DIE ZEITSCHRIFT DES SENATS DER BUNDESFORSCHUNGSANSTALTEN

FORSCHUNGS Report

ERNÄHRUNG · LANDWIRTSCHAFT · VERBRAUCHERSCHUTZ

Schwerpunkt: Funktionelle Lebensmittel

Schnittstelle von Wissenschaft und Praxis

Zecken auf dem Vormarsch

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

1/2007

Gesundheitlicher Zusatznutzen

Guten Tag!

Wollten Sie sich nicht auch immer schon gesund ernähren? An probiotischen Molkereiprodukten, die die Verdauung stabilisieren sollen, Cholesterinspiegel-senkenden Margarinen und Vitamin-angereicherten Säften herrscht in den Regalen der Supermärkte kein Mangel. Ein bisschen mehr Calcium hier, ein Quäntchen Omega-3-Säure dort, alles, um uns rundum fit, gesund und abwehrstark zu fühlen.

Aber: Was ist wirklich dran an den angepriesenen gesundheitsfördernden Wirkungen funktioneller Lebensmittel, was ist wissenschaftlich erwiesen, was bislang noch Spekulation? Was steckt hinter den häufig „wolkigen" Angaben wirklich? Kann es auch einmal „des Guten zuviel" sein? Gibt es maßgeschneiderte Lösungen für bestimmte Zielgruppen oder gar Individuen? Und vor allem: Haben wir angesichts unseres reichhaltigen Lebensmittelangebots nicht ohnehin alle Möglichkeiten, uns vielseitig und damit gesund zu ernähren?

Einige der unscharfen Werbeargumente hängen damit zusammen, dass es bis vor kurzem nicht erlaubt war, bestimmte gesundheits- bzw. krankheitsbezogene Angaben zu Lebensmitteln zu machen. Um dem Informationsinteresse des Verbrauchers Rechnung zu tragen und die Entwicklung neuer gesundheitsförderlicher Ansätze zu befördern, wurde Ende 2006 von der EU-Kommission die so genannte Health-Claim-Regulation erlassen. Nach dieser dürfen zu Lebensmitteln gesundheitsbezogene Angaben gemacht werden, wenn wissenschaftliche Nachweise für entsprechende Aussagen vorliegen. Bei der Umsetzung dieser neuartigen Richtlinie und weiteren Rechtssetzung bedarf die Politik der fachlichen Beratung. Hier spielen die Forschungseinrichtungen des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz eine wichtige Rolle.

Die Arbeitsgruppe „Funktionelle Lebensmittel" des Senats der Bundesforschungsanstalten führt Expertinnen und Experten instituts- und anstaltsübergreifend zu diesem Thema zusammen und bündelt dadurch fachliche Kompetenz für die Politikberatung.

Nicht nur politische Entscheidungsträger, auch viele an der Ernährung interessierte Verbraucherinnen und Verbraucher möchten wissen, was es mit funktionellen Lebensmitteln auf sich hat. Daher bietet sich die diesjährige „Stadt der Wissenschaft" – Braunschweig – besonders an für eine Veranstaltung, auf der Wissenschaftler aus dem Geschäftsbereich des Bundesernährungsministeriums über diese Thematik informieren und mit den Bürgerinnen und Bürgern in Diskussion treten. Am 16. Juni findet im Rahmen der „Ideenküche Braunschweig" eine solche öffentliche Veranstaltung statt. Die Beiträge des Themenschwerpunkts dieses Heftes geben auch allen Interessierten außerhalb der Wissenschaftsstadt Braunschweig die Möglichkeit, sich ein eigenes Bild über „functional food" mit gesundheitlichem Zusatznutzen zu machen.

Prof. Dr. Jürgen Schrezenmeir
Leiter des Instituts für Physiologie und Biochemie der Ernährung
Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel
Sprecher der Senatsarbeitsgruppe „Funktionelle Lebensmittel"

Braunschweig Die Löwenstadt
Wir sind Partner der
Stadt der Wissenschaft 2007
Ideenküche Braunschweig
Ausgezeichnet durch den Stifterverband
www.braunschweig.de/stadt-der-wissenschaft

Berichte aus der Forschung

Probiotika – nur ein Werbegag? 4

Health Claims – Was bedeutet das?
Eine neue Verordnung soll die Glaubwürdigkeit von gesundheitsbezogenen Werbeaussagen bei funktionellen Lebensmitteln verbessern 8

Fette der besonderen Art 12

Obst, Gemüse und Gewürze – Quelle natürlicher Wirkstoffe 15

Rohkost oder „Designer-Essen"?
Funktionelle Gemüse- und Obstprodukte 18

Milch, Fleisch, Eier
Kann durch die Tierernährung die Zusammensetzung beeinflusst werden? 21

Funktionelle Fleisch-Erzeugnisse 24

Fisch und Muscheln – Natürliche funktionelle Lebensmittel 27

Wellness-Brote – Ein Mehr an Brot? 30

Personalisierte Ernährung
Maßgeschneiderte Ernährung oder Allerweltskost? 33

Zecken auf dem Vormarsch 36

Euterschonende Melktechnik entlastet Tier und Mensch 40

Forschung „live"

An der Schnittstelle von Wissenschaft und Praxis
Verbundprojekt zum Nützlingseinsatz profitiert von vorbildlicher Koordination 43

Portrait

Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel
100 Jahre staatliche Getreideforschung 46

Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen
Die rebengenetischen Ressourcen in Deutschland 48

Schlaglichter 51

Impressum 54

Der Forschungsbereich 55

obs/GGIP

Probiotika – nur ein Werbegag?

Michael de Vrese und Jürgen Schrezenmeir (Kiel)

Probiotische Milchprodukte stehen seit mittlerweile fast 20 Jahren in Deutschland in den Kühlregalen der Supermärkte. Dennoch können Probiotika – wie die gemeinsame Bezeichnung für gesundheitsfördernde Mikroorganismen und die mit ihnen hergestellten Lebensmittel lautet – nach wie vor die Gemüter erhitzen. Für die einen sind Probiotika funktionelle Lebensmittel im besten Sinne des Wortes, die zu Erhalt und Förderung der Gesundheit beitragen können, für die anderen sind sie eine Werbemasche der Lebensmittelindustrie, um überteuerte Lebensmittel an den Kunden zu bringen.

Dabei ist der Gedanke, durch Bakterien die Gesundheit zu fördern, schon recht alt. Bereits der russische Biologe und Nobelpreisträger Ilja Metchnikoff (Abb. 1) hatte 1912 am Institut Pasteur in Paris verkündet, die besondere Langlebigkeit bestimmter Volksgruppen in Bulgarien und im Kaukasus beruhe auf dem regelmäßigen Konsum von fermentierten Milchprodukten. Die darin enthaltenen Milchsäurebakterien würden nach dem Verzehr lebend in den Darm gelangen und dort gefährliche fäulniserregende Bakterien unterdrücken.

In dieser Zeit wurde auch entdeckt, dass Laktobazillen und Bifidobakterien zu den frühesten Besiedlern des Darms von Säuglingen gehören, besonders wenn diese gestillt werden.

Hiervon angeregt, versuchte ein spanischer Apotheker bulgarischer Herkunft erfolgreich, mit den Bakterienstämmen *Streptococcus thermophilus* und *Lactobacillus delbrückii* subspecies *bulgaricus*, die heute die echte Joghurtkultur darstellen, ein Sauermilchprodukt herzustellen, mit dem die damals sehr häufigen und oft tödlichen Durchfallerkrankungen bei Kleinkindern einfach und preiswert bekämpft werden konnten. Bezeichnenderweise wurden die ersten Joghurts in Apotheken verkauft.

Der Begriff „probiotisch" selbst wurde vor über 40 Jahren von Tierernährern geprägt, die den Einsatz von Antibiotika in der Tierhaltung mit Bakterienpräparaten reduzieren wollten, die sie deshalb Probiotika nannten. In Deutschland versteht man unter Probiotika meist „definierte lebende Mikroorganismen, die [nach dem Verzehr] in aktiver Form und ausreichender Menge den Darm erreichen und dabei positive Gesundheitseffekte ausüben" (Abschlussbericht der Arbeitsgruppe „Probiotische Mikroorganismenkulturen in Lebensmitteln", BgVV 1999).

M. Welling

Abb. 1: Ilja Iljitsch Metchnikoff (1845–1926), Nobelpreis für Medizin 1912. Das Foto zeigt sein Portrait auf einem neuseeländischen Joghurtprodukt.

Probiotische Mikroorganismen

Probiotische Mikroorganismen können als getrocknetes Pulver für medizinische Zwecke eingesetzt werden. Meist begegnen sie dem Verbraucher aber in Lebensmitteln, überwiegend in probiotischen Joghurtprodukten, denen bei der Fermentation oder nachträglich probiotische Bakterien zugesetzt wurden. Neben Joghurt[1] (im Becher oder in kleinen Trinkfläschchen) hat man auch schon versucht, andere Milchprodukte (Kefir, Sauermilch, Buttermilch, Molke, Quark und Schnittkäse) und sogar Eis, Müsli oder Wurst mit probiotischen Bakterien auf dem Markt zu etablieren.

1 Korrekterweise dürfen diese Produkte nicht als Joghurt bezeichnet werden, da dieser ausschließlich die echte Joghurtkultur enthalten muss

Bei den meisten probiotischen Mikroorganismen handelt es sich um Laktobazillen oder Bifidobakterien (Abb. 2). Beide Bakteriengattungen gelten als gesundheitlich unbedenklich. Viele Laktobazillen werden schon seit langem bei der Herstellung von fermentierten Lebensmitteln wie Joghurt, Sauermilch, Kefir, (Frisch-)Käse oder Sauerkraut eingesetzt.

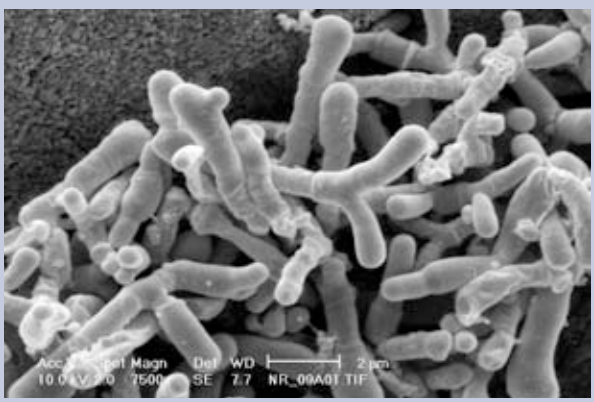
Probiotische Lebensmittel sollten bis zum Verzehr bzw. bis zum Ablauf der Mindesthaltbarkeitsfrist so viele Bakterien enthalten, wie in wissenschaftlichen Untersuchungen erforderlich waren, um gesundheitsfördernde Wirkungen zu erzielen. Ein seriöser Hersteller von probiotischen Lebensmitteln muss einen solchen Mindestgehalt in seinen Produkten garantieren können. Der Wirkungsnachweis sollte am Menschen erfolgen, und zwar durch wissenschaftliche Studien, die bestimmten Kriterien genügen und in wissenschaftlichen Zeitschriften publiziert bzw. publizierbar sein müssen.

Die wichtigsten Effekte, die als wissenschaftlich gesichert gelten oder für die gute Belege vorliegen, sind im Info-Kasten (Seite 7) zusammengestellt.

Wirkungsweisen

Hilfe bei Durchfällen, allergischen Erkrankungen und Entzündungen – Wie können probiotische Bakterien derart verschiedene Wirkungen entfalten? Hierfür macht man vor allem drei Effekte verantwortlich.

1. Probiotische Bakterien sind so robust, dass sie nach dem Verzehr lebend den Darm erreichen, wo sie die Besiedlung mit und die Vermehrung von gesundheitsschädlichen Bakterien durch ihre Anwesenheit und/oder Freisetzung antibakterieller Stoffwechselprodukte unterdrücken können. Dagegen ist ihr Einfluss auf die Zusammensetzung der etablierten Darmflora vergleichsweise gering, da diese aufgrund der lebenslangen Anpassung an das individuelle Ökosystem des Darms langfristig sehr stabil ist.
2. Probiotische Bakterien können gesundheitsschädliche Stoffe im Darm abbauen, zum Beispiel bestimmte krebsfördernde Stoffwechselprodukte und Enzyme.



H. Neve, BfEL Kiel

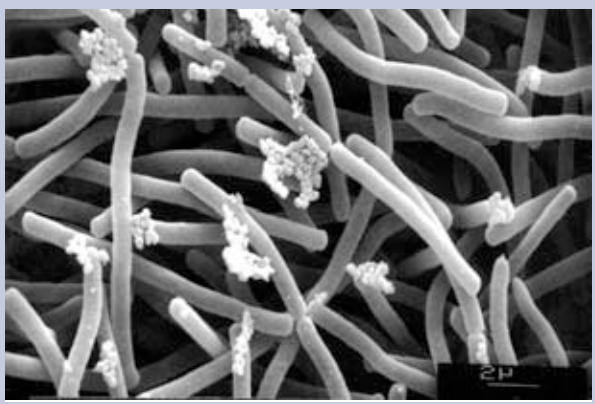


Abb. 2: Laktobazillen und Bifidobakterien aus fermentierten Milchprodukten

Abb. 3: Einfluss von probiotischen Laktobazillen und Bifidobakterien auf die Häufigkeit und Dauer von Antibiotika-assoziierten Durchfällen im Rahmen von Antibiotika-Behandlungen gegen Helicobacter pylori

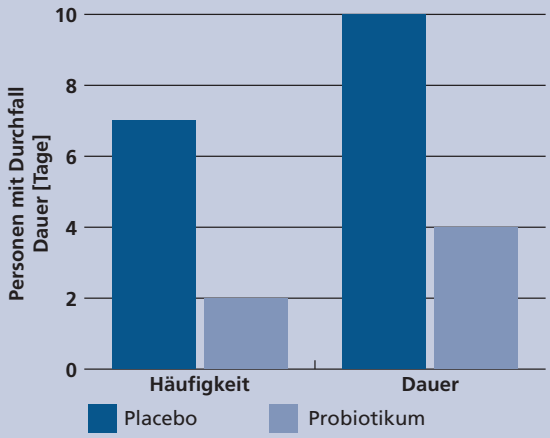
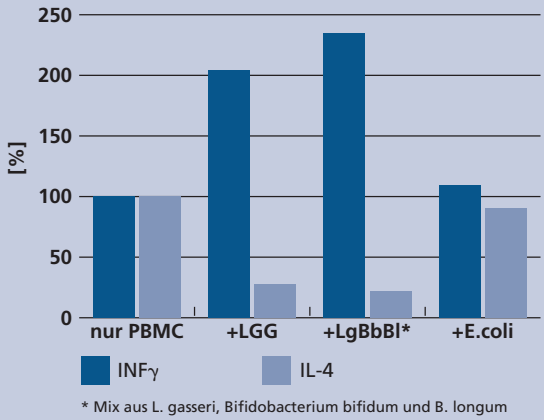


Abb. 4: Probiotika reduzieren die Produktion „proallergischer" Th2-Zytokine wie Interleukin-4 (IL-4) und steigern die Produktion „antiallergischer" Th1-Zytokine wie Interferon (IFNγ) in stimulierten Weißen Blutkörperchen (PBMCs) von Hausstaub-Allergikern



3. Der Darm, über den wir nicht nur Wasser und Nährstoffe aufnehmen, sondern auch täglich mit toxischen Substanzen, Krankheitskeimen oder Allergenen konfrontiert werden, ist unser größtes Immunorgan. Seine Entwicklung im frühkindlichen Alter und seine Leistungsfähigkeit während des gesamten Lebens wird maßgeblich durch die körpereigene Darmflora und somit auch durch (probiotische) Bakterien, die mit der Nahrung aufgenommen werden, moduliert und stimuliert.

Allerdings haben nicht alle probiotischen Bakterienstämme die gleichen Wirkungen auf unsere Gesundheit. Deshalb müssen Gesundheitswirkungen in wissenschaftlichen Studien für jeden Bakterienstamm einzeln bewiesen werden.

Untersuchungen am Menschen

An der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BfEL) in Kiel wurde untersucht, wie sich Probiotika auf das Auftreten von Durchfällen, auf Beschwerden bei Milchzucker-Unverträglichkeit, auf die Immunabwehr und auf verschiedene bakterielle und virale Infekte bzw. ihre Erreger auswirken.

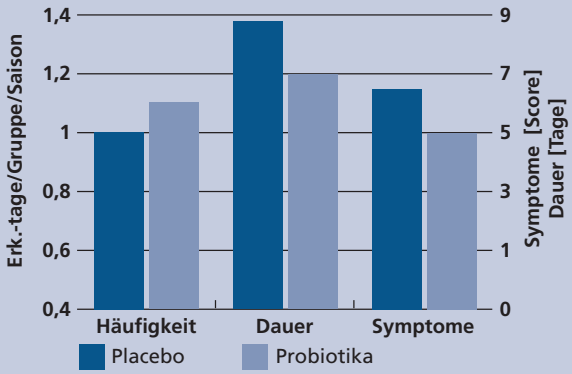
In zwei Studien[2] erhielten Erwachsene, die mit dem magenpathogenen Bakterium *Helicobacter pylori* infiziert waren, vor, während und nach einer Antibiotikabehandlung zur *Helicobacter*-Eradikation probiotische Bakterien (*B. longum* BB536 oder B. *animalis* BB12 plus *Lactobacillus acidophilus* LA5, insgesamt 10^8/Tag). Eine Kontrollgruppe erhielt durch Säuerung dickgelegte Milch ohne lebende Bakterien. Die probiotischen Bakterien reduzierten die Durchfallhäufigkeit während der Antibiotikabehandlung signifikant von 22 auf 5,4 % bzw. von 27 auf 17 % (Abb. 3). Die Versuchspersonen klagten während und nach der Behandlung auch weniger über abdominelle Schmerzen und andere Symptome (Blähungen und „Winde", Aufstoßen, Übelkeit und Sodbrennen). Außerdem wurde beobachtet, dass unregelmäßige und unspezifische Beschwerden des Magendarmtrakts signifikant zurückgingen, wenn bereits vor der Therapie probiotikahaltige Milchprodukte verzehrt wurden.

