese Lebensmittel oder daraus hergestellte Produkte essen? Erstaunlich, dass dies auch heute noch niemand genau weiß. Man unterscheidet zwischen den Primärmetaboliten, die Pflanzen für den Energiestoffwechsel oder andere lebensnotwendige Prozesse benötigen, und den sogenannten Sekundärmetaboliten, die häufig besonderen Aufgaben wie z.B. der Abwehr von Schadorganismen dienen. Bereits das Spektrum an Primärmetaboliten hat oft eine erhebliche Breite: Neben Glucose, Fructose und Saccharose enthält Obst und Gemüse eine Vielzahl an selteneren und teils unbekanntenen Mono-, Di- und Trisacchariden sowie modifizierte Zucker und zuckerähnliche Substanzen, ergänzt durch ein spezifisches Spektrum an organischen Säuren. Weiterhin kommen neben den proteinogenen oft charakteristische, nichtproteinogene Aminosäuren und andere Aminoverbindungen vor. Lipide spielen bei Obst und Gemüse quantitativ meist eine untergeordnete Rolle, dennoch zeigen beispielsweise die Spektren von Apfelschalen eine Vielzahl an diversen aliphatischen

Kohlenwasserstoffen und Terpenen. Je weiter man in den Bereich der Sekundärmetaboliten vordringt, umso unüberschaubarer, aber auch einzigartiger erscheint die strukturelle Vielfalt der Verbindungen. Während Catechine und phenolische Säuren fast in allen Obst- und Gemüsesorten in recht hohen Konzentrationen vorkommen, ist das Stilbenderivat Resveratrol in roten Weintrauben und wenigen weiteren Früchten in vergleichsweise niedriger Konzentration nachweisbar. Isoflavone findet man dagegen in relevanten Mengen nur in Sojabohnen und Rotklee. Zusätzlich ist die Zusammensetzung eines pflanzlichen Lebensmittels nicht nur genetisch bedingt, sondern sie wird von weiteren Faktoren wie z.B. dem Reifegrad, den Lagerungsbedingungen und natürlich der Art der Verarbeitung deutlich beeinflusst.

Die in den letzten Jahren erzielten Fortschritte bei der Verbesserung der analytischen Verfahren höhere Trennleistung und niedrigere Nachweisgrenzen bei kürzeren Analysenzeiten, gepaart mit Verfahren der bioinformatischen Datenprozessierung – ermöglichen es heute, mehrere hundert Metaboliten in einer Analyse zu bestimmen. Hierbei werden neben typischen Inhaltsstoffen auch viele bislang unbekannte Substanzen erfasst. Die Anwendung dieser

sogenannten ungerichteten Analytik, auch Metabolomanalytik oder kurz Metabolomics genannt, hat in den letzten Jahren gezeigt, dass pflanzliche Lebensmittel eine erheblich komplexere Zusammensetzung haben als bisher bekannt. Zudem kann mit dieser Methode der Einfluss von endogenen wie exogenen Faktoren auf die Zusammensetzung detailliert erfasst werden. Um diese Vielfalt an strukturell und physikochemisch sehr unterschiedlichen Verbindungen analytisch fassen zu können, sind verschiedene Verfahren wie LC-MS, GC-MS oder GC×GC-MS sowie NMR erforderlich. Am Max Rubner-Institut haben wir deshalb in den letzten Jahren eine Multi-Plattform für Metabolomics aufgebaut, die nun universell für eine umfassende Charakterisierung von Lebensmitteln (Abb. 1), aber auch Biofluid-Proben wie Plasma und Urin aus Tier- und humanen Interventionsstudien zur Verfügung steht [1, 2].

Sekundäre Pflanzenstoffe werden vom Körper als Fremdstoffe behandelt

Mit der ausführlichen Charakterisierung des Spektrums an Inhaltsstoffen ist ein erster, aber wichtiger und häufig zu wenig beachteter Schritt für die Bewertung der gesundheitlichen Wirkung eines pflanzlichen Lebensmittels getan. Die zweite, nicht weniger bedeutende Aufgabe besteht nun darin, die Metabolisierung der potenziell bioaktiven Pflanzenstoffe im Menschen zu verstehen. Wie gut werden diese in den Körper aufgenommen? Werden sie von körpereigenen Enzymen und/oder Enzymen der Darmmikrobiota modifiziert? Welche der gebildeten Metaboliten sind biologisch relevant?

Für die Verstoffwechslung durch körpereigene Enzyme spielen Leber und Darm die wichtigste Rolle. Dieser „Fremdstoffmetabolismus“ kann in zwei Phasen unterteilt werden. In Phase I kommt es durch enzymkatalysierte Reaktionen wie Oxidation, Reduktion oder Hydrolyse zur Bildung und/oder Freisetzung so genannter funktioneller Gruppen. Cytochrom-P450-Enzyme katalysieren beispielsweise die Einführung von Hydroxylgruppen. In Phase II werden die Verbindungen dann durch verschiedene Transferasen in Abhängigkeit von ihrer verfügbaren funktionellen Gruppen mit aktivierter Glucuron-, Schwefel- oder Essigsäure oder mit Glutathion oder Glycin konjugiert mit dem Zweck, die Wasserlöslichkeit zu erhöhen und sie besser ausscheidbar zu machen. [3]

Untersuchungen zum Metabolismus einer Verbindung beginnen häufig mit der Darstellung und Identifizierung potenzieller Metaboliten un-

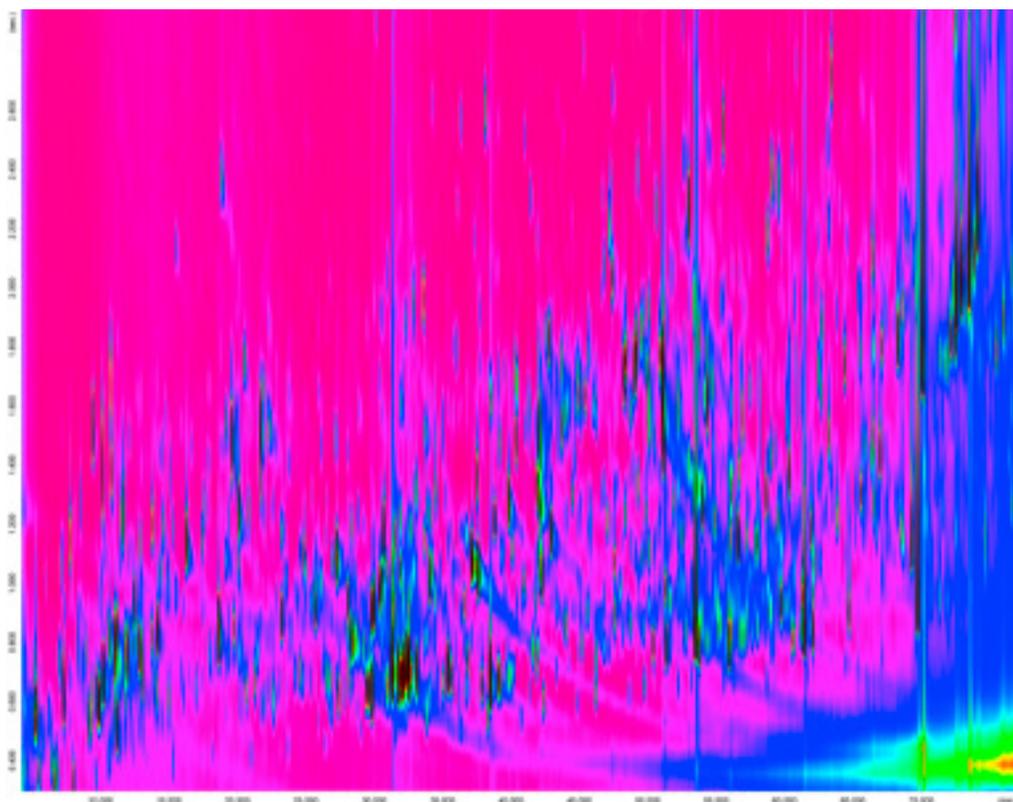


Abb. 1 2D-Chromatogramm der GCxGC-MS-Analyse einer Rosmarinprobe als Beispiel einer ungerichteten Metabolom-Analyse. Die Trennung auf der ersten und der zweiten Säule wird auf der x-Achse bzw. der y-Achse dargestellt. Jeder Punkt steht für einen Analyten; die Signalintensität ist farblich codiert. Nach bioinformatischer Prozessierung der Rohdaten, Prüfung der Datenqualität und Qualitätskontrolle können so pro Analyse bis zu 400 Metaboliten gleichzeitig bestimmt werden.

ter Nutzung von In-vitro-Modellen. Dafür werden die Substanzen meist in isolierter Form mit subzellulären Fraktionen (Mikrosomen, Cytosol) oder rekombinanten Enzymen umgesetzt und die gebildeten Metaboliten mittels NMR und/oder massenspektrometrischer Verfahren in ihrer Struktur aufgeklärt. In Inkubationen des Sojaflavons Daidzein mit Leber-Mikrosomen konnten wir u.a. das Oxidationsprodukt 3'-Hydroxydaidzein identifizieren, einen Metaboliten, der aufgrund seiner Catecholgruppe potenziell über Redoxcycling reaktive Sauerstoffspezies bilden könnte [4].

Im nachfolgenden Schritt ist zu klären, wie bioverfügbar die Ausgangsverbindungen sind, welche Faktoren die Verfügbarkeit beeinflussen und welche der identifizierten Metaboliten In-vivo-Relevanz besitzen. Dafür werden biokinetische Studien zum Tier oder Menschen durchgeführt und die identifizierten Metaboliten in Blut-, Urin und Gewebeproben mittels eines gerichteten Ansatzes (targeted approach) quantitativ bestimmt. So konnten wir in humanen Interventionsstudien, die gemeinsam mit dem Institut für Physiologie und Biochemie am MRI durchgeführt wurden, zeigen, dass die Verfügbarkeit von Daidzein deutlich höher ist, wenn es wie z.B. in Sojadrinks als Zuckerkonjugat vorliegt und nicht als freies Aglykon, wie dies überwiegend in fermentierten Sojaprodukten der Fall ist (Abb. 2) [5]. Im Plasma liegt Daidzein vor allem in Form seiner Phase-II-Metaboliten vor, wobei das Sulfogucuronid, ein Metabolit, der aufgrund seiner zweifachen Konjugation eher ungewöhnlich ist, mit einem Anteil von ca. 50% dominiert [6]. Der in vitro gefundene Metabolit 3'-Hydroxydaidzein wurde dagegen in Plasma und Urin der Probanden nur in sehr geringen Mengen gefunden und hat offenbar in vivo keine Bedeutung.

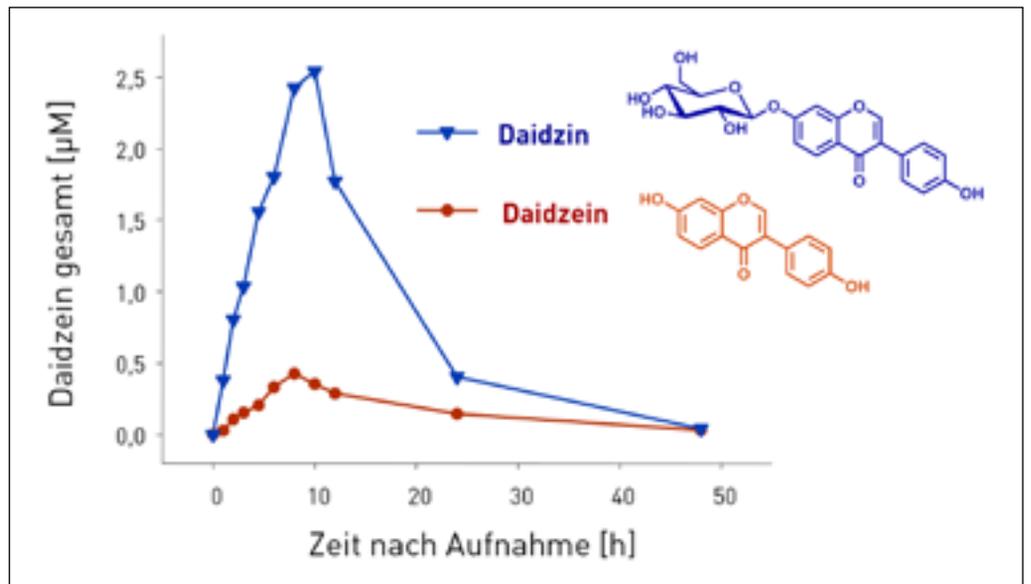


Abb. 2 Mittlere Plasmaspiegelkurven (n=7 Probanden) von Daidzein (gesamt; nach Spaltung der Phase-II-Konjugate) nach einmaliger Aufnahme von Daidzein und Daidzeinglucosid (1 mg/kg Körpergewicht Daidzeinäquivalent). Die Verfügbarkeit des Daidzeinglucosids ist etwa um das 5-Fache höher, ebenso die maximale Plasmakonzentration [5].

Die Metabolisierung durch die Darmmikrobiota ist hoch variabel

Die körpereigenen Enzyme zur Metabolisierung von Lebensmittelinhaltsstoffen werden durch das komplexe Enzymspektrum unserer Darmmikrobiota ergänzt. Aufgrund seines hohen metabolischen Potenzials, welches das der Leber bei Weitem übersteigt, wird das intestinale Mikrobiom auch als separates Organ betrachtet [7]. Im Gegensatz zum körpereigenen Fremdstoffmetabolismus, der in der Regel hydrophilere Stoffwechselprodukte hervorbringt, führen im Rahmen der mikrobiellen Metabolisierung im anaeroben Darmmilieu vor allem reduktive und hydrolytische Reaktionen zu weniger polaren Metaboliten mit niedrigerem Molekulargewicht [8]. Sekundäre Pflanzenstoffe werden

dabei vor allem dehydroxyliert, demethyliert, demethoxyliert und/oder hydrogeniert. Bei vorhandenen heterozyklischen Ringen kann es zudem zu Ringöffnungen kommen, wie im Falle des Sojaflavons Daidzein gezeigt [9].

Ob und wie eine Substanz durch die Darmmikrobiota verstoffwechselt wird, lässt sich auch hier mithilfe von In-vitro-Modellen (Fäzeskulturen) und In-vivo-Studien (humane Interventionsstudien) zweifelsfrei aufklären. Auf diese Weise gelang unserer Arbeitsgruppe kürzlich die Identifizierung zweier bislang unbekannter, mikrobieller trans-Resveratrol-Metaboliten [10]. Da sich die Zusammensetzung der Darmmikrobiota und somit auch das vorhandene Enzymspektrum von Mensch zu Mensch unterscheiden, können auch die entstehenden mikrobiellen



KUGEL
medical



IHR SPEZIALIST FÜR LABOR, PATHOLOGIE & HISTOLOGIE

MADE IN GERMANY

www.KUGEL-medical.de

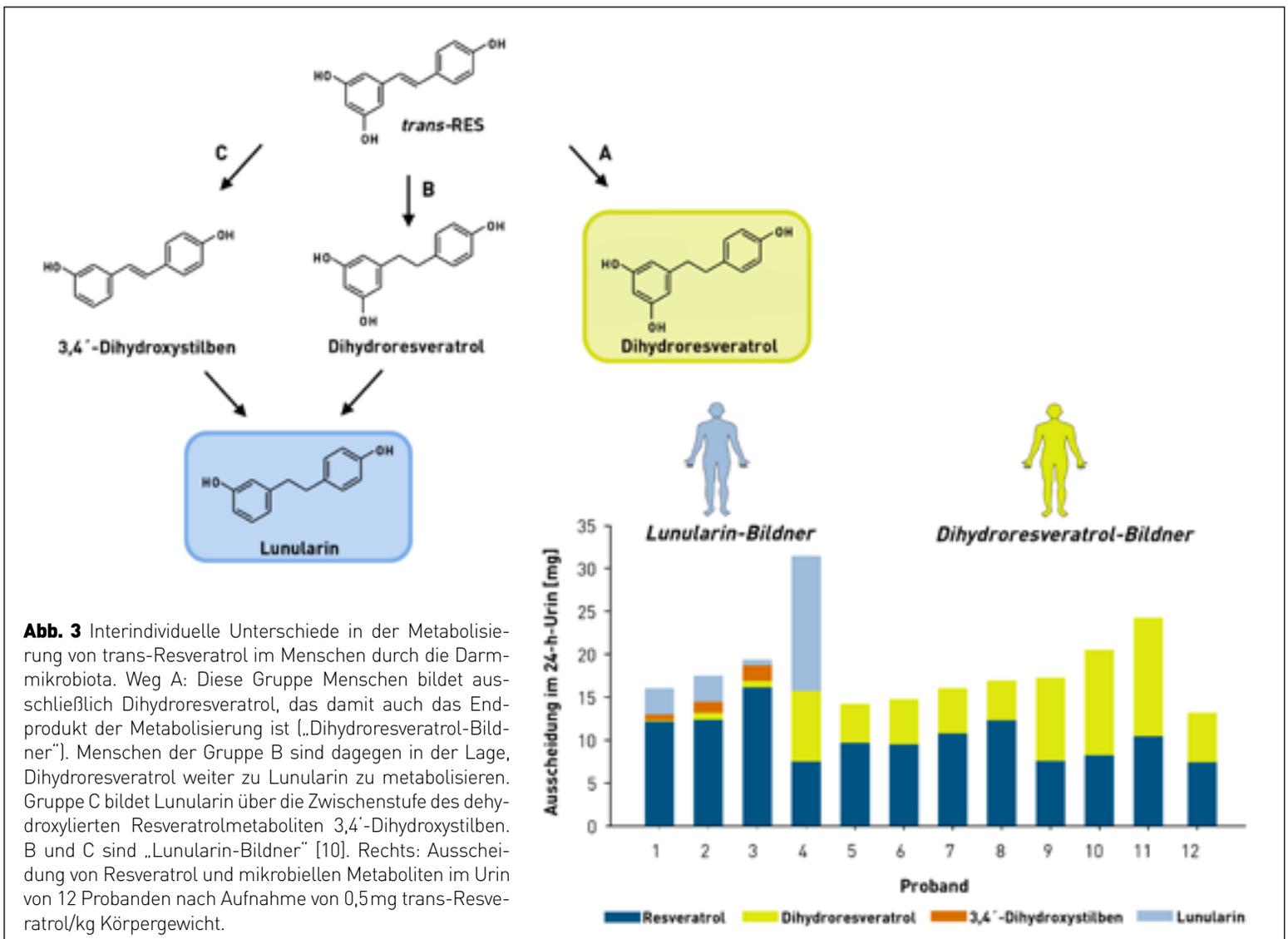
metabolomics

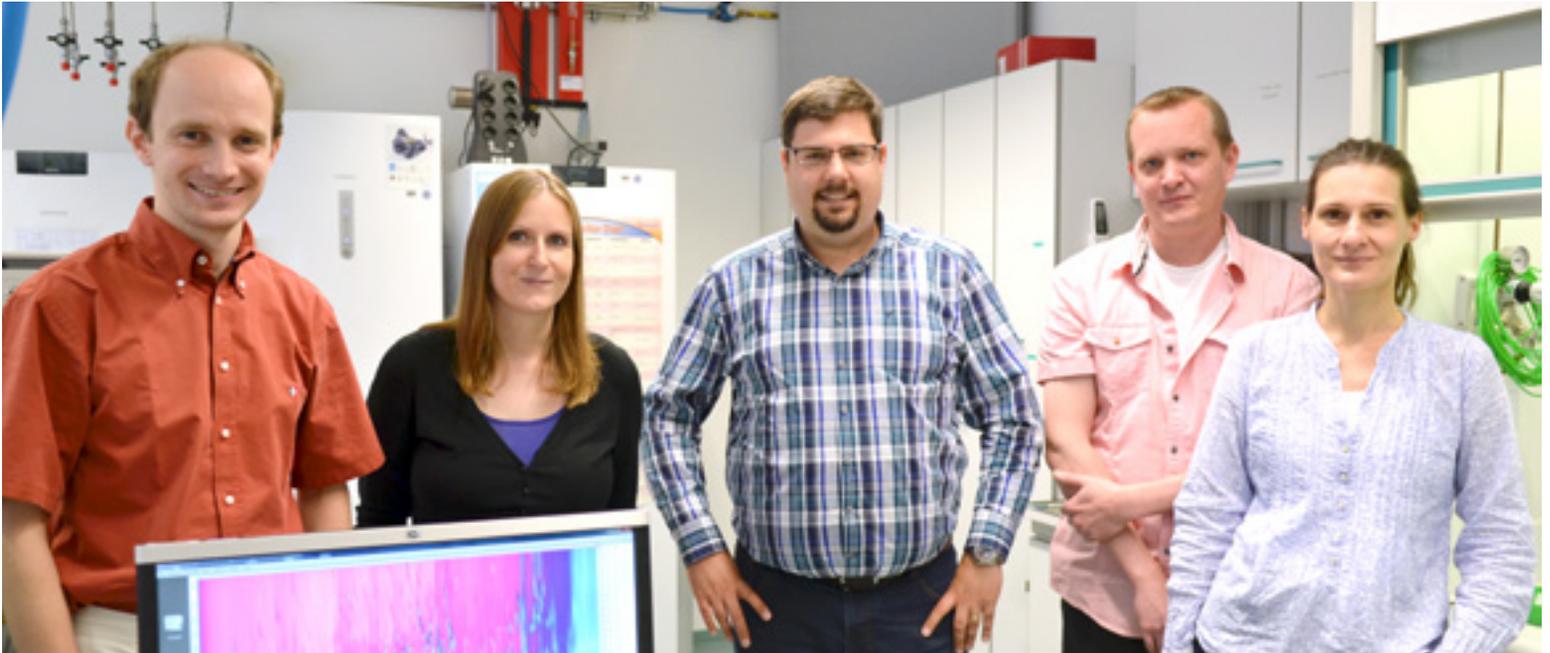


Sabine E. Kulling, Jg. 1967, studierte Lebensmittelchemie und Umwelttoxikologie an der Technischen Universität Kaiserslautern, wo sie 1996 nach ihrem 2. Staatsexamen zur Staatl. geprüften Lebensmittelchemikerin im Fachbereich Chemie promovierte. Nach einem Forschungsaufenthalt am NIEHS (NC, USA) habilitierte sie sich 2002 im Fach Lebensmittelchemie an der Universität Karlsruhe. Von 2004 bis 2009 war sie zunächst Professorin im Fachbereich Chemie an der Universität Hamburg, danach Inhaberin des Lehrstuhls für Lebensmittelchemie am Institut für Ernährungswissenschaft der Universität Potsdam. Seit Ende 2009 leitet sie das Institut für Sicherheit und Qualität bei Obst und Gemüse am Max Rubner-Institut in Karlsruhe. 2010 erfolgte die Ernennung zur Honorarprofessorin am Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Sie ist u.a. Mitglied der DFG Senatskommission zur gesundheitlichen Bewertung von Lebensmitteln (SKLM) und des Vorstandes der Deutschen Gesellschaft für Qualitätsforschung (Pflanzliche Nahrungsmittel). Im Forschungsfokus von Prof. Kulling stehen Metabolismus und Bioverfügbarkeit sekundärer Pflanzenstoffe sowie Food Metabolomics.

Metaboliten interindividuell variieren. So weisen unsere Arbeiten zum Resveratrol beispielsweise darauf hin, dass dessen mikrobielle Verstoffwechslung bei einigen Menschen auf der Stufe des Dihydroresveratrols stehen bleibt, während in anderen Menschen noch eine Dehydroxylierung zum Lunularin stattfinden kann (Abb. 3).

Abschließend ist der Einfluss der Metabolisierung auf die Bioaktivität der Substanz zu klären. Prinzipiell gilt, dass selbst vermeintlich kleine Veränderungen in der Molekülstruktur wie Hydrogenierungen oder Demethylierungen die biologische Aktivität entscheidend beeinflussen können. Auch Phase-II-Konjugate sind keinesfalls per se biologisch inaktiv, wie häufig angenommen wird. Bei Daidzein führt eine Glucuronidierung zwar zu Metaboliten mit deutlich geringerer Estrogenität, dies gilt aber nicht für die entsprechend sulfatierten Analoga, die eine vergleichbare oder sogar höhere estrogene Aktivität wie Daidzein besitzen können [11]. Im Fall von Resveratrol untersuchen wir in einem aktuell begonnenen DFG-Projekt in Kooperation mit





Die Arbeitsgruppe Metabolismus (v.l.n.r.) und ihre Arbeitsschwerpunkte: Dr. Christoph Weinert (GC×GC-MS basierte Metabolom-Analysen; Food Metabolomics), Dr. Diana Bunzel (GC-MS-Analytik; mikrobieller Metabolismus), Dr. Sebastian Soukup (LC-MS-Analytik, Fremdstoffmeta-

bolismus); Björn Egert (bioinformatische Datenverarbeitung, -prozessierung und -visualisierung), Dr. Lara Frommherz (gerichtetes Metabolit-Profilierung mittels LC-MS, Lebensmittelanalytik)

Kollegen der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, wie relevant die neu entdeckten Metaboliten für den Menschen sind und welche Bioaktivität sie im Vergleich zu Resveratrol besitzen.

Schlussbemerkung und Ausblick

Mithilfe ungerichteter Metabolom-Analysen können Lebensmittel hinsichtlich ihrer Zusammensetzung zukünftig umfassender als bisher charakterisiert werden. Entsprechende Datenbanken, die hierfür nötig sind, befinden sich zurzeit im Aufbau. Zudem ermöglichen ergebnisoffene Metabolom-Analysen von Biofluiden aus Interventionsstudien, Einflüsse auf endogene Stoffwechselprozesse zu erkennen und so mögliche Wirkmechanismen aufzudecken. Ergänzend sind genaue Kenntnisse zur Biotransformation bereits identifizierter bioaktiver Lebensmittelinhaltsstoffe die Voraussetzung zum Verständnis jeder biologischen Wirkung.

→ sabine.kulling@mri.bund.de

Literatur

- [1] Weinert, C. et al. (2015) *J. Chrom. A*, 2015 Apr 13, pii: S0021-9673(15)00554-3. doi: 10.1016/j.chroma.2015.04.011. [Epub ahead of print]
- [2] Egert, B. et al. (2015) *J. Chrom. A*, 2015 Jun 3, pii: S0021-9673(15)00779-7. doi: 10.1016/j.chroma.2015.05.056. [Epub ahead of print]
- [3] Eisenbrand, G., Metzler, M., Hennecke, J. (2005) *Toxikologie für Naturwissenschaftler und Mediziner*. Weinheim, Wiley-VCH Verlag.
- [4] Kulling, S.E. et al. (2002) *J. Chromatogr. B* 777, 211–218
- [5] Rüfer, C. E. et al. (2008) *Am. J. Clin. Nutr.* 87(5), 1314–23
- [6] Soukup, S.T., et al. (2014) *Anal. Bioanal. Chem.* 406, 6007–6020
- [7] Possemiers, S. et al. (2011) *Fitoterapia* 82, 53–66
- [8] Sousa, T. et al. (2008), *Int. J. Pharm.* 363, 1–25
- [9] Wang, X. L. et al. (2004) *J. Microbiol. Biotechnol.* 14, 766–771
- [10] Bode, L. M. et al. (2013) *Am. J. Clin. Nutr.* 97, 295–309
- [11] Pugazhendhi, D. et al. (2008) *J. Endocrinol.* 197, 503–515

Foto: © Prof. Dr. Sabine E. Kulling, istockphoto.com | gbrundin

Nothing escapes Romer Labs.



Romer Labs Diagnostic GmbH
 Technopark 1, 3430 Tulln, Austria
 Tel: +43 2272 61533
 Fax: + 43 2272 61533 13177
www.romerlabs.com



Making the World's Food Safer®

Karlsruher chemi

Weltruhm, Weltkriege und Nobelpreise

Notizen zur Geschichte der Chemie am Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Prof. Dr. Michael W. Mönnich

KIT-Bibliothek, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)



Das analytische Labor, 2.v.l.:
Carl Weltzien ; 1.v.l.: Karl Engler
Bild: KIT-Archiv 28010, I/1485

Carl Weltzien
*Bild: KIT-Archiv, Allgemeine
Fotosammlung, Signatur: Pw 0016*

Die Chemie in Karlsruhe kann auf eine lange Tradition zurückblicken, die mit der Gründung der Universität am 7. Oktober 1825 als „Großherzogliche Badische Polytechnische Schule zu Karlsruhe“ nach dem Vorbild der École Polytechnique in Paris begann [1].

Die Einrichtung erlangte in kurzer Zeit einen sehr guten Ruf und wurde vom ersten Präsidenten des MIT, William Barton Rogers (1804–1882), als „model school of Germany and perhaps of Europe“ bezeichnet [2]. Vorläuferinstitutionen waren die Bauschule von Friedrich Weinbrenner (1766–1826) und die Ingenieurschule von Johann Gottfried Tulla (1770–1828). Bereits im Gründungsjahr wurde Friedrich August Walchner (1799–1865), in Freiburg Professor für Mineralogie, Geognosie und Chemie, in das zwölfköpfige Lehrerkollegium berufen. Er übernahm die Lehre in den Fächern Chemie und chemische Technologie. 1841 erhielt auch Carl Weltzien (1813–1870) einen Lehrauftrag am Polytechnikum. Weltzien, der ab 1850 die Leitung der chemischen Abteilung innehatte, kann als Begründer der Chemie in Karlsruhe gelten, denn er baute das Gebiet aus und brachte den Lehrbetrieb auf einen modernen Stand. 1851 wurde auf sein Betreiben hin ein neues chemisches Laboratorium nördlich des heutigen Ehrenhofes nach dem Vorbild des Labors von Justus Liebig in Gießen errichtet. Die Kosten betragen damals 25.000 Gulden und verschlangen damit fast die Hälfte des Jahresetats des gesamten Polytechnikums. Mit dieser modernen Ausbildungsstätte und dank einer soliden personellen Ausstattung stieg Karlsruhe in die erste Reihe der deutschen Universitätschemie auf.

Der Karlsruher Chemikerkongress

Internationale Beachtung fand zudem der von Weltzien organisierte Chemikerkongress in Karlsruhe im September 1860. Anlass war, dass die Chemie zur Mitte des 19. Jahrhunderts als wissenschaftliche Disziplin erst jüngst formiert war und noch unter einem erheblichen Theoriedefizit litt. Insbesondere in Fragen des Atom- und Molekülbaus vertraten verschiedene „Schulen“ unterschiedliche Ansichten. Die Atome waren als kleinste Bausteine der chemischen Verbindungen zwar allgemein akzeptiert, über ihren Aufbau war aber so gut wie nichts bekannt, ebenso wenig herrschte Einigkeit bei anderen grundlegenden theoretischen Fragen wie der Basisgröße der Atomgewichte, der Nomenklatur und Formelschreibweise. Da noch kein Forum existierte, in dessen Rahmen man die aktuellen Probleme hätte diskutieren können, wurde ein Fachkongress von Carl Weltzien zusammen mit Friedrich August Kekulé von Stradonitz (1829–1896) und Charles Adolphe Wurtz (Karl Adolph Würtz, 1817–1884) initiiert. So trafen sich am 3. September 1860 im Ständesaal des badischen Landtages in Karlsruhe über 120 Chemiker aus aller Welt, unter ihnen Robert Bunsen, Adolf von Baeyer, Emil Erlenmeyer, Hermann von Fehling, Carl Remigius Fresenius, Friedrich Konrad Beilstein, Jean-Baptiste Dumas, Stanislao Cannizzaro, Dmitri Iwanowitsch Mendelejew und Lothar Meyer. Der Karlsruher Kongress war die erste internationale Fachtagung für Chemie weltweit und begründete eine bis heute andauernde [3]. Im selben Jahr erlangte die Chemie größere Eigenständigkeit als eigene „Schule“ innerhalb des Polytechnikums. 1868 folgte dann Lothar Meyer (1830–1895) Weltzien auf dessen Lehrstuhl. Er blieb bis 1876 in Karlsruhe und kam als einer der Schöpfer des Periodensystems der Elemente zusammen mit Medelejew zu Weltruhm.

In den folgenden Jahren entwickelten sich insbesondere die chemische Technik, die physikalische Chemie und die Elektrochemie weiter. Carl Engler (1842–1925) wurde 1876 Prof. für Chemische Technik und übernahm 1887 auch die Abteilung für Allgemeine Chemie. Er gilt als Begründer der Petrochemie, hatte beste Verbindungen zur chemischen Industrie und war zudem mehrfach Rektor der Hochschule. Unter seinem Nachfolger Hans Bunte (1848–1925) wurden die Forschungsaktivitäten auf die (Erd)gaschemie ausgeweitet und die Ausbildung der Chemiker in den maschinenbautechnischen Fächern gefördert. Hans Bunte trieb wie später sein Sohn Carl Gustav (1878–1944) auch den Ausbau der Elektrochemie in Karlsruhe voran.

Nobelpreise und Weltkriege

Die Elektrochemie war bereits 1900 mit der Berufung von Max Julius Louis Le Blanc (1865–1943) in Karlsruhe etabliert worden, ab 1906 hatte den Lehrstuhl Fritz Haber (1868–1934) inne. Haber ist sicherlich der bis heute bekannteste der Karlsruher Chemiker, denn seine Forschungsarbeiten in Karlsruhe zur katalytischen Ammoniaksynthese aus atmosphärischem Stickstoff waren bahnbrechend für die Sicherstellung der Welternährung und wurden 1918 mit dem Nobelpreis geehrt. Haber verließ Karlsruhe 1911, um als Gründungsdirektor an das Kaiser-Wilhelm-Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie in Berlin-Dahlem zu gehen. Nach Ausbruch des Ersten Weltkrieges 1914 setzte Haber im

**EINFACH
GUT
STERILISIEREN**

**HMC
EUROPE**
Sterilisationstechnik

Autoklaven für die Mikrobiologie

**Kammervolumen
von 16 - 150 Liter**

**Beste Qualität
Höchster Komfort
Bezahlbar**

Vielen Dank für Ihren Besuch auf der ACHEMA

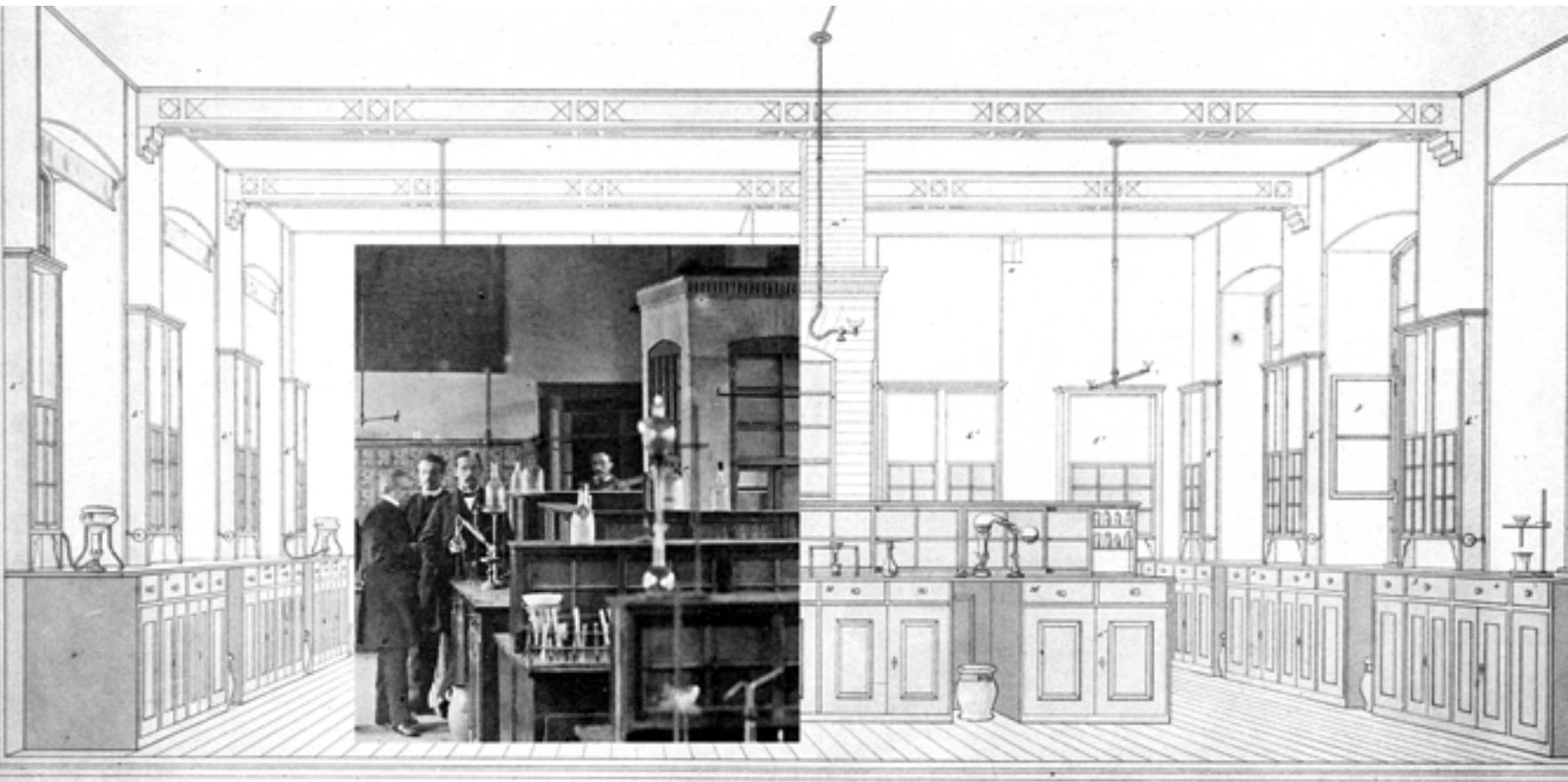
15 - 19 June 2015
Frankfurt am Main
Germany
www.chema.de

www.hmc-europe.com

HMC-Europe GmbH
Sterilisationstechnik

Kellerstr. 1
84577 Tüßling

Telefon: +49 8633 505 20 -0
Fax: +49 8633 505 20 -99



Bauplan des chemischen Labors von 1850. Das chemische Laboratorium der großherzoglichen polytechnischen Schule in Karlsruhe, aus illustrierte Zeitung [1858]; 779, 360

damals herrschenden patriotischen Zeitgeist alle Forschungskapazitäten seines Instituts für die Entwicklung von militärisch nutzbaren Chemiewaffen ein, unter seiner Ägide setzten die Deutschen am 22. April 1915 erstmalig bei Ypern Chlorgas ein. Nach Kriegsende wirkte der angesehene Nobelpreisträger Haber in vielfältiger Weise als Wissenschaftsorganisator und war Mitinitiator der „Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft“, aus der 1951 die DFG hervorging. Weiterhin versuchte er in den 1920er-Jahren, aus Meerwasser Gold zu gewinnen, um Deutschlands Kriegsreparationen zu bezahlen. Sein patriotisches Engagement schützte ihn indes nicht davor, aufgrund seiner Herkunft nach der Machtübernahme der Nationalsozialisten Repressalien gegen Wissenschaftler jüdischer Abstammung ausgesetzt zu sein. Haber legte 1933 alle Ämter nieder und ging in die Emigration nach Cambridge in England. Von den Ereignissen schwer gezeichnet und verbittert erlag er auf einer Reise in die Schweiz am 9. 1. 1934 in Basel einem Herzversagen [4]. Wie Haber wurden auch andere Chemiker an der TH Karlsruhe Opfer der nationalsozialistischen Verfolgung. So Georg Bredig (1868–1944), der 1911 als Nachfolger Habers nach Karlsruhe kam und 1922 zum Rektor der TH gewählt wurde. 1933 wurde er aufgrund einer antijüdischen Studentenkampagne zwangsweise emeritiert und emigrierte 1939 über die Niederlande in die USA. Auch der Nachfolger von Hans Bunte, der Direktor des chemisch-technischen Instituts Paul Askenasy (1869–1939), wurde aufgrund seiner jüdischen Herkunft zwangsentepflichtet und floh nach Argentinien.

Kein Hochschullehrer an der TH, aber dennoch mit Karlsruhe verbunden, ist ein weiterer Nobelpreisträger der Chemie. Richard Willstätter, 1872 in Karlsruhe geboren, wurde 1915 Professor für Organische Chemie in München in der Nachfolge Adolf von Baeyers. Er forschte über die Biochemie der natürlichen Farbstoffe Chlorophyll, Hämoglobin und Anthocyan. Dabei gelang ihm die Isolierung von Chlorophyll und der

Nachweis seines Bestandteils Magnesium. Für diese Forschungen erhielt er 1915 den Nobelpreis „für seine Forschungen über Farbstoffe im Pflanzenbereich, besonders über Chlorophyll“. 1925 trat er – möglicherweise aufgrund von Anfeindungen wegen seiner jüdischen Herkunft – von der Professur in München zurück und emigrierte 1938 in die Schweiz. Willstätter war Zeit seines Lebens eng mit Fritz Haber befreundet, den er aus seiner Zeit am Kaiser-Wilhelm-Institut in Berlin kannte [5].

Zu den Nobelpreisträgern, die in Karlsruhe wirkten, zählt auch Hermann Staudinger (1881–1964), der nach der Habilitation in Straßburg 1907 nach Karlsruhe ging. Staudinger wechselte 1912 an die ETH Zürich und später nach Freiburg. Seine Forschungen über Ketene und die Strukturmerkmale von Makromolekülen machten ihn zum Vater der modernen Polymerchemie und er wurde dafür 1953 mit dem Nobelpreis geehrt. Staudinger war bekennender Pazifist und trat im Ersten Weltkrieg publizistisch gegen die von Haber betriebene Entwicklung von Giftgaswaffen und für einen raschen Friedensschluss ein. Nach der Machtergreifung 1933 war Staudinger daher in Freiburg Repressalien seitens des Rektorats und der Regierung ausgesetzt, konnte sich aber im Amt halten [6].

Anfänge der Lebensmittelchemie

Die Lebensmittelchemie nahm ihren Anfang in Karlsruhe bereits 1878 mit der Gründung einer „Station des Großherzoglichen Polytechnikums“ unter Leitung des Professors für Chemie Karl Birnbaum (1839–1887), die zehn Jahre später in „Lebensmittelprüfungsstation der Technischen Hochschule“ umbenannt wurde, nachdem 1885 das Polytechnikum zur „Technischen Hochschule“ aufgestiegen war. Unter den Professoren Gustav Rupp (1853–1944) und Albert Gronover (1871–1947) wurde die Einrichtung in den folgenden Jahrzehnten weiter ausgebaut. 1936 übernahm Kurt Albert

Täufel (1892–1970) die Leitung der Lebensmitteluntersuchungsanstalt, zwei Jahre später folgte die Gründung des „Instituts für Lebensmittelchemie“ mit eigenem Studiengang. 1943 wurde die Untersuchungsanstalt aus der Hochschule ausgegliedert und dem Innenministerium unterstellt. Das Institutsgebäude wurde wie viele andere Gebäude der TH im Zweiten Weltkrieg durch Bombenangriffe schwer geschädigt, auch die Gebäude der Chemie am zentralen Ehrenhof waren zerstört [7]. Am 12.2. 1946 wurde der Vorlesungsbetrieb an der TH provisorisch wieder aufgenommen, doch erst 1968 begann der Bau neuer Gebäude für die chemischen Institute. Anknüpfend an die Traditionen der Vorkriegszeit lag der Schwerpunkt der Karlsruher Chemie im Bereich der anorganischen, physikalischen und Polymerchemie. 1972 wurde eine eigene Fakultät für Chemieingenieurwesen gegründet. Fast zeitgleich verlor die Fakultät für Chemie das Pharmazeutische Institut ein zweites Mal – diesmal an die Universität Heidelberg. Bereits 1923 war die Pharmazie wegen der Schließung des botanischen Instituts geschlossen worden, wurde aber unter Carl Mannich (1877–1947) in Anbindung an das Institut für chemische Technik nach Kriegsende wieder reaktiviert [8].

Mit dem Zusammenschluss von Universität Karlsruhe (TH) und Forschungszentrum Karlsruhe zum Karlsruher Institut für Technologie (KIT) im Zuge der Exzellenzinitiative im Jahr 2006 fand dann ein Prozess den Abschluss, der bereits 1956 mit der Unterzeichnung eines Kooperationsvertrags zwischen der neu gegründeten „Kernreaktor Bau- und Betriebsgesellschaft mbH Karlsruhe“, dem späteren Kernforschungszentrum, und der TH begann. Es entwickelten sich fruchtbare Kooperationen auch mit chemischen Instituten des Forschungszentrums wie zum Beispiel dem Institut für Technische Chemie, das sich mit Fragen der Katalyse und Hochdruckprozesse befasste, und dem Institut für Toxikologie und Genetik, das viele Bezüge zur universitären Biochemie aufwies [9].

→ michael.moennich@kit.edu

Literatur

- [1] Zur Geschichte der Universität Karlsruhe s. Hoepcke, K. (2007) Univ.-Verl. Karlsruhe (Veröffentlichungen aus dem Archiv des Karlsruher Instituts für Technologie; 1)
 [2] Zitiert nach Stratton, J. A. & Mannix, L. H. (2005) MIT Press, 435
 [3] Zum Kongress s. Mönnich, M. (2010) Geschichte der Pharmazie 62, H. 3, 30–36
 [4] Zu Haber s. Szöllösi-Janze, M. (1998) C H Beck sowie Stoltzenberg, D. (1994) Wiley-VCH
 [5] Haber, F., Werner, P., & Irmscher, A. (1995) Verlag für Wissenschafts- und Regionalgeschichte Dr. Michael Engel (Studien und Quellen zur Geschichte der Chemie; 6)
 [6] Zu Staudinger s. Priesner, C (1987) Chemie in unserer Zeit 21, 151–160 und Wilhelm, M. (2013) Adv. Polymer Sci. 261, 53–60
 [7] S. Raab, F. (1950) Die technische Hochschule Fridericiana Karlsruhe: Festschrift zur 125-Jahrfeier, Technische Hochschule Karlsruhe, 164–165



Michael Mönnich, Jg. 1959, studierte Chemie an der Universität Zürich und anschließend Pharmazie in Tübingen. Nach dem Staatsexamen absolvierte er ein wissenschaftshistorisches Promotionsstudium in Marburg und wurde 1989 an der Universität Heidelberg mit der Arbeit „Medizin und Pharmazie in den Werken von Tommaso Campanella (1568–1639)“ promoviert. Nach Abschluss eines 2-jährigen Referendariats für den höheren Bibliotheksdienst begann er 1991 seine Tätigkeit an der Universitätsbibliothek Karlsruhe. Heute ist er Fachreferent für Chemie sowie stellvertretender Direktor und Leiter der Benutzungsabteilung der KIT-Bibliothek. Er beschäftigt sich mit Themen der Pharmazie- und Chemiegeschichte und ist Honorarprofessor am Pharmazeutischen Institut der Universität Tübingen.

- [8] Schmitz, R. (1969) Die deutschen pharmazeutisch-chemischen Hochschulinstitute: ihre Entstehung und Entwicklung in Vergangenheit und Gegenwart, Dt. Apotheker-Verl., 202–210
 [9] Hartmann, M. (2013) Der Weg zum KIT, KIT Scientific Publishing (Veröffentlichungen aus dem Archiv des Karlsruher Instituts für Technologie; 3)

Lizenz zum Messen
ALMEMO® 710 touchscreen



Datenlogger
 für alle Messaufgaben

AHLBORN Mess- und Regelungstechnik GmbH • Tel: 08024/3007-0 • info@ahlborn.com

www.ahlborn.com

AHLBORN

foodpairing

Kontrast, Spannung und Harmonie

Angewandte Chemie in der Küche – was ist Foodpairing?

Prof. Dr. Thomas A. Vilgis

Max-Planck-Institut für Polymerforschung, Mainz

Schokolade mit Röstzwiebeln und Räucherschinken? Liebstöckel mit Kaffee? Bei solchen Kombinationsvorschlägen schüttelt so mancher mit Sicherheit ungläubig den Kopf, zu Fisch mit Spinat oder Linsen und Speck gibt es spontan Zustimmung. Natürlich spielt der kulturelle Hintergrund für die Zustimmung oder Ablehnung eine große Rolle, aber tatsächlich auch ein ausgewogenes Zusammenspiel von Aromen, Geschmack und Textur der Lebensmittel.

Der ursprüngliche Begriff Foodpairing, besser Aromapairing, geht auf die Idee zurück, Lebensmittel mit gemeinsamen Schlüsselaromen zu paaren, da diese, so die Hypothese, besonders gut zusammenpassen. Daraus lassen sich (in Physikersprache: mean-field-artige) Baumdiagramme höchster Komplexität erstellen [1], die sich bei genauerer Betrachtung als wenig hilfreich erweisen. Die naheliegende Idee greift viel zu kurz. Ein übereinstimmendes Schlüsselaroma ist kein hinreichendes Kriterium für die Kombination von Lebensmitteln in einer kulinarischen Konstruktion, zumal dieser Ansatz nichts über die Konzentration, den Grundgeschmack oder gar die Textur der entsprechenden Komponenten aussagt [2]. Des Weiteren berücksichtigen Aromaanalysen der rohen Lebensmittel nicht die Veränderung der Duftstoffe durch den Kochprozess, etwa Dämpfen, Rösten, oder sei es lediglich ein Trocknen [3]. Stets hängt die Aromabildung von den Kochprozessparametern wie Temperatur- sowie Zeitverlauf, Art der Hitzeeinwirkung (Dampf, Strahlung, Wärmeleitung), Umgebungsfeuchte, usw. ab. Allein deswegen ist der in der Kochszene gehypte Begriff des Foodpairings aus wissenschaftlicher Sicht unzulänglich.

Das bloße Vorhandensein eines Aromastoffs in einem rohen und roh bzw. nur wenig erwärmt verzehrten Lebensmittel sagt wenig über seine tatsächliche Geruchsaktivität. Der „Aromawert“, definiert als der Quotienten der Aromakonzentration des Duftstoffs im Lebensmittel und dessen Wahrnehmungsschwelle (ermittelt für Wasser), erweist sich zwar als grobes Maß für die Geruchsaktivität [4]. Meist wird aber die Wahrnehmungsschwelle in wässriger Lösung bestimmt und die so ermittelten Aromawerte sind für Lebensmittel unzulänglich. Die Wahrnehmungsschwelle hängt von der Löslichkeit und damit den molekularen Eigenschaften des Duftstoffes, etwa der Polarität, der Anzahl der Hydroxylgruppen oder des Molekulargewichts ab. Damit wird die Freigabe der Duftstoffe von der Matrix des Lebensmittels beeinflusst, etwa von Wassergehalt, Proteinzusammensetzung, Struktur und Textur. Empirisch praktischer wäre es, den Aromawert mit der jeweiligen Wasseraktivität a_w zu gewichten, die Dampfdrücke p im jeweiligen Lebensmittel zu jenem im Wasser ins Verhältnis zu setzen und den Anteil der gesamten hydrophoben Fraktion f der Lebensmittelbausteine zu berücksichtigen.

$$\text{OAV} = (1 - f) \frac{p}{p_w} a_w \frac{c}{c_w}$$

Zumindest in Grenzfällen ist dieser Ansatz für den Odoraktivitätswert OAV plausibel.

Aromagruppen, Strukturen, chemisch-physikalische Einflüsse

Wird der Begriff des Aromapairings erweitert, ergeben sich durchaus sinnvolle Methoden, um spannungsreicher zu kochen oder avantgardistische Teller in modernen Restaurants besser zu verstehen [5]. Eine strukturmotivierte, naive, aber für Würz- und Kochzwecke praktische Idee ist es, Aromagruppen zu bilden, deren Strukturen und Geruchseigenschaften sehr grob in Abbildung 1 zusammenfasst sind. Die erste Gruppe (oben) besteht dabei aus leicht flüchtigen Molekülen, die meist direkt aus Fettsäuren, Carbohydraten und Aminosäuren gebildet werden. Das Duftspektrum umfasst dabei wachsig, fettig und grün, auch pilzig duftende Aromastoffe, die aus Fettsäuren entstehen. Ebenso fruchtige Aromastoffe, meist aus Zuckern gebildet, aber auch aus Aminosäuren entstandene



Kochen für Angeber

Die besten Tricks der Spitzenköche
von Thomas Vilgis
Stiftung Warentest 2014
ISBN: 978-3-86851-405-6

In diesem Buch verrät Thomas Vilgis die Geheimnisse der großen Spitzenköche. Auch die kulinarischen Zauberer kochen nur mit Wasser – aber mit viel Hintergrundwissen. Der Autor, der Sterneköche in ganz Deutschland berät, plaudert aus dem Nähkästchen der Avantgarde- und Molekularküche und zeigt mehr als 50 Knalleffekte zum Nachmachen am eigenen Herd.

Gewinnen mit labor&more

Unter allen Einsendungen per E-Mail mit dem Stichwort „Kochen für Angeber“ verlosen wir drei Exemplare des Buches von Prof. Thomas Vilgis.

→ win@laborandmore.de

Einsendeschluss ist der 31. Juli 2015. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.