Auf gänzlich anderen Mechanismen beruht die Linderung von Beschwerden bei Milchzucker-Unverträglichkeit (Laktose-Intoleranz). Eine Reihe probiotischer Bakterien, aber auch normale Joghurtkulturen, enthalten das Milchzucker-spaltende Enzym Laktase, welches nach dem Verzehr im Dünndarm freigesetzt wird und dort die bei Laktose-intoleranten Personen ungenügende Milchzuckerverdauung unterstützt. Allerdings ist die Wirklichkeit noch komplexer: Beobachtungen zeigen, dass in Deutschland rund 14 % der Bevölkerung Milchzucker nicht verdauen, aber nur die Hälfte von ihnen nach dem Verzehr von Laktose Beschwerden verspürt. Eine gleichgroße Bevölkerungsgruppe hält sich dagegen für Laktose-intolerant, obwohl Messungen zeigen, dass diese Personen Milchzucker verdauen.

Andere probiotische Effekte beruhen weniger auf der direkten Einwirkung probiotischer Bakterien, sondern sind über das (Darm-assoziierte) Immunsystem vermittelt. Dabei wirken Probiotika häufig nicht so sehr immunstimulierend, sondern eher regulierend auf immunologische Prozesse. Beispielsweise hemmten probiotische Bak-

2 Siehe ForschungsReport 2/2003

Abb. 5: Einfluss von Probiotika auf die Häufigkeit, Dauer und Stärke von Erkältungen. Durch regelmäßigen Verzehr einer Mischkultur aus mehreren Laktobazillen- und Bifidobakterienstämmen ließ sich während zweier Winter/Frühjahrsperioden die Dauer (um durchschnittlich fast 2 Tage) und die Schwere, aber nicht die Häufigkeit von Erkältungen reduzieren



terien die Ausschüttung so genannter Zytokine (immunologische „Botenstoffe") vom Th2-Typ und förderten die Ausschüttung von Th1-Zytokinen (Abb. 4). Bei der Einnahme eines nicht-probiotischen E. *coli*-Stammes war dies nicht der Fall. Man weiß inzwischen, dass eine Th2-Immunantwort auf ein Antigen mit einem erhöhten Risiko einer allergischen Reaktion assoziiert ist, eine Th1-Immunantwort mit einem erniedrigten Risiko.

Daneben ist auch die mögliche Fähigkeit von Probiotika von Interesse, Infektionskrankheiten zu verhindern oder zu lindern. So wurde in zwei randomisierten, doppelblinden, kontrollierten klinischen Studien während zweier Winter-Frühjahrsperioden die Wirkung von Probiotika auf das Erkältungsrisiko untersucht. Dazu verzehrten insgesamt 479 gesunde Erwachsene 3 bzw. 6 Monate lang zusätzlich zur normalen Kost täglich ein sprühgetrocknetes probiotisches Bakterienpräparat oder ein Placebo. Während jeder Erkältungsepisode mussten die Studienteilnehmer täglich Art und Stärke ihrer Beschwerden aufschreiben. Um zwischen Erkältung und Grippe unterscheiden zu können, wurde am zweiten Tag der Erkältungsepisode Nasensekret für die Virusbestimmung gesammelt.

Das Probiotikum hatte keinen Einfluss auf die Erkältungshäufigkeit. Jedoch war in der Probiotikagruppe gegenüber der Kontrollgruppe die Erkältungsdauer um fast zwei Tage verkürzt, die Stärke der Erkältungsbeschwerden niedriger und die Zahl der Fiebertage geringer (alle Unterschiede signifikant; Abb. 5).

Schutz vor Irreführung

Untersuchungen wie die hier vorgestellten sind gerade auch in der Ressortforschung nötig, um wissenschaftliche Grundlagen für die Politikberatung bereitzustellen und gleichzeitig die Verbraucher vor gesundheitlichen Risiken und Täuschung schützen zu können. Dafür sind gerade Probiotika ein gutes Beispiel, handelt es sich dabei doch um Lebensmittel, für die mit ihrem besonderen gesundheitlichen Wert („Health Claim") geworben wird.

Bei Werbeaussagen wie „aktiviert die Abwehrkräfte" handelt es sich um funktionelle Angaben, die als belegt gelten können. Darüber hinaus gehende Aussagen waren bisher wegen des Verbots des Krankheitsbezugs in der Lebensmittelwerbung nicht möglich. Mit der „Health Claim"-Verordnung von 2006 ist nun ein rechtlicher Rahmen geschaffen worden, der unter gewissen Umständen auch Angaben über die Reduzierung eines Krankheitsrisikos zulässt (vgl. Beitrag auf S. 4). Hierzu sind allerdings wissenschaftliche Beweise aus doppel-blind durchgeführten, kontrollierten Humanstudien erforderlich. ■

Dr. Michael de Vrese und Prof. Dr. Jürgen Schrezenmeir, Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BfEL), Institut für Physiolgie und Biochemie der Ernährung, Hermann-Weigmann-Str. 1, 24103 Kiel.
E-Mail: michael.devrese@bfel.de

Probiotikaeffekte, die auch für gesunde Menschen von Interesse sein dürften

- Erhalt einer günstigen Zusammensetzung der Darmflora (allerdings schwer nachweisbar)
- Verhinderung unspezifischer Magen-Darm-Beschwerden,
- weniger oder leichtere Beschwerden auf Grund von Milchzucker-Unverträglichkeit
- Förderung der „Verdauung" bei Verstopfung
- Aktivierung bzw. „Stärkung" der Immunabwehr
- Verkürzung und/oder Linderung von bestimmten „Allerweltskrankheiten" wie Erkältungen
- Senkung des beruflichen Krankenstandes, besonders bei Schichtarbeitern

Therapeutische und präventive Einsatzmöglichkeiten von Probiotika

- Durchfälle, u. a. verursacht durch Rotaviren
- Entzündliche Erkrankungen des Magen-Darmtrakts wie Morbus Crohn oder Colitis ulcerosa
- Allergische Erkrankungen, u. a. Neurodermitis oder Heuschnupfen
- Verschiedene Infektionskrankheiten wie z. B. Harnwegsinfekte

Health Claims – Was bedeutet das?

Eine neue Verordnung soll die Glaubwürdigkeit von gesundheitsbezogenen Werbeaussagen bei funktionellen Lebensmitteln verbessern

Rolf Großklaus (Berlin)

Wozu angereicherte Lebensmittel dienen sollen, ist längst nicht allen Verbrauchern klar. Andere wiederum bezweifeln, dass sich probiotische Milchgetränke und andere so genannte funktionelle Lebensmittel wirklich positiv auf die Gesundheit auswirken. Das sind die beiden größten Hürden für den Kauf solcher Produkte.

Was versteht man eigentlich unter dem Begriff „funktionelle Lebensmittel" oder „functional food"? Eine verbindliche Definition existiert nicht. Ganz allgemein kann ein Lebensmittel als „funktionell" bezeichnet werden, wenn es über seine reine Nährfunktion hinaus nachgewiesenermaßen die Gesundheit bzw. das Wohlbefinden verbessert oder ein Krankheitsrisiko verringert. Dabei muss es sich um ein übliches Lebensmittel handeln, also nicht um Pillen, Pulver, Kapseln oder ähnliches.

Doch schon an der Frage, ob es mit natürlichen oder chemisch synthetisierten Zusatzstoffen angereichert ist oder ob es sich auch um ein natürliches, unverarbeitetes Lebensmittel mit besonders hohem Gehalt an positiven Inhaltsstoffen handeln kann, scheiden sich die Geister. Und was heißt eigentlich konkret „Gesundheit verbessern" oder „Krankheitsrisiko verringern"? Fragen über Fragen!

Abb. 1: Beispiele für nährwert- und gesundheitsbezogene Angaben bei Lebensmitteln	
Nährwertbezogenen Angaben	z.B. „Reich an Calcium“
Vergleichende Angaben	Enthält x % mehr Calcium
Nährstofffunktion („Nutrient function“)	„Calcium unterstützt die Entwicklung von starken Knochen und Zähnen“
Funktionen anderer Inhaltsstoffe („Enhanced function“)	„Hilft die Knochendichte zu verbessern“
Reduzierung des Krankheitsrisikos	„ausreichend Calcium kann zur Verringerung des Osteoporoserisikos beitragen“
Krankheitsbezogene Aussagen (unzulässig)	„zur Behandlung von Osteoporose“

Die EU wird aktiv

Im Dezember 2006 haben das Europäische Parlament und der Rat die Verordnung (EG) Nr. 1924/2006 über nährwert- und gesundheitsbezogene Angaben über Lebensmittel veröffentlicht. Sie gilt ab dem 1. Juli 2007. Diese neue, EU-weite Gesetzgebung bezieht sich auf die Etikettierung und Aufmachung von Lebensmitteln sowie die Werbung für Lebensmittel, die für den Endverbraucher bestimmt sind, einschließlich der Abgabe an Restaurants, Krankenhäuser, Schulkantinen und andere Einrichtungen der Gemeinschaftsverpflegung.
Damit gibt es in der Europäischen Union erstmals eine einheitliche rechtliche Regelung zum Thema gesundheitsbezogene Werbung. Die Diskussion um die bislang fehlende lebensmittelrechtliche Definition von funktionellen Lebensmitteln wird damit überflüssig, da sich die Verordnung auf alle Lebensmittel mit gesundheitsbezogenen Werbeaussagen bezieht.

Health Claims

Eine „gesundheitsbezogene Angabe“ (englisch „health claim“) ist nach der Verordnung jede Angabe, die erklärt, suggeriert oder auch nur indirekt zum Ausdruck bringt, dass ein Zusammenhang zwischen einem Lebensmittel oder einem seiner Bestandteile und der Gesundheit besteht. Wenn zum Beispiel vom Hersteller behauptet wird, dass ein bestimmtes Produkt dazu beitragen kann, die natürlichen Abwehrkräfte des Körpers zu steigern oder die Lernfähigkeit zu verbessern, ist dies ein Health Claim. Weitere typische Beispiele sind Angaben über Nährstoffe oder andere Substanzen, die normale Körperfunktionen verbessern oder verändern können, zum Beispiel: „Calcium unterstützt die Entwicklung von starken Knochen und Zähnen“.
Neu sind Angaben über die Reduzierung eines Krankheitsrisikos, wie zum Beispiel: „Ausreichende Calciumzufuhr kann zur Verringerung des Osteoporose-Risikos beitragen“. Verboten sind, wie auch bislang schon, krankheitsbezogene Angaben wie: „zur Behandlung von Osteoporose“ (siehe Abb. 1), da hier die Grenze zum Arzneimittel überschritten wird.

Zwei Arten von Angaben

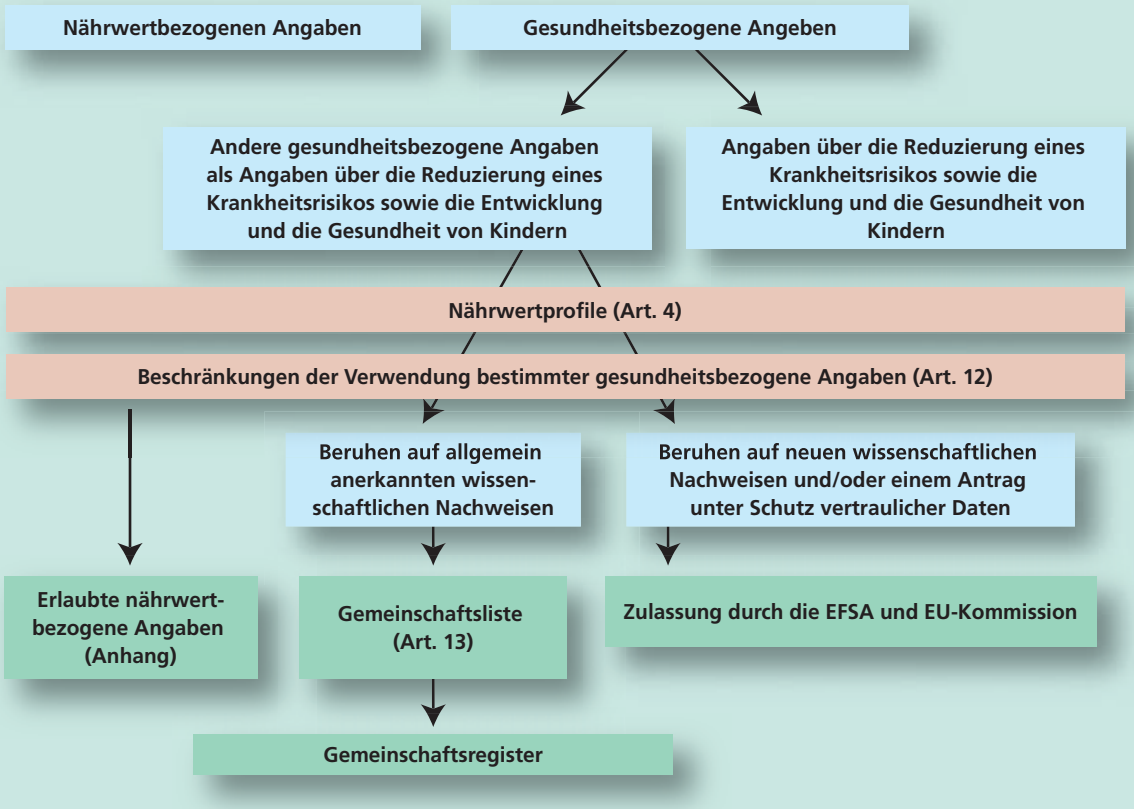
Die Verordnung unterscheidet zwei Arten von gesundheitsbezogenen Angaben (Abb. 2). Zum einen Angaben, die sich auf folgende Gebiete beziehen:

a) die Bedeutung eines Nährstoffs für Wachstum, Entwicklung und Körperfunktionen,
b) die psychischen Funktionen oder Verhaltensfunktionen oder
c) die schlank machenden oder gewichtskontrollierenden Eigenschaften des Lebensmittels, die Verringerung des Hungergefühls oder eine verringerte Energieaufnahme durch den Verzehr des Lebensmittels.

Diese Health Claims müssen sich auf allgemein anerkannte wissenschaftliche Nachweise stützen. Außerdem muss sie der durchschnittliche Verbraucher auch verstehen können, damit er vor irreführenden Angaben geschützt wird. Nährwert- und gesundheitsbezogene Aussagen sind nur dann erlaubt, wenn das Lebensmittel ein bestimmtes Nährwertprofil aufweist. Das heißt, es darf einen bestimmten Gehalt an eher ungünstigen Nährstoffen wie Fett, Zucker oder Salz nicht überschreiten (vgl. Artikel 4 der Verordnung, Abb. 2). Unzulässig sind zum Beispiel gesundheitsbezogene Angaben, die den Eindruck erwecken, durch Verzicht auf das Lebensmittel könnte die Gesundheit beeinträchtigt werden (Artikel 12 der Verordnung). Es ist vorgesehen, dass die EU-Mitgliedstaaten eine Liste der Health Claims mit den in ihren Ländern geltenden Bedingungen und mit Hinweisen auf entsprechende wissenschaftliche Absicherung bis spätestens 31. Januar 2008 der Europäischen Kommission übermitteln. Nach Konsultation der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) werden die Angaben spätestens am 31. Januar 2010 in eine Europäische Gemeinschaftsliste aufgenommen (Abb. 2). Für Deutschland ist das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) in Berlin für die Prüfung der Liste von gesundheitsbezogenen Angaben verantwortlich.

Neu und bislang in den EU-Mitgliedstaaten nicht erlaubt waren Angaben über die Verringerung eines Krankheitsrisikos sowie Angaben über die Entwicklung und die Gesundheit von Kindern. Bevor solche Angaben verwendet werden dürfen, benötigen sie eine Zulassung, die bei der europäischen Lebensmittelbehörde EFSA beantragt wird. Nachdem die Behörde die entsprechenden wissenschaftlichen Daten geprüft hat, veröffentlicht sie eine Stellungnahme. Danach unterbreitet die Europäische Kommission dem Ständigen Ausschuss über die Lebensmittelkette und die Tiergesundheit einen Entwurf für Zustimmung oder Ablehnung eines Antrages. Alle zugelassenen und alle abgelehnten gesundheitsbezogenen Aussagen werden in getrennte Sparten des oben genannten Gemeinschaftsregisters aufgenommen, das öffentlich zugänglich ist (Abb. 2).

Abb. 2: Überblick über die Regelungen bei der Verwendung gesundheitsbezogener Angaben



Was ist wissenschaftlich gesichert?

Generell dürfen gesundheitsbezogene Angaben nicht falsch, mehrdeutig oder irreführend sein. Nach dem deutschen Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch (LFGB) müssen Werbebehauptungen, die eine Beziehung zwischen den Wirkungen von Lebensmitteln oder Lebensmittelbestandteilen und der Gesundheit herstellen, wissenschaftlich hinreichend gesichert sein, um den Verbraucher nicht zu täuschen.

Dabei müssen alle verfügbaren wissenschaftlichen Daten berücksichtigt sein, und die Nachweise sollten von den nationalen Behörden bzw. von der EFSA abgewogen werden. Im Falle eines Zulassungsverfahrens bei Angaben über die Reduzierung eines Krankheitsrisikos muss der Antragsteller eine Kopie der Studien sowie aller sonstigen verfügbaren Unterlagen, aus denen hervorgeht, dass die gesundheitsbezogene Angabe die Kriterien dieser Verordnung erfüllt, einreichen. Dabei spielt die Qualität der publizierten Studien eine wichtige Rolle. Studien, die nicht in wissenschaftlich anerkannten Zeitschriften veröffentlicht wurden oder die nicht durch unabhängige Experten begutachtet wurden, sollten für die Beurteilung ausgeschlossen werden. Das gilt auch für bislang unveröffentlichte Daten.