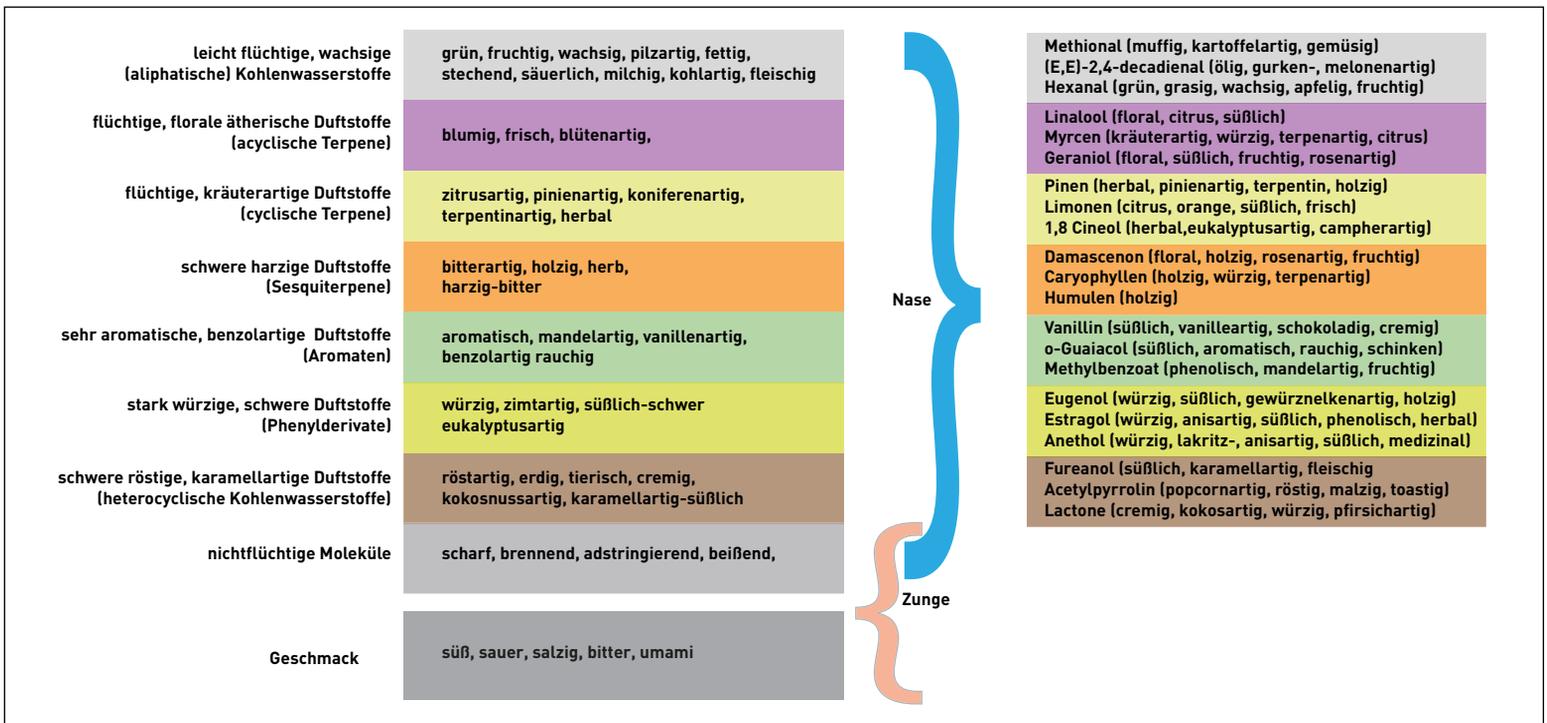


Abb. 1 Aromagruppen gemäß ihrer strukturellen Eigenschaften und ihrer groben Dufrichtung (links). Beispiele wichtiger Duftstoffe, die zu den Schlüsselaromen gehören [3] (rechts). Trigemurale Reize auf der Zunge, Geschmack und geschmacksmodulierende Reize werden vor allem durch schwer bzw. nicht flüchtige, polare Verbindungen ausgelöst.

schwefelige (kohlachtige) Aromastoffe mit linearen chemischen Strukturen. In der zweiten Gruppe finden sich typisch florale Noten, die sich über acyclische Terpene darstellen lassen, gefolgt von cyclischen Terpenen, die Zitrus-, Harz- und Holznoten ergeben und von Sesquiterpenen unterstrichen werden. Aromaten und Phenylderivate überstreichen sowohl süßlich, phenolisch als auch würzig duftende Aromastoffe. Die letzte Gruppe der flüchtigen Aromen wird über Heterozyklen definiert, die Karamellnoten und Röststoffe zusammenfasst.

Genuine Geruchssignaturen

In [3] wurde gezeigt, dass von der riesigen Anzahl an Duftstoffen lediglich 227 genuine Schlüsselaromen der Vielfalt der Lebensmittel bereits ihre Geruchssignatur geben. Ein zentraler Grund hierfür ist der physikalisch-chemische Ursprung der Aromabildung. Lebensmittel bestehen neben Wasser im Wesentlichen aus Fetten, Kohlenhydraten und Proteinen, aus denen durch chemische Reaktionen, Kochprozesse, Fermentationen, Lagerung usw. Aromastoffe gebildet werden. Reaktionen unter Beteiligung von Glukose, Fett- und Aminosäuren liefern daher bereits einen Großteil des Geruchsspektrums, von denen nur wenige in Abbildung 1 aufgeführt sind.

Im Grunde genommen definiert das Schema in Abbildung 1 die Klaviatur des Würzens und Abschmeckens von Lebensmitteln in der Küche wie im Labor [5,6].

Die Rolle des Geschmacks

Das reine Aromapairing betrifft flüchtige Aromastoffe, die nasal bzw. retronasal während des „oralen Prozessierens“ – sprich während des Beißens, Kauens und damit des „mechanischen Zerstörens“ der Lebensmittel – freigesetzt werden. Der Geschmack bleibt unberücksichtigt, trägt aber zum sensorischen Eindruck mit den fünf Grundgeschmacksrichtungen süß, sauer, salzig, bitter und umami erheblich bei, auch physikalisch-chemisch über die geschmacksauslösenden polaren Moleküle (Phenole, Zucker/Zuckerersatzstoffe) sowie Ionen (Salze, Glutaminsäure, Protonen). Einfache Experimente mit Zucker, Salz, Säure oder in mit Natriumglutamat abgeschmeckten Aromalösungen verändern die Aromafreigabe deutlich. Gründe dafür sind z.B. im molekularen Zusammenspiel zu sehen. Die Freigabe der in „Käfigen“ aus Wassermolekülen eingeschlossenen hydrophoben Aromaverbindungen (hydrophobe Hydratisierung) wird erleichtert, da Ionen die Käfige aufbrechen [7].

Textur und Aromafreigabe

Hinzu kommt jetzt noch die Textur, also die Beschaffenheit des Lebensmittels. Auch die Molekularstruktur und damit die Anordnung bestimmen, wie rasch die Aromen freigesetzt werden, wie schnell Geschmack auf die Zunge gelangt. Dickflüssige Soßen lösen ganz andere Empfindungen aus als dünnflüssige, selbst wenn die Würzung exakt identisch ist. Knusperige Elemente

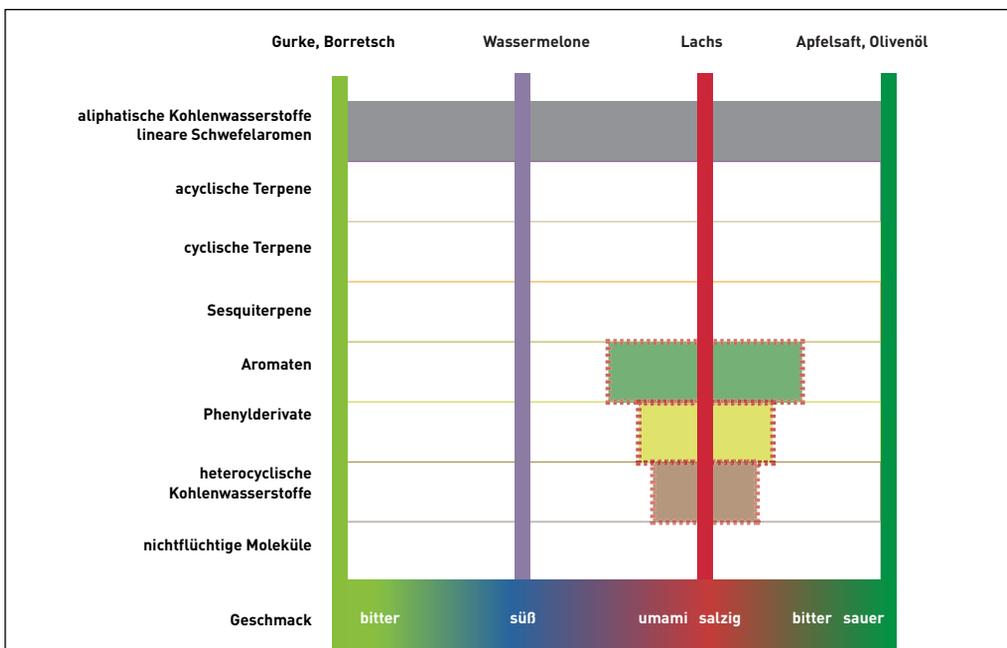


Abb. 2 Das Aromagruppenschema in Anwendung. Alle Zutaten weisen Moleküle aus der ersten Gruppe auf. Erst die Verwendung von geräuchertem anstelle von rohem Lachs bringt deutliche Kontraste aus anderen Aromagruppen (gestrichelt umrandete Bereiche) [8].

Sommersalat

Rezept für vier Personen

400 g Gartengurke
400 g Wassermelone
1 kleine Frühlingszwiebel
20 ml Apfelsaft (Granny Smith, ungezuckert)
80 ml Olivenöl
2 Blätter Borretsch
100 g sehr frischer Lachs
100 g kalt geräucherter Lachs
Salz
Frische Veilchenblüten

Aus Apfelsaft, Salz und Olivenöl eine Vinaigrette anrühren.

Wassermelone, Gurke in Würfel, ca. 1 cm Kantenlänge schneiden. Die Wassermelone in einer Salzlake zehn Teile Wasser, zwei Teile Salz vakuumieren und ca. 30 min ziehen lassen.

Gurken- und Melonenwürfel vermischen, den nicht zu fein geschnittenen Borretsch unterheben und mit der Vinaigrette übergießen.

Mit rohen und geräucherten Lachswürfeln derselben Größe garnieren und mit Veilchenblüten dekorieren.

Abbildung 2 zeigt die Übereinstimmung ähnlicher Aromen (entstanden aus Fett) in der ersten Gruppe. Das Molekül (E,Z)-Nona-2,6-dienal (auch Gurken-, bzw. Veilchenaldehyd genannt) findet sich in Gurke, Borretsch, sogar in den dekorativen Veilchenblüten und im rohen Lachs. Grüner Apfel und Olivenöl schlagen mit den grün duftenden Aromen (Hexenal, Hexenol) in die gleiche aromatische Kerbe. Soweit ein Beispiel für das reine „Aromapairing“.

Wird anstelle von (oder zusätzlich) rohem kalt geräucherter Lachs verwendet, gewinnt der Sommersalat mehr Kontrast. Der Rauch fügt Aromaten, Phenylderivate und heterozyklische Stoffe (z.B. Furane) bei [8], wie im Schema in Abbildung 2 gezeigt ist.



Der Gurken-Melonen-Salat (Mitte) (ohne Lachs) als Teil eines komplexeren Menügangs, eingebettet in „grün“ dominierte Komponenten: roher Fisch mit Algen (unten) und einer „verrine“ aus grünem Apfel und Mangoldblätter (oben) aus [9]

Foto: Peter Schulte, 2014 für Stiftung Warentest



Thomas Vilgis, Jg. 1955, ist Professor für Theoretische Physik an der Universität Mainz und arbeitet am Max-Planck-Institut für Polymerforschung an der Physik und Chemie der weichen Materie inklusive Lebensmittelsysteme. Er ist Autor vieler Fachpublikationen und hat mehrere Bücher zum Thema Naturwissenschaft und Kochen geschrieben. Darunter auch zum Thema Ernährung bei Pflegebedürftigkeit und Demenz, worin systematische Texturveränderungen zur Verbesserung der Schluckbarkeit vorgestellt werden. Vilgis ist auch Herausgeber des Journal Culinaire, einer Zeitschrift für Kultur und Wissenschaft des Essens. Aus seiner Beschäftigung mit Aromen und Aromapairing entstand kürzlich in Zusammenarbeit mit dem renommierten Gewürzmüller Ingo Holland eine Serie von innovativen Gewürzmischungen.

wirken ganz anders als elastische oder schmelzende. Daher bestimmen Textureigenschaften einen weiteren Teil im Geschmackempfinden, gerade mit solchen Effekten spielte die „Molekularküche“ in großem Maße. Die Textur beschreibt aber auch die Verteilung der hydrophilen und hydrophoben Anteile der (gekochten) Lebensmittel und zeigt, wie die unterschiedliche Löslichkeit der Aromastoffe, die Aromafreigabe beim Essen und Genießen bestimmt. Erst das Zusammenspiel der Sinne Geschmack und Riechen, der trigeminalen Effekte und das Fühlen der Textur ergibt den „Flavour“. Kochen, Würzen und das Spiel mit Texturen werden zu einer Herausforderung.

Zusammenfassung

Der Begriff des Foodpairings ist, solange man nur auf die Lebensmittelaromen „starrt“, unvollständig. Die Aromabildung in Lebensmitteln aus Fettsäuren, Kohlenhydraten und Aminosäuren läuft in vielen Lebensmitteln über ähnliche Reaktionsmuster wie Strecker- und Maillard-Reaktion ab. So ist es nicht verwunderlich, dass ähnliche und viele identische Aromaverbindungen, vor allem aus den Gruppen der aliphatischen und der heterozyklischen Verbindungen, in praktisch allen Lebensmitteln vorkommen und das Aromapairing und die daraus abgeleiteten Baumdiagramme sogar trivialisieren. Wichtiger ist viel mehr der Kontrast, sprich das Paaren von Kräutern, Gewürzen und Lebensmitteln, die ausgeprägte Aromabeiträge aus Aromagruppen liefern, die sie selbst nicht mitbringen oder die z.B. durch Marinieren, Rösten oder gar Fermentieren erst erzeugt werden.

Selbst die Veränderungen beim Zubereiten bringen den finalen Flavour. Es finden stets chemische Reaktionen, Aromaumbau, Aromaabbau durch Oxidation oder „Reifung“ statt. Selbst kalte Gerichte (siehe Beispielrezept) gewinnen durch „Ziehen lassen“ und Aromaaustausch und -bildung zwischen den Komponenten. Erst dann entstehen Kontrast, Spannung und Harmonie. Allein aus diesen Gründen wird Kochen nie langweilig.

→ vilgis@mpip-mainz.mpg.de

Literatur

- [1] <http://1.bp.blogspot.com/-kO4tAP0qRUY/U1i5cr8HRR1/AAAAAAAAADmQ/6hkhgLeGcYk/s1600/phanscreen1.png>, oder <http://www.foodpairing.com>
- [2] de Klepper, M. (2011) Food Pairing Theory: A European Fad, *Gastronomica*, 11, 55–58
- [3] Dunkel, A. et al. (2014) Genuine Geruchssignaturen der Natur – Perspektiven aus der Lebensmittelchemie für die Biotechnologie, *Angew. Chem.* 126, 7250–7271
- [4] Belitz, H.-D., Grosch, W., Schieberle, P. (2008) *Lehrbuch der Lebensmittelchemie*, Springer
- [5] Vierich, T.A., Vilgis, T.A. (2013) Aroma, die Kunst des Würzens, *Stiftung Warentest*
- [6] Caviezel, R., Vilgis, T.A. (2012) Foodpairing – Harmonie und Kontrast, *Fona*
- [7] Vilgis, T.A. (2015) Ein molekularer Blick in klare Suppen, *Physik in unserer Zeit*, 46, 102
- [8] Varlet, V. et al. (2006) Comparison of Odor-Active Volatile Compounds of Fresh and Smoked Salmon, *J. Agric. Food Chem.*, 54, 3391–3401
- [9] Vilgis, T.A. (2014) Kochen für Angeber – die besten Tricks der Spitzenküche, *Stiftung Warentest*

Foto: © istockphoto.com | jamenpercy, büseyin barmanda li

hochdruckbehan

**Frisch
aus der
Presse**



dlung

Hochdruck als alternatives Verfahren zur Haltbarmachung von Lebensmitteln

Dr. Uwe Schwarzenbolz und Prof. Dr. Thomas Henle
Institut für Lebensmittelchemie, Technische Universität Dresden

Sichere und gesunde Lebensmittel sind ein Grundbedürfnis. Methoden zur Haltbarmachung müssen daher die Aspekte Sicherheit sowie hohen Nähr- und Genusswert gleichermaßen berücksichtigen. Thermische Verfahren und Tiefkühlung sind etabliert, stoßen aber naturgemäß an Grenzen. Unter den aktuellen Entwicklungen besitzen Methoden, die hohe Drücke anwenden, die größte Marktreife. Sie versprechen neben Haltbarkeit analog zur Pasteurisation Vitamingehalte wie in Frischware und ein nahezu unverfälschtes Aroma. An der Technischen Universität Dresden werden die aus einer Druckbehandlung resultierenden, lebensmittelchemischen Phänomene untersucht.



Lebensmittel werden idealerweise frisch verzehrt. Geschmack und Nährwert sind dann optimal – das ist eine Binsenweisheit. In vielen Fällen ist es aber nötig, Wege zur Haltbarmachung zu finden, da das Lebensmittel z.B. noch transportiert oder gelagert werden soll. Obwohl diese Methoden (z.B. Pasteurisation) technologisch sehr ausgefeilt sind, bleiben Defizite z.B. hinsichtlich Farbe oder Vitamerhalt. Die Suche nach besseren Wegen zum Erhalt unserer Lebensmittel ist aktuell ein sehr dynamischer Prozess.

Von den derzeit vorgeschlagenen Methoden [1] hat sich Hochdruck am weitesten im Markt etabliert. Erste erfolgreiche Versuche zur Keimzahlreduzierung in Lebensmitteln wurden von Hite *et al.* bereits 1899 durchgeführt. 1914 demonstrierte Bridgman an Eiklarprotein die denaturierende Wirkung von Druck. Die kommerzielle Produktion hochdruckbehandelter Lebensmittel begann 1991 in Japan und wurde 1996 in den USA sowie in Europa eingeführt. Entsprechend stieg die Anzahl der eingesetzten Anlagen vom einstelligen Bereich Anfang der

MC 2015
Göttingen



September 6–11, 2015
Göttingen • Germany
Georg-August-University



GEORG-AUGUST-UNIVERSITÄT
GÖTTINGEN

© Daniel Schwen • wikimedia.org/
Alcino Theodoro da Silva • goettingen.de



Organizer — DGE DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR
ELEKTROENMIKROSKOPIE

DGE

German Society for
Electron Microscopy e. V.

Topics

- Instrumentation and Methods
- Life Sciences
- Materials Science

Conference Organizer

Conventus Congressmanagement
& Marketing GmbH
Phone +49 3641 31 16-341
mc@conventus.de

Conference Chair

Prof. Michael Seibt
Analytical and High-Resolution TEM
Georg-August-University Göttingen
Faculty of Physics
mseibt@gwdg.de

- Plenary Lectures
- Poster Sessions
- Industrial Exhibition



Late Breaking Poster Deadline:
AUGUST 16, 2015

Further Information and Registration

www.mc2015.de

hochdruckbehan

90er auf 158 in 2010. Für 2015 wird der Betrieb von mehr als 350 Hochdruckanlagen weltweit vorausgesagt. Aktuelle Anlagengrößen lassen einen Durchsatz von bis zu 3.000 kg/h zu (Abb. 1).

Druck wirkt augenblicklich und gleichmäßig im gesamten Lebensmittel, sodass Größe, Zusammensetzung und Form unerheblich für die physikalische Wirkung sind. Dabei wird das Lebensmittel selbst oder das verpackte Lebensmittel mithilfe einer Flüssigkeit für einige Minuten (i.d.R. 3–5 min.) unter Drücken bis 800 MPa (i.d.R. bis 600MPa) gesetzt (Abb. 2). Zum Vergleich: In einer Meerestiefe von 10.000 Metern herrscht ein Druck von ca. 100MPa. Die während des Prozesses geleistete Kompressionsarbeit führt unter adiabatischen Bedingungen zu einer Erwärmung von ungefähr 3K je 100MPa.

Das Volumen der Lebensmittel verringert sich während der Druckbehandlung in Abhängigkeit vom aufgebracht Druck. Daher muss die Verpackung in der Lage sein, eine Kompression um bis zu 15% und die Rückkehr zur Originalgröße ohne Verlust der Dichtigkeit zu überstehen.

Nahrungsmittel und Inhaltsstoffe

Druck wirkt hauptsächlich auf nichtkovalente Wechselwirkungen (Wasserstoffbrücken, hydrophobe und ionische Bindungen) und verändert damit die Struktur und Funktion von Makromolekülen (z.B. Proteinen). Kovalente Bindungen werden aber bei moderaten Temperaturen nicht beeinflusst, daher bleiben viele Inhaltsstoffe mit kleiner Molekülgröße wie z. B.

Vitamine sowie das Aroma in der Regel unverändert (Tab. 1).

In den Anfängen wurden hauptsächlich Fruchtprodukte wie Säfte, Pulpen und Fruchtzubereitungen bzw. Marmeladen behandelt, die aufgrund ihres ausgezeichneten Aromas als Premiumprodukte auf den japanischen Markt kamen. In den USA wurde eine Avocadopaste (Guacamole) in den Verkehr gebracht, die statt der üblichen drei Tage eine Haltbarkeit von 30 Tagen hat. Inzwischen werden hauptsächlich in Nordamerika auch zunehmend hochdruckbehandelte Fleischprodukte angeboten. Neben rohem Schinken, der nach Druckbehandlung auch gefahrlos von Schwangeren verzehrt werden kann, sind derzeit auch Fertigmahlzeiten (z.B. Risotto mit Pilzen) in der Entwicklung, deren Haltbarkeit derzeit mit 45 Tagen angegeben wird. Spannend sind Entwicklungen bei Meeresfrüchten und Krebstieren. Druck führt bei diesen Produkten zu einer leichteren Verarbeitbarkeit. Hummer kann nach einer Druckbehandlung fast mühelos aus seinem Panzer geschält werden.

In Europa sind hochdruckbehandelte Lebensmittel derzeit noch nicht so stark etabliert, da vor der Vermarktung hochdruckbehandelter Produkte die Novel-Food-Verordnung (VO Nr. 258/97) sowie zur Kennzeichnung die Lebensmittelinformations-Verordnung (EU) Nr. 1169/2011 beachtet werden müssen.

Neben der Stabilität von Nährstoffen ist auch ihre Zugänglichkeit von Bedeutung. Eigene Arbeiten ergeben auf diesem Feld ebenfalls neue Perspektiven. An püriertem Spinat konnte in Zusammenarbeit mit der Universität Jena gezeigt werden, dass für verschiedene ernähr-



Abb. 1 Kommerzielle Hochdruckanlage der Firma Hiperbaric

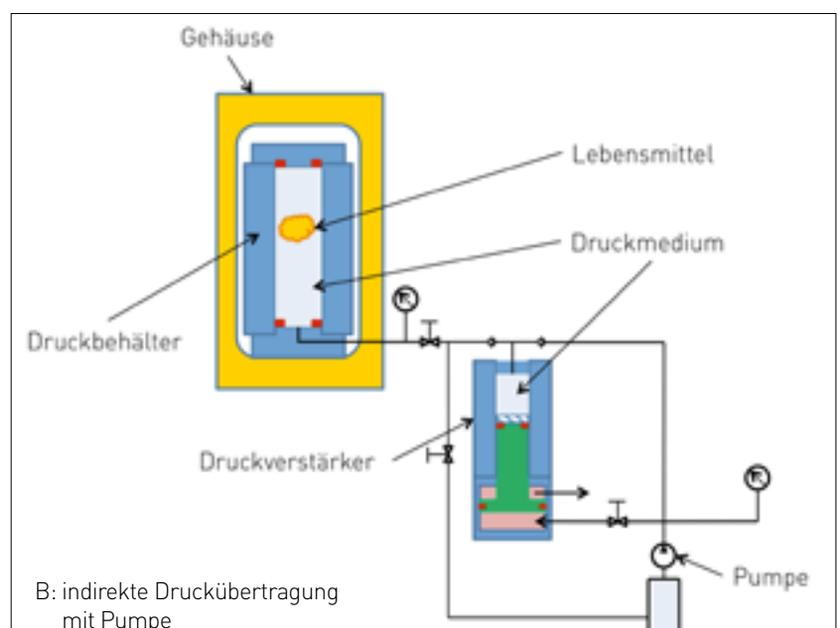
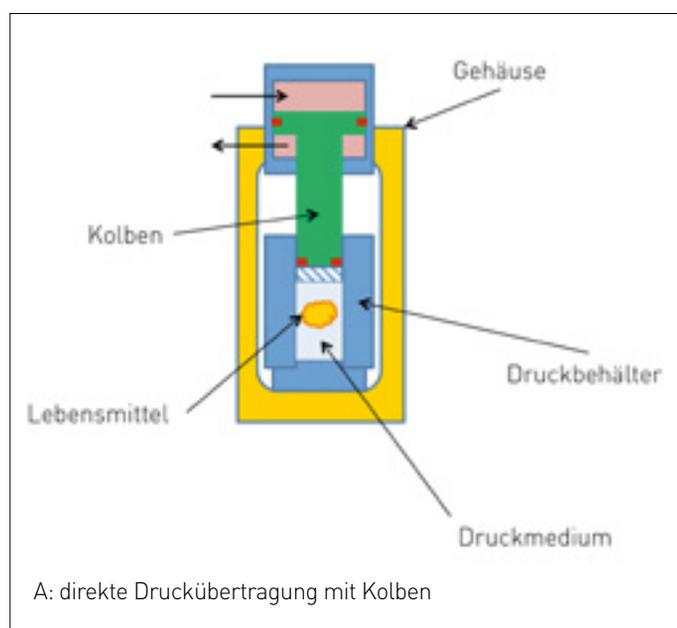


Abb. 2 Prinzipielle Wirkungsweise von Hochdruckanlagen zur Lebensmittelbehandlung

dlung

Tab. 1 Zu erwartende Veränderungen unter Hochdruck

Nährstoff	Lebensmittel	Hochdruck-Behandlung
Proteine	allgemein	Denaturierung
Enzyme	allgemein	siehe Text
Fett	frisches Reinfett	keine erhöhte Oxidationsneigung
Fett	in verarbeiteter Form	erhöhte Oxidationsneigung
Kohlenhydrate	allgemein	Veränderung der Gelbildungseigenschaft
Kohlenhydrate und Proteine	allgemein	Maillard-Reaktion im Text
Vitamin C	Früchte	abhängig vom O ₂ -Gehalt
Vitamin E	Mettwurst, pflanzl. Lebensmittel	stabil
Vitamin B1, B2, B6	Milch	stabil
Niacin		stabil in Gegenwart von Antioxidantien
Wasser/Eis	allgemein	Schmelzen bis 200MPa, darüber Verfestigen
Schwache Säuren	allgemein	verstärkte Dissoziation, Absenken des pH-Wertes

rungsphysiologisch wertvolle Carotinoide, speziell Lutein, die Bioverfügbarkeit durch eine Hochdruckbehandlung um mehr als 30% gesteigert werden kann [2].

Mikroorganismen unter Druck

Ein hervorstechender Effekt von hohem Druck ist die Inaktivierung von Mikroorganismen, die über mehrere Mechanismen erfolgen kann. Im Vordergrund steht die Denaturierung überlebensnotwendiger Enzyme und anderer Proteine (z.B. Transmembranproteine) sowie der Verlust der Eigenschaften der Biomembranen, da sich diese unter Druck verfestigen. Auch mechanische Schädigungen führen zur Abtötung von Hefen, Pilzen und Bakterien. Vegetative Zellen reagieren verallgemeinert in der Reihenfolge Hefe >

Pilze > gram-negative Bakterien > gram-positive Bakterien meist recht empfindlich auf Druck. Für eine Inaktivierung der Lebendzellzahl um fünf Logeinheiten genügen bei 600MPa und 30°C Temperatur oft schon 120s. Mit dieser Vorgehensweise werden in erster Linie die Bedingungen einer Pasteurisierung erreicht. Da einige Spezies sehr druckresistent sind (z.B. einige *E. coli*-Arten) bzw. Sporen bilden können (z.B. Bazillus und Clostridien), die auch sehr hohe Drücke über 1.000MPa aushalten, wurden für eine Sterilisierung mithilfe von Druck spezielle Verfahren unter zusätzlicher Erhitzung entwickelt [3]. Neben Mikroorganismen ist es auch möglich, Viren mittels Druck zu inaktivieren, was sich z.B. bei Austern, die in Europa oft roh verzehrt werden, positiv auf die Produktsicherheit auswirkt.

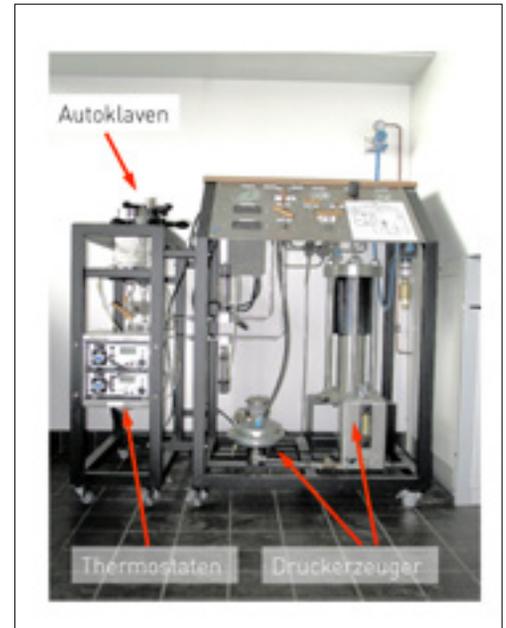


Abb. 3 Forschungsanlage an der Technischen Universität Dresden

Enzyme unter Druck

Da Proteine unter Druck denaturiert werden, werden auch viele Enzyme, die die Lebensmittelqualität negativ beeinflussen, inaktiviert [4]. So können Polyphenoloxidasen, die sonst die Braunfärbung pflanzlicher Lebensmittel (z.B. Kartoffel oder Banane) beim Zerkleinern verursachen, ohne Zusatz von Sulfid gehemmt werden. Andere Enzyme wie z.B. das eiweißspaltende Thermolysin werden unter Druck aktiviert oder sind zumindest eine Zeitlang aktiv.

In diesem Zusammenhang war es für uns von Interesse, zu erklären, welche Merkmale bei Enzymen dazu führen, dass sie unter Druck entweder stabil oder labil sind. Am Beispiel mikrobieller Transglutaminase (mTG) konnte gezeigt werden, dass von den Strukturelementen, die am Aufbau eines Enzyms beteiligt sind, be-

**Dr. K. Hollborn
& Söhne GmbH & Co KG**



Seit 1880

Brahestraße 13 • 04347 Leipzig
Tel.: 0341 / 2 33 44 05 • Fax: 2 33 44 06
www.hollborn.de • info@hollborn.de

Reagenz- und Farbstofflösungen

• für die Mikroskopie und Zelldiagnostik • für naturwissenschaftliche Bereiche
Auch Sonderanfertigungen



Prof. Dr. Thomas Henle (links), Jahrgang 1961, studierte Lebensmittelchemie an der Technischen Universität München. Die Promotion erfolgte 1991, die Habilitation 1997. Seit 1998 ist er Inhaber der C4-Professur für Lebensmittelchemie an der Technischen Universität Dresden. Seine Forschungsschwerpunkte sind Struktur-Funktionsbeziehungen verarbeitungsinduzierter Lebensmittelinhaltsstoffe, bioaktive Verbindungen und natürliche Nanostrukturen.

Dr. Uwe Schwarzenbolz, Jg. 1964, studierte Lebensmittelchemie an der Bergischen Universität Wuppertal und legte am Chemischen Untersuchungsamt der Stadt Nürnberg das 2. Staatsexamen ab. Er absolvierte seine Promotion an der Technischen Universität München. 2001 wurde er mit dem Josef-Schormüller-Stipendium der Lebensmittelchemischen Gesellschaft der Gesellschaft Deutscher Chemiker ausgezeichnet. Seit 2001 arbeitet er als Oberassistent in Forschung und Lehre an der TU Dresden und betreut dort den Forschungsschwerpunkt „Hochdruckbehandlung von Lebensmitteln“.

sonders α -helikale Bereiche empfindlich sind. Da die Struktureinheiten der mTG, die für ihre Funktion verantwortlich sind, aber in druckstabilen β -Faltblattregionen liegen, kann das Enzym geraume Zeit unter Druck arbeiten. Hier zeigt mTG nun ein neuartiges Verhalten, indem sie Substrate, z.B. β -Laktoglobulin aus Molke, die von ihr unter Normaldruck nicht verwertet werden, umsetzen kann. In Milchprodukten zeichnet sich so die Möglichkeit ab, neuartige Gelstrukturen zu schaffen [5].

Chemie

Im Gegensatz zu mikrobiologischen Untersuchungen weiß man über den Ablauf lebensmittelchemischer Reaktionen unter Druck relativ wenig. Grundlegende Vorgänge wurden untersucht [5] und alle Reaktionen, die sich durch Verringerung des Volumens auszeichnen, werden nach dem Prinzip von Le Chatelier begünstigt. Hauptmerkmale sind der geringe Einfluss von Druck auf kovalente Bindungen sowie die Förderung von Reaktionen, die unter Ladungsbildung ablaufen.

Unsere Arbeiten setzen an Reaktionen zwischen Kohlenhydraten und Proteinen an. Bei der Verarbeitung (Braten, Backen) von Lebensmitteln sind diese Komponenten für die Bildung von Farbe und Aroma verantwortlich. Diese Vorgänge werden unter der Bezeichnung Maillard-Reaktion zusammengefasst. Die ersten orientierenden Untersuchungen Anfang der 1990er-Jahre gingen von einem global hemmenden Einfluss von Druck auf das Reaktionsgeschehen aus. Eigene Studien zur Reaktion zwischen den Aminosäuren Lysin und Arginin sowie dem C5-Zucker Ribose führten im Gegensatz dazu mit ansteigendem Druck zu einer steigenden Menge an Pentosidin, einem Indikator der fortgeschrittenen Maillard-Reaktion. Für ähnliche Reaktionsprodukte der Aminosäure Lysin mit Glucosederivaten (Pyrrolin, N ϵ -Carboxymethyl-Lysin) konnte jedoch eine verringerte Bildung nachgewiesen werden [7]. Unter Normaldruck werden für alle drei genannten Verbindungen mit steigender Temperatur, steigende Konzentrationen gefunden. Das zeigt, dass aus den unter Normaldruck durchgeführten Untersuchungen kaum Vorhersagen auf das chemische

Verhalten von Lebensmittelinhaltsstoffen unter Hochdruck zu ziehen sind. In weiteren Untersuchungen mit Arginin und Glucose fanden sich dann ebenfalls erhöhte Mengen an Reaktionsprodukten mit steigendem Druck.

Nach derzeitigem Stand der Erkenntnisse kann man also davon ausgehen, dass einige lebensmittelchemische Reaktionen unter Druck verstärkt ablaufen werden. Dass es dabei zur Bildung von Substanzen mit negativen Auswirkungen auf die Produktsicherheit kommt, ist jedoch nicht zu befürchten.

Ausblick

Druck bietet eine schonende Möglichkeit, Lebensmittel zu pasteurisieren bzw. zur Haltbarmachung auf Konservierungsstoffe verzichten zu können („Clean labeling“). Im Zuge technischer Entwicklungen ist zu erwarten, dass diese Technik preisgünstiger wird und damit zukünftig häufiger zum Einsatz kommt. Neben der Behandlung traditioneller Lebensmittel stellt Hochdruck aber auch eine Möglichkeit dar, neuartige Produkte auf den Markt zu bringen. Untersuchungen zu den lebensmittelchemischen Grundlagen einer Hochdruckbehandlung werden auch zukünftig ein Thema an der TU Dresden sein.

→ thomas.henle@chemie.tu-dresden.de
 → uwe.schwarzenbolz@chemie.tu-dresden.de

Literatur

- [1] <http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/SafePracticesforFoodProcesses/ucm100158.htm>
- [2] Arnold C. et al. (2014) LWT - Food Sci. Technol. 57, 442–445
- [3] Meyer R.S. et al. (2000) Food Technol. 54, 67–72
- [4] Hendrickx M. et al. (1998) Trends Food Sci. Technol. 9, 197–203
- [5] Lauber et al. (2003) Eur. Food Res. Technol. 216, 156bn
- [6] Tauscher, B. (1995) Z. Lebensm. Unters. Forsch. 200(1), 3–13
- [7] Schwarzenbolz, U. et al. (2000) Czech. J. Food Sci. 18 Special Issue, 65–66

Foto: © istockphoto.com | omerstkrugoksu, chang panthermedia.net | Edward Westmacott

Wussten Sie ...?

- ▶ Druck wirkt gleichmäßig und augenblicklich an allen Stellen und in allen Richtungen im Produkt. Daher bleiben die Lebensmittel intakt.
- ▶ An der tiefsten Stelle des pazifischen Ozeans herrscht in 11.000 m Tiefe ein Druck von 110 MPa. Zur Behandlung von Lebensmitteln wird der 4- bis 8-fache Druck angewendet.

Achtung: Salmonellen und Listerien

Einfaches und zuverlässiges Testen von Umweltproben

Stefan Widmann, Romer Labs Division Holding GmbH

Das Testen auf mikrobiologische Verunreinigungen von Umweltproben wie z. B. Produktionsoberflächen ist essenziell, um Kreuzkontamination in der Lebens- und Futtermittelproduktion zu vermeiden. Hier sind besonders zwei Keime von Relevanz: Salmonellen und Listerien.



Das RapidChek Listeria-Testsystem

Die Gefahrenquellen

Salmonellen, die sehr resistent gegen Austrocknung und Hitze sind, können lange Zeit auf trockenen Produkten mit geringem Feuchtegehalt überleben. Speziell Lebensmittel mit einem hohen Fettgehalt stellen eine Gefahr dar, da es den Salmonellen hilft, die Säurebarriere im Magen zu überwinden. Das führt dazu, dass in solchen Lebensmitteln selbst geringste Salmonellenkonzentrationen zu einem Krankheitsausbruch führen können.

Listerien sind Umweltkeime und als solche ubiquitär in der Umwelt präsent. Da sie auch bei niedrigen Temperaturen weiterwachsen, wie sie z. B. in Kühlräumen vorherrschen, können sie auch hier zu hoher Konzentration heranwachsen. Eine äußerst gefährliche Eigenschaft von Listerien ist, dass sie in der Lage sind, auf Oberflächen Biofilme zu bilden. Als Biofilm ist es ihnen möglich, Desinfektions- und Reinigungsmitteln zu widerstehen, die bei der Reinigung von Produktionsanlagen verwendet werden.

Die Herausforderung

Kreuzkontaminationen stellen eine große und zu vermeidende Gefahr dar. Untersuchungen von Salmonellenausbrüchen, durch Fertigerichte mit niedrigem Feuchtegehalt verursacht, zeigten, dass die Kontamination auf eine Kreuzkontamination in der Prozessumgebung zurückzuführen war. Listerien kommen vor allem in rohen Fisch-, Fleisch- und Milchprodukten vor.

Sie setzen sich an schlecht zu reinigenden Orten der Prozessanlagen fest und sind durch Reinigungsschritte schwer zu entfernen. Durch eine Reihe von Faktoren wie unzureichende Reinigung, schlechtes Anlagendesign, ungenügende Wartung der Anlagen und unzureichende Wareneingangskontrolle wird die Gefahr einer Kontamination durch Anlagenoberflächen erhöht. Um dem zu entgegen und zu verhindern, dass mit Krankheitserregern kontaminierte Produkte zum Kunden gelangen, müssen regelmäßig Oberflächen- bzw. Umweltproben mithilfe eines einfachen, schnellen und zuverlässigen Testsystems analysiert werden.

Die Lösung

Romer Labs hat mit seinen Produkten RapidChek® SELECT™ Salmonella und RapidChek® Listeria NextDay zwei Produkte im Portfolio, die oben genannte Ansprüche voll erfüllen. Beide sind AOAC-RI validiert und RapidChek® SELECT™ Salmonella ist zusätzlich auch AFNOR validiert. Das Salmonellen-Testsystem verwendet das patentierte, mit Phagen ergänzte Medium. In der Voranreicherung helfen die Phagen, die kompetitive wie auch kreuzreaktive Bakterienflora zu reduzieren bzw. zu eliminieren. Dies fördert die schnelle und selektive Anreicherung der Salmonellen, speziell wenn diese in geringer Zahl vorhanden sind. Auch das Listerien-Testsystem enthält ein speziell hierfür entwickeltes Medium, das bei der Anreicherung signifikant höhere Wachstumsraten für Listerien generiert als die

am Markt üblichen Standardmedien (BLEB, Fraser, UVM usw.). Zusätzlich handelt es sich um eine arbeitszeitsparende einstufige Anreicherung. Das Salmonellen- wie auch das Listerien-Testsystem verwenden die kostengünstige und benutzerfreundliche Lateral-Flow-Technologie, die es erlaubt, ohne teuren Geräteaufwand und ohne lange Einschulungen schnelle und verlässliche Ergebnisse zu erzielen. Die wichtigsten Gründe, sich für RapidChek® SELECT Salmonella und RapidChek® Listeria NextDay zu entscheiden:

- ▶ **Genaue Ergebnisse.** 100% Spezifität und 100% bzw. 99% Sensitivität bei Listerien- bzw. Salmonellen-Testung.
- ▶ **Niedrige Gesamtkosten.** Tatsache ist, dass die Kosten für Testmaterialien den niedrigsten Kostenpunkt bei der Lebensmitteltestung darstellen. Die höchsten Anteile der Kosten verursachen die Wartezeit bis zum Ergebnis, Arbeitszeit und notwendige Labormaterialien wie teure Geräte, die hier nicht benötigt werden.
- ▶ **Schnell zum Ergebnis.** Diese beiden RapidChek® Testsysteme wurden entwickelt, um die Anreicherungszeit bei Umweltproben auf 22 bzw. 24 Stunden für Salmonellen und Listerien zu verkürzen.
- ▶ **Einfachheit.** Die Methoden sind höchst exakt und einfach in der Anwendung, um die Wahrscheinlichkeit von Fehlern im Verlauf von Transfer- und Vorbereitungsschritten zu verhindern.

→ stefan.widmann@romerlabs.com

energydrinks

Muntermacher oder Gesundheits- risiko?

Energydrinks aus epidemiologischer und chemisch-analytischer Sicht

Svenja Ackermann, Bianca Gmeiner,
Dr. Thomas Kuballa, Dr. Dirk W. Lachenmeier

Chemisches und
Veterinäruntersuchungsamt (CVUA), Karlsruhe

Ob Flasche oder Dose, jeder kennt sie, jeder mag sie – oder auch nicht. Energydrinks gehören mit zu den Lebensmitteln, über die seit Jahren am meisten diskutiert wird. Wie haben Sie es geschafft, sich in der großen Getränkewelt zu etablieren und zu behaupten? Was steckt eigentlich in der Dose, die für viele so anziehend erscheint?



Koffein

Bei dem Alkaloid Koffein handelt es sich um ein Purinderivat, das natürlich in verschiedenen Pflanzen vorkommt und dadurch in vielen Genussmitteln wie Kaffee, Tee und Schokolade enthalten ist. Koffein ist eine psychoaktive Substanz, die auf das Nerven-, das Herz- und das Gefäßsystem wirken kann [7]. Koffeinhaltige Getränke werden oft bewusst konsumiert, da durch die Stimulation des zentralen Nervensystems die Wachsamkeit und die Konzentrationsfähigkeit kurzzeitig erhöht werden [8]. Jedoch kann eine Überdosierung der Koffeinzufuhr auch zu Herzklopfen (Herz- und Pulsrasen), Schlafstörungen, Nervosität und vielen weiteren negativen Symptomen führen. Diese negativen Folgen des Koffeinkonsums treten vor allem bei sensiblen Erwachsenen (z.B. schwangeren Frauen) sowie Kindern und Jugendlichen auf. In Energydrinks können neben dem Zusatz von reinem Koffein auch Anteile von Guarana, Kolanuss, Yerba Mate und Kakao enthalten sein, die allesamt auch Koffein beinhalten.

Koffeinaufnahme von Jugendlichen und Erwachsenen in Deutschland

Neben den traditionellen koffeinhaltigen Getränken wie Kaffee und Tee greifen vor allem Kinder und junge Erwachsene bevorzugt zu koffeinhaltigen Erfrischungsgetränken wie Cola, Energydrinks sowie Energyshots. Die stark wachsende Popularität dieser koffeinhaltigen Erfrischungsgetränke und die damit einhergehenden veränderten Trinkgewohnheiten führten dazu, dass in den letzten Jahren ein erheblicher Koffeinkonsum auch in dieser Konsumentengruppe zu verzeichnen ist. Die Hauptquellen für die Koffeinexposition in der Gesamtbevölkerung sind jedoch weiterhin überwiegend Kaffee und Tee.

In Zusammenarbeit mit der Hochschule Albstadt-Sigmaringen und dem Forschungsinstitut für Kinderernährung Dortmund wurde mithilfe der Daten aus zwei Studien die Koffeinaufnahme für Kinder, Jugendliche und Erwachsene in Deutschland abgeschätzt [9]. Anhand der Daten der Dortmund Nutritional and Anthropometric Longitudinally Designed (DONALD)-Studie wurde für Kinder und Jugendliche eine tägliche durchschnittliche Koffeinaufnahme von 0,3 mg/kg Körpergewicht (KG) abgeschätzt, während für Jugendliche und Erwachsene (14–80 Jahre), basierend auf den Daten der nationalen Verzehrsstudie II, eine tägliche durchschnittliche Koffeinaufnahme von 2,1 mg/kg KG ermittelt wurde [9].

Zu den wichtigsten und interessantesten Inhaltsstoffen der Energydrinks zählen Koffein, Taurin, Inositol und Glucuronolacton. Vermischt mit Wasser, Farbstoffen, Aromen und natürlich Zucker ergeben sie ein Getränk, das „die Konzentration und die Leistungsfähigkeit in geistiger als auch in sportlicher Hinsicht steigern“ soll. Lediglich für Koffein liegt ein wissenschaftlicher Nachweis für eine pharmakologische Wirkung vor [1]. Die anderen Zutaten werden dagegen aus Marketinggesichtspunkten zugesetzt. So wird der Stoff Taurin vermeintlich aus Bullenhoden gewonnen und mit einer – wissenschaftlich nicht haltbaren – potenzsteigernden Wirkung in Verbindung gebracht [2].

Ursprünglich aus Asien, wurde das Konzept der Energydrinks Ende der 1980er-Jahre auch in Europa eingeführt, wo es sich mithilfe geeig-

netter Marketingstrategien schnell verbreitete und bis heute noch populär ist [3]. Besonderen Anklang finden die Getränke vor allem bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen [4]. Doch gerade diese Personengruppen besitzen ein möglicherweise erhöhtes gesundheitliches Risiko, vor allem durch hohe Zufuhrmengen der in Energydrinks enthaltenen Substanzen, die kombinierte Aufnahme mit Alkohol und die Einnahme bei sportlicher Betätigung [5]. Die Einschätzung der Gefährdung spiegelt sich in Verzehrempfehlungen, Höchstmengenbeschränkungen und sogar Verkaufsverboten wider (beispielsweise ist in Litauen seit Nov. 2004 der Verkauf an Minderjährige verboten [6]). Im Folgenden werden Energydrinks aus epidemiologischer und chemisch-analytischer Sicht genauer unter die Lupe genommen.

energydrinks

Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) geht in einer vorläufigen Stellungnahme davon aus, dass eine tägliche Koffeinaufnahme für Kinder (3 bis <10 Jahre) und Jugendliche (>10 bis 18 Jahre) von 3 mg/kg KG als sicher angesehen wird [1]. Die aktuelle Studie der EFSA zeigt aber auch, dass vor allem Jugendliche mit übermäßigem Verzehr von Energydrinks diese Schwelle der Koffeinaufnahme überschreiten können. Aus diesem Grund wird derzeit diskutiert, ob der Verkauf von Energydrinks an Kinder und Jugendliche eingeschränkt werden sollte. Mögliche Maßnahmen bestehen in einem Verkaufsverbot an Personen unter 18 Jahren (ähnlich der Handhabung bei alkoholhaltigen Getränken) oder einer Absenkung der zulässigen Koffeinhöchstmengen in den Getränken.

Koffeingehalte verschiedener Getränke

Der Koffeingehalt von Cola, Energydrinks und Energyshots wurde aus den Jahren 1998 bis 2014 gesammelt und in Abbildung 1 graphisch dargestellt. Dabei zeigt sich, dass der durchschnittliche Gehalt von Koffein in Cola (2010–2014; n = 444) ungefähr 100 mg/l beträgt, der Gehalt in Energydrinks (2010–2014, n = 448) mit ca. 287 mg/l deutlich höher liegt, wobei sich die Gehalte von beiden Gruppen seit 1998 kaum verändert haben. Ein möglicher Grund für die Konstanz ist, dass aufgrund des rechtlichen Grenzwertes (320 mg/l) kaum Spielraum nach oben ist. Die meisten Hersteller von Energydrinks orientieren sich gezielt an diesem Grenzwert. Auch vor 2006 (1998–2006) waren die

durchschnittlichen Koffeingehalte nur geringfügig niedriger (249–271 mg/l). In diesem Zeitraum wurden Energydrinks noch nicht mittels der Fruchtsaft- und Erfrischungsgetränkeverordnung geregelt, jedoch existierten damals auch für diese Getränke bereits Grenzwerte für Koffein, die in Ausnahmegenehmigungen nach § 68 des Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuchs (LFGB) bzw. Allgemeinverfügungen nach § 54 LFGB festgelegt waren. Die Höchstwerte für Koffein betragen auch dort zwischen 250 mg/l und 320 mg/l.

Eine Ausnahme mit sehr hohen Werten (>1000 mg/l) bilden die sogenannten „Energy Shots“, die seit 2009 auf dem deutschen Markt erhältlich sind. Da Energyshots rechtlich nicht definiert sind und keine Grenzwerte existieren, ist die Steigerung des Koffeingehaltes in Energyshots von 2009 bis 2014 erklärbar.

Der Koffeingehalt der zwischen 2010–2014 untersuchten Proben wurde bestimmt (Tab. 1) und in Abbildung 2 miteinander verglichen. Im Gegensatz zur landläufigen Meinung ist der Gehalt in Kaffee und Tee höher als in koffeinhaltigen Erfrischungsgetränken. Lediglich in Energyshots übersteigt der Koffeingehalt deutlich alle weiteren Getränke, weshalb bei übermäßigem bzw. regelmäßigem Verzehr dieser speziellen Getränke eine übermäßige Aufnahme an Koffein sehr leicht möglich ist.

Rechtliche Lupe

Durch rechtliche Regelungen in der nationalen Fruchtsaft- und Erfrischungsgetränkeverordnung ist seit 2012 ein Höchstgehalt von Koffein in

Erfrischungsgetränken von 320 mg/l festgelegt. Energyshots sind davon ausgenommen, da diese Produkte nicht rechtlich definiert sind und somit keinen Grenzwerten unterliegen.

Die Lebensmittelinformationsverordnung (LMIV, in Kraft seit 13.12.2014) sieht vor, dass Getränke mit erhöhtem Koffeingehalt (>150 mg/l) den Hinweis „Erhöhter Koffeingehalt. Für Kinder und schwangere oder stillende Frauen nicht empfohlen“, gefolgt vom Koffeingehalt (mg/100 ml) erhalten. Ausgenommen sind Getränke, die auf Kaffee, Tee bzw. Kaffee- oder Teeextrakt basieren.

Die meisten Energyshots werden als Nahrungsergänzungsmittel vertrieben und dürfen nur mit einer Verzehrempfehlung in Verkehr gebracht werden. Eine mögliche rechtliche Regelung dieser Produktgruppe sollte insbesondere auch vor dem Hintergrund des aktuellen Entwurfs einer Risikobewertung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit EFSA diskutiert werden, laut der ein Fünftel aller Energydrink-Konsumenten die als sicher angesehene Koffeinaufnahmemenge bereits mit einer einzigen Verzehrseinheit überschreiten [1].

Aus der Wissenschaft gibt es weiterhin Forderungen für die generelle Deklaration des Koffeingehaltes für alle Produkte, denen Koffein zugesetzt wurde [10]. Dies wäre eine erhebliche Änderung in der Lebensmittelpolitik, da die Koffeinkennzeichnung für jedes Produkt erforderlich wäre, unabhängig von dessen Koffeingehalt. Dadurch soll der Verbraucher seine Koffeinaufnahme genauer regulieren können.

Die Umsetzbarkeit, die Effektivität und der Nutzen dieser Forderung sind jedoch fraglich. Zum einen wären beispielsweise die Hauptaufnahmequellen Kaffee und Tee von dieser Kennzeichnungspflicht ausgeschlossen, da sie natürlicherweise Koffein enthalten, und zum anderen gibt es Hinweise dafür, dass eine Kennzeichnung, wenn überhaupt, nur einen moderaten Effekt auf das Konsumverhalten des Verbrauchers hat. Maßnahmen wie die o.g. Einschränkungen bei der Abgabe oder eine Absenkung der Höchstmengen erscheinen zielführender [11].

Taurin

Taurin oder 2-Aminoethansulfonsäure (s. Abb. 4) ist ein Abbauprodukt der schwefelhaltigen Aminosäuren Cystein und Methionin. Es ist in einigen Nahrungsmitteln wie Fleisch, Fisch und Milchprodukten natürlich enthalten. Im Körper ist es an vielen physiologischen Prozessen wie der Bildung von Gallensäuren, der Regulierung des Ca²⁺-Flusses und der neuronalen Erregbarkeit beteiligt [12]. In Energydrinks findet Tau-

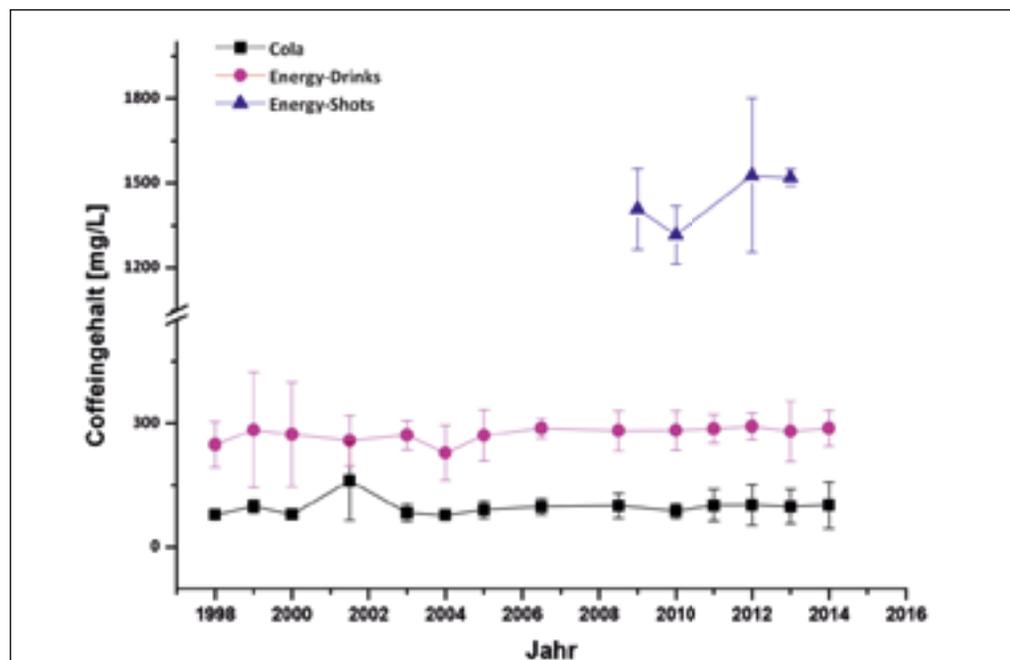


Abb. 1 Entwicklung des Koffeingehaltes von Cola (schwarz, n = 511), Energydrinks (pink; n = 545) und Energyshots (blau; n = 16) von 1998–2014 (der Fehlerbalken entspricht der Standardabweichung; SD).