Der Nachweis der gesundheitsbezogenen Aussage sollte durch wissenschaftliche Institutionen oder unabhängige Expertengremien akzeptiert werden. Entscheidend ist der Konsens, das heißt, dass die behauptete Aussage unter Abwägung aller verfügbaren wissenschaftlichen Daten fachlich möglichst allgemein anerkannt ist.

Anforderungen

Was den Grad der Anforderungen für die Wirkungsnachweise betrifft, gibt es unterschiedliche Auffassungen. Kreise der Wirtschaft vertreten den Standpunkt, dass für die Wirkungsnachweise nicht nur Placebo-kontrollierte Interventionsstudien vorgelegt werden dürfen, sondern dass auch „Beobachtungen" und deren sachverständige Auswertung oder gar nur die Meinung von Experten genügten. Zum Schutz vor Irreführung des Verbrauchers verlangt der Gesetzgeber aber, dass die behaupteten Wirkungen der Lebensmittel wissenschaftlich hinreichend gesichert sind. Anforderungen an die wissenschaftliche Absicherung von Wirkungsaussagen müssen deshalb aus amtlicher Sicht strengen wissenschaftlichen Maßstäben genügen.

Nicht alle Versuchsanordnungen sind gleichermaßen zuverlässig. Als Beleg zum Nachweis gesundheitsfördernder Eigenschaften von Lebensmitteln müssen zum einen Laborversuche und zum anderen Untersuchungen mit und an Menschen vorliegen. Die Ergebnisse aus Laboruntersuchungen und Tierversuchen sind wichtig für die biologische Plausibilität und das Aufzeigen von Wirkungsmechanismen. Als alleiniger Beleg zum Nachweis gesundheitsfördernder Eigenschaf-

ten von Lebensmitteln reichen sie aber nicht aus. Das gilt gleichermaßen für unkontrollierte Studien an Menschen mit geringer Probandenzahl oder bei widersprüchlichen Ergebnissen aus epidemiologischen Untersuchungen.

Placebo-kontrollierte Interventionsstudien sind zwar der „Goldstandard", jedoch an gesunden Probanden über einen längeren Zeitraum nur schwierig durchführbar. Manchmal ist es nicht möglich, in Lebensmittelstudien ein Placebo für die Kontrollgruppe zu verwenden oder die Intervention blind durchzuführen. Dadurch sind in solchen Studien die gewonnenen Daten weniger zuverlässig als etwa jene aus besser kontrollierten Arzneimittelstudien.

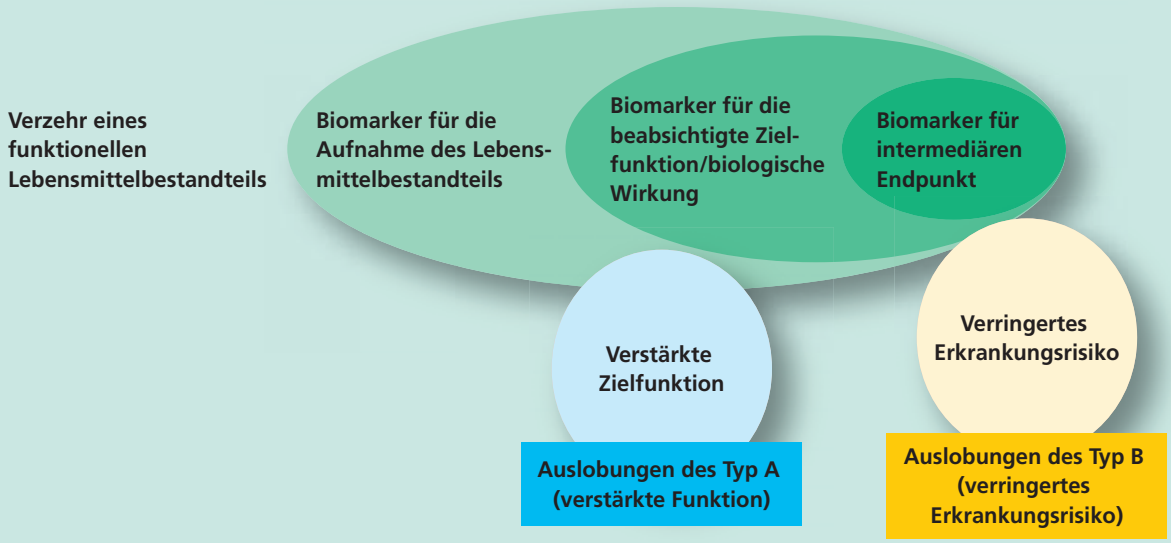
Aus diesem Grunde sucht man biologische Marker („Biomarker") für bestimmte chronische Krankheiten, die bereits nach kürzerer Zeit Aussagen erlauben. So sind beispielsweise bestimmte Blutfettwerte ein Indikator für das Risiko, einen Herzinfarkt zu erleiden. Bisher gibt es nur sehr wenige spezifische und validierte Biomarker, die bei der Bewertung für die beabsichtigte Zielfunktion (z. B. Erniedrigung des Cholesterinspiegels) oder für den klinischen Endpunkt (z. B. Herzinfarkt) als ein objektiv messbares Merkmal herangezogen werden können (Abb. 3). Aufgrund welcher Umstände die Wirkung im menschlichen Körper eintritt, braucht nicht nachgewiesen werden. Es geht nur um die Feststellung der behaupteten Wirkung als solcher. Zweifelsohne sollte bei der Beweisführung auch berücksichtigt werden, dass nicht nur die Wirkung einzelner Inhaltsstoffe, sondern auch Kombinationen möglich sind, zumal Studien gezeigt haben, dass für präventive Wirkungen mehrere Nähr- und Wirkstoffe gleichzeitig verantwortlich sind. Welcher Grad an wissenschaftlicher Absicherung letztlich verlangt wird, hängt auch von den gesellschaftlichen Bedingungen im Entscheidungsprozess ab.

Das BfR ist der Auffassung, dass die neue Health-Claims-Verordnung mittelfristig die Chance bietet, die Glaubwürdigkeit von funktionellen Lebensmitteln in den Augen der Verbraucher zu erhöhen. ■

Dr. Rolf Großklaus, Bundesinstitut für Risikobewertung, Thielallee 88–92, 14195 Berlin.
E-Mail: rolf.grossklaus@bfr.bund.de

» Info:
Das BfR hat einige Fragen und Antworten zu nährwert- und gesundheitsbezogenen Angaben (health claims) sowie zu Nährwertprofilen im Internet zusammengestellt unter www.bfr.bund.de/cd/9142.

Abb. 3: Beziehung zwischen nachgewiesener Wirkung bzw. Biomarker eines funktionellen Lebensmittels und Werbebehauptung (nach Aggett et al., 1999).



Typ A Claims beziehen sich auf die Zielfunktion, z.B. „Calcium hilft die Knochendichte zu verbessern", Typ B Claims auf Aussagen zur Verringerung eines Krankheitsrisikos, z.B. „kann zur Verringerung des Osteoporoserisikos beitragen". Weitere Erläuterungen s. Text.

Fette der besonderen Art

Bertrand Matthäus und Nikolaus Weber (Münster)

Fett ist Gift für die Traumfigur. So wird es oftmals suggeriert. Doch diese Betrachtungsweise greift zu kurz. Zum einen sind Fette notwendige Energielieferanten für den Körper, zum anderen spielen sie eine wichtige Rolle als Geschmacksträger. Darüber hinaus stehen bestimmte Fettbestandteile, zum Beispiel die Omega-3-Fettsäuren, auch in dem Ruf, sich positiv auf die Gesundheit auszuwirken. Grund genug, sich etwas genauer mit den Fetten in Lebensmitteln zu beschäftigen.

Der Trend hin zur Entwicklung neuer Lebensmittel für den „Functional Food"-Sektor hält unvermindert an. Lebensmittelhersteller sehen hier die Chance, eine Vielzahl neuer, hochpreisiger Produkte auf den Markt zu bringen, die dem Verbraucher Gesundheit, zumindest aber mehr Lebensqualität versprechen. Die Idee, Lebensmittel in präventive Ernährungsstrategien einzubeziehen, ist faszinierend. Aber lassen sich diese Versprechen auch halten? Für den Verbraucher ist der direkte Nutzen dieser Produkte oft schwierig zu beurteilen und eine Abgrenzung von normalen Lebensmitteln kaum möglich.

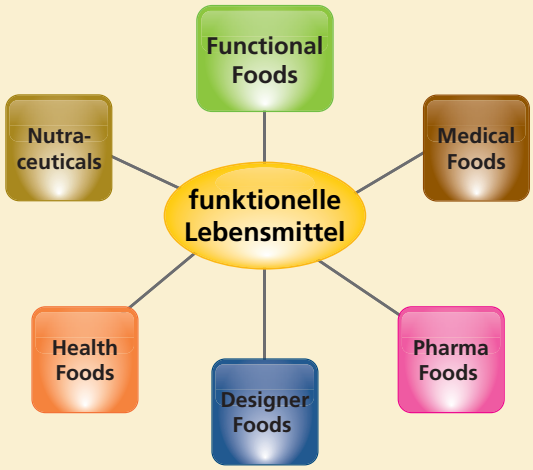
Inhaltsstoffe von Fetten und Ölen bieten zahlreiche Möglichkeiten für die Entwicklung funktioneller Lebensmittel. Im Folgenden werden einige Beispiele von Fetten, Fettbegleitstoffen und anderen Lipiden vorgestellt, die bereits in solchen Lebensmitteln Verwendung finden.

Omega-3-Fettsäuren

Omega-3-Fettsäuren sind mehrfach ungesättigte Fettsäuren, die in tierischen und pflanzlichen Fetten und Ölen vorkommen. Für den Menschen sind sie essenziell, das heißt, sie müssen mit der Nahrung aufgenommen werden, da der Organismus sie nicht selbst synthetisieren kann. Omega-3-Fettsäuren dienen im Körper als Ausgangsstoffe für hormonähnliche Substanzen, die bei der Vorbeugung gegen Herz-Kreislauf-Erkrankungen wirksam sind. Sie wirken blutdrucksenkend, entzündungs- und gerinnungshemmend. Sie erniedrigen den Triglyceridspiegel des Blutes, beugen Herzrhythmusstörungen vor und stärken die Immunfunktion.

Generell wird empfohlen, weniger gesättigte Fettsäuren zu sich zu nehmen und gleichzeitig den Verzehr von mehrfach ungesättigten Fettsäuren deutlich zu steigern. Dabei muss unterschieden werden

Funktionelle Lebensmittel und alternative Bezeichnungen im englischen Sprachraum



zwischen Omega-3-Fettsäuren und den ebenfalls essenziellen Fettsäuren der Omega-6-Reihe. Nach Aussage verschiedener nationaler und internationaler Organisationen sollten Omega-6- und Omega-3-Fettsäuren bei einer gesunden Ernährung in einem Verhältnis von 5 : 1 aufgenommen werden. Derzeit nehmen wir mit der Nahrung aber durchschnittlich zu viel Omega-6- und zu wenig Omega-3-Fettsäuren auf.

Ein Öl, das vergleichsweise viel Omega-3-Fettsäuren enthält, ist unser heimisches Rapsöl. Hier kommen Linolsäure (Omega-6) und α-Linolensäure (Omega-3) in einem Verhältnis von 2 : 1 vor. Damit ist Rapsöl geeignet, das derzeit als zu hoch eingestufte Verhältnis dieser Fettsäuren in der Ernährung zu optimieren. Neben raffiniertem Rapsöl erfreut sich kaltgepresstes Rapsöl zunehmender Beliebtheit, da es aufgrund des schonenden Herstellungsprozesses einen arttypischen saatigen Geruch und Geschmack besitzt und so zu einem positiven Geschmackserlebnis beiträgt. Am Institut für Lipidforschung der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BfEL) werden Kriterien erarbeitet, die einen hohen Qualitätsstandard bei kaltgepresstem Rapsöl und anderen Speiseölen gewährleisten. Hier wurden auch enzymkatalytische Verfahren entwickelt, um Omega-3-Fettsäuren aus natürlichen Quellen (z.B. Fischölen) durch Einsatz umweltschonender Prozesse der „weißen Biotechnologie" anzureichern und die Konzentrate zu funktionellen Lebensmitteln zu verarbeiten.

Im Handel werden bereits Lebensmittel angeboten, die Omega-3-Fettsäuren als funktionelle Bestandteile enthalten, etwa „Omega-3-Brot" oder mit Docosahexaensäure (DHA) angereicherte Milch, Milchprodukte und Fruchtsäfte.

Konjugierte Linolsäuren (CLA)

Im Pansen von Wiederkäuern wandeln Bakterien Linolsäure und α-Linolensäure in konjugierte Linolsäuren (CLA) um. Auch bei der Raffination von Fetten (Fetthärtung, Hydrierung) entstehen konjugierte Linolsäuren mit unterschiedlichen chemischen Strukturen. Einige dieser „isomeren" CLA sollen den Energiestoffwechsel beeinflussen und so den Ansatz von Körperfett vermindern. Zudem scheinen sie sich günstig auf immunologische Prozesse und koronare Herzerkrankungen auszuwirken.

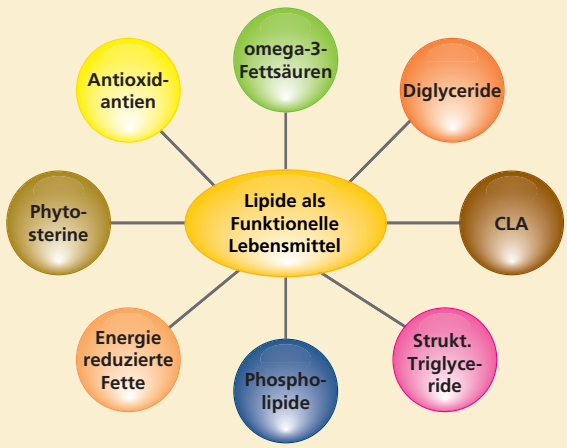
CLA kommen in geringen Mengen in Fetten von Rindern, Schafen und Ziegen vor. Durch spezielle Fütterung kann man auch erreichen, dass die Milch von Kühen mehr konjugierte Linolsäuren enthalten. Milch mit einem entsprechend erhöhten CLA-Gehalt ist bereits auf den Markt gekommen. Ein biotechnisches Verfahren zur Anreicherung einzelner CLA-Isomeren wurde am Institut für Lipidforschung entwickelt. Noch sind allerdings umfangreiche Untersuchungen notwendig, um eindeutige Aussagen zur biologischen Wirkung der verschiedenen CLA-Verbindungen treffen zu können.

Kalorienreduzierte Fette

Fettreiche Lebensmittel führen leicht zu überkalorischer Ernährung, gefolgt von Übergewicht und einem erhöhten Risiko für bestimmte Krankheiten, vor allem des Herz-Kreislaufsystems. Fette und Öle mit mittelkettigen Fettsäuren, so genannte MKT-Öle (MKT, mittelkettige Triglyceride), enthalten weniger Kalorien und haben einen geringeren Energiegehalt als übliche Speisefette und -öle. Sie werden aus Kokosfett hergestellt und als flüssiges Speiseöl oder streichfähige Margarine angeboten.

Im Körper gehen MKT vorwiegend in den Energiestoffwechsel ein, sodass sie nicht im Fettgewebe gespeichert werden. Ihr Nutzen für eine kalorienreduzierte Ernährung ist allerdings umstritten.

Fette und andere Lipide mit einem möglichen Zusatznutzen für die Gesundheit



Verschiedene andere „strukturierte" Fette mit vermindertem Energieinhalt (z.B. Salatrim®) wurden ebenfalls entwickelt. Mit Diglyceriden angereicherte Öle sind in Japan und den USA als funktionelle Lebensmittel im Handel. Diese Öle sollen die Speicherung von Körperfett vermindern, den Triglycerid-Spiegel des Blutes senken und so koronaren Herzkrankheiten vorbeugen. Kurzfristige Erfolge bei der Reduzierung des Körpergewichts und des Triglycerid-Spiegels des Blutes durch Diäten mit diesen kalorienreduzierten Fetten sind beschrieben. Ob mit langfristigen Verbesserungen gerechnet werden kann, müssen weitere Untersuchungen zeigen. Kalorienreduzierte Fette können mit Hilfe biotechnischer Prozesse hergestellt werden, die unter anderem am Institut für Lipidforschung entwickelt wurden.

Phospholipide

Phospholipide – Hauptbestandteile der Zellmembranen – werden als Nebenprodukte der Raffination von Pflanzenölen gewonnen, überwiegend aus der Verarbeitung von Sojabohnen („Soja-Lecithin"). Ihnen werden biologische Wirkungen zugeschrieben, insbesondere die Senkung des Cholesterin- und Triglyceridspiegels des Blutes, die wahrscheinlich auf ihre hohen Anteile an mehrfach ungesättigten Fettsäuren zurückzuführen sind.
Phosphatidylserine sollen, vor allem im Alter, die geistigen Fähigkeiten verbessern. Entsprechende Ergebnisse liegen vor, müssen jedoch in längerfristigen Studien bestätigt werden.
Als Nahrungsergänzungsmittel sind Phospholipide bereits seit längerem im Handel. Soja-Lecithin wird in der Lebensmittelverarbeitung als Emulgator verwendet.

Fettbegleitstoffe

Lipophile (fettähnliche) sekundäre Pflanzenstoffe, die auf Grund ihrer physikalischen Eigenschaften in Fetten und Ölen angereichert vorkommen, sind als Fettbegleitstoffe bekannt.
Zu den natürlichen Begleitstoffen von Pflanzenölen gehören etwa die Gruppen der fettlöslichen Vitamine E und K sowie β-Carotin (Provitamin A) und andere Carotinoide. Die Versorgung der Bevölkerung mit diesen Vitaminen gilt bei einer durchschnittlichen Nahrungszufuhr derzeit als gesichert. Im menschlichen Organismus werden diesen Substanzen antioxidative Eigenschaften zugeschrieben. Sie sollen zu einer Verringerung schädlicher Oxidationsprodukte in den Lipoproteinen des Blutes führen und so vorbeugend gegen Arteriosklerose und Krebskrankheiten wirken. Als funktionelle Lebensmittel sind bereits eine Reihe von Lebensmitteln bekannt, die mit den antioxidativen Vitaminen A, C und E angereichert sind, etwa „ACE"-Fruchtsäfte. Herkömmlichen Lebensmitteln werden häufig die Vitamine C und E oder β-Carotin als Antioxidantien oder Farbkomponente zugesetzt, um farbliche und geschmackliche Veränderungen durch Oxidationsvorgänge zu vermeiden. Vitaminisierte Margarinen, angereichert mit den Vitaminen A, D und E, sind im Handel üblich. Die Anreicherung von Lebensmitteln mit Vitaminen ist in den Industrieländern nur in Ausnahmefällen notwendig. Ein zu hoher Verzehr bestimmter Vitamine, beispielsweise A und D, kann sogar zu Gesundheitsheitsschäden führen.
Eine andere Gruppe von Inhaltsstoffen, die in allen Pflanzen vorkommen, sind die Phytosterine und ihre Fettsäureester. Sie vermindern die Aufnahme von Cholesterin im Dünndarm und senken somit die Cholesterinkonzentration im Blut. Phytosterine oder ihre Fettsäureester werden daher speziellen Margarinen und anderen Lebensmitteln wie Majonäsen und Joghurts zugesetzt, die als funktionelle Lebensmittel den Cholesterinspiegel senken sollen. Für Personen mit stark erhöhten Cholesterinwerten können solche angereicherten Lebensmittel unter Umständen eine effektive zusätzliche Behandlungsmöglichkeit darstellen, um die notwendige Medikamentendosis zu senken. Wer auf Phytosterin-angereicherte Lebensmittel verzichten möchte, kann auch auf rein pflanzliche Produkte (Pflanzenöle, Pflanzenmargarinen, Sojalecithin) ausweichen. Im Gegensatz zu tierischen Erzeugnissen enthalten diese kein oder nur unbedeutende Mengen Cholesterin.
Umweltschonende biotechnische Verfahren für die Herstellung der Fettsäureester von Phytosterinen wurden am Institut für Lipidforschung entwickelt.

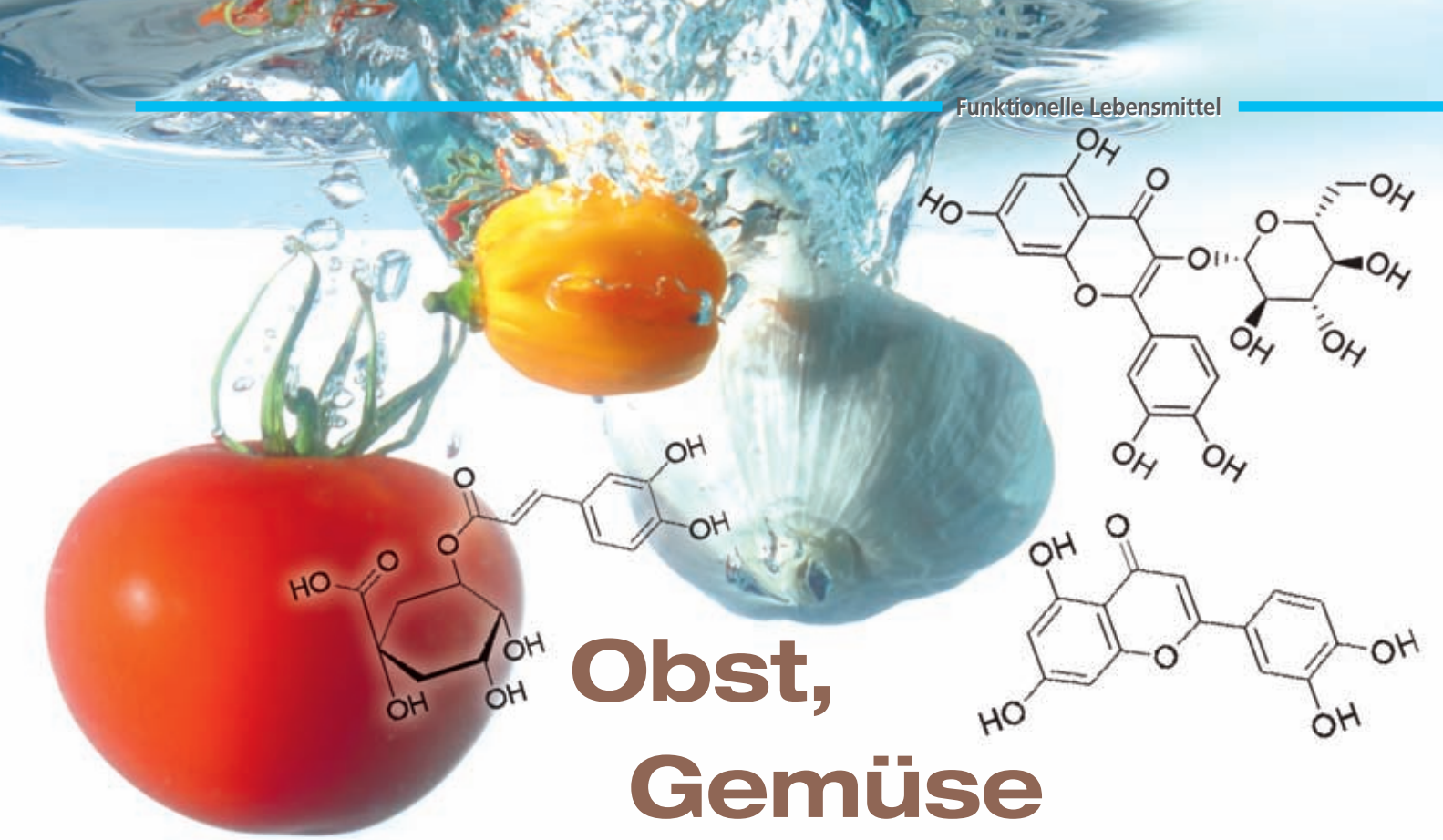
Technologie- und Förderzentrum, Straubing

Kaltgepresste Rapsöle im Handel

Auf ausgewogene Ernährung achten

Die Anreicherung von Lebensmitteln mit bestimmten Fetten und Lipiden kann möglicherweise dem vorbeugenden Gesundheitsschutz dienen und so zur Verringerung gesundheitlicher Risiken der Gesamtbevölkerung beitragen. Allerdings stehen verlässliche wissenschaftliche Studien über die Wirksamkeit solcher Lebensmittel mit funktionellen Lipiden vielfach noch aus.
Es muss zudem sichergestellt sein, dass eine ausgewogene Ernährung durch die vermehrte Aufnahme funktioneller Wirkstoffe nicht beeinträchtigt wird. ■

BfEL *Dr. Bertrand Matthäus, Dr. Nikolaus Weber, Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Institut für Lipidforschung, Piusallee 68–76, 48147 Münster.*
E-Mail: bertrand.matthaus@bfel.de



Obst, Gemüse und Gewürze

Quelle natürlicher Wirkstoffe

Maria Pfeuffer und Jürgen Schrezenmeir (Kiel)

Ost und Gemüse sind gesund. Das weiß jedes Kind. Sie liefern reichlich Mineralstoffe, Vitamine und Ballaststoffe und sind (überwiegend) kalorienarm. In den letzten Jahren sind die so genannten sekundären Pflanzeninhaltsstoffe ins Zentrum des Interesses gerückt. Im Gegensatz zu Vitaminen und anderen essenziellen Nährstoffen, auf deren Zufuhr der menschliche Organismus angewiesen ist, haben diese Stoffe keinen Nährwert und keine nachgewiesene „essenzielle" Funktion. Dafür scheinen sie eine nicht zu unterschätzende Wirkung auf verschiedene – auch gesundheitsrelevante – Körperfunktionen zu haben.

Pflanzen müssen sich in ihrer Umwelt behaupten. Als Schutz vor Sonne, Hitze, Trockenheit, Pilzbefall und Schädlingen haben sie eine Vielzahl von chemischen Schutzstoffen entwickelt. Besonders bekannt und interessant sind solche aus der Gruppe der Flavonoide, die wiederum zur Obergruppe der Polyphenole zählen. Beispiele sind Quercetin (aus Zwiebeln, Kohl, Äpfeln, Tee und Rotwein), Catechine (aus Tee, Äpfel, Kakao und Rotwein), Hesperidin (aus Zitrusfrüchten, Pflaumen und rotem Paprika) oder Chlorogensäure (aus Äpfeln, Kakao, Kaffee und Blättern der Medizin-Artischocke), um nur einige zu nennen. Rund 30.000 unterschiedliche Pflanzeninhaltsstoffe, häufig auch „Phytochemicals" genannt, sind bis heute bekannt.
Epidemiologische Untersuchungen zeigen, dass der Verzehr von Obst und Gemüse mit einem niedrigeren Risiko von Krebs und insbesondere Herz-/Kreislauferkrankungen einhergeht. Man nimmt an, dass Phytochemicals einen wesentlichen Anteil an der günstigen Wirkung haben. Studien in Zellkultur, im Tiermodell und Interventionsstudien am Menschen stützen die Annahme einer günstigen gesundheitlichen Wirkung.

Wirkungen auf den Stoffwechsel

Neben Fettstoffwechselstörungen (erhöhte Triglycerid- und Cholesterinspiegel im Blut) tragen Übergewicht (erkennbar an einem erhöhten Bauchumfang oder einem Body Mass Index >25 kg/m²), Diabetes und Bluthochdruck erheblich zum erhöhten Herzinfarkt-Risiko bei. Das gleichzeitige Auftreten von mehreren dieser Störun-

Abb 1: Auswirkung des mehrwöchigen Verzehrs eines Artischockenextrakts auf die Nüchtern-Triglyceride im Blutplasma nach einer fettreichen Mahlzeit

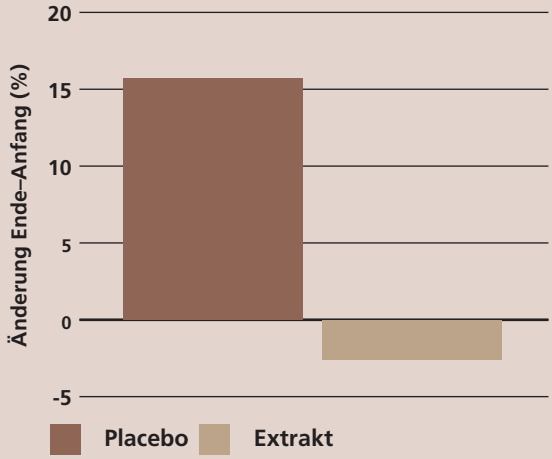
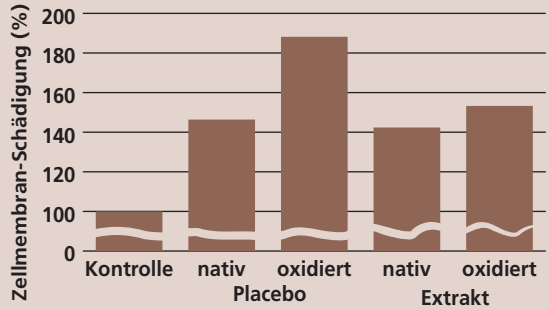


Abb 2: Wirkung eines mehrwöchigen Verzehrs von Artischockenextrakt auf die Eigenschaften der Chylomikronen.



Die Chylomikronen wurden aus dem Blut isoliert und direkt verwendet („nativ") oder einem chemischen Stress ausgesetzt, wie er auch im Körper entstehen kann („oxidiert"). Die Chylomikronen wurden dann zu Endothelzellen in Zellkultur zugegeben. Die Chylomikronen der Extrakt-Gruppe schädigten die Zellmembran weniger als die der Kontrollgruppe.

gen bezeichnet man als „metabolisches Syndrom". Im Zentrum dieser Störungen steht eine Insulinresistenz. Auch erhöhte Harnsäure- oder Homocystein-Spiegel sind Indikatoren für ein erhöhtes Herzinfarkt-Risiko.

Niederschwellige entzündliche Prozesse im Körper fördern die Entstehung all dieser Störungen. Als Folge solcher Entzündungsreaktionen bilden die Zellen, die die Blutgefäße auskleiden (Endothelzellen), an ihrer Oberfläche so genannte Adhäsionsmoleküle, an denen andere Zellen, nämlich die Monozyten, andocken. Diese wandern dann in die Gefäßwand ein und nehmen dort fettreiche Lipoproteine auf. Dies kann zur Bildung der so genannten atherosklerotischen Plaques führen („Arterienverkalkung").

Lange Jahre hatte man pauschal nur die Wirkung der Phytochemicals als Antioxidantien im Auge. Aber diese Stoffe können viel mehr. Einige hemmen die Cholesterin-Aufnahme aus dem Darm und die Eigenproduktion von Cholesterin in den Körperzellen und erhöhen die Cholesterin-Ausscheidung im Stuhl. Andere Stoffe hemmen die Produktion von Triglyceriden in der Leber und deren Abgabe ins Blut.

Der Pflanzeninhaltsstoff Quercetin gehört zu den Polyphenolen, die verhindern, dass das LDL-Cholesterin – im Sprachgebrauch auch „schlechtes" Cholesterin genannt – oxidiert wird. Oxidiertes LDL-Cholesterin ist maßgeblich an der Entstehung der atherosklerotischen Plaques beteiligt. Im Tiermodell konnte Quercetin Diabetes verhindern, die Synthese der Triglyceride und deren Abgabe ins Blut reduzieren und die Elastizität der Blutgefäße erhöhen. Manche Phytochemicals verhindern auch die Bildung von glykiertem LDL und so genannten Advanced Glycation Endproducts (AGEs). Glykiertes LDL spielt bei der Entstehung von Arterienverkalkung eine ähnliche Rolle wie oxidiertes LDL.

Phytochemicals können auch die Verdauungsprozesse im Darm steuern, das heißt beschleunigen oder verlangsamen. Manche Substanzen verlangsamen die Fettverdauung und reduzieren damit den Anstieg der Triglyceride im Blut nach einer Fettmahlzeit. In einer Studie des Instituts für Physiologie und Biochemie der Ernährung an der BfEL in Kiel wurde eine solche Wirkung verschiedener Pflanzenextrakte im Screeningverfahren im Reagenzglas getestet. Eine Reihe von Extrakten (Kümmel, Thymian, Kardamon und Lapacho-Tee) zeigte dabei eine entsprechende Wirkung. Im Tiermodell (Ratte) hatte bislang nur Lapacho-Tee einen signifikanten Effekt: Nach einer fetthaltigen Futtergabe stiegen die Triglyceride im Blut deutlich langsamer an, wenn gleichzeitig Lapacho-Tee-Extrakt gegeben wurde.

Studien am Menschen

In Humanstudien verringerten Phytochemicals aus der Olive die Triglyceridspiegel nach einem fetten Essen, verbesserten die Gefäßelastizität, senkten den Blutdruck und hatten entzündungshemmende Wirkung. Die hoch dosierte, mehrwöchige Gabe eines Traubenextrakts senkte bei Versuchspersonen den Cholesterinspiegel, und in einer anderen Untersuchung verbesserte es die Gefäßelastizität. Auch Knoblauch senkte in ver-

schiedenen Studien am Menschen den Cholesterinspiegel, den Blutdruck und die Gerinnungsneigung des Blutes. Da die Pflanzen bzw. Früchte viele verschiedene Phytochemicals enthalten, ist nicht ganz klar, welcher Stoff für die jeweilige Wirkung verantwortlich ist.

Allerdings ist die Beweislage aus Studien am Menschen immer noch vergleichsweise dürftig. In einer Doppelblindstudie, die im Kieler BfEL-Institut für Physiologie und Biochemie der Ernährung durchgeführt wurde, verzehrten 58 männliche Probanden (50–75 Jahre, Nichtraucher, Body Mass Index 25–30 kg/m^2) acht Wochen lang täglich drei Kapseln mit Artischockenblätter-Extrakt oder ein Placebo. Eine solche Extrakt-Dosis ist für Personen mit Leber- und Gallebeschwerden üblich. Nach acht Wochen hatte die Extrakt-Gruppe im Vergleich zur Placebo-Gruppe niedrigere Nüchtern-Triglyceridspiegel, das heißt die Gabe des Extrakts verhinderte einen saisonal bedingten Anstieg (Zeitraum August bis Dezember) (Abb. 1). Bei den Probanden der Extrakt-Gruppe hatte sich auch der HOMA-Index – ein Maß für die Insulinresistenz und damit für die Neigung zu Altersdiabetes – in günstiger Weise verändert. Weiterhin zeigte sich, dass die Chylomikronen (kleine Partikel im Blutplasma, die dem Transport des Nahrungsfetts dienen), die aus dem Blut von Probanden der Extrakt-Gruppe gewonnen worden waren, Blutgefäßzellen in Zellkultur weniger schädigten als die der Placebo-Personen (Abb. 2).

Unterschiedliche Wirkungsmuster

Lebensmittel können aufgrund der Mischung von Phytochemicals auch widersprüchliche Effekte haben. Dies wird am Beispiel des Kaffees deutlich. Epidemiologische Studien kommen zu dem Schluss, dass Kaffeekonsum das Risiko von Diabetes und Herz-Kreislauf-Erkrankungen senkt. Chlorogensäure scheint für das blutzuckersenkende Potenzial mit verantwortlich zu sein; Koffein hat blutdrucksenkende Wirkung. Andererseits zeigten Humanstudien, dass zwei Diterpene im Kaffee, Kahweol und Cafestol, zu einem erhöhten Cholesterinspiegel im Blut führen. So kam eine norwegische Studie zu dem Schluss, dass der regelmäßige Verzehr von Kaffee (rund 4 Tassen/Tag) das Serumcholesterin im Mittel um 10 mg/dl erhöht. Wünschenswert ist ein Cholesterinspiegel unter 200 mg/dl. Ob die ungünstigen Diterpene allerdings ihre Wirkung entfalten können, hängt entscheidend von der Zubereitung des Kaffees ab: Wird Kaffee nach dem in Skandinavien üblichen Brühverfahren hergestellt, so landen die Diterpene vollständig in der Tasse, bei Zubereitung von Filterkaffee bleiben sie zum großen Teil im Filter hängen.