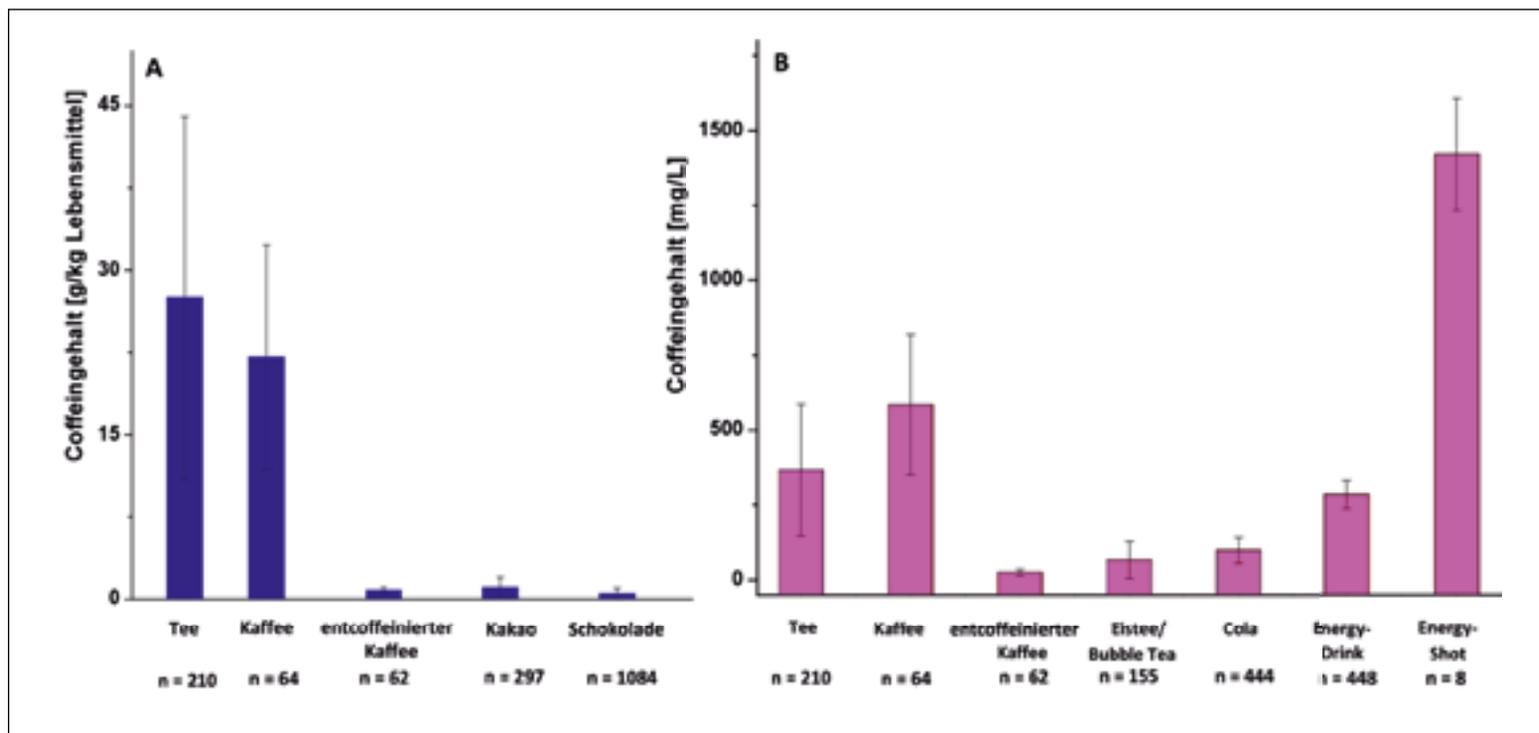


Abb. 2 Koffeingehalte in verschiedenen Lebensmitteln (2010–2014)

rin Verwendung aufgrund der möglichen „vorteilhaften physiologischen Effekte“ wie z.B. der Reduzierung des Blutdrucks [13]. Jedoch gibt es nicht ausreichend Belege darüber, ob diese Effekte auch tatsächlich erzielt werden.

Die EFSA kam 2009 zu dem Entschluss, dass es keinen gesundheitlich begründeten Einwand gegen eine Zufuhr von bis zu 1400mg Taurin/Tag gebe. Jedoch stützt sich dieser Entschluss nicht auf der Sicherheit der Energydrinks als solche, sondern auf der Untersuchung von Taurin als Einzelsubstanz. Die Bewertung von Taurin in Energydrinks und dessen Interaktion mit anderen Inhaltsstoffen wie z.B. Koffein ist derzeit aufgrund einer unzureichenden Datenlage noch nicht möglich.

Analytische Lupe

Während für die Koffeinbestimmung in Getränken bewährte HPLC-Standardmethoden vorliegen, gestaltete sich die Taurinanalytik schwieriger. In den letzten Jahren wurden verschiedene Methoden evaluiert, um den Tauringehalt zu bestimmen. Sie reichen von Hochleistungsflüssigchromatographie (HPLC) mit Vor-/Nachsäulenderivatisierung und verschiedensten Detektionsmethoden (UV/Vis oder fluorimetrisch) über den Amino Acid Analyzer bis hin zum Screening mittels FTIR [14]. Die kernmagnetische

Tab. 1 Mittlerer Koffeingehalt verschiedener Lebensmittel (2010–2014)

Getränke	Anzahl der Proben (n)	Mittelwert ± SD [mg/L]
Tee *	210	367 ± 219
Kaffee *	64	584 ± 234
entkoffeinierter Kaffee *	62	25 ± 11
Eistee/Bubble Tea	155	68 ± 63
Cola	444	100 ± 43
Energy Drink	448	287 ± 47
Energy Shot	8	1421 ± 186

* Bei Tee und Kaffee wurden in der Regel die Teeblätter, Kaffeebohnen oder Kaffeepulver untersucht. Eine Umrechnung auf den Gehalt im verzehrfertigen Getränk erfolgte gemäß den Angaben in der DIN 10809 (Tee) und der DIN 10792 (Kaffee).

BASEL LIFE SCIENCE WEEK 2015 SEPT. 21–24

KeyNotes **Forums** **MipTec**
The International Life Science EXHIBITION 2015 SEPT. 22–24

Posters **Courses, Workshops & Awards**

Facts and Figures

- Almost 3'000 attendees in 2014
- More than 100 international speakers
- More than 100 posters
- More than 100 exhibitors
- Perfect networking opportunities

Online Registration free of charge
www.basel-life-science-week.eu

Scientific Forums

- Aging and Drug Discovery
- Digital Health
- Drug Discovery Sciences
- GPCR
- Infectious Diseases
- Jumpstarting Innovation
- Medicinal Chemistry
- Next Generation Sequencing
- Peptide Therapeutics
- Signaling and Drug Resistance in Cancer
- Stem Cells in Biomedicine
- Synergy
- Translational Medicine

Networking Events
Welcome Reception
Interactive Poster Session

KeyNote Speakers

- Dr. Jean-Paul Clozel**
CEO and Co-Founder, Actelion
- Dr. John Reed**
Head of Pharma Research & Early Development (pRED), Roche
- Prof. Dr. med. Kushru Asadullah**
Professor, Charité Medical Center, and former Bayer Healthcare Vice-President & Global Head of Biomarkers
- Peter Thiel**
Thiel Capital

International Life Science Exhibition
Don't miss the opportunity to visit over 100 Life Science exhibitors

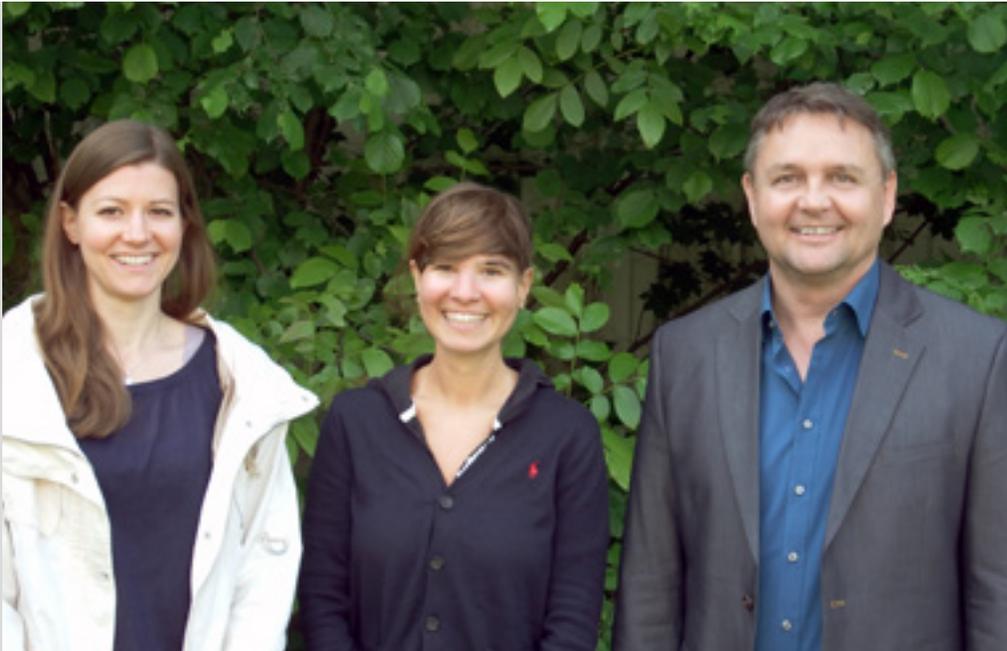
Industry Symposia

For detailed information please visit:
www.basel-life-science-week.eu

Follow us on Facebook and Twitter #BLSW

© Basel Tourismus

energydrinks



Svenja Ackermann (links), Jg. 1987, studierte Lebensmittelchemie an der Universität Hohenheim. Ihre Diplomarbeit verfasste sie in Schweden an der Umeå University, dabei untersuchte sie Bestandteile pflanzlicher Öle mittels NMR. Seit 2015 ist sie als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Chemischen und Veterinäruntersuchungsamt (CVUA) in Karlsruhe mit dem Schwerpunkt NMR-Analytik tätig.

Bianca Gmeiner (Mitte), Jg. 1988, studierte Lebensmittelchemie am Karlsruher Institut für Technologie. In ihrer wissenschaftlichen Abschlussarbeit beschäftigte sie sich mit der Charakterisierung der Ferulasäure-Oligosaccharide in Pseudocerealien mittels NMR. Seit Ende 2014 absolviert sie ihre Ausbildung zur staatlich geprüften Lebensmittelchemikerin am CVUA Karlsruhe.

Thomas Kuballa, Jg. 1962, studierte Chemie und Lebensmittelchemie an den Universitäten Ulm und Stuttgart und promovierte 1996 an der Universität Ulm. Am Chemischen und Veterinäruntersuchungsamt (CVUA) Karlsruhe ist er Abteilungsleiter für Internethandel und die Untersuchung und Begutachtung von Getränken (alkoholfreie Getränke, Bier, Wein, Spirituosen), Trink- und Mineralwasser. Ein weiterer Schwerpunkt seiner Tätigkeit ist die Teamleitung NMR am CVUA Karlsruhe und die Obmannschaft der bundesweiten Arbeitsgruppe Next-NMR. Darüber hinaus ist er Lehrbeauftragter für Lebensmittelrecht an der Universität Karlsruhe, KIT – Institut für Angewandte Biowissenschaften, Abteilung Lebensmittelchemie. Kuballa ist Autor bzw. Coautor von mehr als 100 Zeitschriftenartikeln und Mitglied mehrerer Arbeitsgruppen in DIN, §64 oder GDCh.

Dirk W. Lachenmeier, Jg. 1975, studierte Lebensmittelchemie an der Universität Bonn, promovierte 2003 in Toxikologie und wurde Leiter des Labors für alkoholhaltige Getränke am CVUA Karlsruhe. Er ist Träger des Bruno-Rossmann-Preises der Lebensmittelchemischen Gesellschaft. Seit 2010 stellvertretende Leitung des Zentrallabors NMR und seit 2015 Teamleiter „Internethandel“ am CVUA Karlsruhe. Expertentätigkeit u.a. in der DFG Senatskommission zur gesundheitlichen Bewertung von Lebensmitteln (SKLM), für EU Kommission und WHO International Agency for Research on Cancer (IARC).

Resonanzspektroskopie (NMR), eine sehr robuste, schnelle und umfangreiche Messmethode, bietet da eine gute Alternative zu den bisherigen Methoden. Quantitative Untersuchungen von Taurin mittels 1D-¹H-NMR wurden in der Vergangenheit bereits durchgeführt, jedoch aufgrund starker Signalüberlagerungen durch andere in Energydrinks enthaltene Inhaltsstoffe im Bereich der Taurinsignale bei messüblichen pH-Werten nicht mit dem gewünschten Erfolg (s. Abb.3) [15]. Bei einem pH-Wert von 11 kann Taurin jedoch durch die dadurch erfolgte chemische Verschiebung auch mit eindimensionaler ¹H-NMR bestimmt werden [16].

Um das Problem dieser Signalüberlagerungen zu umgehen, wurden 1D-¹³C-NMR und 2D-J-resolved (JRES)-¹H-NMR-Experimente zur Taurinbestimmung eingesetzt, da bei diesen Messmethoden eine bessere Signalzuordnung möglich ist. Bei ¹³C liegt dies an der höheren spektralen Auflösung im Vergleich zu ¹H-Messungen, jedoch

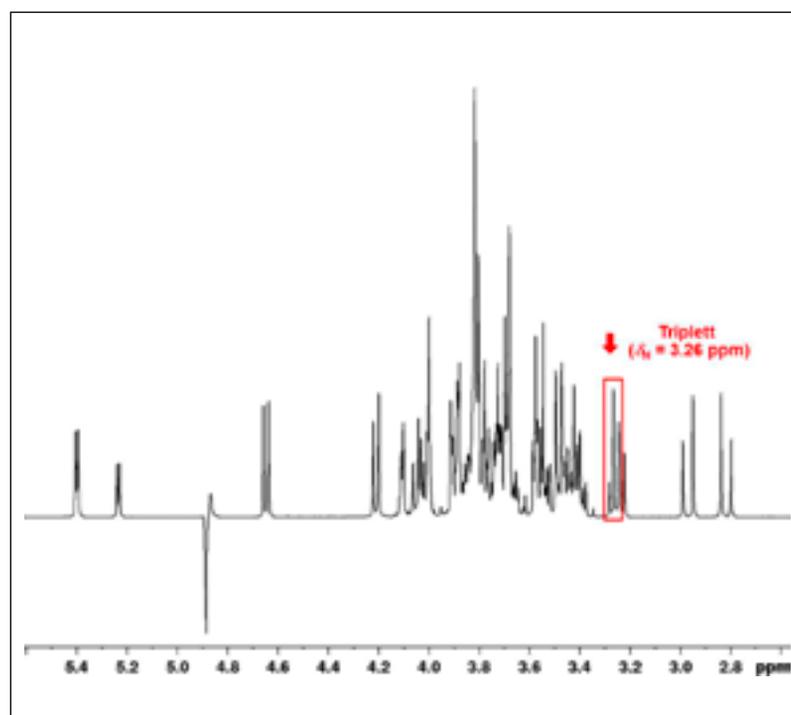


Abb. 3 400 MHz, 1D-¹H-NMR-Spektrum eines Energydrinks (2.5–6 ppm), bei 3.26 ppm Triplettsignal von Taurin wird von anderen Signalen überlagert.

führt die geringere natürliche Isotopenhäufigkeit von ^{13}C (1,1%) zu einer Intensitätsminderung, die durch längere Messzeiten ausgeglichen werden muss. Beim JRES- ^1H werden die überlagerten ^1H -Signale auf eine zweite Ebene übertragen, wobei eine zusätzliche Aufspaltung und somit eine Spezifizierung der Signale möglich wird.

Beide Methoden liefern isolierte Signale, die gut integriert werden können (s. Abb. 4, 5) und das bei minimaler Probenaufarbeitung, die lediglich das Mischen der Probe mit Phosphatpuffer und die Zugabe eines internen Standards (TSP-d4) beinhaltet. Für die Quantifizierung der 1D- ^{13}C -NMR Spektren wurde das Signal bei 50.4 ppm (Abb. 4) und für die JRES-Spektren das Tripletsignal bei 3.26 ppm (in F2) (Abb. 5) verwendet. Die Konzentrationsbestimmungen erfolgten automatisiert mittels eines vorgefertigten MatLab-Skriptes und einer externen Kalibriergeraden [17].

Fazit

Die NMR zeichnet sich bei der Koffein- und Taurinbestimmung in Energydrinks durch eine einfache und schnelle Analysenmethode aus, welche großes Potenzial besitzt, auch andere Inhaltsstoffe in einer Multikomponentenanalyse zu erfassen.

Eine vollständige Beurteilung des Gefährdungspotenzials von Energydrinks ist derzeit noch nicht möglich, da noch viele Zusammenhänge ungeklärt sind. Vor allem wenn es um die Interaktion der verschiedenen Inhaltsstoffe und hier insbesondere um Alkohol, Koffein und Taurin und evtl. verstärkende Effekte geht. Leider hat die aktuelle EFSA-Stellungnahme diese Aspekte außer Acht gelassen [1]. Energydrinks bleiben nach wie vor ein interessantes Thema in analytischer, wie auch in rechtlicher Hinsicht.

→ svenja.ackermann@cvuaka.bwl.de
 → thomas.kuballa@cvuaka.bwl.de

Literatur

- [1] EFSA, Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA) (2015) URL: <http://www.efsa.europa.eu/de/consultations/call/150115.pdf> (Zugriff am 19.05.2015)
- [2] Bianchetti, M. (2014) Virales Marketing. Was Red Bull von anderen Energy-Drink-Herstellern abhebt. Grin Verlag, München
- [3] Face Value Selling Energy (2002) URL: <http://www.economist.com/node/1120373> (Zugriff am 19.05.2015)
- [4] EFSA (2013) URL: <http://www.efsa.europa.eu/en/supporting/doc/394e.pdf> (Zugriff am 19.05.2015)
- [5] Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2009) URL: http://www.bfr.bund.de/cm/343/gesundheitsrisiken_durch_den_uebermaessigen_verzehr_von_energy_shots.pdf (Zugriff am 19.05.2015)

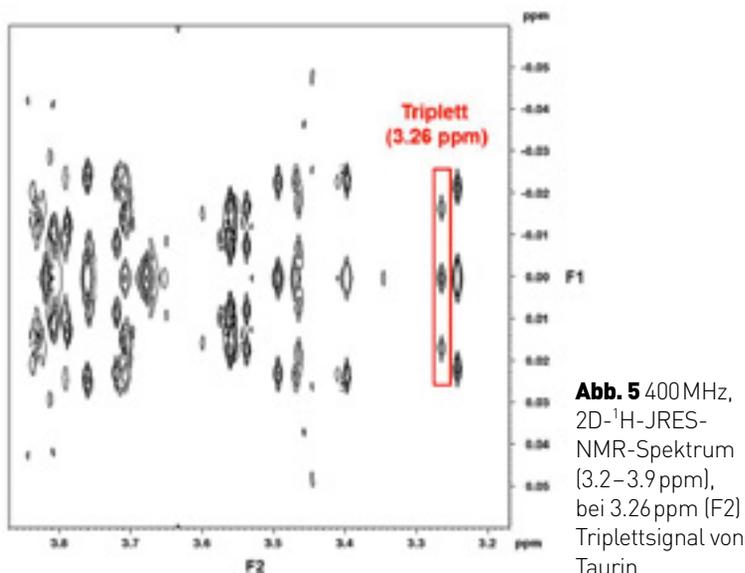


Abb. 5 400 MHz, 2D- ^1H -JRES-NMR-Spektrum (3.2–3.9 ppm), bei 3.26 ppm (F2) Tripletsignal von Taurin

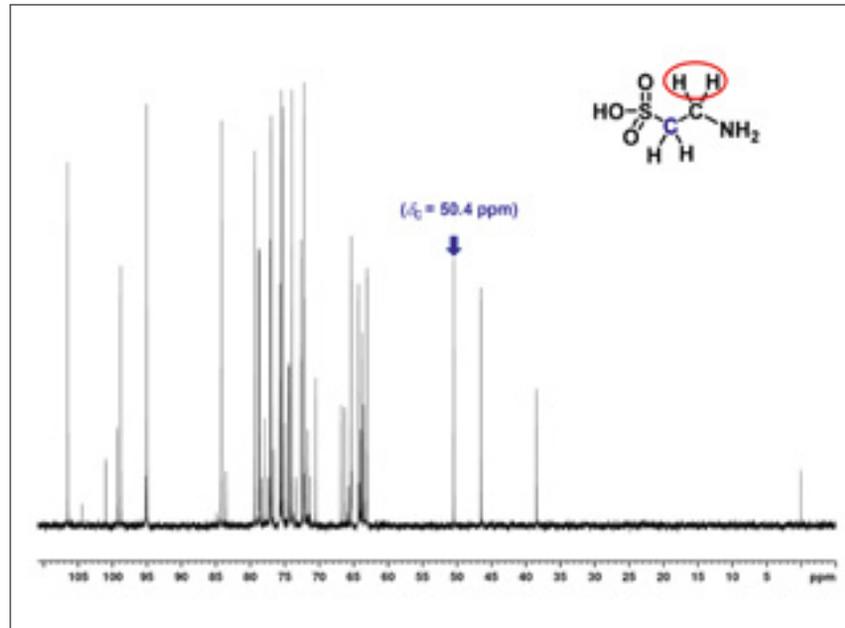


Abb. 4 400 MHz, 1D- ^{13}C -NMR-Spektrum eines Energydrinks, bei 50.4 ppm Signal von Taurin

- [6] URL: <http://www.zeit.de/neus/2014-11/01/litauen-litauen-verbietet-verkauf-von-energydrinks-an-minderjaebrige-01112205> (Zugriff am 19.05.2015)
- [7] Zöllner, H. (2004) Deut. Lebensm. Rundsch. 100, 255–262
- [8] Weis, C. (2007) Ernährungs-Umschau 54, 210–215
- [9] Lachenmeier, D.W. et al. (2013) J. Caffeine Res. 3, 47–53
- [10] Kole, J. & Barnhill, A. (2013) J. Caffeine Res. 3, 108–113
- [11] Lachenmeier, D.W. & Winkler, G. (2013) J. Caffeine Res. 3, 154–155
- [12] Huxtable, R.J. et al. (1992) Physiol. Rev. 72, 101–163
- [13] Kendler, B.S. et al. (1989) Prev. Med. 18, 79–100
- [14] Triebel, S. et al. (2007) Amino Acids 33(3), 451–457
- [15] Wegert, K. et al. (2012) Lebensmittelchem. 66(6), 143–145
- [16] Hohmann, M. et al. (2014) Pharmac. a. Biomed. Anal.
- [17] Ackermann, S. et al. (2015) Publication in preparation

Are you looking to grow your business in a developed Asian market?

Join the conversation

@cphikorea @cphiwae

Register as a visitor
using media code: **CPKR475**

URL:
www.cphikorea.com/korea/visit/register

- 01** South Korea's generic market is projected to grow on average 5% per year between 2013 – 2018 to a staggering \$23.84 Bln.
- 02** South Korea closely ranks after China and India as the third “best outsourcing destination” in Asia.¹
- 03** Korea Drug Development Fund (KDDF) will promote the development of the Korean biotechnology sector in the Asia Pacific region aiming to produce 10 new treatments by 2019.
- 04** Investment in R&D and related facilities is very active and establishment of plants according to the international standards is increasing.

¹ The changing dynamics of pharma outsourcing in Asia, PwC.

icse **P-mec** **BioPh**

7 - 9 September 2015 • COEX • Seoul

www.cphikorea.com
Join the conversation @cphiwae #cphikorea

Organised by

nanomaterialien



Nano auf der Speisekarte

Eine Herausforderung für die Analytik

Prof. Dr. Klaus Günther, Annika Hirtz , Markus Witzler, Fabian Küllmer

Institut für Ernährungs- und
Lebensmittelwissenschaften, Lebensmittelchemie,
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Technisch hergestelltes Nanomaterial hat längst Einzug in unsere Lebensmittel und verbrauchernahen Produkte erhalten. Nano-Siliziumdioxid wird für die Fließfähigkeit von Ketchup oder als Rieselhilfe in Salz und Gewürzen eingesetzt, Nano-Titandioxid verleiht Schokolade dauerhaften Glanz, Silber-Nanopartikel dienen der Verbesserung der Haltbarkeit verschiedener Lebensmittel und deren Verpackungen. Nanopartikel können unbeabsichtigt bei herkömmlichen Herstellungsprozessen entstehen oder gezielt hergestellt und zugesetzt werden. Doch wo sind die Nanopartikel zu finden?

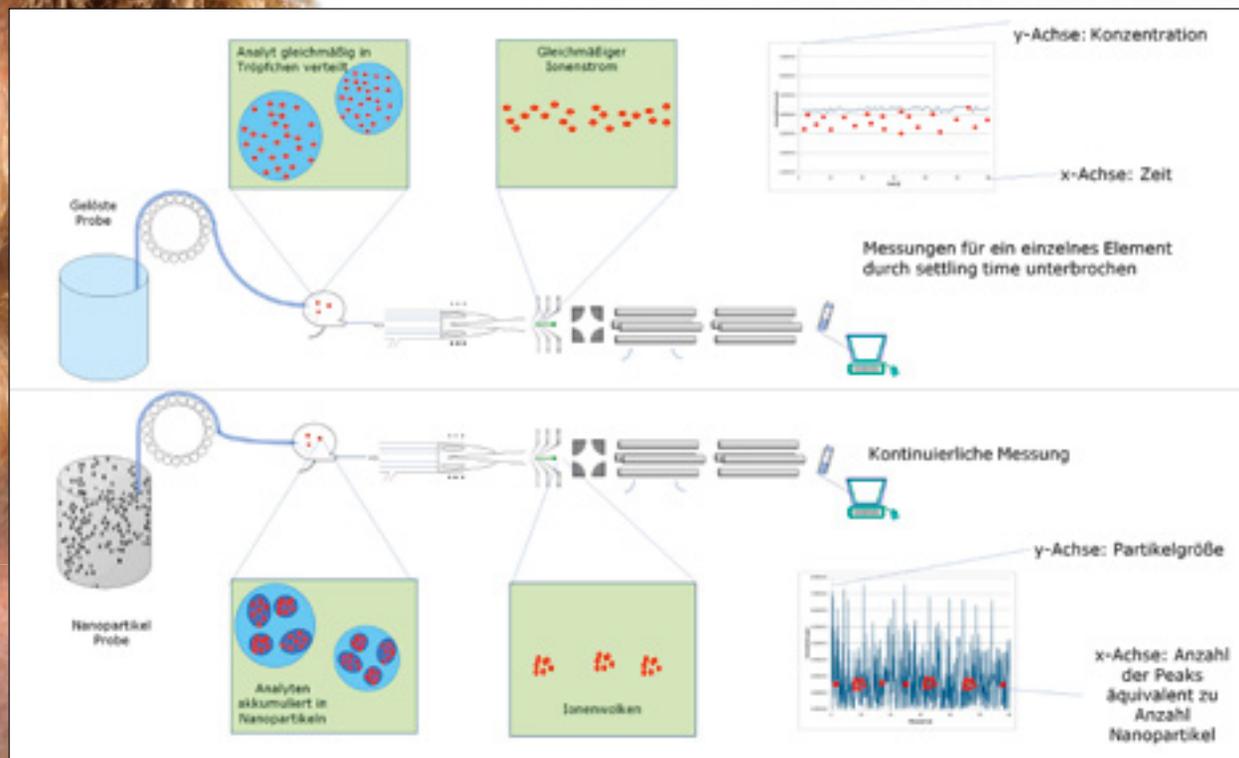


Abb. 1 Gegenüberstellung der klassischen ICP-MS (oben) mit der Single-particle-ICP-MS (unten). Bei gelösten Proben gelangt ein gleichmäßiger Ionenstrahl bis zum Detektor, während Analyten aus Nanopartikeln in Form von Ionenwolken detektiert werden. Klassisch wird innerhalb einer Scan-Zeit ein weiter Massenbereich gescannt, sodass verschiedene Elemente detektiert werden können. In der Single-particle-Analyse wird kontinuierlich gemessen. Die Anzahl der Peaks entspricht der Nanopartikel-Konzentration, die Signalintensität ist äquivalent zur Partikelgröße.