Natürlich ist eine Wirkung auch immer eine Frage der Bioverfügbarkeit, der eingesetzten Dosis, und vermutlich auch der besonderen Stoffwechselsituation der jeweiligen Probanden (jung und gesund oder Personen mit erhöhtem Risiko). Verschiedene Lebensmittel enthalten Phytochemicals in unterschiedlicher Kombination. Herkunft und damit unterschiedliche klimatische Bedingungen und Anbauverfahren lassen die Wirkstoffgehalte in den jeweiligen Pflanzen und Früchten variieren. Außerdem kann die Art der Extraktion, Verarbeitung und Lagerung zu gravierenden Unterschieden in den Inhaltsstoffen führen und damit die Wirkung eines Lebensmittels oder Extrakts beeinflussen.

Aus den unterschiedlichen Verteilungsmustern und Konzentrationen der Phytochemicals in den pflanzlichen Nahrungsmitteln (Obst, Gemüse, Gewürze, Getreide, Hülsenfrüchte, Nüsse) erklärt sich das Gebot einer vielseitigen Ernährung. Angesichts der Vielfalt der Stoffe und dem noch begrenzten Wissen über die Wirkung bleibt eine ausgewogene, vielseitige Ernährung mit angemessener, moderater Energiezufuhr eine Grundforderung. Trotzdem haben Phytochemicals zweifelsohne das Potenzial für Stoffwechselwirkungen, die dazu beitragen können, das Risiko von Krankheiten zu vermindern. ■

Dr. Maria Pfeuffer, Prof. Dr. Jürgen Schrezenmeir, Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Institut für Physiologie und Biochemie der Ernährung, Hermann-Weigmann-Str. 1, 24103 Kiel.
E-Mail: maria.pfeuffer@bfel.de

Einige der Forschungsarbeiten zu diesem Thema wurden durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert (Förderkennz. 03 13856 A).

Phytochemicals

Klassen:	Vorkommen besonders in
Carotinoide	Obst, Gemüse (Karotte)
Phytosterole	Pflanzensamen und -ölen
Saponine	Hülsenfrüchte
Glucosinolate	Kreuzblütler wie Senf, Meerrettich, Kohlrabi
Polyphenole, inkl. Flavonoide	Gemüse, Obst, Olivenöl, Tee
Protease-Inhibitoren	Hülsenfrüchte, Getreide
Monoterpene	Pfefferminze, Kümmelöl, Zitrusöl
Phytoöstrogene	Sojabohnen
Sulfide	Knoblauch, Zwiebeln
Lectine	Hülsenfrüchte, Getreide
Policosanole (langkettige einwertige Alkohole)	Keimlinge und Kleie aller Getreidesorten

oder „Designer-Essen“?

Funktionelle Gemüse- und Obstprodukte

Esther Mayer-Miebach (Karlsruhe)

Eine ganze Reihe von Lebensmittelinhaltsstoffen, denen heute eine gesundheitsfördernde Wirkung zugeschrieben wird, ist in vielfältigen Kombinationen in zahlreichen Gemüse- und Obstarten enthalten. Einige dieser gesundheitsfördernden „sekundären Pflanzenstoffe“ werden aber bei Verzehr von Rohkost größtenteils wieder ausgeschieden, ohne ihre positiven Wirkungen zu entfalten. An der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BfEL) in Karlsruhe konnte beispielhaft an Möhren gezeigt werden, dass schon einfache Zubereitungsmethoden ausreichen, um fast das 10-fache des gesundheitsfördernden Carotinoids Lycopin aufzunehmen. Die gute Nachricht: Jeder Verbraucher kann ein solches „funktionelles Gemüseprodukt“ in seiner eigenen Küche herstellen.

Viele Verbraucher sind heute bereit, für funktionelle Lebensmittel, auch „functional food“ oder „Designer-Essen“ genannt, vergleichsweise viel Geld auszugeben. Das zeigt sich beispielsweise bei ACE-Getränken, deren Marktvolumen 1996 noch bei 9 Millionen Litern lag und innerhalb von fünf Jahren auf 229 Millionen Liter angestiegen ist. 2007 wird der Marktanteil von funktionellen Lebensmitteln in Deutschland auf insgesamt 3 % der Lebensmittel geschätzt. Die Werbung verspricht einen besonderen Beitrag zur Gesunderhaltung, zur Senkung von Erkrankungsrisiken und natürlich auch ganz allgemein zur Steigerung des Wohlbefindens. Doch ist der Aufwand notwendig?

Funktionelle Lebensmittel

Als „funktionell“ werden heute üblicherweise Lebensmittel bezeichnet, die als Zusatznutzen bestimmte Erkrankungsrisiken verringern sollen. Häufig sind sie mit funktionellen Zusätzen angereichert. Seit 1995 sind probiotische Joghurts im Handel erhältlich. Phytosterol-angereicherte Halbfett-Margarine, die den Cholesterinspiegel senkt, ACE-Säfte, Omega-3-Brötchen und andere sind hinzugekommen.
Zusätze können aus natürlichen Quellen gewonnen oder aber chemisch-synthetisch erzeugt werden und bereits dem Tierfutter zugesetzt sein. Künftig werden auch neu gezüchtete, teils auf gentechnischem Wege veränderte Kulturpflanzen mit zuvor nicht enthaltenen gesundheitsfördernden Inhaltsstoffen hinzukommen. Das könnten beispielsweise lutein-/zeaxanthinhaltige Kartoffeln sein, die das Risiko senken, an Altersblindheit zu erkranken.

Chancen und Risiken

Verbraucherinnen und Verbraucher erwarten von funktionellen Lebensmitteln einen verbesserten persönlichen Gesundheitsschutz. Beeinflusst werden sollen damit vor allem Magen-Darmtrakt, Herz-Kreislauf-System, Knochenbau (Osteoporose-Prävention) und darüber hinaus Stimmung sowie geistige und körperliche Leistungsfähigkeit. Lebensmittelhersteller, die mit gesundheitsbezogenen Aussagen für ihr Produkt werben wollen, müssen belegen, dass die entsprechenden Wirkungen auch tatsächlich eintreten. Dies schreibt eine neue EU-Verordnung über nährwert- und gesundheitsbezogene Angaben über Lebensmittel vor, die ab dem 1. Juli 2007 gilt.
Ernährungswissenschaftler sehen aber auch Risiken: Ein „zuviel“ an Wirkstoffen in Lebensmitteln könnte dazu führen, dass Substanzen, die im Grunde lebensnotwendig sind, womöglich gesundheitsschä-

digend werden. So wurde eine Studie in Finnland über die Wirkung einer hohen Dosierung der Vitamin A-Vorstufe β-Carotin auf das Lungenkrebsrisiko bei Rauchern abgebrochen, als sich im Ergebnis ein erhöhtes Risiko abzeichnete.

Komplexer Mix aus Inhaltsstoffen

Ein wirksamer Gesundheitsschutz durch Lebensmittel ist auch bei hohem Verzehr insbesondere von Gemüse und Obst zu erwarten. Oft sind hier gleichzeitig mehrere der vielfältig wirksamen sekundären Pflanzenstoffe enthalten (Tab. 1). Viele Studien haben gezeigt, dass gerade diese komplexe Mischung und weniger die Aufnahme von isolierten Substanzen hilft, Erkrankungsrisiken zu verringern. Kann dann auch ein Apfel ein funktionelles Lebensmittel sein? Die Definition der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) spricht dafür: „Functional food bezeichnet Lebensmittel, die über den Nährwert und Geschmack hinaus einen positiven Einfluss auf Gesundheit und Wohlbefinden ausüben bzw. Krankheitsrisiken reduzieren". Nach neuem EU-Recht ist ein Apfel jedoch kein funktionelles Lebensmittel.

Sekundäre Pflanzenstoffe aus Rohkost

Isst man Gemüse und Obst roh, werden viele sekundäre Pflanzenstoffe im Magen-Darmtrakt nur sehr schlecht resorbiert – die „Bioverfügbarkeit" ist also relativ gering. Was ist der Grund? Viele dieser

Tab. 1: Bioaktive Substanzen und ihre Wirkungen (nach Watzl u. Leitzmann, Bioaktive Stoffe in Lebensmitteln, Hippokrates, Stuttgart, 2005).

Bioaktive Substanzen	Hinweise für folgende Wirkungen									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Sekundäre Pflanzenstoffe										
Carotinoide	x		x		x			x		
Phytosterine	x							x		
Saponine	x	x			x			x		
Glucosinolate	x	x						x		
Polyphenole	x	x	x	x	x	x	x		x	
Protease-Inhibitoren	x		x							
Monoterpene	x	x								
Phytoöstrogene	x		x							
Sulfide	x	x	x	x	x	x	x	x		x
Phytinsäure	x		x		x				x	
Ballaststoffe	x				x			x	x	x
Fermentierte Lebensmittel	x	x			x			x		

A antikanzerogen
B antimikrobiell
C antioxidativ
D antithrombotisch
E immun-modulierend
F entzündungshemmend
G Blutdruck-beeinflussend
H Cholesterin-senkend
I Blutglucose-beeinflussend
J verdauungsfördernd

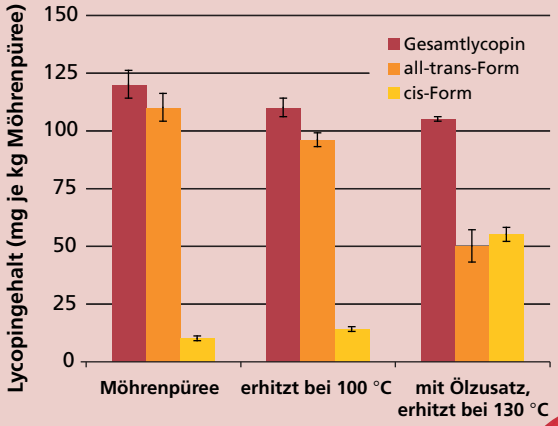
Abb. 1: Die Lycopin-reiche Möhrensorte „Nutri Red" als ganze Möhre und in verarbeiteter Form (10 Minuten gekocht).

Substanzen sind so stark mit dem Zellgewebe verbunden, dass einfaches Zerschneiden, Raspeln, Reiben, das Zerkauen im Mund und auch der Verdauungsvorgang im Magen nicht ausreichen, um sie aus dem Gewebe herauszutrennen (Zellaufschluss). Bestimmte sekundäre Pflanzenstoffe, wie zum Beispiel die Carotinoide, sind außerdem als Kristalle in das Zellgewebe eingelagert und lösen sich nur in Fetten/Ölen, nicht aber in Wasser. Deshalb können auch aus dem Gewebe herausgetrennte Carotinoidanteile nur dann in die notwendige gelöste Form überführt werden, wenn gleichzeitig Fette oder Öle verzehrt werden – allerdings auch dann nur zu ca. 5 %. Werden Gemüse und Obst erhitzt, hebt diese „thermische Verarbeitung" die feste Struktur des Zellgewebes auf und verbessert so den Zellaufschluss.
Weiter können Stoffe durch das Erhitzen in leichter lösliche Formen umgewandelt werden, zum Beispiel bei Carotinoiden von der „all-trans"- in die „cis"-Form. Es wird heute angenommen, dass diese „cis"-Form im Verdauungstrakt besser resorbiert werden kann als die „all-trans"-Form.
Werden Zellaufschluss und Löslichkeit verbessert, sollte sich also gleichzeitig auch die Bioverfügbarkeit der Carotinoide erhöhen.

Funktionalisierte Gemüseprodukte

Im Rahmen einer gemeinsamen Studie der Institute für Verfahrenstechnik und für Ernährungsphysiologie an der BfEL in Karlsruhe wurde untersucht, ob thermische Verarbeitungsverfahren tatsächlich die Bioverfügbarkeit des Carotinoids Lycopin beim Menschen steigern können. Dies ist von großem Interesse, weil Lycopin, der rote Farbstoff der Tomate, nachweislich das Erkrankungsrisiko für Prostatakrebs senkt.

Abb. 2: Lycopingehalte von Möhrenpürees nach 30-minütiger Erhitzung bei 100 °C bzw. bei 130 °C nach Ölzusatz.



Als Untersuchungsmaterial für die Studie wurde die Lycopin-reiche Möhrensorte „Nutri Red" (Abb. 1) verwendet, die in Deutschland bislang nur in Form von Möhrensaft sowie als Saatgut für den Gemüsegarten im Handel erhältlich ist. Da wie oben gezeigt die cis-Form des Lycopins für die Bioverfügbarkeit wichtig ist, war zunächst zu prüfen, bei welchen Erhitzungstemperaturen die ursprüngliche all-trans-Form des Lycopins der rohen Möhren am besten in cis-Lycopin umgewandelt wird. Hierzu wurden die Möhren im Mixer püriert und anschließend in geschlossenen Behältern bei Temperaturen zwischen 70 und 140 °C jeweils zwischen 30 Minuten und 5 Stunden erhitzt. Temperaturen über 100 °C erzielt man dabei im Labor unter Verwendung eines Autoklaven, im Privathaushalt mit einem Dampfkochtopf. Wegen der beschriebenen Fettlöslichkeit des Lycopins wurden alle Versuche ohne und mit Ölzusatz durchgeführt.

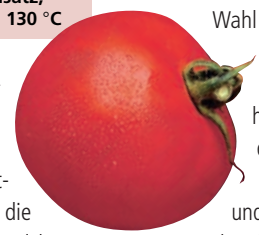
Für die geplante ernährungsphysiologische Prüfung der Bioverfügbarkeit am Menschen (Interventionsstudie) wurden zwei Erhitzungsverfahren ausgewählt: Im ersten Fall, bei Erhitzung des Möhrenpürees für 30 Minuten auf 100 °C ohne Ölzusatz, wurde kaum cis-Lycopin gebildet. Im zweiten Fall enthielt das mit Ölzusatz ebenfalls für 30 Minuten bei 130 °C erhitzte Möhrenpüree jeweils zur Hälfte all-trans- und cis-Lycopin (Abb. 2).

Jedes dieser beiden Pürees sowie ein nicht weiter erhitztes Püree (Kontrollprobe) wurde im Laufe der Interventionsstudie an jedem der drei Versuchstage von jeweils zwei der insgesamt sechs teilnehmenden, gesunden männlichen Versuchspersonen (Probanden) gegessen. Vor dem Verzehr sowie bis zu 24 Stunden danach wurde diesen Probanden Blut entnommen. Anschließend wurden die Lycopingehalte der im Blut enthaltenen Chylomikrone (außen wasserlösliche, im Innern fettlösliche Eiweiß-/Fettanordnungen) gemessen.

Das Ergebnis hat die Erwartungen bestätigt: Hatten die Probanden das bei 130 °C zusammen mit Öl erhitzte Möhrenpüree gegessen, war der Lycopingehalt im Blut 9-fach höher als bei Verzehr des unbehandelten Pürees. Die Bioverfügbarkeit war also deutlich erhöht (Abb. 3). Nach Verzehr des „100 °C-Pürees" war der Lycopingehalt im Vergleich zu Kontrollproben lediglich 2,5-fach höher. Erhitzte Möhrenpürees enthalten damit also deutlich mehr bioverfügbares Lycopin als die rohen Möhren, ohne dass Lycopin zugesetzt werden muss. Auch für Tomaten gilt: Mehr Lycopin wird aus erhitzten Tomatenprodukten wie Tomatenmark, -soße oder -saft aufgenommen, weniger aus rohen Früchten.

Rohkost oder „Designer-Essen"?

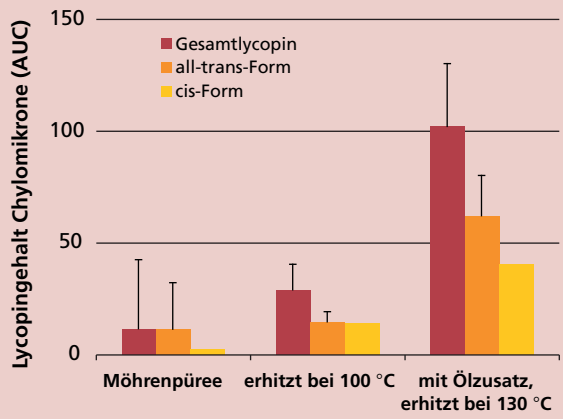
Functional food oder „Designer-Essen" verspricht, spezifische Erkrankungsrisiken zu senken. Gemüse und Obst enthalten viele sekundäre Pflanzenstoffe, die auf vielfältige Weise Erkrankungsrisiken beeinflussen können. Die Bioverfügbarkeit einiger dieser Stoffe aus Rohkost ist leider gering. Durch thermische Verarbeitung werden aber gemüseeigene sekundäre Pflanzenstoffe wie Carotinoide im Produkt verstärkt bioverfügbar. Funktionelle Lebensmittel lassen sich also nicht nur durch Zusatzstoffe herstellen, sondern auch durch die Wahl geeigneter Verarbeitungsmethoden bei der Herstellung haltbarer Produkte oder bei der Zubereitung.



Zu beachten ist, dass bei der Erhitzung immer auch hitzeempfindliche Inhaltsstoffe teilweise abgebaut werden, darunter Vitamin C. Umso mehr gilt es daher, im Speiseplan die Empfehlung der Ernährungsexperten und ihrer Fachorganisationen zu berücksichtigen. Demnach sollen täglich mindestens 400 g Gemüse – gegart, roh und/oder Blattsalat – sowie 250 g Obst verzehrt werden. Insgesamt soll die beste Gesundheitsvorsorge durch eine abwechslungsreiche, ausgewogene und kalorienbewusste Ernährung auf der Basis von Gemüse und Obst sowie von Getreide- und Milchprodukten zu erzielen sein. ■

BfEL *Dr. Esther Mayer-Miebach, Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Institut für Verfahrenstechnik, Haid-und-Neu-Str. 9, 76131 Karlsruhe.*
E-Mail: esther.mayer-miebach@bfel.de

Abb. 3: Lycopingehalte in Chylomikronen nach Verzehr unterschiedlich erhitzter Möhrenpürees.



Milch, Fleisch, Eier

Kann durch die Tierernährung die Zusammensetzung beeinflusst werden?

Gerhard Flachowsky (Braunschweig)

Lebensmittel pflanzlicher und tierischer Herkunft enthalten die lebensnotwendigen Nährstoffe in unterschiedlichem Umfang. Durch ausgewogenes und abwechslungsreiches Essen, zum Beispiel entsprechend den Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE), kann der Mensch seinen Bedarf gemäß seiner körperlichen Beanspruchung und seinem physiologischem Stadium (z.B. Schwangerschaft, Stillzeit) meist decken. Weitere Möglichkeiten, vorhandene oder „gefühlte" Defizite zu beseitigen, bieten funktionelle Lebensmittel. Am Institut für Tierernährung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) befasst man sich mit der Frage, wie und in welchem Umfang sich Inhaltsstoffe in Lebensmitteln tierischer Herkunft bereits durch die Fütterung der Nutztiere beeinflussen lassen.

Potenziale der Tierernährung zur Nährstoffanreicherung

Lebensmittel tierischer Herkunft sind überwiegend reich an Protein bzw. lebensnotwendigen Aminosäuren. Daneben enthalten sie verschiedene wichtige Fettsäuren sowie Mineralstoffe und Vitamine.
So enthält Milch hohe Mengen an Calcium und Phosphor, außerdem Zink, Jod und andere Spurenelemente sowie viele Vitamine. Fleisch ist reich an Aminosäuren und Fettsäuren sowie eine wertvolle Quelle für Phosphor, Eisen und weitere Mineralstoffe sowie verschiedene Vitamine. Hühnereier sind ebenfalls wertvolle Proteinquellen. Durch den Verzehr von einem Ei pro Tag können beispielsweise etwa 10 % des Tagesbedarfes eines Erwachsenen an Eisen sowie an den Vitaminen A, D, E, B_2, B_{12}, Biotin und Pantothensäure gedeckt werden.
In all diesen Lebensmitteln tierischer Herkunft lässt sich die Konzentration an verschiedenen Inhaltsstoffen durch die Fütterung wesentlich beeinflussen, wie Tabelle 1 zeigt. Dies kann sowohl durch die Zusammensetzung der Futtermischung geschehen (z.B. unterschiedliche Anteile von Kraftfutter und Grundfutter bei Milchkühen) als auch durch die Zugabe verschiedener Futtermittelzusatzstoffe. Nachfolgend soll anhand einiger Beispiele aus den Arbeiten des FAL-Instituts für Tierernährung gezeigt werden, in welchem Umfang verschiedene Inhaltsstoffe in Lebensmitteln tierischer Herkunft durch die Fütterung beeinflusst werden können.

Tab. 1: Einflussmöglichkeiten der Tierernährung auf ausgewählte Inhaltsstoffe in Lebensmitteln tierischer Herkunft

Nährstoff	Milch	Fleisch	Eier
Protein/Aminosäuren	(+)	–	–
Fett/Fettsäuren	+++	++	++
Mengenelemente			
Calcium	–	–	–
Phosphor	–	–	–
Spurenelemente			
Kupfer	–	(Leber: +++)	(+)
Jod	+++	(+)	++
Selen	++	++	++
Zink	+	+	+
Vitamine			
A	(+)	(Leber: +++)	+
D	+	+	+
E	(+)	(+)	+++
B-Vitamine	+ (wenn Pansenstabil)	– bis +	– bis +

+++ sehr starker Einfluss möglich, Transfer einer Zulage ins Lebensmittel > 10 %
++ starker Einfluss möglich, Transfer 5–10 %
+ Einfluss möglich, Transfer 1–5 %
(+) geringer Einfluss, Transfer < 1 %
– kein Einfluss

Ausgewählte Beispiele

Fett und Fettsäuren

Der Fettgehalt in der Milch kann durch die Zusammensetzung des Futters und durch die Fütterungsintensität beeinflusst werden. Eine noch stärkere Einflussnahme ist auf das Fettsäuremuster möglich (Tab. 2).

Durch Erhöhung des Kraftfutteranteils in den Rationen lässt sich der Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren in der Milch steigern. Die Beimischung von Leinöl in die Futterrationen führt zu einem geringeren Milchfettgehalt, und der Anteil an ernährungsphysiologisch wertvollen konjugierten Linolsäuren (CLA) steigt erheblich an. Gleichzeitig erhöht sich dabei aber auch der Gehalt an den weniger erwünschten trans-Fettsäuren (Tab. 2).

Auch in Körperproben von Schweinen und Geflügel kann die Fettsäurenzusammensetzung durch die Verfütterung verschiedener Fette wesentlich beeinflusst werden. Tabelle 3 zeigt dies exemplarisch für unterschiedliche Fettquellen im Rückenspeck und im intramuskulären Fett des Rückenmuskels beim Schwein. Bemerkenswert ist vor allem, dass sich der Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (C18:2 und C18:3) durch Zulage von 2,5 % Soja- bzw. Leinöl zum Mischfutter erheblich steigern lässt.

Spurenelemente

Wie Tabelle 1 zeigt, kann durch Zulagen auch die Konzentration an verschiedenen Spurenelementen in Lebensmitteln tierischer Herkunft beeinflusst werden. Dies soll am Beispiel des Spurenelements Jod gezeigt werden.

Weltweit leiden nahezu eine Milliarde Menschen an Jodmangel. Vor diesem Hintergrund sind die Bemühungen verständlich, die Jodversorgung durch verschiedene Maßnahmen zu verbessern. Auch über die Fütterung wurde wiederholt versucht, den Menschen über Lebensmittel tierischer Herkunft mehr Jod zuzuführen. Besonders in der Milch und in Eiern reichert sich Jod an, so dass durch den Verzehr von Milch und Eiern wesentliche Beiträge zur Absicherung des Tagesbedarfes des Menschen (≈ 200 µg/Tag) geleistet werden können. Untersuchungen des Instituts für Tierernährung ergaben, dass sich durch eine Jodzulage von 10 mg/kg im Futter von Kühen der Jodgehalt in der Milch von normalerweise rund 100 µg/kg auf über 2.500 µg/kg steigern lässt. Ein kleines Glas (100 ml) dieser jodreichen Milch würde bereits reichen, um den gesamten Tagesbedarf an Jod zu decken.

Tab. 2: Einfluss der Rationsgestaltung und einer Zulage von Leinöl auf den Milchfettgehalt und ausgewählte Fettsäurengruppen im Milchfett

Ration (% der Trockensubstanzaufnahme)				
Grundfutter (Heu, Silage)	70	70	30	30
Kraftfutter	30	30	70	70
Leinölzulage (g/Tier und Tag)	0	200	0	200
Milchfett (g/l)	52	47	46	33
Fettsäurengruppen (mg/g Milchfett)				
gesättigte Fettsäuren	654	621	660	567
einfach ungesättigte Fettsäuren	188	212	178	223
mehrfach ungesättigte Fettsäuren	19,4	18,6	22,8	26,7
trans-Fettsäuren	8,7	17,6	10,1	47,3
konjugierte Linolsäuren (CLA)	4,5	6,3	4,5	7,3

Tab. 3: Einfluss der Zulage verschiedener Fette zum Futter von Mastschweinen auf das Fettsäurenmuster im Rückenspeck und Fett des Rückenmuskels (Musc.long.dorsi)

Körperprobe vom Schwein	Fett-Zulage 2,5 % zur Mischung	Fettsäuren (% der bestimmten Fettsäuren)				
		Palmitinsäure C16:0	Stearinsäure C18:0	Ölsäure C18:1	Linolsäure C18:2	Linolensäure C18:3
Rückenspeck	Rindertalg	24,2	14,6	44,6	8,2	0,7
	Olivenöl	22,7	12,3	48,3	9,3	0,7
	Sojaöl	22,7	13,7	36,5	18,8	1,8
	Leinöl	22,0	13,8	35,6	11,9	9,5
Rückenmuskel (Kotelett-Strang)	Rindertalg	25,4	11,8	42,3	8,9	0,3
	Olivenöl	25,9	12,1	44,3	9,5	0,3
	Sojaöl	25,0	12,3	38,0	13,9	0,6
	Leinöl	25,7	12,8	39,2	10,6	3,5

Vitamine

Der Tansfer der Vitamine in Milch, Fleisch und Eier variiert zwischen den verschiedenen Vitaminen und den Tierarten/-kategorien zwischen 0 und 40 %. Vor allem ins Ei erfolgt ein bemerkenswerter Übergang von Vitamin E, so dass Eier wesentlich zur Vitamin E-Versorgung des Menschen beitragen können.

Risikokategorien

Die vielfältigen Möglichkeiten der Anreicherung bestimmter Nährstoffe in unseren Lebensmitteln sowie die aufgezeigten Potenziale der Tierernährung lassen die Frage berechtigt erscheinen, ob es des „Guten" nicht auch einmal zu viel sein kann. In diesem Zusammenhang sind Bemühungen bedeutungsvoll, Obergrenzen für die vertretbare Aufnahe verschiedener Nährstoffe in der Tagesnahrung zu formulieren. Besondere Aufmerksamkeit wird dabei den Nährstoffen gewidmet, bei denen die Spanne zwischen dem Bedarf des Menschen und der Menge, bei der unerwünschte Nebenerscheinungen oder Schäden auftreten, sehr eng ist. Man spricht in diesem Zusammenhang von der „vertretbaren Höchstmenge" (upper level – UL).
Für verschiedene Nährstoffe, wie zum Beispiel für Jod, Selen sowie die Vitamine A und D liegt diese Spanne bei 1 : < 5, so dass diese Substanzen in die „Risikokategorie I" eingeordnet werden können. Beispielsweise liegt der Tagesbedarf des Erwachsenen an Jod bei rund 200 µg, das UL bei 500–600 µg, so dass die Spanne etwa 1 : 3 beträgt.
In dem Maße, in dem es möglich ist, Lebensmittel auf verschiedenem Wege mit lebensnotwendigen Bestandteilen anzureichern, ist verstärkt darauf zu achten, dass es durch Mehrfach-Supplementationen nicht zu einer Überversorgung kommt. So waren im Jahr 2006 rund 81 % der in Deutschland verkauften Kochsalz-Haushaltspackungen mit Jod supplementiert. Vor diesem Hintergrund ist abzuwägen, wie weit bei uns eine Jod-Anreicherung der Milch durch die Tierfütterung gehen sollte.

Fazit

Die Fachdisziplin Tierernährung verfügt über ein beachtliches Potenzial, in Lebensmitteln tierischer Herkunft, die bereits von sich aus schon von hohem ernährungsphysiologischen Wert sind, den Gehalt an Fett und Fettsäuren sowie verschiedenen Spurenelementen und Vitaminen in gewünschte Richtungen zu beeinflussen.
Forschungsbedarf wird vor allem darin gesehen, in Dosis-Wirkungs-Studien die Höhe des Tranfers vom Futter in Milch, Fleisch und Eier – vor allem für die Spurenelemente Jod und Selen sowie die Vitamine A und D – weiter zu quantifizieren sowie die Konsequenzen für die Humanernährung auch unter dem Aspekt der „Mehrfach-Supplementierung" (Überversorgung) über weitere Versorgungswege zu berücksichtigen. ■

Prof. Dr. Gerhard Flachowsky, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung, Bundesallee 50, 38162 Braunschweig.
E-Mail: gerhard.flachowsky@fal.de

M. Welling

Funktionelle Fleisch-Erzeugnisse

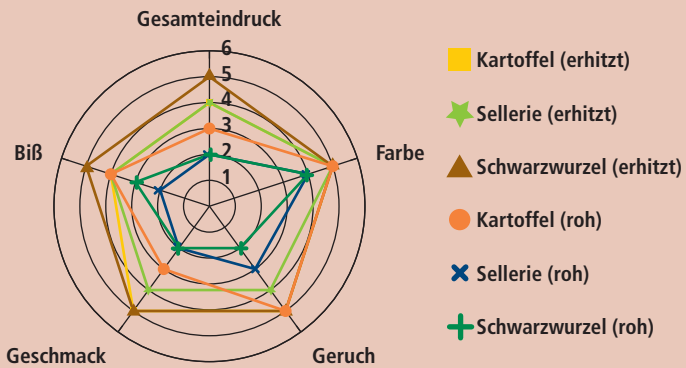
Siegfried Münch, Wolf-Dietrich Müller, Peter Nitsch, Lothar Kröckel und Klaus Troeger (Kulmbach)

Funktionelle Lebensmittel haben vor allem in den Bereichen Molkereiprodukte, Cerealien/Backwaren und Getränke eine beachtliche Bedeutung erlangt. Der Sektor Fleisch- und Wurstwaren hat hier bislang relativ wenig zu bieten. Dennoch besteht auch in diesem Lebensmittelsegment ein erhebliches Potenzial. Durch die Entwicklung und Vermarktung innovativer funktioneller Fleischerzeugnisse kann dem Trend zu gesundheitsfördernden Produkten bzw. Wellness-Erzeugnissen Rechnung getragen werden.

Das Marktvolumen von funktionellen Lebensmitteln ist zuletzt weltweit um rund 8 % pro Jahr angestiegen. Entsprechend verläuft die Entwicklung auf dem deutschen Markt. Deutschland besitzt mit 5,1 Mrd. Euro innerhalb Europas das größte Marktvolumen für funktionelle Lebensmittel. Im Jahr 2001 entfielen allerdings nur 3,8 % aller funktionellen Lebensmittel in Deutschland auf Fleisch- und Wurstwaren (inkl. Eier), obwohl der Sektor Schlachten und Fleischverarbeitung einen Anteil von 18 % am gesamten Ernährungsgewerbe hat. Insbesondere in Deutschland werden deshalb gute Möglichkeiten zum Beispiel zum Einsatz von pro- und präbiotischen Wirkstoffen bei Fleischerzeugnissen gesehen.

Viele chronische Krankheiten sind eine Folge des heutigen Lebensstils und damit vermeidbar. Eine Änderung der Ernährung und des Lebensstils ist jedoch nur in langen Zeiträumen zu erwarten. Deshalb könnten Nahrungsmittel mit bestimmten gesundheitlichen Zusatznutzen für manche Konsumenten eine attraktive Alternative darstellen. Gerade in diesem Bereich besteht für funktionelle Fleischerzeugnisse, die zum natürlichen Nähr- und Genusswert und der beachtlichen Konzentrationen an wertvollen Fleischproteinen, Mineralstoffen und Vitaminen auch noch zusätzlich einen nachweislich positiven Effekt auf die Gesundheit hätten, ein erhebliches Marktpotenzial.

Abb. 1: Sensorikprofil von Brühwürsten mit verschiedenen pflanzlichen Zusätzen von je 20 % nach dem 6-Punkte-Schema



(6: ausgezeichnet, 1: mangelhaft; die Kontrolle wurde durchgehend mit 5 bewertet)

Technologische und analytische Aspekte

Können Fleischerzeugnisse mit zusätzlichen gesundheitsfördernden Komponenten hergestellt oder der Gehalt an unerwünschten Inhaltsstoffen verringert werden, ohne dass sensorische Parameter wie Aroma, Geschmack und Mundgefühl leiden? Dieser Frage stellten sich Wissenschaftler der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BfEL) am Standort Kulmbach. Fleischerzeugnisse, die den veränderten Lebens- und Essbedürfnissen besser entsprechen, sollten zum Beispiel weniger Fett (Brennwert) enthalten. Eine ernährungsphysiologische „Aufwertung" wäre durch die Zugabe von Ballaststoffen, Omega-3-Fettsäuren, sekundären Pflanzeninhaltsstoffen sowie prä- und probiotischer Komponenten mit positiven Auswirkungen auf die Darmflora denkbar.

Die Verbraucher dürfen durch Werbeaussagen nicht irregeführt bzw. getäuscht werden. Der Lebensmittelüberwachung müssen daher analytische Methoden an die Hand gegeben werden, die die ausgelobten neuen Inhaltsstoffe auch qualitativ und quantitativ erfassen können. Daher wurden in Kulmbach Analysemethoden entwickelt, mit denen sich der lösliche Ballaststoff Inulin sowie der unlösliche Ballaststoff Weizenfaser in der Matrix Fleisch feststellen lässt. Die analytische Schwierigkeit bestand darin, dass zwischen der gewöhnlichen pflanzlichen Matrix zur Bestimmung von Ballaststoffen und der Matrix Fleisch erhebliche Unterschiede bestehen. Für zugesetzte probiotische Mikroorganismen wurden ebenfalls Methoden zur Quantifizierung und Identifizierung erarbeitet.

Praktische Umsetzung

Verringerung der Energiedichte

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Energiedichte in Fleischwaren zu verringern. Naheliegend ist die Verringerung der Fettmenge in der Rezeptur, was sich allerdings negativ auf den Geschmack auswirken kann. Eine Alternative wäre der Einsatz des Fettersatzstoffes Inulin, eines langkettigen Kohlenhydrats pflanzlicher Herkunft. Inulin ist für den Menschen selbst unverdaulich, jedoch kann es von Darmbakterien, die in der menschlichen Darmflora eine positive Rolle spielen (Bifidobakterien, Laktobazillen), verwertet werden. Der Fettgehalt einer Brühwurst beispielsweise lässt sich durch die Zugabe von Inulin von 20 % auf 10 % verringern, ohne dass es zu geschmacklichen Einbußen kommt.