Doch wo sind die Nanopartikel zu finden? Sind die gesundheitlichen Risiken und die Verbreitung in der Umwelt bereits ausreichend beschrieben? Und nicht zu vernachlässigen: Was sind eigentlich Nanopartikel? Um diese Fragen zu klären, kommt man nicht ohne verlässliche Analysemethoden aus. Das Institut für Lebensmittelchemie an der Universität Bonn beschäftigt sich mit der direkten Analyse von Nanopartikeln in Lebensmitteln durch Single-particle-ICP-MS.

Was sind eigentlich Nanopartikel?

Diese Frage wird in der Europäischen Union intensiv diskutiert – eine endgültige Definition gibt es bisher nicht [1,2]. Teilchen mit einer Größe von 1–100 nm (ein milliardstel Meter) haben im Vergleich zum „bulk-Material“ neue, teilweise sehr interessante Eigenschaften, auf denen eine Vielzahl innovativer industrieller Prozesse und Produkte des täglichen Lebens beruhen. Die Größe dieser Partikel verhält sich etwa zu der eines Fußballs wie die des Fußballs zum Durchmesser der Erde. Die vielen eingangs beschriebenen Anwendungsbeispiele zeigen: Die Nano-Branche boomt.

Rechtliche Lage und Verbraucherschutz

Allerdings ist der Einfluss dieser Materialien auf die Umwelt und die menschliche Gesundheit bisher nur wenig erforscht. Die aktuelle Studienlage schließt eine nachteilige Beeinflussung der Gesundheit nicht aus. Kosmetik mit nanopartikulären Zusatzstoffen muss gemäß der 2013 in Kraft getretenen EU-Kosmetikverordnung notifiziert und entsprechend gekennzeichnet werden. In Lebensmitteln muss der Einsatz von Nanopartikeln erst seit Dezember 2014 laut neuer EU-Lebensmittelinformations-Verordnung 1169/2011 (LMIV) [3] aus der Zutatenliste hervorgehen, ist aber noch nicht im Sinne einer Nanotechnologieverordnung eingeschränkt. Zur Überprüfung der Kennzeichnung und der toxikologischen Relevanz ist die Analyse von Nanopartikeln in Lebensmitteln sowie Umwelt- und Gewebeproben notwendig. Methoden zur Nanopartikelanalyse sind aber noch wenig ausgereift. Derzeit existieren noch keine Normverfahren für die

Analytik von Nanopartikeln, allerdings kann mit bestehenden Analysemethoden das ubiquitäre Vorkommen von Nanopartikeln bereits nachgewiesen werden.

Nanopartikelanalytik

Bei der Analyse von Nanopartikeln müssen folgende Parameter berücksichtigt werden: elementare Zusammensetzung, Partikelgröße, Größenverteilung und Partikelzahl (Konzentration). Konvention ist die Bestimmung des Nanopartikelgehalts anhand der Quantifizierung eines Elements. Dabei muss bekannt sein, um welche Nanopartikel es sich handelt. Außerdem wird dabei vorausgesetzt, dass das zu bestimmende Element ausschließlich nanopartikulär vorliegt.

Die Partikelgröße wird in wässrigen Lösungen meistens über DLS (Dynamic light scattering; dynamische Lichtstreuung) bestimmt. Außerdem gibt es Röntgenstreuungsanalysen wie z.B. die Kleinwinkelstreuungs-Analyse (SAXS). Diese liefern aus aufgereinigten Nanopartikellösungen wichtige Informationen über die dreidimensionale Struktur von nichtkristallinen Systemen und werden daher bevorzugt zur Charakterisierung von technischen Nanopartikeln eingesetzt. Im Vergleich liefert die DLS schnellere Ergebnisse, die röntgenbasierten Methoden zeichnen sich hingegen durch ihre hohe Empfindlichkeit und Spezifität aus. Eine weitere Option sind bildgebende Verfahren, z.B. Transmissionselektronen- oder Rasterkraftmikroskopie. Diese Methoden sind allerdings hinsichtlich der Spezifizierung des Zielpartikels limitiert und erfordern Proben mit hoher Partikelzahl, die sich auf einen Probensteller fixieren lassen. Zudem können Größenverteilungen mikroskopisch nur eingeschränkt bestimmt werden. [4]

Trennmethoden

Eine andere Möglichkeit ist die vorherige Auftrennung und Anreicherung von Nanopartikeln. Da es aufgrund der vergleichsweise geringen Ladung von Nanopartikeln zu unspezifischen Wechselwirkungen oder gar irreversibler Bindung der Moleküle an stationäre Phasen kommen kann, sind

nanomaterialien



Fabian Küllmer, Jg. 1982, beschäftigte sich 2006–2010 in und nach seiner Ausbildung zum Chemielaboranten mit der Umweltanalytik. Dem folgten ein Bachelor-Studium der Chemie und Materialwissenschaften sowie ein Masterstudium der Analytische Chemie und Qualitätssicherung an der Hochschule Bonn Rhein-Sieg. In seiner Master-Arbeit an der Universität Bonn arbeitet er derzeit an der Methodenentwicklung für die Analytik von Nanopartikeln in Lebensmitteln mit der Single-particle-ICP-MS.



Markus Witzler, Jg. 1991, studierte Chemie mit Materialwissenschaften (B.Sc.) und Analytische Chemie und Qualitätssicherung an der Hochschule Bonn Rhein-Sieg. Während seines Studiums wurde er mehrfach mit einem Deutschlandstipendium gefördert. Derzeit entwickelt er an der Universität Bonn im Rahmen seiner Master-Arbeit Methoden für die Nanopartikelanalytik in Lebensmitteln mittels Single-particle-ICP-MS.

Verfahren ohne stationäre Phase wie die Feld-Fluss-Fraktionierung (FFF) und die Kapillarelektrophorese besser geeignet, wobei empfindliche Detektoren eingesetzt werden müssen [5]. Hier ist aufgrund des größeren möglichen Probenvolumens die Feld-Fluss-Fraktionierung gegenüber der Kapillarelektrophorese im Vorteil. Bei elektrophoretischen Verfahren wird außerdem sowohl nach hydrodynamischem Radius als auch nach Ladung getrennt, was die Trennung komplexer macht [4].

In diesem Zusammenhang muss außerdem erwähnt werden, dass sich Nanopartikel in Lösung fast nie im thermodynamischen Gleichgewicht befinden; die Zusammensetzung von nanopartikulären Systemen variiert stark in Abhängigkeit vom pH-Wert, von der Ionenstärke oder von Temperatur-/Lichteinflüssen. Durch eine chromatographische Trennung besteht die Gefahr, dass die Nanopartikelzusammensetzung verändert wird.

Die Single-particle-ICP-MS

Mit der Single-particle-ICP-MS (sp-ICP-MS) lassen sich simultan und elementspezifisch sowohl die Partikelkonzentration als auch die Größenverteilung dieser Partikel in einer Probe bestimmen. Außerdem ist eine eindeutige Unterscheidung zwischen nanopartikulärem und ionisch vorliegendem Analyten möglich. Die Methode geht auf Degueldre [6] zurück und wurde in den letzten Jahren weiterentwickelt. [7,8] Grundsätzlich wird bei der ICP-MS (Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma) die Probe zunächst in einer Zerstäuberkammer mit Argongas vernebelt. Das Aerosol wird in ein Argonplasma überführt, wo Analyten getrocknet, atomisiert und ionisiert werden. Die positiv geladenen Ionen werden beschleunigt, über ein Konensystem fokussiert und gelangen anschließend in den Massenanalysator und schließlich zum Detektor. In Abbildung 1 wird die sp-ICP-MS

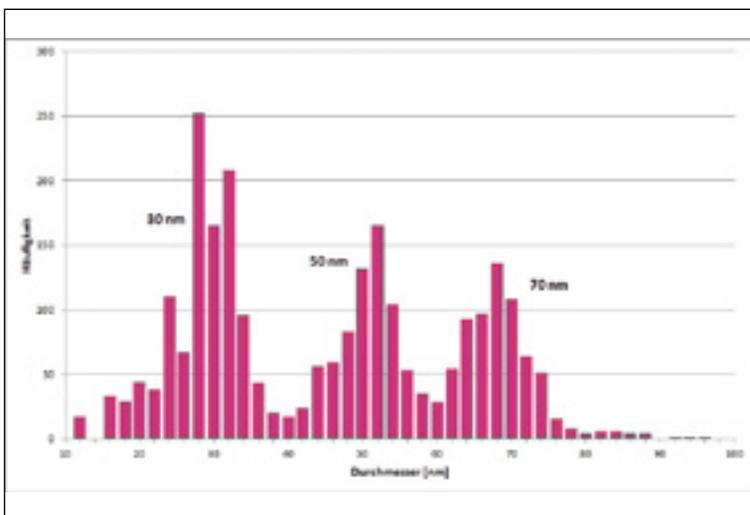


Abb. 2 Histogramm einer Apfelsaftprobe, die mit Gold-Nanopartikeln in den Größen 30 nm, 50 nm und 70 nm dotiert wurde. Die drei Partikelgrößenverteilungen sind klar voneinander unterscheidbar. Partikelkonzentrationen für alle Größen etwa 100.000 Partikel/mL.

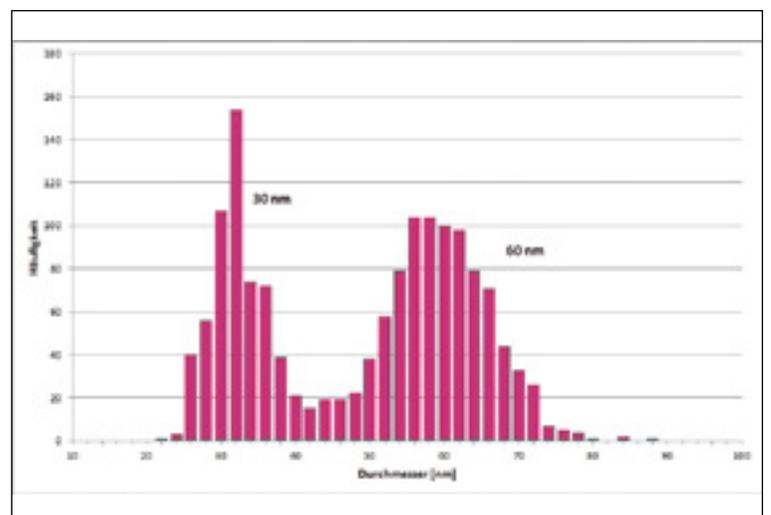


Abb. 3 Histogramm einer Apfelsaftprobe, der Silber-Nanopartikel in den Größen 30 nm und 60 nm zugesetzt wurden. Partikelkonzentrationen für alle Größen etwa 100.000 Partikel/ml.



Annika Hirtz, Jg. 1987, ist staatlich geprüfte Lebensmittelchemikerin und studierte Lebensmittelchemie an der Bergischen Universität Wuppertal. Nach einem Auslandsaufenthalt an der Universität von Barcelona schloss sie 2013 ihre berufspraktische Ausbildung ab. Seit 2014 ist sie Doktorandin am Institut für Lebensmittelchemie an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn und widmet sich der Anwendung der LC-ICP-MS und Single-particle-ICP-MS in der lebensmittelchemischen Forschung.

mit der klassischen Auswertung der ICP-MS verglichen. Gelöste Ionen gelangen als gleichmäßiger Ionenstrom bis zum Detektor, während Analyten aus Nanopartikeln in Form von Ionenwolken den Detektor erreichen.

Klassisch wird innerhalb einer Scan-Zeit ein weiter Massenbereich gescannt, sodass verschiedene Elemente detektiert werden können. Die Messzeiten werden als „dwell time“ bezeichnet, die durch die „settling time“ unterbrochen werden, in welchen die Quadrupoleinstellungen auf Ausgangszustand zurückgefahren werden.

In der Single-particle-Analyse wird ohne settling time gemessen und ein quasi kontinuierliches Signal erzeugt. Das vom Detektor erzeugte Signal wird über die Zeit aufgenommen, wodurch jeder erscheinende Peak einem Nanopartikel aus der Probe entspricht. Die Intensität des Peaks korreliert dabei mit der Größe des Nanopartikels. Aus dem Messprinzip ergibt sich auch, dass die kleinste bestimmbar Nanopartikelgröße diejenige ist, bei der sich das Signal noch gerade vom Untergrundrauschen (u.a. gelöste Ionen) abhebt. Die Limitierung der Partikelgröße im unteren Bereich (ca. 20 nm) ist die größte Einschränkung der sp-ICP-MS. Diese untere Größenlimitierung wird durch die Empfindlichkeit des Geräts (alle Geräteparameter), die stöchiometrische Zusammensetzung der Nanopartikel und das Konzentrationsverhältnis von gelösten Ionen und Nanopartikeln beeinflusst [4].

Ein großer Vorteil der sp-ICP-MS ist die geringe Nachweisgrenze. So können Nanopartikel noch weit unter der Nachweisgrenze von gelösten Ionen gemessen werden, da sich am Detektor nur die Häufigkeit der Signale verringert, nicht aber die Signalintensität. Während DLS v.a. bei Partikelkonzentrationen von über 1 mg/L eingesetzt wird, konnten an der Universität Bonn mittels sp-ICP-MS bereits Nanopartikel in Konzentrationen im ng/L-Bereich in dotierten Saftproben (Orangensaft, Apfelsaft) direkt ohne Probenvorbereitung analysiert werden. Abbildungen 2 und 3 zeigen Histogramme einer Apfelsaftprobe, die mit Gold- und Silbernanopartikeln dotiert wurde. Es sind deutlich die verschiedenen Partikelgrößenverteilungen erkennbar.

Durch die hohe Spezifität, die sehr geringen Nachweisgrenzen und die geringe Matrixempfindlichkeit ist diese Methode sehr gut für die Analytik



Klaus Günther, Jg. 1957, studierte Chemie mit Promotion in Analytischer Chemie an der Universität Münster (1988, summa cum laude). Er erhielt den Promotionspreis der Universität Münster und war Postdoctoral Fellow der Deutschen Forschungsgemeinschaft an der Universität Bonn mit Forschungsaufenthalten bei der Bayer AG Leverkusen, dem Institut für Spektrochemie Dortmund und dem Massachusetts Institute of Technology (MIT), Cambridge, USA (1988–1990). Von 1990 bis 1994 war er wissenschaftlicher Assistent (C1) am Institut für Lebensmittelchemie der Universität Bonn. Seit 1994 bis heute ist er an der Forschungszentrum Jülich GmbH tätig und Mitglied in der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren. Dort leitet er verschiedene Abteilungen, Forschungsgruppen und Drittmittelprojekte und hat Aufgaben im strategischen Forschungsmanagement. 1996 habilitierte sich Herr Prof. Günther für das Fach „Lebensmittelchemie“ an der Universität Bonn und ist seit dem Jahr 2000 Honorarprofessor am Institut für Lebensmittelchemie und Technologie der Technischen Universität Graz, Österreich. Seit 2013 ist er außerplanmäßiger Professor und W3-Lehrstuhlvertreter für Lebensmittelchemie an der Universität Bonn.

von Nanopartikeln in Umwelt- oder Lebensmittelproben geeignet, in denen nur sehr geringe Konzentrationen an Nanopartikeln erwartet werden.

Ausblick

Aus der rasanten Entwicklung der Nanobranche, dem Mangel an toxikologischen Studien sowie der neuen Kennzeichnungspflicht ergibt sich ein starker Bedarf nach einer zuverlässigen Analysenmethode für Nanopartikel insbesondere im niedrigen Konzentrationsbereich. Die hierbei vielversprechendsten Methoden beruhen zurzeit auf der ICP-MS – sowohl in Kopplung mit Feld-Fluss-Fraktionierung als auch direkt mittels Single-particle-ICP-MS. Bisherige Veröffentlichungen zeigen allerdings noch keine realistische Anwendung in Lebensmitteln. Am Institut für Lebensmittelchemie der Universität Bonn soll an die ersten Versuche angeknüpft und eine validierte Methode für die Analyse von realen Lebensmittelproben mit sp-ICP-MS entwickelt werden.

→ k.guenther@uni-bonn.de

Literatur

- [1] Wiezorek, K. (2014) *Deutsche Lebensmittelrundschau*, 470–473
- [2] Bleeker, E.A.J. et al. (2013) *Regul. Toxicol. Pharmacol.* 65, 119–125
- [3] *Europäisches Parlament und Rat, VO (EU) Nr. 1169/2011, betreffend die Information der Verbraucher über Lebensmittel (Lebensmittelinformationsverordnung)*
- [4] von der Kammer, F. et al. (2012) *Environ. Toxicol. Chem.* 31, 32–49
- [5] Bednar, A.J. et al. (2013) *Talanta*, 104, 140–148
- [6] Degueldre, C. & Favarger, P.-Y. (2003) *Colloids Surf.* 217, 137–142
- [7] Laborda, F. et al. (2011), *J. Anal. At. Spectrom.* 26, 1362
- [8] Mitrano, D.M. et al. (2012) *Environ. Toxicol. Chem.* 31, 115–121

Foto: © iStockphoto.com | Sproetniek

nanomaterialien

Nanopartikel in Lebensmitteln

Was kann die Analytik leisten?

Dr. Philipp Brüning

Abteilung Nanotechnologie, Eurofins WEJ Contaminants GmbH

In den vergangenen Jahren sind immer mehr Verordnungen in Kraft getreten, die speziell den Umgang mit Nanomaterialien (NM) regulieren (Abb. 1). Beispielsweise ist es nach der Lebensmittelinformationsverordnung (LMIV) nötig, Lebensmittelzutaten, die in Form von „technisch hergestellten Nanomaterialien“ vorhanden sind, im Zutatenverzeichnis eindeutig aufzuführen. Um korrekte Kennzeichnungen durchzuführen bzw. diese zu überprüfen und zu beurteilen, braucht es eine klare Definition und valide analytische Methoden.

Als grundlegende Orientierung dient die breit gefasste Definition für ein NM aus der Empfehlung 2011/696/EU. Die Empfehlung 2011/696/EU bzw. die Begriffsbestimmungen in speziellen Verordnungen enthalten messbare Aspekte. Als ein Kriterium wird die Größe der Partikel bzw. die Partikelgrößenverteilung aufgeführt. Ein Material gilt als NM, wenn 50% der Partikel in der Anzahlgrößenverteilung im Bereich von 1–100 nm liegen.

Es gibt noch eine Reihe von Herausforderungen bei der Analytik und Beurteilung von NM, die u.a. aus den messbaren Aspekten der Definition resultieren. Die verschiedenen Messtechniken, die potenziell geeignet sind, Größenbestimmungen im Bereich von 1–100 nm durchzuführen, sind bekannt, zeigen jedoch je nach Fragestellung Stärken und Schwächen und müssen weiterentwickelt bzw. dem Zweck angepasst werden. Die Ergebnisse müssen es ermöglichen, die folgenden Fragen zu beantworten:

I Ist ein Material ein NM?

II Enthält ein Produkt ein NM?

- ▶ **Qualitativ:** Welche Nanopartikel sind in der Probe? Hier ist eine eventuelle Unterscheidung gegenüber natürlichen Partikeln nötig und die Zusammensetzung des Materials soll untersucht werden.
- ▶ **Quantitativ:** Wie viele Partikel sind in der Probe? Erforderlich sind eine Einteilung in Größenfraktionen und eine Unterscheidung von Primärpartikeln sowie Agglomeraten und Aggregaten.

Anforderungen an die Methoden für die Analytik von Nanomaterialien

Eine potenzielle Fehlerquelle liegt bereits in der Probennahme. Derzeit ist kaum Literatur vorhanden, die sich gezielt mit der Probennahme von NM beschäftigt und prüft, ob die üblichen Verfahren zu repräsentativen Laborproben führen. Zusätzlich gibt es wenig Wissen über das Verhalten der NM z.B. in industriellen Batches oder in komplexen Matrices wie Lebensmitteln.

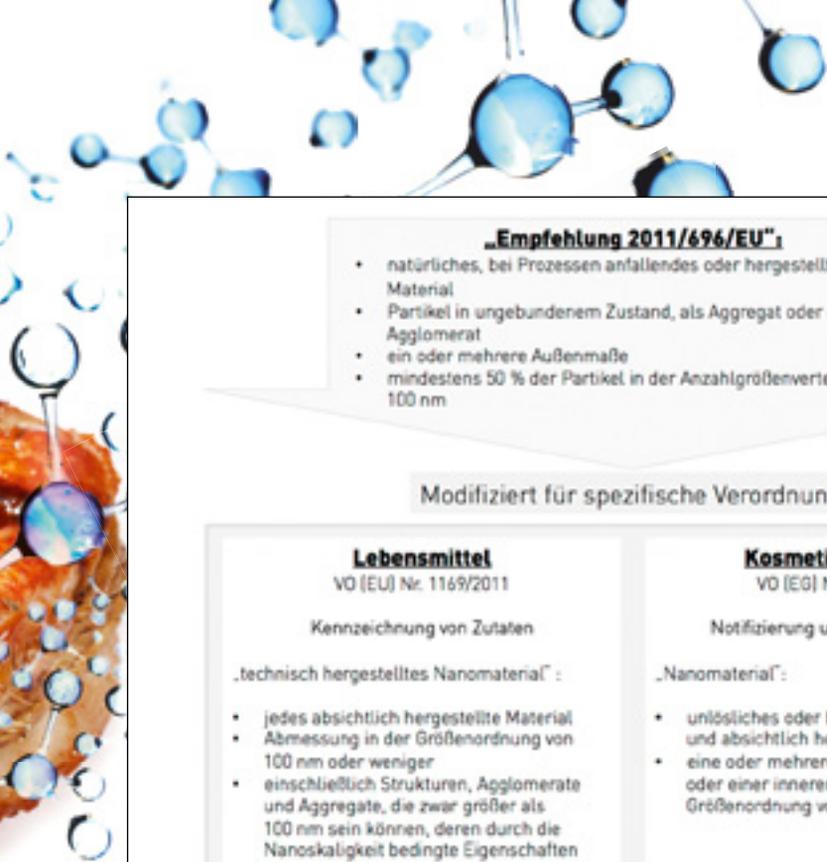
Im Labor ist es in der Regel notwendig, die Methoden für das jeweilige Material anzupassen; z.B. zeigen Materialien verschiedener Hersteller durch Zusätze oder modifizierte Oberflächen deutlich unterschiedliches Verhalten bei gleicher Deklaration nach dem „Basis“-Partikel. Dies führt dazu, dass probenindividuelle Lösungen im Labor nötig sind und in einem hohen Arbeitsaufwand pro Probe resultieren. Erschwerend kommt hinzu, dass z.B. Lebensmittel viele natürliche Strukturen im Nanomaßstab (globuläre Proteine, Kohlenhydrate) enthalten, die vor der Messung (insbesondere bei unspezifischer Detektion) abgetrennt werden müssen. Daraus ergeben sich zusätzliche Anforderungen an die Aufarbeitung. Wichtig ist es z.B., die Partikelverteilung nicht zu verändern. Ist es gelungen, die Materialien aus der Matrix zu extrahieren, ist es für Methoden wie die dynamische Lichtstreuung (DLS) oder Feldflussfraktionierung (FFF) notwendig, zur Messung Dispersionen herzustellen. Diese müssen zu-

mindest für die Zeit der Messung stabil sein. Mit zu bedenken ist, dass zugesetzte Stabilisatoren oder Ultraschallbehandlungen die Ergebnisse stark beeinflussen können.

Normungen und allgemein definierte und akzeptierte Leistungsanforderungen sind in diesem Bereich noch nicht etabliert. Weiterhin besteht ein Mangel an Standard- und Referenzmaterialien, die mehrere Größenbereiche betrachten, was In-Haus-Validierungen erschwert. Für die Bestimmung von Silbernanopartikeln in Fleisch ist derzeit eine validierte Methode publiziert [1]. Grundsätzlich müssen die Ergebnisse für drei Parameter mit Bezug auf die jeweilige Matrix und das NM valide sein: Identifizierung des Materials, Größe und Größenverteilung [2]. Für weitere Informationen zu den Anforderungen sei auf die publizierten Reports des Joint Research Centers verwiesen [3, 4].

Routineanalysen, wie man sie von etablierten Verfahren gewohnt ist, sind aufgrund der beschriebenen Herausforderungen noch nicht möglich. Wie oben erwähnt müssen die Methoden an die jeweiligen Fragestellungen (Matrix und Analyt) angepasst werden. Auch die Interpretation der Ergebnisse für eine Beurteilung ist schwierig.

Die Single-Particle-ICP-MS (SP-ICPMS) ist eine schnell durchzuführende Methode und besitzt daher das Potenzial für den Routineeinsatz. Bei der SP-ICPMS wird abweichend zur üblichen ICP-MS-Messung zeitaufgelöst mit sehr kurzen Dwell-Zeiten gemessen. Bei einer



Philipp Brüning, Jg. 1980, studierte Lebensmittelchemie an der Universität Hamburg. Nach der Promotion am Institut für Lebensmittelchemie der Universität Hamburg absolvierte er zunächst das 2. Staatsexamen am Institut für Hygiene und Umwelt. Seit 2011 ist er bei der Eurofins WEJ Contaminants GmbH beschäftigt und leitet hier seit 2013 die Abteilung Nanotechnologie. Daneben ist er Obmann der Arbeitsgruppe Nanomaterialien in der LChG.

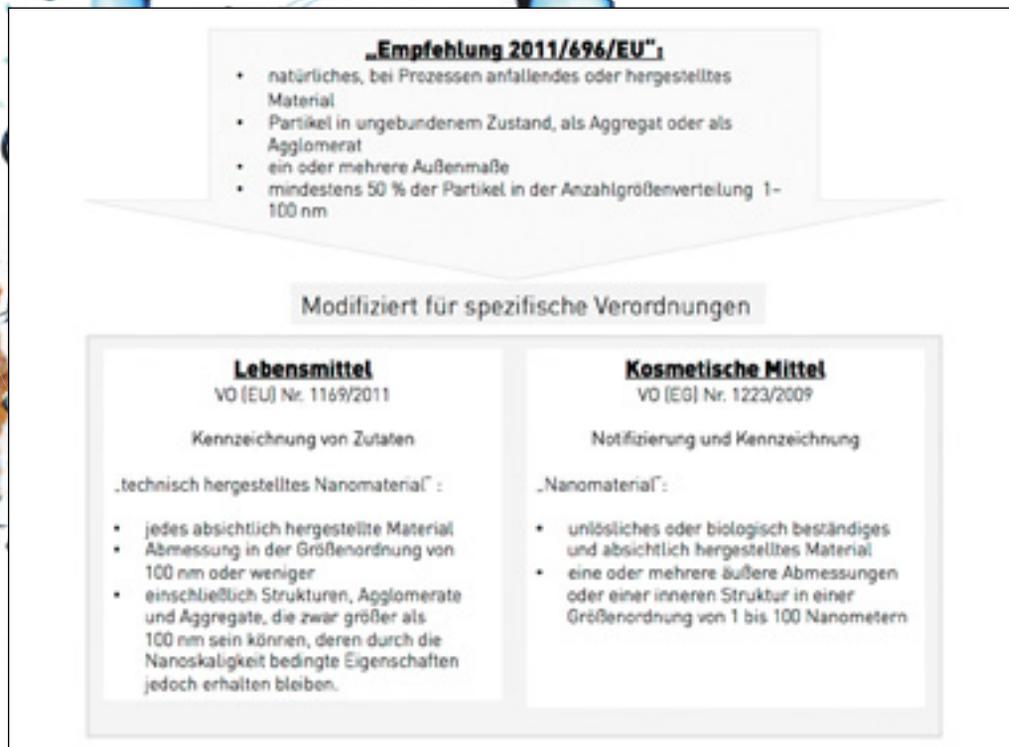


Abb. 1 Die Empfehlung 2011/696/EU und ihre Modifizierung für spezifische Verordnungen

passenden Verdünnung der Probe können so einzelne Signal-Events detektiert werden, die einzelnen Nanopartikeln entsprechen. Unter der Annahme eines Kugelmodells und bei bekannter Dichte der Partikel können anzahlbasierte Verteilungen berechnet werden. Die Vorteile der Methode bestehen darin, dass sie sehr spezifisch und matrixtolerant ist sowie innerhalb kurzer Messzeit (ca. 1 min.) viele Partikel zählen kann. Als „zählende Methode“ sind keine Konvertierungen für eine Beurteilung der Anzahlgrößenverteilung im Sinne der Definition nötig. Durch Interferenzen gibt es allerdings messtechnische Einschränkungen im Größenmessbereich. Als Screeningverfahren, um anschließend ggf. aufwendigere Methoden (Beispiele im Folgenden) einzusetzen, ist die SP-ICP-MS bestens geeignet. Zur Bestätigung von Ergebnissen und vollständigen Charakterisierungen der NM sind die elektronenmikroskopischen Methoden wie die Transmissionselektronenmikroskopie zu nennen. Bei diesen bildgebenden Verfahren ist es

möglich, auch Nanoobjekte wie Agglomerate zu erkennen und diese von Primärpartikeln zu unterscheiden. Die Tauglichkeit für Routineanalysen wird z.B. durch automatische Bildanalysen und günstigere Geräte vorangetrieben.

Die asymmetrische Feldflussfraktionierung (auch A4F) trennt die Partikel in einem parabolischem Fluss in einem Trennkanaal nach ihrer Größe auf. Zur Erzeugung einer Trennkraft dient ein an den Kanal angelegter Querfluss. Hierdurch entsteht ein senkrecht Krafffeld, dem die Diffusion der Partikel entgegenwirkt. Kleinere Partikel gelangen so eher in Kanalbereiche mit schnelleren Strömungsprofilen und werden zuerst detektiert. Durch die zerstörungsfreie Trennung können bei der Verwendung verschiedener Onlinedetektoren wichtige Charakterisierungsparameter aufgenommen werden. Die Größenverteilung kann durch geeignete Größenkalibrierung über die Elutionszeit oder mittels Lichtstreuendetektoren (MALS oder DLS) bestimmt werden. Massenspektro-

skopische Detektoren (ICP-MS) geben weitere Informationen über die Zusammensetzung anorganischer NM und bringen Sensitivität sowie Spezifität. Auch quantitative Bestimmungen sind möglich. Der beschriebene Multidetektoraufbau ermöglicht also eine Identifizierung der Partikel sowie die Ermittlung der Partikelgrößen bzw. Partikelgrößenverteilung. Bei den Beurteilungen der Ergebnisse ist jedoch zu beachten, dass massen- oder intensitätenbasierte Größenverteilungen erhalten werden. Die Umrechnung auf Anzahlverteilungen ist aktuell noch fehlerbehaftet.

→ philippbruening@eurofins.de

Literatur

- [1] Peters, R. et al. (2014) *Anal. Bioanal. Chem.* 406, 3875–3885
- [2] Linsinger, T. et al. (2013) *Food Chemistry* 138, 1959–1966
- [3] Linsinger, T. P. J. et al. (2012) *Luxembourg: Publications Office*
- [4] Rauscher, H. et al. (2014) *Luxembourg: Publications Office*

Foto: © istockphoto.com | FomaA, voyager624



12. Jahrestagung

der Deutschen Vereinigten Gesellschaft für
Klinische Chemie und Laboratoriumsmedizin

14. – 17. Oktober 2015 · Congress Center Leipzig

Schwerpunkthemen

- Labormedizin in der Gesundheitsvorsorge
- Früherkennung von Volkserkrankungen
- Prüfbedingungen für neue Biomarker
- Früherkennung seltener Erkrankungen
- Neue Referenzwerte und Leitlinien
- Aktuelle Erkenntnisse aus epidemiologischen Studien



„Aktuelle Herausforderungen der Labormedizin für die
Gesunderhaltung und die Früherkennung von Erkrankungen“

www.dgkl2015.de

© André Künzelmann (UFZ), © Ellie Nator - Fotolia.com

Antibiotika und Toxine in Lebensmitteln

Schnelle LC/MS/MS-Komplettmethoden in der Analytik von Tierarzneimittelrückständen und Mykotoxinen

Jan Stenzler, Shimadzu Deutschland GmbH

Um pharmakologisch wirksame Substanzen in tierischen Lebensmitteln zu bestimmen, werden in Überwachungs- und Handelslaboratorien nahezu flächendeckend Gas- und Flüssigchromatographen in Kopplung mit Massenspektrometern verwendet (GC/MS/MS und LC/MS/MS). Die Vorteile liegen auf der Hand: eine hochselektive Quantifizierung über einen breiten Konzentrationsbereich, die simultane Erfassung einer Vielzahl von Verbindungen, die schnelle softwarebasierte Auswertung vieler Proben und die Automatisierbarkeit von Messung und Auswertung.

Um bei der Analyse von Tierarzneimittelrückständen eine hohe Sensitivität und Wiederholbarkeit zu gewährleisten, schließen Probenvorbereitungen eine Aufreinigung mittels Festphasenextraktion (SPE) ein. Als Alternative zu solchen Probenvorbereitungen wird die QuEChERS-Methode ohne dispersive SPE verwendet (Abb. 1, [1]). Hiermit werden für 90% der untersuchten Verbindungen Wiederfindungen zwischen 70 und 120% erzielt. Für die Bestimmung wurden die Extrakte der untersuchten Matrices mit 10 µg/l je Analyt gespiked (Abb. 2). Wird der Standard unmittelbar vor der Extraktion zugegeben, erhält man die Wiederfindungen in Tabelle 1. Für sehr polare Verbindungen wie z.B. Tetracykline und Chinolone werden niedrige Wiederfindungen erzielt. Diese kann durch Anpassen des Extraktionsmittels erhöht werden.

Verbesserung der Peakform durch Koinjektion von Wasser

Die Direktinjektion der Acetonitrilphase kann in der Umkehrphasen-Chromatographie zur Elution als Doppelpack führen. Um dieses Problem bei der Analyse zu umgehen, wird die Pretreatment-Funktion des Shimadzu Autosamplers SIL-30A genutzt, um 2 µl der Lösung mit 10 µl Wasser auf die Säule zu injizieren [2]. An dieser Stelle bietet sich die Möglichkeit, automatische Verdünnungs- und Pipettierschritte einzubauen.

In einem 14-minütigen chromatographischen Lauf werden alle 89 Verbindungen der Methode als scharfe Peaks abgebildet. Wie bei LC/MS/MS-Multimethoden üblich, werden nicht alle Peaks getrennt und pro Verbindung zwei MRMs gemessen. Hinzu kommt, dass einige Analyten im positiven und andere im negativen ESI-Modus ionisiert werden. Mit 5ms Polaritätswechselzeit und einer minimalen Dwell Time von 0,8ms bei gleichbleibender Signalintensität erhält man mit dem LCMS-8050 trotz Koelektion viele Datenpunkte pro Peak (UFMS, Ultra Fast Mass Spectrometry).

Empfindlichkeit und Robustheit

Durch den Verzicht auf die dispersive SPE könnte man erwarten, dass der Effekt der Probenmatrix auf die Empfindlichkeit und Robustheit des LCMS-8050 deutlich höher ist, aber das Gegenteil ist der Fall: Alle 89 Verbindungen sind in den getesteten Matrix-Extrakten Huhn, Schwein, Lachs und Shrimps mit unteren Bestimmungsgrenzen bis herab zu 0,01 µg/l



Abb. 1 Schnelle Probenvorbereitung für die Bestimmung von Tierarzneimittelrückständen. *QuEChERS Extraction Salts Kit: Restek Q-sep™ AOAC2007.01

Tab. 1 Wiederfindungen von verschiedenen Tierarzneimittelrückständen in Lösemittel und Matrix

Wiederfindung	Ohne Matrix	Mit Matrix (Schwein)	Verbindungen mit niedriger Wiederfindung
< 50 %	17 (19 %)	13 (15 %)	Tetracykline, Chinolone
50 % - 70 %	1 (1 %)	8 (9 %)	
> 70 %	71 (80 %)	68 (76 %)	

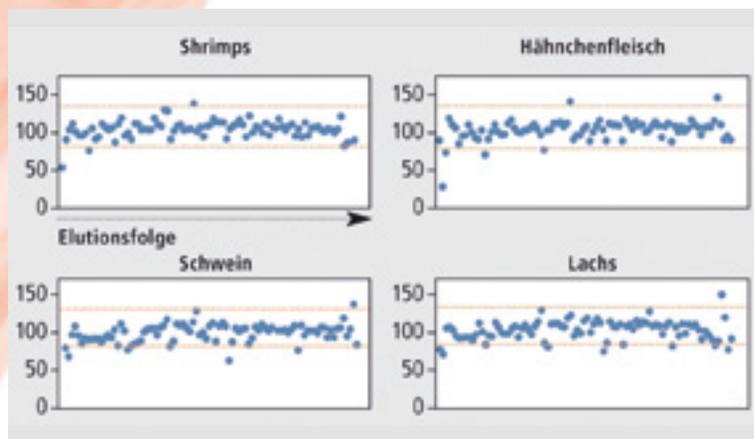


Abb. 2 Wiederfindungen aller Tierarzneimittel in jeder Matrix

quantifizierbar. Trennt man die Matrix nicht ab, können Matrixbestandteile als Neutralteilchen in das Massenspektrometer gelangen und sich dort an der Ionenoptik ablagern – das kann zu Empfindlichkeitseinbußen führen. Mitentscheidend für eine lange Standzeit des Detektors ist daher die Gasmenge, die in das Vakuum gelangt. Durch den vergleichsweise kleinen Ioneneinlass wird sie minimiert und damit die Standzeit erhöht. Dennoch ist eine hohe Sensitivität durch effiziente Fokussierung und Fragmentierung der Ionen gewährleistet. Die Robustheit der Methode wurde anhand von 220 Folgeinjektionen von Schweinextrakt, der mit 10 µg/l Analytmix gespiked wurde, gezeigt. Die Chromatogramme der ersten und der 220. Injektion sind vergleichbar: Die Peakflächen bleiben über alle Injektionen mit einer relativen Standardabweichung von 1,5–3,5% (n = 220) konstant.

Auch in der Mykotoxinanalytik werden zunehmend LC/MS/MS-Methoden angewendet. Je nach Toxin und Lebensmittel gibt es in der EU unterschiedliche Höchstgehalte – besonders niedrig sind diese in Nahrungsmitteln für Säuglinge und Kleinkinder.

Hochdurchsatz statt Matrixkalibrierung

Nur bestimmte Mykotoxine bilden sich abhängig vom Lebensmittel und dessen Lagerung. Daher sind analyt- und lebensmittelspezifische Einzelmethoden zielführend, erschweren aber einen hohen Probendurchsatz. Speziell für die Messung einer Vielzahl an Proben wurde eine sensitive LC/MS/MS-Methode mit dem LCMS-8050 entwickelt. Hier werden 45 Mykotoxine in einem chromatographischen Lauf von nur 11 min gemessen, sodass die Bestimmung unabhängig vom Probenmaterial immer dieselbe ist.

Obwohl eine Analytik ohne Probenaufreinigung die geforderte Sensitivität bieten kann, sind Kalibrationen in der Matrix erforderlich, um den Effekt des jeweiligen Lebensmittels auf das Messsignal zu berücksichtigen

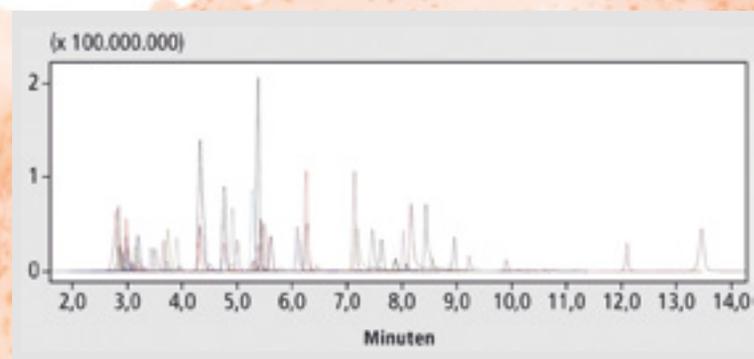


Abb. 3 MRM-Chromatogramm von 89 Tierarzneimitteln (10 pg/µl Schweinextrakt mit internem Standard)



Jan Stenzler, Jg. 1985, studierte Lebensmittelchemie in Bonn und Wuppertal. Er beschäftigte sich während seiner Abschlussarbeit und einem Praktikum mit LC/MS/MS-Techniken sowie automatisierter Probenvorbereitung. Nach der berufspraktischen Ausbildung für das 2. Staatsexamen Lebensmittelchemie beim LANUV NRW begann er im Januar 2013 seine Tätigkeit als Produktspezialist für LCMS bei der Shimadzu Deutschland GmbH.

und korrekte Ergebnisse zu erhalten. Hier werden alle 45 Mykotoxine mit einer SPE-Methode von den getesteten Matrices abgetrennt. So ist es möglich, verschiedene Proben z.B. Babymilchpulver, Mehl, Reis oder Tapioka mit einer Kalibrierung in Lösemittel zu quantifizieren und einen hohen Probendurchsatz zu erreichen. Diese Methode geht nicht zu Lasten der Qualität: Die Wiederfindungen liegen z.B. bei den Aflatoxinen bei fast 100%. Im ersten Schritt werden 5 g Probenmaterial eingewogen, mit 20 ml Wasser/Acetonitril 1/1 (v/v) versetzt und 5 min im Ultraschallbad beschallt. Anschließend wird 30 min lang bei Raumtemperatur geschüttelt und 10 min mit 3.000 g zentrifugiert. Der Überstand wird eins zu vier mit Wasser verdünnt. Nachdem die SPE-Kartusche (Isolute® Myco, 60 mg/3 ml, Biotage, Schweden) mit 2 ml Acetonitril und dann mit 2 ml Wasser konditioniert wurde, wird diese mit 3 ml verdünntem Überstand bei niedrigstem Fluss beladen. Erst wird mit 3 ml Wasser, dann mit 3 ml Wasser/Acetonitril 9/1 (v/v) gespült. Nach dem Trocknen wird mit 2 ml Acetonitril + 0,1% Ameisensäure und dann mit 2 ml Methanol eluiert. Das Eluat wird bis zur Trockne eingengt (Turbovap, Biotage, Schweden), mit 150 µl Wasser/Methanol/Acetonitril 80/10/10 (v/v/v) + 0,1% Ameisensäure rekonstituiert und 10 µl injiziert.

Nützliche Werkzeuge gegen Carryover

Kritisch bei Fumonisin ist die Komplexbildung mit Metallionen an Edelstahloberflächen und die damit verbundene Verschleppung (Carryover). Daher wird hier eine analytische Säule verwendet, die innen mit PEEK beschichtet ist. Fumonisine, die an der Metalloberfläche der Injektionsnadel haften, können über die Spülfunktion der SIL-30-Autosampler mit bis zu drei Lösemitteln während der Laufzeit des Chromatogramms entfernt werden [3].

Nachdem Proben gemessen wurden, muss eine Vielzahl von Analyten ausgewertet werden. Genau für diese Anforderungen bei GC/MS/MS-Analysen ist die LabSolutions Insight entwickelt worden, die eine schnelle visuelle und rechnerische Auswertung großer Datenmengen ermöglicht. Alle MRM-Chromatogramme einer Probe können auf dem Bildschirm dargestellt werden – für ein schnelles visuelles Screening. Weitere Features sind die einfache Ergebnisreportausgabe und Flags zur Markierung einer Probe, wenn z.B. eine analytspezifische Konzentrationsobergrenze überschritten wurde.

→ info@shimadzu.de

Literatur

- [1] Levi, M. & Moreau, S. (2014) ASMS, Poster MP 345
- [2] Sanchez, A.C. et al. (2012) J. Chromatogr. A 1228, 338–348
- [3] Tamura, M. et al. (2013) ASMS, Poster TP37-739

Foto: © istockphoto.com | mPhillips007

Sept. 16th to 18th, 2015

How to build a biobank – Learning by doing

At the Medical University of Graz

This course has been designed for all those who are involved in setting up a new biobank or who look to collaborate with a biobank. The course is a mixture of presentations and discussion sessions as well as hands-on.

This course is set up to:

- ▶ Deliver the theoretical, operating and hands-on comprehensive knowledge essential to enable the activities of biobanks
- ▶ Transfer best biobanking principles
- ▶ Encourage exchange of knowledge and skills across different biobanking activities
- ▶ Enhance research quality in and public awareness of biobanks

Insights:

- ▶ Biobanking ethics, privacy and data security
- ▶ Design and services of a biobank
- ▶ Cost calculation and funding
- ▶ Quality management and process improvement
- ▶ Sample collection, processing, storage and retrieval
- ▶ Biobank data systems and records management

→ **For registration please contact Dr. Tanja Macheiner:**

tanja.macheiner@medunigraz.at
Costs: 450 Euro
www.medunigraz.at/biobank



labor&more

Verlag
 succidia AG
 Verlag und Kommunikation
 Rösslerstr. 88 · 64293 Darmstadt
 Tel. +49 6151-360 56-0
 Fax +49 6151-360 56-11
 info@succidia.de · www.succidia.de

Herausgeber
 Jörg Peter Matthes [JPM]¹

Wissenschaftlicher Direktor
 Prof. Dr. Jürgen Brickmann [JB]²
 brickmann@succidia.de

Redaktion
 Claudia Schiller [CS], Leitung³
 schiller@4t-da.de

Dr. Wolfram Marx [WM]⁴
 marx@succidia.de

Carmen Klein [CK]⁵
 klein@succidia.de

Prof. Dr. Jürgen Brickmann [JB]
 brickmann@succidia.de

Jörg Peter Matthes [JPM]
 jpm@4t-da.de

Dr. Gerhard Schilling [GS]
 g.j.schilling@t-online.de

Wissenschaftliche Beratung

Dr. Gerhard Schilling [GS]⁶
 g.j.schilling@t-online.de

Anzeigenverkauf
 Julia Klomann⁷
 klomann@succidia.de

Heiko Rothmann⁸
 rothmann@succidia.de

Anzeigenverwaltung
 Svenja Rothenhäuser⁹
 rothenhaeuser@succidia.de

Konzeption, Layout, Produktion
 4t Matthes+Traut Werbeagentur
 www.4t-da.de

Nathalie Rogowski¹⁰ · rogowski@4t-da.de
 Tel. +49 6151-8519-89

Angeliqe Göll¹¹ · goell@4t-da.de
 Tel. +49 6151-8519-91

Wissenschaftlicher Beirat

Prof. Dr. Philippe A. Bopp
 Department of Chemistry,
 Université Bordeaux 1, Frankreich

Prof. Dr. Horst Hahn
 Geschäftsführender Direktor,
 Institut für Nanotechnologie,
 Karlsruher Institut für Technologie

Prof. Dr. h.c. Henning Hopf
 Institut für Organische Chemie,
 Technische Universität Braunschweig

Prof. Dr. Rüdiger Kniep
 Direktor Anorganische Chemie,
 Max-Planck-Institut für Chemische
 Physik fester Stoffe, Dresden

Prof. Dr. Paul G. Layer
 Entwicklungsbiologie und
 Neurogenetik, Institut für Zoologie,
 Technische Universität Darmstadt

Prof. Dr. Reinhard Renneberg
 Full Professor of Analytical Biotechnology
 Hong Kong University of Science and
 Technology (HKUST), Hongkong, China

**11. Jahrgang – 10 Ausgaben p.a.
 + 4 internationale Ausgaben**
 z.Z. gilt die Anzeigenpreisliste 09/2014.

Preis
 Einzelheft 15 €

Jahresabo (10 Ausgaben)
 Deutschland: 115 € zzgl. 7% MwSt.

Ausland: 134,50 €

Heftbestellung
 laborundmore@succidia.de

Druck
 Frotscher Druck GmbH
 Riestraße 8 · 64293 Darmstadt
 www.frotscher-druck.de

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur mit schriftlicher Genehmigung und Quellenangabe gestattet. Der Verlag hat das Recht, den redaktionellen Beitrag in unveränderter oder bearbeiteter Form für alle Zwecke, in allen Medien weiter zu nutzen. Für unverlangt eingesandte Bilder und Manuskripte übernehmen Verlag und Redaktion sowie die Agentur keinerlei Gewähr. Die namentlich gekennzeichneten Beiträge stehen in der Verantwortung des Autors.

ZKZ 75010
 ISSN 1866-5217



Mitglied der Informationsgemeinschaft zur Feststellung der Verbreitung von Werbeträgern e.V. (IVW), Berlin



Der CO₂-neutrale Versand mit der Deutschen Post



Verlag & Kommunikation
 www.laborundmore.de

Interview

„Laborproduktivität im Fokus“

Unter dem Motto „Taking science further, faster“ präsentierte sich Merck Millipore, die Life-Science-Sparte von Merck, auf der diesjährigen Achema. Die nun aktuell von der EU-Kommission genehmigte Übernahme von Sigma-Aldrich markiert einen weiteren Meilenstein für das Life-Science-Geschäft des Unternehmens, das künftig noch stärker auf Innovationen setzen will. Im Fokus der drei Geschäftseinheiten Biosciences, Lab Solutions und Process Solutions stehen Lösungen, die den Anwendern neue Möglichkeiten und eine höhere Produktivität in Forschung, Qualitätskontrolle und Produktion ermöglichen.

Claudia Schiller von labor&more war im Gespräch mit Dr. Jörg Krissmann, Leiter des Geschäftsfeldes Advanced Analytics, über die Bedeutung der Analytik im Laborbereich und die aktuellen Trends.

labor&more: Herr Dr. Krissmann, können Sie uns einen Überblick über Ihr Angebot für Laboranwendungen geben?

Dr. Jörg Krissmann: Für das chemisch-analytische Labor, das klassische Merck-Geschäft, bieten wir den gesamten Bedarf von Laborchemikalien, Lösungsmitteln, Salzen, Säuren, Wassertests bis zu Chromatographiesäulen. Für die Qualitätskontrolle finden Sie alle Verbrauchsmaterialien z.B. für die Titration, die Photometrie, Spektroskopie, Massenspektrometrie oder Chromatographie immer in der gewohnten höchsten Reinheit. Ein zweites Geschäftsfeld ist Biomonitoring, das sich mit der Mikrobiologie beschäftigt. Dort bietet Merck Millipore z.B. im Bereich Lebensmittel und Umwelt Schnelltests für Pathogene und Nährmedien oder Sterilitätstests für die Pharmaindustrie. Ein drittes Geschäftsfeld ist das Laborwasser. Merck Millipore bietet neben Geräten wie den Milli-Q®-Laborwassersystemen Verbrauchsmaterialien und Dienstleistungen für unterschiedliche Wasseraufreinigungsanforderungen an.

Für die Wasseranalyse präsentieren Sie auf der Achema mit Spectroquant Move ein Geräte-Highlight. Was kann das Produkt?

Aufbauend auf unserer chemischen Kompetenz, der Entwicklung von Farbstoffen für die Photometrie, haben wir eine Gerätereihe entwickelt, die eine komplette Lösung bietet und speziell für die Ansprüche der mobilen Wasseranalytik z.B. in der Prozesskontrolle ausgelegt ist. Das Spectroquant® Move DC (Desinfection Control) erlaubt eine einfache und robuste Mes-



Jörg Krissmann studierte Maschinenbau in Bochum und promovierte anschließend in Thermodynamik an der Gerhard-Mercator Universität Duisburg. Er arbeitet seit 15 Jahren im Bereich der chemischen und Life Science Industrie in verschiedenen Funktionen. Sein Schwerpunkt liegt im Strategischen Marketing und Innovationsmanagement. Seit 2014 leitet er das Geschäftsfeld Advanced Analytics bei Merck Millipore. *Bild: Claudia Schiller*

sung ausgewählter Parameter, während das Move 100 für über 100 Parameter vorprogrammiert ist. Mit der Spectroquant®-Datenübertragung können Sie Messdaten dank moderner Infrarottechnik einfach und schnell übertragen oder ausdrucken.

Eine zentrale Bedeutung für die Forschung und den Prozess kommt der Analytik und präzise ermittelten Daten zu. Wo setzen Sie im Geschäftsfeld Advanced Analytics die Schwerpunkte?

Grundsätzlich ist es unsere Philosophie, nicht nur Produkte zu verkaufen, sondern den Kunden zu beraten, mit ihm gemeinsam zu besseren Ergebnissen zu kommen. Ein schönes Beispiel hierfür ist die Chromatographie, wo wir den gesamten HPLC-Workflow im Blick haben. Hier bieten wir den Komplettbedarf bis auf die Instrumente an. Eine Besonderheit ist unsere monolithische Säulengeneration Chromolith® High Resolution, die eine bessere Trennschärfe und

schnellere Analysenergebnisse auch bei komplexen Proben liefert. Chromolith bietet gegenüber den klassischen partikulären Materialien zahlreiche Vorteile, die Säulen verstopfen sehr viel langsamer und können daher auch für die Trennung von matrixreichen Proben verwendet werden. Ein spezielles Anwendungsfeld ergibt sich deshalb neben den Standardanalytikmethoden für den Bereich Kosmetik.

Was sind aktuell die besonderen Kundenanforderungen?

Neben der Zuverlässigkeit des Produktes ist eine einfache Verwendung wichtig für den Anwender. Das Produkt soll erstens robust sein und zweitens einen höheren Probendurchsatz erlauben, also schnell sein. Das spielt im Bereich Qualitätskontrolle im Vergleich zu Forschungslaboren eine maßgebliche Rolle. Bei verkürzter Laufzeit wird bei jeder Messung Zeit gespart und damit ein Time-to-Market-Vorteil erreicht.

Wo liegen die Trends in der Analytik?