Tierisches Fett lässt sich in Fleischerzeugnissen auch durch natürliche, pflanzliche Produkte wie Gemüse ersetzen. Gut geeignet sind vorgegarte Kartoffeln, Schwarzwurzeln, Sellerie und Tobinambur, ebenso wie Gemüsemischungen, zum Beispiel Kartoffel/Schwarzwurzel oder Kartoffel/Schwarzwurzel/Sellerie. Anhand eines Beliebtheitstests mit 50 Teilnehmern wurden die sensorischen Eigenschaften solcher „Gemüsewürste" getestet. Parameter wie Aroma/Geschmack, Konsistenz/Biss und Gesamteindruck wurden jeweils mit einem 6-Punkte-Schema bewertet (Abb. 1). Dabei schnitten einige Gemüsewürste im Durchschnitt fast genauso gut ab wie die Kontrolle.

Ernährungsphysiologische Aufwertung der Fettfraktion

Omega-3-Fettsäuren gelten in vielerlei Hinsicht als gesundheitsfördernd, besonders, wenn sie in einem bestimmten Verhältnis zu Omega-6-Fettsäuren (1:5) aufgenommen werden. Durchschnittlich nehmen die Verbraucher aber zu viele Omega-6-Fettsäuren mit der Nahrung auf. Unter Verwendung von Rapsöl und dem Omega-3-reichen Leinöl wurde von uns eine Brühwurst hergestellt, die bei einem Verzehr von 50 g die empfohlene tägliche Aufnahmemenge von 1 g Omega-3-Fettsäuren sicherstellte. Die sensorische Qualität unterschied sich nicht von konventionellen Produkten. Wurde jedoch anstelle von pflanzlichem Öl Omega-3-reiches Fischöl verwendet, fielen die Rohwürste in der sensorischen Prüfung durch, weil sie einen stark tranigen, fischigen Geschmack aufwiesen. Fischöl scheint sich also als Zutat für Rohwurstprodukte nicht zu eignen. Die Chargen mit Pflanzenöl zeigten dagegen bei zusätzlicher Verarbeitung von 0,04 % Antioxidans (Rosmarin-Extrakt) auch nach dreimonatiger Lagerung keine sensorischen und oxidativen Geschmacksabweichungen.

Abb. 2 : Brühwurst mit an natürliche Trägersubstanzen gebundenem Lycopin, dem roten Farbstoff der Tomate.

Sekundäre Pflanzenstoffe

Sekundäre Pflanzenstoffe sind ein Sammelbegriff für eine chemisch sehr heterogene Gruppe von natürlichen Substanzen, von denen viele antioxidative Wirkungen oder andere positive Eigenschaften besitzen und die deshalb als Zutat für funktionelle Lebensmittel besonders in Frage kommen. Für die Untersuchungen zur Herstellung von Brühwurst mit funktionellen Eigenschaften wählten wir das Resveratrol (3,5,4'-Trihydroxy-trans/cis-stilben) aus. Resveratrol, ein Phytoöstrogen aus der Gruppe der Polyphenole, wurde erst in den 1970er Jahren entdeckt und kommt vor allem in roten Weintrauben sowie auch in Himbeeren und Erdnüssen vor. Ihm werden antioxidative, krebsschützende sowie stark entzündungshemmende Wirkungen zugeschrieben. Neuere Ergebnisse aus Tierversuchen deuten überdies auf eine möglicherweise lebensverlängernde Wirkung hin.

Die Versuche ergaben, dass sich schon geringe Zusätze von Resveratrol deutlich negativ auf die Produktfarbe auswirkten, hinzu kamen Geschmacksveränderungen in Richtung eines Altgeschmacks. Während des Untersuchungszeitraums wurden außerdem erste Warnungen von staatlichen Einrichtungen der USA herausgegeben, die aufgrund einer möglichen krebsfördernden Wirkung bei einigen Tumorarten die Verwendung von Resveratrol als funktionellen Zusatz zu Lebensmitteln ablehnen. Somit verdeutlicht das Beispiel Resveratrol auch mögliche Risiken, die bei der unkritischen Verwendung von Substanzen mit potenter physiologischer Wirksamkeit auftreten können.

Lycopin, der rote Farbstoff der Tomate, wurde als antioxidativer Zusatz zu Brüh- und Kochwürsten getestet. Antioxidantien schützen den Körper vor den schädlichen Auswirkungen freier Radikale. Für die Versuche verwendeten wir sowohl reines Lycopin in öliger Suspension als auch Gemüsezubereitungen mit hohem Anteil an Lycopin aus Tomaten. Durch die extrem färbende Wirkung ist der Zusatz von Lycopin zu Fleischwaren stark limitiert, sodass erst die Bindung an natürliche Trägersubstanzen und die Herstellung von Lycopin-haltigen Einlagen, die an Gemüseeinlagen erinnern, zu optisch und sensorisch einwandfreien Produkten führte (Abb. 2).

Abb. 3: Dünnkalibrige Rohwürste (Kaliber 22 mm) mit funktionellen Zutaten, gereift mit zwei verschiedenen probiotischen Kulturen

Kombination verschiedener funktioneller Ansätze

Eine Möglichkeit, Rohwürste (Salamityp) ernährungsphysiologisch aufzuwerten, ist die Anreicherung mit Ballaststoffen. Ab einem Ballaststoffgehalt von 6 % können sie als „ballaststoffreich" ausgelobt werden, zwischen 3 und 6 % als „ballaststoffangereichert". Aus ernährungsphysiologischer Sicht ist es wünschenswert, bei derartigen Fleischerzeugnissen mit 50 % löslichen und 50 % unlöslichen Ballaststoffen zu arbeiten. In unseren Versuchen wählten wir als löslichen Ballaststoff Inulin und als unlöslichen Ballaststoff Weizenfaser. Eingesetzt wurde jeweils 2,25 %, die gegen die entsprechende Menge Magerfleisch ausgetauscht wurden. Durch die fertigungsübliche Abtrocknung wird in der Ware jeweils ein löslicher bzw. unlöslicher Ballaststoffgehalt von ca. 3 % erreicht, insgesamt also rund 6 %. Außerdem wurden die Würste fettvermindert hergestellt, wobei das tierische Fett vollständig durch pflanzliches ersetzt wurde. Den Rohwürsten wurde zusätzlich bis zu 1 % an Omega-3-reichem pflanzlichem Öl zugegeben. Zudem wurden den Rohwürsten auch probiotische Milchsäurebakterien aus dem Handel zugesetzt. Die Produkte waren insgesamt sensorisch einwandfrei. Auch im Verlauf einer dreimonatigen Kühllagerung in Vakuumverpackungen waren keine sensorischen Veränderungen feststellbar (Abb. 3). Während Bifidobakterien im Rohwurstmilieu keine Überlebenschancen hatten, ließ sich mit *Lactobacillus paracasei* ein akzeptabler Gehalt an probiotischen Bakterien erzielen (> 1 Mio. Keime pro Gramm Rohwurst).

Abb. 4: Einarbeitung von Brokkolisprossen in Brühwurstbrät

Auch bei Brühwurst ließen sich einwandfreie Produkte herstellen, wenn verschiedene funktionelle Ansätze kombiniert wurden, etwa durch den gleichzeitigen Einsatz von Inulin, Weizenfaser und Brokkoli oder auch pflanzlichem Öl und Brokkolisprossen (Abb. 4 und 5). Brokkoli wie auch andere Kreuzblütler enthalten Glukosinolate – eine Gruppe sekundärer Pflanzenstoffe, für die konkrete Daten aus tierexperimentellen Studien sowie aus humanen Interventionsstudien vorliegen. Demzufolge haben bestimmte Glukosinolate krebsschützende Eigenschaften und können oxidative DNA-Schäden in Lymphozyten reduzieren. Darüber hinaus scheinen sie das Risiko für Dickdarmkarzinome zu senken.

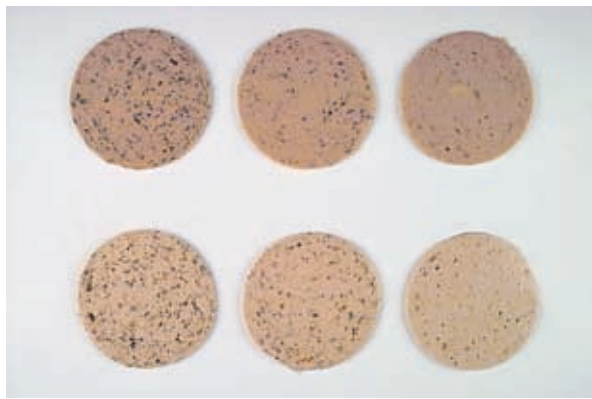


Abb. 5: Gelbwürste mit (von links nach rechts) 10 %, 5 % bzw. ohne (Kontrolle) Brokkolisprossen; die untere (hellere) Reihe enthält 25 % Rapsöl anstelle von 25 % Schweinespeck

Beratungskompetenz

Mit an neue Zutaten angepasster Herstellungstechnologie ist es möglich, eine ganze Reihe von Fleischwaren herzustellen, die einen zusätzlichen gesundheitlichen Nutzen versprechen, ohne an sensorischer Qualität zu verlieren. Durch ihre experimentelle Erfahrung auf diesem Gebiet ist die Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel am Standort Kulmbach in der Lage, aktuelle Entwicklungen einzuschätzen und die politischen Entscheidungsträger bei anstehenden Regelungen wissenschaftlich zu beraten. ■

BfEL *Dr. Siegfried Münch, Dr. Wolf-Dietrich Müller, Dr. Peter Nitsch, Dr. Lothar Kröckel, Prof. Dr. Klaus Troeger, Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Standort Kulmbach, E.-C.-Baumann-Str. 20, 95326 Kulmbach.*
E-Mail: siegfried.muench@bfel.de

Fisch und Muscheln

Natürliche funktionelle Lebensmittel

Reinhard Schubring und Hartmut Rehbein (Hamburg)

Fischerei-Erzeugnisse wie Seefisch und Muscheln sind weitgehend naturbelassen und besitzen einen hohen gesundheitlichen Wert. Es ist daher nicht zwingend notwendig, ihnen „funktionelle" Bestandteile hinzuzufügen. Wichtig ist vielmehr, dass die positiven ernährungsphysiologischen Eigenschaften ihrer Bestandteile während der Verarbeitung, das heißt auf dem Weg vom Fang bis auf den Tisch, erhalten bleiben.

Gesundheitsfördernde Inhaltsstoffe

Eiweiß

Fisch ist ein wertvoller Lieferant für leicht verdauliches Eiweiß, das in reichem Maße alle essenziellen Aminosäuren enthält (Tab. 1). Essenzielle Aminosäuren kann der Mensch im Körper nicht selbst aufbauen, sie müssen daher mit der Nahrung aufgenommen werden. Leicht verdaulich ist Fischeiweiß, da der Bindegewebsanteil gegenüber Warmblüterfleisch relativ gering ist.

Als freie, nicht einweißgebundene Aminosäure kommt Taurin in hoher Konzentration in Fischfilet vor (Tab. 2). Taurin gilt als unverzichtbar für die normale Entwicklung von Gehirn und Netzhaut (Retina) und spielt bei der Entgiftung von Schadstoffen eine wichtige Rolle. Die humane Muttermilch weist einen hohen Tauringehalt auf. Säuglinge und Kleinkinder können Taurin noch nicht in ausreichender Menge selber produzieren, daher wird von Ernährungswissenschaftlern empfohlen, der Babynahrung Taurin zuzusetzen oder fischhaltige Kost in den Speiseplan aufzunehmen.

Bei der Herstellung von Salzfischerzeugnissen, Fischsaucen und Marinaden entstehen Peptide (kurzkettige Spaltprodukte der Eiweiße), die in Abhängigkeit von der Aminosäurezusammensetzung vorteilhafte bioaktive Eigenschaften aufweisen können. Sie können als Antioxidantien wirken, die Calcium-Aufnahme fördern oder auch Entzündungen hemmen.

Fette

Während der menschliche Körper gesättigte und einfach ungesättigte Fettsäuren selbst synthetisieren kann, ist das bei mehrfach unge-

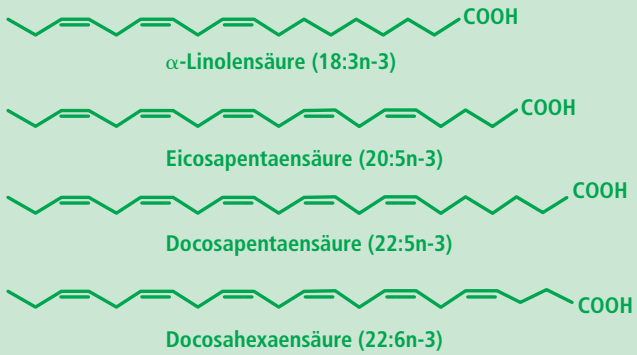
Tab. 1: Vergleich essenzieller Aminosäuren in unterschiedlichen Lebensmitteln (mg/100 g)

Aminosäure	Fisch	Vollmilch	Schweinefleisch	Hühnerei
Isoleucin	878	188	718	776
Leucin	1427	310	1106	1085
Lysin	1684	234	1331	771
Methionin	476	76	398	394
Cystein	183	26	179	278
Phenylalanin	695	152	628	737
Tyrosin	604	152	562	531
Threonin	824	135	688	645
Tryptophan	183	43	173	179
Valin	970	205	797	1023
Arginin	1098	109	942	822
Histidin	476	79	540	267

Tab. 2: Tauringehalte in Fischen

Fischart	Taurin (mg/100 g rohes Filet)
Kabeljau	81
Thunfisch	20–60
Atlantischer Lachs	24
Hering	124

Abb. 1: Die Omega-3-Fettsäure-Familie



sättigten Fettsäuren nicht der Fall. Diese sind somit für den Menschen essenziell. Die mehrfach ungesättigten Fettsäuren werden nach der Position der Doppelbindungen unterteilt in die Omega-6-Fettsäuren und die Omega-3-Fettsäuren.

Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren benötigen für ihre Verwertung im Stoffwechsel die gleichen Enzyme. Überwiegt eine Fettsäure-Gruppe, verdrängt sie die andere und schwächt so deren Wirkung. Deshalb kommt dem Verhältnis der beiden Fettsäurearten zueinander ein besonderer Stellenwert zu. Nach heutiger Erkenntnis sollte das Verhältnis von Omega-6- zu Omega-3-Fettsäuren bei 5 : 1 oder niedriger liegen. Fische sind Lebensmittel mit einem günstigen Verhältnis von Omega-6- zu Omega-3-Fettsäuren.

In besonders hohen Mengen finden sich Omega-3-Fettsäuren (Abb. 1) in so genannten Fettfischen (Fettgehalt > 10 %). 100 g Lachs zum Beispiel enthalten durchschnittlich 3 g langkettige Omega-3-Fettsäuren, 100 g Thunfisch bis zu 4 g. Der mit 1–2 g bezifferte Tagesbedarf kann auch durch 100 g Hering gedeckt werden (Tab. 3).

Besonders wichtig ist eine ausreichende Versorgung mit langkettigen Fettsäuren in der Schwangerschaft, weil das Ungeborene wachstumsbedingt einen hohen Bedarf an diesen Nährstoffen hat. Langkettige Omega-3-Fettsäuren sind für die normale Entwicklung des Zentralen Nervensystems von Bedeutung. Darüber hinaus sind sie auch Ausgangssubstanzen für hormonähnliche Reglerstoffe (Eicosanoide). Diese haben Einfluss auf die Blutgerinnung, die Funktion der Blutgefäßwand und auf Entzündungsprozesse. Die Eicosanoide aus Omega-3-Fettsäuren weisen gefäßerweiternde und entzündungshemmende Wirkungen auf.

Wie man heute weiß, spielen die langkettigen Omega-3-Fettsäuren eine bedeutende Rolle bei der Prävention und Behandlung von Erkrankungen der Herzkranzgefäße, bei der Behandlung des Bluthochdrucks, von Autoimmunerkrankungen und von Krebs. Weiterhin wurde festgestellt, dass nach Verzehr von Fettfisch und daraus gewonnenem Öl der Gesamt- und LDL-Cholesterolgehalt des Blutserums und der Blutfettgehalt sinkt.

Die positiven gesundheitlichen Auswirkungen der Omega-3-Fettsäuren sind auch in der Öffentlichkeit bekannt. Eine Vielzahl von Verbrauchern assoziiert Omega-3-Fettsäuren bereits mit „gesundem Herzen". Das hat dazu geführt, dass Omega-3-Fettsäuren schon als Zutat in zahlreichen Erzeugnissen (z.B. Brot, Margarine, Milch, Eier, Kuchen, Pasta) verwendet werden.

Spurenelemente, Mineralstoffe

Selen ist ein essenzielles Spurenelement, das als Bestandteil von Enzymen den Menschen gegen schädliche Oxidationsvorgänge (Angriff durch „freie Radikale") schützt. Der durchschnittliche Tagesbedarf eines Erwachsenen kann bereits mit einer Fischmahlzeit von 150–200 g Rotbarsch, Hering oder Karpfen gedeckt werden. Besonders reich an Selen sind Muscheln, Austern, Garnelen und Hummer.

Weitgehend in der Öffentlichkeit bekannt ist, dass Fische und andere Meerestiere eine reiche natürliche Quelle für die Versorgung mit Jod darstellen. Vor allem in Magerfischen wie Seelachs, Schellfisch und Kabeljau, aber auch in fetthaltigeren Fischen wie Makrele und Steinbutt wurden hohe Jodkonzentrationen gemessen. Bereits mit einer Fischmahlzeit kann der tägliche Jodbedarf gedeckt und so einer Schilddrüsenerkrankung vorgebeugt werden.

Aus Meerestieren gewonnene funktionelle Komponenten

Fischproteinhydrolysate

Fischproteinhydrolysate (FPH) werden auf enzymatischem Wege aus Fischeiweiß hergestellt. FPH zeigen antioxidative Eigenschaften und können daher sowohl in Lebensmitteln als auch im Körper oxidativen Schädigungen entgegenwirken. Dabei spielt offenbar die Größe der durch Eiweißabbau entstandenen Peptide eine wesentliche Rolle, wobei sich die größeren als effektiver erwiesen haben.