Ein derzeitiger Trend im Labor ist die Massenspektrometrie, eine der am stärksten wachsenden Methoden. Wir haben schon seit einiger Zeit unser Produktportfolio von Consumables entsprechend angepasst. Beispielsweise waren wir selbst vom großen Zuspruch auf unser vor Kurzem in Darmstadt organisiertes TLC-MS-Forum überrascht. Das zeigt, dass ein Bedarf an innovativen Kopplungsmethoden herrscht, die in diesem Fall die Vorteile einer sehr alten, robusten TLC-Analytik mit der hochmodernen MS verbinden. Ein weiterer Trend geht in Richtung Mobilität und Datenintegration, Informationsmanagement wird in Zukunft im Labor noch viel wichtiger werden. Diese Aspekte adressieren wir mit unseren neuen Entwicklungen.

→ **Herr Dr. Krissmann, herzlichen Dank für das Gespräch.**

Autosampler

Nachfolger für intelligente Probenvorbereitung

Die seit 1996 auf dem Markt befindlichen Autosampler von CTC, wie der Combi PAL, HTSxt und HTCxt-PAL werden von der neuesten PAL3 Generation, dem PAL RSI, abgelöst. Das neue System, einsetzbar sowohl für GC- als auch für LC/LC-MS-Anwendungen, bietet eine Fülle von Neuheiten und Verbesserungen, z.B. einen neuen Vortex-Mixer.

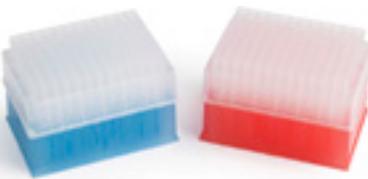


www.chromtech.de

Probenvorbereitungskit

Für die Proteinpräzipitation

Porvair Sciences hat das Produkt Combipack™ für Labors eingeführt, die sich mit Aufgaben wie der Proteinpräzipitation für die Probenvorbereitung befassen. Combipack™ umfasst vier farb-codierte Porvair-P3-Proteinpräzipitationsplatten sowie fünf 1-ml-Deep-Well-Sammelplatten und verfügt über alle Elemente, um das aufwändige Verfahren kostengünstig zu beschleunigen.



www.porvair-sciences.com



Benchtop Ionenmobilitäts-Massenspektrometrie für die Routineanalytik

Im neuen VION IMS QToF sind die Vorteile der hochauflösenden Tandem-Massenspektrometrie mit denen der Ionenmobilitätstrennung in einem Benchtop-Gerät vereint – für mehr Klarheit und mehr Vertrauen in die Ergebnisse Ihrer Routineanalyse. Der Einsatz der Ionenmobilität entfernt Interferenzen aus Ihren Spektren und erzeugt für jedes Ion CCS-Daten (Collision Cross-Section). Dies gibt Ihnen weit mehr Informationen über Ihre Probe, als es durch herkömmliche LC-MS-Messungen je möglich wäre. Unabhängig von Anzahl und Konzentration Ihrer Analyten können Sie sich jetzt ohne Zweifel den Herausforderungen in Ihrem Labor stellen.

www.waters.com/vion



Ultra clear black Glas-Panel-Edition

Die Ultra Clear™ TWF GP Labortischanlage ist ein mit allen Optionen verfügbares Reinstwassersystem, das direkt an das Trinkwassernetz angeschlossen und für die Erzeugung von Typ 1 ASTM Wasserqualität genutzt wird. Evoqua Water Technologies (früher auch bekannt als SG Wasseraufbereitung) ist einer der weltweit führenden Anbieter von Produkten und Serviceleistungen zur Wasseraufbereitung im Labor- und Industriesektor. Mit über 100 Jahren Erfahrung auf dem Markt bietet Evoqua Lösungen, die eine effiziente Wassernutzung und Versorgung ermöglichen. Wir bieten auch kundenspezifische Gerätevariationen an.

www.evoqua.com



Hochleistungsfähige Peptidsynthese

Das Liberty Blue von CEM setzt den innovativen Prozess zur hocheffizienten mikrowellenbeschleunigten Festphasen-Peptidsynthese (HE-SPPS) der 2. Generation ein, der es möglich macht, Peptide in höherer Reinheit bis zu 25 Mal schneller als mit konventionellen Peptid-Synthesizern und 6 x schneller als mit zur Zeit erhältlichen Mikrowellen-Peptidsynthese-Systemen zu synthetisieren. Neben der Schnelligkeit führt dies zu einer Einsparung von 90% bei Lösemitteln, einem erheblichen Kostenfaktor bei der Peptidsynthese. Die HE-SPPS ermöglicht die Synthese eines Peptids in weniger als einer Stunde anstelle von Tagen, was eine Verbesserung in der Produktion von grundlegenden biologischen Substanzen für die Arzneimittelforschung und andere Studienfelder der Biowissenschaften darstellt. Nur der CEM Mikrowellen-Peptid-Synthesizer Liberty Blue ermöglicht den patentierten Einsatz der Mikrowellenaktivierung bei der Kopplung und Entschützung.

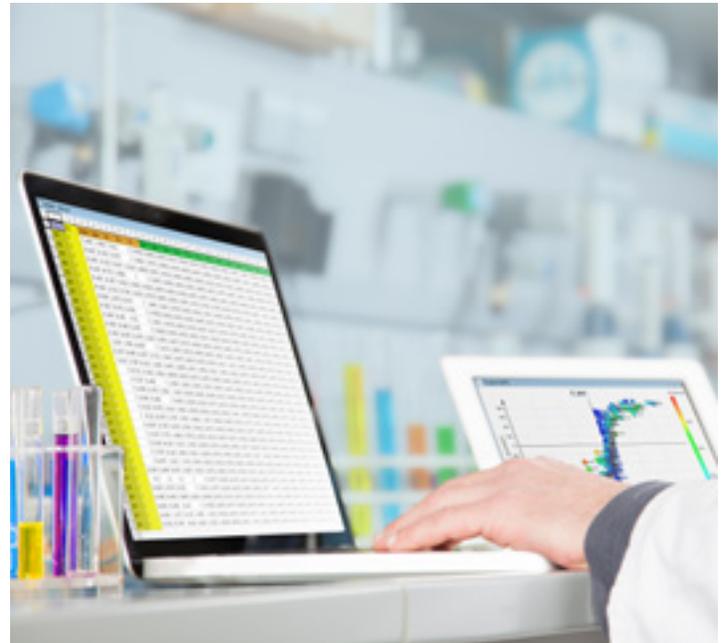
www.peptid-synthese.de



Superstarke Magnet-Rührstäbe ASTEROID

ASTEROID - neu entwickelte, sehr leistungsfähige Magnetrührstäbe, ideal für große Rührmengen, viskose Medien, Rühren über Distanzen oder bei ungünstigen Bodenformen. Mehr als 4x höheres Drehmoment übertragbar, unschlagbare Steigerung der Mischwirkung gegenüber konventionellen Rührstäben, hocheffizientes und dauerstabiles Magnetfeld, kein Entmagnetisierungseffekt, spezielle Formgebung für reibungsarme minimale Auflagefläche bei gleichzeitig betriebssicherer Rotation, Dreieckskontur für kräftige Schubkraft, mehr Mischwirkung bei niedrigeren Drehzahlen. 300% weniger PTFE-Verschleiß als vergleichbare runde Rührstäbe, deutlich höhere Drehzahlen erreichbar, hochqualitative, glatte und versiegelte PTFE-Ummantelung, FDA-konform, dampfsterilisierbar bei 121°C. Vielfache Leistungssteigerung für alle Magnetrührer. Ab sofort in den Längen 25, 40 und 70 mm verfügbar.

www.2mag.de



Daten in einfach zu interpretierende Information umwandeln

Seit vielen Jahren hilft Simca Ingenieuren, Analysten und Wissenschaftlern, ihre Daten zu meistern. Egal ob es sich dabei um große Datenmengen, Chargendaten, Zeitreihendaten oder andere Daten handelt, die Software wandelt Ihre Daten in visuelle Informationen für die einfache Interpretation, sodass Sie Entscheidungen treffen und Maßnahmen ergreifen können – schnell und zuverlässig. Simca wird auch weiterhin Ihren Anforderungen an Datenanalyse entsprechen, jetzt und in absehbarer Zukunft. Unser leistungsstarkes multivariates Datenanalysepaket nutzt Prozessintelligenz damit Sie proaktiv statt reaktiv handeln können. Darüber hinaus ermöglicht Simca durch prädiktive Analytik neue Möglichkeiten zur Prozessoptimierung aufzudecken.

www.mksinst.com



Komfortabel mit großen Stellflächen

Der LyoCube bietet eine große nutzbare Stellfläche von bis zu 0,6m² und eine besonders bequeme Bedienung durch die rechteckige Stellflächen-Geometrie mit Schwenktür. Außerdem ist die Ausstattung für Kolbentrocknung an max. 2x3 Gummiventilen erhältlich. Der LyoCube ist verfügbar für die neue Gerätegeneration mit LSCplus-Steuerung oder auch als Upgrade-Möglichkeit für Gefriertrockner mit LSC-Steuerung.

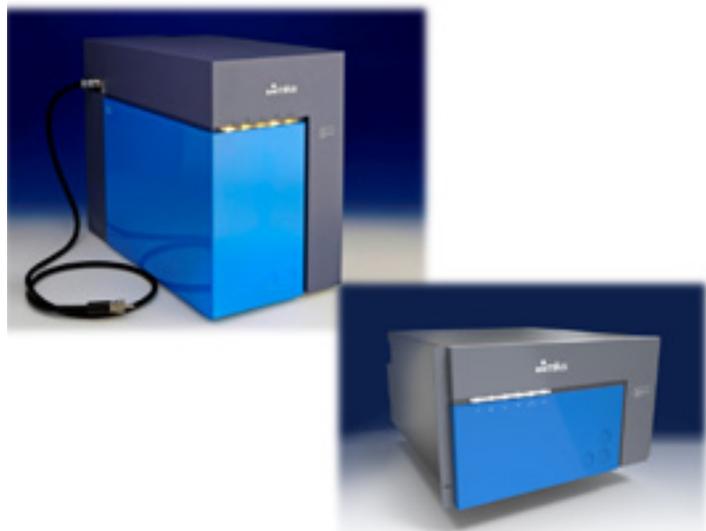
www.martinchrist.de



KNF erweitert mit RC 600 seine Rotationsverdampferlinie

Der Firmenphilosophie von KNF folgend, orientiert sich die Gerätekonstruktion und die Handhabung des RC 600 an den Bedürfnissen der Laborpraxis. Insbesondere der Praktikumsbetrieb in universitären Einrichtungen profitiert von einer denkbar einfach gehaltenen Bedienung sowie von einer auf intensive Beanspruchung ausgelegten Gerätekonstruktion. Die besonderen Sicherheitsaspekte eines Lehrlabores sind ebenfalls berücksichtigt. So lässt sich der Kolbenwechsel unkompliziert durchführen, das kabellose Heizbad ohne Überschwappen entnehmen und entleeren, die Schläuche sind sicher am Turm fixiert. Das Heizbad kann mit der optionalen Schutzhaube extra gesichert werden. Mit dem RC 600 erweitert das Unternehmen sein Geräteangebot bereits gut ein Jahr nach der Markteinführung des RC 900, dem ersten Rotationsverdampfer aus dem Hause KNF.

www.knflab.de



Zur Spurenanalyse von Gasen

Entwickelt für Forscher und Ingenieure, welche konventionelle Quadrupol-Massenspektrometer (QMS) mit deutlich verbesserten Nachweisgrenzen zur Detektion und Überwachung von Spurengasen einsetzen wollen. Hierfür bietet das CirrusTM 3-XD einzigartige Vorteile für „eXtreme“ Nachweisgrenzen. Die bewährte CirrusTM Quadrupol Massenspektrometer Plattform nutzt eine patentierte V-Lens-Ionen-Optik mit einer Doppelfokussierung und Ablenkung, die den zuverlässigen Nachweis von Spurengasen, ohne störende Hintergrundeffekte, ermöglicht. Zusammen mit einer universell konfigurierbaren und automatisierbaren Software bietet das CirrusTM 3-XD deutliche Verbesserungen in Bezug auf Performance, Stabilität und Benutzerfreundlichkeit für anspruchsvolle Anwendungen.

www.mksinst.com

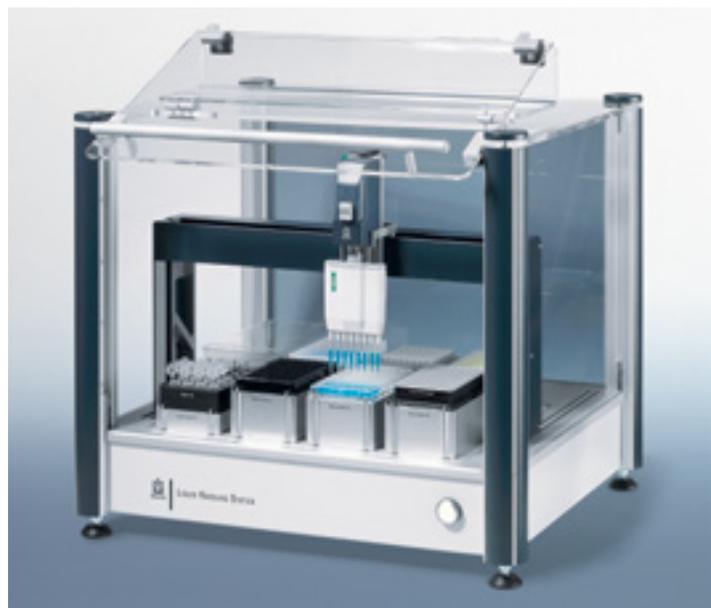


Christina Thomas
Germany

Mehrkanalpipette beschleunigt Screening-Anwendungen und Genotypisierungen

Integra hat das Kundenvideo einer Forschergruppe des Instituts für Klinische Chemie der Technischen Universität München (TUM) veröffentlicht. In dem Video erläutert die Forscherin Christina Thomas, wie die Voyager Mehrkanalpipette einen Beitrag zur Produktivitätssteigerung bei Screening-Anwendungen und Genotypisierungen in ihrem Labor leistet. Moderne Labore müssen täglich immer mehr Proben bearbeiten, was eine möglichst effiziente und kostengünstige Erhöhung ihres Durchsatzes erfordert. Besonders bei Screening-Anwendungen müssen zahlreiche Proben in unterschiedlichen Formaten gehandhabt werden. Im Gegensatz zu kostspieligen vollautomatischen Lösungen kann die Voyager Mehrkanalpipette ohne besondere Schulung genutzt werden und ermöglicht ein übergangsgleiches Wechseln zwischen Mikroplatten und Zentrifugenröhrchen.

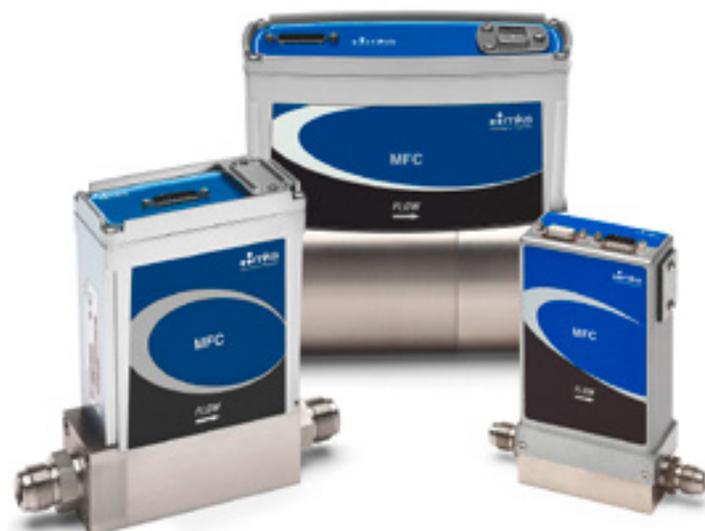
www.integra-biosciences.com



Laborautomatisierung mit der Liquid Handling Station

Die Liquid Handling Station von BRAND vereint 45 Jahre Erfahrung im Bereich Liquid Handling und über 30 Jahre bei der Herstellung hochwertiger Einmalartikel. Anwender, die nach einer kompakten (L 60 x B 49 x H 53 cm) und vielseitigen Arbeitsstation suchen und die Lücke zwischen elektronischen Pipetten und hochkomplexen, teuren Pipettierrobotern schließen wollen, finden die Lösung in der Liquid Handling Station von BRAND. Dank ihres kompakten Designs und der innovativen Fronttür (zum Patent angemeldet) benötigt die Liquid Handling Station nur sehr wenig Platz. Eine Fläche von 595 mm x 485 mm und eine Höhe von 690 mm bei geöffneter Tür (530 mm bei geschlossener Fronttür), erlauben die Aufstellung in kleinsten Räumen.

www.brand.de



Zum Steuern von Gasflüssen bis 1.000 slm

Der IE1000 ist das neueste Produkt der MKS Instruments Massflussregler der I-Serie. Sie sind Elastomer gedichtet und für den Einsatz in rauen Umgebungen mit Belastungen durch Flüssigkeit oder Staub ausgelegt. Also Anwendungen in denen das „Abspritzen“ des Gerätes notwendig sein kann, oder in industrielle Anlagen, die in einer nassen oder staubigen Umgebung betrieben werden. Durch die Zertifizierung der Schutzklasse IP66 sind die Massflussregler prädestiniert für den Einsatz in diesen rauen Umgebungen. Der IE1000 ist für die Steuerung von Gasflüssen bis zu 1.000 slm (N₂ Equivalent) ausgelegt. Das Regelventil erzielt im geschlossenen Zustand interne Leckraten, die weit unterhalb vergleichbarer Wettbewerbsprodukte dieser Durchflussbereiche liegen.

www.mksinst.com

Wasseranalytik

Wenn die Grundlage des Lebens ... auch die Geschäftsgrundlage ist



Seit 130 Jahren ist die Marke Lovibond bekannt für die Analytik von Farbe und Wasser. Sie hat ihren Ursprung in England und beginnt mit dem Bierbrauer Joseph Lovibond. Mithilfe einer selbst entwickelten Farbskala stellte er eine einheitliche Bierfarbe sicher und ermöglichte so für seine Kunden eine gleichbleibende Bierqualität. Seine Farbskalen, die heute noch Standards setzen, lösten die Probleme weiterer Hersteller etwa für Whiskey, Textilien oder Papier, die nun dank der Verwendung von Standardfarben eine einheitliche Produktqualität gewährleisten konnten. Bei Getränken und ähnlichen Substanzen, etwa Ölen oder Honig, wird die Transmission gemessen, bei der die Flüssigkeiten durchleuchtet werden. Mittels Reflexion werden die Farben von Oberflächen wie z.B. für Lacke, Textilien analysiert.

Der Vater der heutigen Geschäftsführerin von Tintometer, Cay-Peter Voss, gründete im Jahr 1967 die deutsche Niederlassung in Dortmund. Sein Unternehmen wuchs kontinuierlich, sodass die deutsche Tochtergesellschaft zwischenzeitlich zur Schwestergesellschaft und seit 2004 selbst zur Muttergesellschaft wurde. Inzwischen ist das Unternehmen in Dortmund die Muttergesellschaft von 13 Standorten weltweit und hat knapp 320 Mitarbeiter. Das Unternehmen beliefert seine Kunden weltweit in mehr als 140 Ländern.

Für die Branchen Trinkwasser, Abwasser, Schwimmbadwasser und die Schifffahrt bietet Tintometer komplette Analysensysteme an. Das ursprüngliche Testsystem, bei dem visuell der Farbton mit einem Standard verglichen wird, hat sich kontinuierlich weiterentwickelt. Heute wird die photometrische Auswertung

in vielen Bereichen der visuellen vorgezogen. Weitere Anwendungen sieht das Unternehmen aktuell in der Prozessanalytik, d.h. der kontinuierlichen Wasserkontrolle. Ein Trübungssensor zur vollständigen Onlineüberwachung und einer neuartigen Steuerung über Tablet oder Smartphone wurde in nur einem Jahr entwickelt und auf der ACHEMA vorgestellt.



Präsentation des PTV 1000 Process Turbidimeter, ein Trübungssensorsystem für Prozessanlagen

Die Geschäftsführung hebt die herausragende Expertise und Teamleistung ihrer Mitarbeiter hervor, ist aber auch gespannt auf die Reaktion im zusätzlich erschlossenen Geschäftsbereich. Das Konzept des Familienunternehmens geht auf: Flache Hierarchien, die kontinuierliche Bearbeitung des Marktes, das Verständnis für die Anforderungen der Kunden und die Kunst, zum richtigen Zeitpunkt in Innovationen und Mitarbeiter zu investieren, bringen Erfolg. Dafür wurde das englische Unternehmen dieses Jahr mit dem Queen's Award ausgezeichnet, dem höchsten Preis, den es für Unternehmen in Großbritannien gibt.

→ www.lovibond.com



Exakte Rotation und Bildauswertung

Das Spinning Drop Tensiometer – SDT von KRÜSS misst die Grenzflächenspannung mit hoher Präzision und einem besonders weiten Messbereich. Aufgrund geringer Probenmengen und einfacher Vorbereitung ist das SDT ideal für die Qualitätssicherung und Entwicklung von Emulsionen und Tensiden. Die Erfassung geringer Grenzflächenspannungen macht das SDT zum Spezialinstrument für das Grenzflächenverhalten bei Milli- und Mikroemulsionen, etwa für die tertiäre Erdölförderung oder die Pharmazie. Bei der Spinning-Drop-Messung erfolgt die Messung der Grenz- oder Oberflächenspannung durch die Videobildanalyse eines Tropfens bzw. einer Blase, die sich in einer umgebenden Flüssigkeit in einer rotierenden Kapillare befindet.

www.kruss.de



Kohlenwasserstoffe in Echtzeit messen

Der Precise® 5 Kohlenwasserstoffanalysator basiert auf Infrarotlichtabsorption und dient zur Spezifizierung sowie Quantifizierung von Alkanen wie Methan, Ethan, Propan, Butan und Pentan. Der optische real-time-Analysator wird zur genauen Bestimmung/Separierung von Kohlenwasserstoffen eingesetzt. Dies war zuvor ausschließlich mit Gaschromatographen (GC) möglich. Bei dem Messverfahren handelt es sich um eine dynamische Online-Messung. Hierbei durchströmt das zu analysierende Gas die Messgaszelle kontinuierlich. Der Analysator benötigt weder einen Träger- noch ein Kalibriergas. Durch den Einsatz eines verstellbaren Filters, lässt sich bei Messraten im Sekunden-, bzw. Sub-Sekunden-Bereichen eine Analyse des gesamten C1-C5 Bereichs, sowie von CO₂ und des Brennwertes / Wobble Index erzielen.

www.mksinst.com



Bild: © istockphoto.com | mstay

Bildquelle: © Facebook.com | La Tomatina

Alles Tomate

Ein Streit zwischen Jugendlichen kurz nach dem Krieg 1945, war der Ursprung des noch immer gefeierten Tomatenfestes. Unser Reisetipp für Veganer und Tomatenfreunde. Fahrt am 26.08 nach Buñol in Spanien in der Nähe von Valencia. www.latomatina.info

Noch'n Problem!

Angemerkt von Professor Rüdiger Kniep

Also: Ich bin sicher kein Verfechter von Gender-Mainstreaming. Es ist einfach wie es ist! Trotzdem bin ich kürzlich, nämlich bei Spielen der Fußballweltmeisterschaft



der Frauen in Kanada auf etwas gestoßen, das mir diskussionswürdig erscheint. Die deutschen Frauen (auch Deutsche genannt) verfügen über ein bemerkenswertes Alleinstellungsmerkmal, sie werden nämlich nie „Deutschinnen“ oder „Deutschländerinnen“ genannt, ganz im Gegensatz zu den anderen Mannschaften, deren nationale Zugehörigkeit immer auf „-innen“ endet: Amerikanerinnen, Brasilianerinnen, Engländerinnen, Schwedinnen, Nigerianerinnen, Chinesinnen, Japanerinnen, Australierinnen usw., rund um die Welt ist alles genderkonform. Eine solche Ungleichbehandlung hat unsere Frauen-Nationalmannschaft nicht verdient! Aber unsere Heldinnen (na, geht doch!) wissen sich zu wehren. Ich glaube erkannt zu haben, dass zumindest einige der Spielerinnen beim Absingen unserer Nationalhymne (Das Lied der Deutschen) die Passage „brüderlich mit Herz und Hand“ in „schwesterlich...“ umformuliert haben. Das lässt sich ziemlich gut an den Lippen ablesen.



Das Y-Chromosom

Das, was uns Männern so wichtig und definitiv erscheint, ist ganz offenbar nur eine genetisch abgekupferte Variante dessen, was Frauen entwickelt haben. Das Y-Chromosom mag für Männer charakteristisch sein, aber ohne das beigegebene X-Chromosom wären wir – nichts.

Der genetische „Default“ beim Menschen scheint die Frau zu sein. Man braucht einen Zusatzfaktor, damit aus einem Embryo tatsächlich eine Frau wird. Bei Insekten ist das anders – da ist das Fehlen eines Chromosomes das Signal für „Männchen.“ Bei Wikipedia ist nachzulesen das es anscheinend nützlich ist, die Geschlechtsbestimmung von einem speziellen Chromosom abhängig zu machen - was dann auch ruhig verkürzt oder nichtvorhanden sein darf. Welches Geschlecht das verkürzte/fehlende Chromosom hat, ist komplett irrelevant.

Welche Lehre kann man daraus ziehen?

Über das Zusammenleben von Männern und Frauen sagt die schiere Genanzahl auf einzelnen Chromosomen – nichts. Allerdings haben die Y einen entscheidenden Vorteil, den auch der Feminismus nicht wegdiskutieren kann – Männer



Bildquelle: © mobil.rhein-schiffing.de

können ohne Hilfsmittel im Stehen pinkeln.



Bildquelle: www.Facebook.com

Hessen gut organisiert



Quelle: Darmstädter Echo

DAS ORANGE GEHEIMNIS IST GELÜFTET!

**DIE RICHTIGE STRATEGIE
FÜR FLÜSSIGE ABFÄLLE.**



SymLine

SymLine[®]
Chemical Waste Systems

SymLine[®] ist eine Marke von



MADE IN GERMANY.

20 Jahre Erfahrung im sicheren Umgang mit flüssigen Abfällen.

www.SymLine.de

www.SCAT-europe.com

S.C.A.T. Europe GmbH • Opelstraße 3 • D-64546 Mörfelden • Tel.: +49 - (0) 6105 - 305 586 - 0 • info@symline.de • info@scat-europe.com

Der Moment, in dem Sie klar sehen
und sicher erkennen.
Für diesen Moment arbeiten wir.



// ZUVERSICHT
MADE BY ZEISS



ZEISS Mikroskope für Labor und Ausbildung

ZEISS bietet Ihnen für Ihre Applikation in Labor und Ausbildung das passende Mikroskop. Mit den Stereomikroskopen Stemi 305 und Stemi 508 beobachten Sie Ihre Proben wie sie sind – kontrastreich und dreidimensional. Mit ZEISS Primovert kontrollieren Sie ungefärbte und GFP-markierte Zellen schnell und effizient. In Verbindung mit der ZEISS iPad Imaging App Labscope erfassen Sie Bilder und kommentieren diese. Speichern Sie Ihre Ergebnisse im Netzwerk oder teilen Sie sie mit anderen.

www.zeiss.de/primovert
www.zeiss.de/stemi



We make it visible.