FPH zeigten in französischen Studien interessante Effekte auf das Nervensystem: Sie verringerten Angstgefühle und verbesserten Gedächtnisleistung und Lernfähigkeit. Peptide in Fischsaucen, einer Version flüssiger FPH, stimulierten bei Menschen die Bildung weißer Blutkörperchen. Außerdem wird ein blutdrucksenkender Effekt diskutiert, da FPH die Bildung von Angiotensin II – einem Peptid, das mit der Erhöhung des Blutdrucks in Verbindung gebracht wird – verhindern.

Aufgrund der aufgezeigten vielfältigen Wirkung von FPH wäre eine breite kommerzielle Produktion wünschenswert. Bisher gibt es jedoch in Europa nur wenige Betriebe, die entsprechende Erzeugnisse anbieten.

Tab. 3: Omega-3-Fettsäuregehalte ausgewählter Seafood-Erzeugnisse (g/100 g)

≤ 0,5	0,6 – 1,0	≥ 1,0
Atlantischer Kabeljau	Atlantische Makrele	Sardelle
Pollack	Indische Makrele	Hering
Schellfisch	Silberhecht	Lachs
Steinbeisser	Dornhai	Blauflossentun
Atlantische Sardine	Schwertfisch	Pazifische Makrele
Pazifischer Kabeljau	Forelle	Pazifischer Hering
Pazifischer Heilbutt	Red Snapper	Pazifischer Lachs
Rotbarsch	Steinbutt	Regenbogenforelle
Bonito	Amerikanischer Wels	
Seezunge		
Amerikanischer Flussbarsch		

Chitosan

Dem Polysaccharid Chitosan – in der Werbung auch als „Fettblocker" bezeichnet – wird die Eigenschaft zugeschrieben, die Verwertung des mit der Nahrung aufgenommenen Fettes zu vermindern. Es wird daher als Nahrungsergänzungsmittel zur Verringerung des Körpergewichts angeboten. Die wissenschaftliche Datenlage dazu ist aber bislang äußerst dürftig. Weiterhin werden dem Chitosan in Fisch- und Fleischerzeugnissen antioxidative Eigenschaften zugeschrieben. Darüber hinaus besitzt Chitosan ein Cholesterol-senkendes Potenzial.

Funktionelle Fischerei-Erzeugnisse

Räucherlachs

Die bei der Herstellung von Räucherlachs angewendete Kalträucherung stellt eine besondere und traditionelle Art der Räucherung dar. Während des Räuchervorgangs kommt der Lachs niemals direkt mit Hitze in Berührung, sondern wird durch den Kontakt mit dem Rauch vorsichtig „gegart". Zur Herstellung des Rauches wird Hartholz (Eiche oder Buche) benutzt.

Lachs weist einen bemerkenswert hohen Gehalt an Vitamin E auf: 2,2 mg Tocopherol-Äquivalent/100 g. Bei in Aquakultur aufgezogenen Lachsen lässt sich durch das Futter der Fettgehalt beeinflussen und das Fettsäuremuster optimieren. So enthält Lachs inzwischen bis zu 37 % Omega-3-Fettsäuren bezogen auf den Fettsäureanteil.

Fischsauce

Fischsaucen zählen zu den enzymatisch hergestellten Fischerzeugnissen und wurden bereits vor mehr als 2000 Jahren von den alten Römern und Griechen hergestellt (Liquamen oder Garum). Während in Europa lediglich noch die Worcestershire-Sauce, die auf gesalzenen Sardellen basiert, produziert wird, sind Fischsaucen in Südostasien ein populäres Erzeugnis mit einer jährlichen Produktion von rund 250.000 t.

Fischsauce wird durch Vermischen von drei Teilen Fisch mit einem Teil Seesalz und anschließender sechs- bis zwölfmonatiger Lagerung hergestellt. Während dieser Zeit bauen sich die Gewebeproteine ab, und die Fischsauce kann als bernsteinfarbene Flüssigkeit mit angenehmem Geruch abgegossen werden. Sie enthält 8–14 % Peptide und Aminosäuren und etwa 25 % Salz und dient vielen Menschen als Würze für vegetarische Gerichte sowie als bedeutende Quelle essenzieller Aminosäuren. Fischsaucen haben in den verschiedenen asiatischen Staaten unterschiedliche Namen: „Nam Pla" (Thailand), „Nuoc Mam" (Vietnam), „Patis" (Philippinen), „Shottsuru" (Japan) und „Yeesui" (China).

Muscheln

Muschelfleisch besteht aus mehreren verschiedenen Organen und ist reich an ernährungsphysiologisch wertvollen Inhaltsstoffen wie Omega-3-Fettsäuren, Kohlenhydraten wie Glykogen und Glukosaminglykanen, Mineralien und Spurenelementen wie Jod und Selen. Präparate aus gefriergetrocknetem Fleisch der in neuseeländischen Gewässern vorkommenden Grünlippmuschel (*Perna canaliculus*) sind, angereichert mit verschiedenen Vitaminen, seit längerer Zeit als Nahrungsergänzungsmittel zur Stärkung von Gelenken, Knorpel und Bindewegewebe auf dem Markt.

Zahlreiche schmackhafte Muschelerzeugnisse, wie marinierte Miesmuscheln oder Fleisch der Grünlippmuschel in Halbschale, liefern weitere Bespiele für natürliche funktionelle Lebensmittel aus dem Meer.

Aktuelle Forschung

Die Europäische Union unterstützt die Forschung über Fischereierzeugnisse als funktionelle Lebensmittel im 6. Forschungs-Rahmenprogramm durch das Projekt „SEAFOODplus". Der Forschungsbereich Fischqualität der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BfEL) ist an SEAFOODplus mit einem Teilprojekt beteiligt, in dem es um die Entwicklung innovativer funktioneller Fischereierzeugnisse geht, die gesundheitsfördernde Verbindungen enthalten. Konkret zum Einsatz gelangt Selen-angereichertes Futter bei der Züchtung von Welsen, der Zusatz von Pflanzenfasern aus roten und weißen Weintrauben mit antioxidativen Eigenschaften in restrukturierten Fischprodukten und eine Anreicherung der Fischmuskulatur mit Taurin. Das Gesamtprojekt umfasst 20 Einzelprojekte mit 68 Partnerinstitutionen (www.seafoodplus.org).

Ein weiteres Projekt, in dem es um funktionelle Lebensmittel aus dem Meer geht, ist das 2006 für die Dauer von zweieinhalb Jahren angelaufene MARIFUNC innerhalb des Nordic Network for Marine Functional Food. Das Projekt hat zum Ziel, die Nutzung der in Fisch enthalten Nährstoffe und bioaktiven Substanzen als Inhaltsstoffe für funktionelle Lebensmittel zu fördern. 13 Partner aus fünf Nordischen Staaten nehmen daran teil. ■

Dr. Reinhard Schubring, Dr. Hartmut Rehbein, Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Forschungsbereich Fischqualität, Palmaille 9, 22767 Hamburg.
E-Mail: reinhard.schubring@bfel.de

Wellness-Brote – Ein Mehr an Brot?

Meinolf G. Lindhauer (Detmold)

Umfragen bestätigen es immer wieder: Im Bewusstsein der Bevölkerung ist fest verankert, dass Brot – und mehr verallgemeinert – Getreide und Getreideprodukte gut für eine gesunde Ernährung sind. Auch ist den Konsumenten durchaus klar, dass dies in vollem Unfang für Vollkornprodukte gilt, also Produkte, die sämtliche Bestandteile des Korns enthalten, und es weniger zutrifft für Lebensmittel aus Getreide, die aus hellen, das heißt weniger ausgemahlenen Mehlen hergestellt sind.

Die Beliebtheit von Brot und Kleingebäck in der täglichen Ernährung wird deutlich, wenn man einen Blick auf die Verzehrsmenge in Deutschland wirft: Aktuell werden rund 85 kg Brot und Kleingebäck pro Kopf und Jahr konsumiert. Damit liegen die deutschen Verbraucherinnen und Verbraucher innerhalb der Europäischen Union an der Spitze. Mit Recht darf man auch annehmen, dass im deutschen Sprachraum mit ca. 300 verschiedenen Backprodukten die weltweit größte Vielfalt an Brot und Kleingebäck angeboten wird. Zurückzuführen ist das auf die traditionelle Verwendung von Brotweizen und Roggen als Rohstoffe, allein oder in Mischungen, sowie auf die zusätzliche fakultative Verarbeitung von anderen Getreiden (z.B. Dinkel), Pseudocerealien (z.B. Buchweizen) oder anderen Samen (z.B. Leinsamen, Sonnenblumen) und Zusätzen (z.B. Kartoffelmehl, Grünkohl), wobei der Phantasie und dem handwerklichen Geschick keine Grenzen gesetzt sind.

Brotvielfalt bedeutet Nährstoffvielfalt

Getreide und Getreideprodukte sind wertvolle Quellen für komplexe Kohlenhydrate, Ballaststoffe, Mineralien, Vitamine, vor allem solche der B-Gruppe, Fettsäuren und – mit Einschränkung – sekundären Pflanzenstoffen wie Farbpigmenten. Sie liefern bei entsprechendem Konsum einen nicht unerheblichen Beitrag zur täglichen Energie- und Nährstoffzufuhr (Abb. 1).

So ist es heute wissenschaftlich unstrittig, dass mehr Vollkornprodukte gegessen werden sollten. Auch die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) unterstützt diese Forderung uneingeschränkt.

Wellness-Produkte mit gesteigertem Gesundheitswert

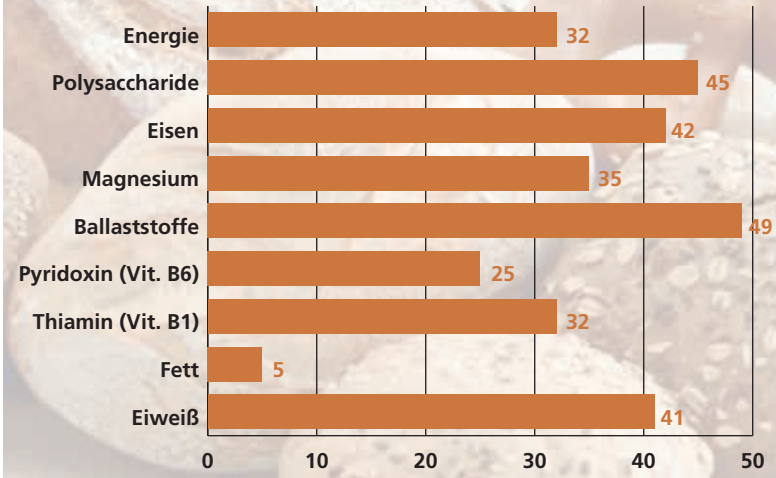
Leider sieht die Realität etwas anders aus: Der Anteil an Vollkornbroten oder Vollkornschrot-Broten, ja sogar der Anteil an Broten aus höher ausgemahlenen und damit dunkleren Mehlen ist seit vielen Jahren rückläufig. Der Trend geht eindeutig zu Broten und Kleingebäck aus hellen, nährstoffarmen Mehlen, die damit nicht den ernährungsphysiologischen Vorteil der Vollkornprodukte erfüllen. Zwar ist dieser Trend innerhalb der Bevölkerung nicht gleichmäßig ausgeprägt. Für weite Kreise trifft er allerdings zu, oft noch zusätzlich gepaart mit einer allgemein einseitigen Ernährungsweise.

Insbesondere für letztere Gruppen, generell aber für alle Gesundheitsbewussten bieten sich Backwaren mit einem gesteigerten Gesundheitswert, oft vermarktet als Wellness-Brote (Wellness-Backwaren) an (Abb. 2). Der Begriff „Wellness" zielt auf das allgemeine persönliche psychische und physische Wohlbefinden, reicht also im weit gefassten Verständnis vom mentalen Wohlergehen über eine verbesserte Körperaktivität bis hin zur Vorbeugung gegen diverse Krankheiten.

Das Hintergrundwissen zur Auslobung von Wellness-Broten und -Backwaren wird aus der modernen Ernährungsmedizin abgeleitet. Allerdings unterliegt die ernährungsbezogene Werbung zu Lebensmitteln, die Verwendung so genannter „Health-Claims", in Europa strengen gesetzlichen Einschränkungen (vgl. Beitrag auf S. 8).

Erkenntnisse der Ernähungsmedizin erhärten mit verschiedensten Versuchsansätzen bis hin zu Probandenstudien oder gar Interventionsstudien, dass zwischen bestimmten Lebensmittel-Inhaltsstoffen und der Gesundheit des menschlichen (und tierischen) Organismus Zusammenhänge bestehen. Das besagt, dass bei ausreichendem regelmäßigem Verzehr dieser Inhaltsstoffe mit einer hohen Wahrscheinlichkeit ein definierter Gesundheits-(Wellness-)Effekt zu erwarten ist.

Abb. 1: Nährstoffe im Brot: Prozentualer Anteil einer täglichen Brotportion von 300 g aus einem gemischten Brotkorb an der Energie- und Nährstoffzufuhr



Quelle: Mehlreport 04/Juli 2005

Beispiele solcher funktioneller Inhaltsstoffe, wie sie Wellness-Broten zugesetzt werden, sind in Tabelle 1 aufgelistet einschließlich gesundheitsbezogener Funktionen, wobei jeweils wichtige Einzelfunktionen dargestellt sind.

Gesundheitsrelevante Zusätze aus pflanzlichen Rohstoffen

Um eine Anreicherung eines Brotes mit einer bestimmten Substanz über das Maß hinaus, mit der sie natürlicherweise im Getreiderohstoff vorkommt, zu erzielen, bedient man sich des Zusatzes ausgewählter anderer pflanzlicher Rohstoffe oder Komponenten davon. Als Beispiele mögen Inuline (Beta-Fructane) aus Zichorien, Vitamine, Fettsäuren, Ballast- und Mineralstoffe aus Amaranth, Quinoa, Soja-

Abb. 2: Mit dem Begriff Wellness-Brote werden im allgemeinen Vollkornbrote oder Vollkornschrot-Brote mit gesteigertem Gesundheitswert bezeichnet.

bohnen, Sonnenblumenkernen, gelben Erbsen und Erdnüssen dienen. Auch Getreidekeimlinge selbst, die zahlreiche gesundheitsrelevante Substanzen in konzentrierter Form enthalten, können zugesetzt werden. Ein weiteres Beispiel wären Fluoride aus grünem Tee oder das ernährungsphysiologisch hochwertige Eiweiß aus der Kartoffel. Besonders erwähnt werden sollten noch ungesättigte Fettsäuren, zum Beispiel Omega-3-Fettsäuren. Letztere kommen besonders in Fischölen vor, so dass diese in bestimmten Verfahren geschmacksneutral so genannten Omega-3-Broten zugesetzt werden (Abb. 3).

Für bestimmte Bevölkerungsgruppen von Interesse

In der Schlussfolgerung lässt sich festhalten, dass man mit Wellness-Produkten in der Tat gesundheitsrelevante Komponenten anreichern kann, die für bestimmte Bevölkerungsgruppen aufgrund ihres Ernährungsverhaltens von besonderem Interesse sein mögen. In diesem Sinne haben solche Produkte ein „Mehr" an Wertigkeit erfahren. Zu fragen ist allerdings, ob dieses „Mehr" nicht auch durch vielseitige Ernährung erreicht werden kann.

Bei verschiedenen Substanzen, die für Wellness-Produkte in Frage kommen, bedürfen die Annahmen und Hinweise auf positive gesundheitliche Wirkungen darüber hinaus auch noch einer weiteren wissenschaftlichen Erhärtung.

Tab. 1: Funktionelle Zusätze zu Wellness-Broten

Gruppe	Funktioneller Inhaltsstoff	Gesundheitliche Zielfunktion
Mineralstoffe	Calcium	Knochenaufbau, Zahnaufbau
	Magnesium	Knochenaufbau, Zellfunktionen
	Eisen	Hämoglobinproduktion
	Zink	Stoffwechselfunktionen
	Selen	Leistungsfähigkeit der Abwehrzellen, Stoffwechselförderung, Antioxidans
	Fluor	Zahnaufbau
Ballaststoffe	Inuline (Polyfructane)	Präbiotikum
	Pentosane (Arabinoxylane)	Darmfunktion, Präbiotikum
	Lignane	Darmfunktion
	Beta-Glucan	Cholesterinsenkung, Herz-Kreislauf-Funktion
Vitamine	Vitamin C	Antioxidans
	Vitamin A	Haut, Schleimhaut, Sehvorgang
	Vitamin E	Antioxidans
	Vitamin D	gesunde Knochen, Zähne
	B-Vitamine	diverse Stoffwechselfunktionen
	Folsäure	Herz-Kreislauf-System; Neuralrohr-Ausbildung
Fettsäuren	mehrfach ungesättigte Fettsäuren (z.B. Omega-3-Fettsäuren)	Vorbeugung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen
Pflanzenfarbstoffe	z.B. Flavonoide	Antioxidantien
	Luteine	Antioxidantien
	Anthocyane	Antioxidantien

Abb. 3: Omega-3-Brote haben einen erhöhten Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren der Omega-3-Reihe.

Dr. Meinolf G. Lindhauer, Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Institut für Getreide-, Kartoffel- und Stärketechnologie, Schützenberg 12, 32756 Detmold.
E-Mail: meinolf.lindhauer@bfel.de

Personalisierte Ernährung

Maßgeschneiderte Ernährung oder Allerweltskost?

Ina Kraus-Stojanowic und Jürgen Schrezenmeir (Kiel)

Abb. 1: Analyse von DNA-Polymorphismen mittels Chip

Menschen sind verschieden. Das bezieht sich sowohl auf augenscheinliche Eigenschaften wie Haarfarbe, Größe, Statur, als auch auf die Fähigkeit, Sprachen zu erlernen, mit komplexen Sachverhalten umzugehen oder emotionale Beziehungen aufzubauen. Wie immer sind hier die beiden Faktoren Genetik und Umwelt in unterschiedlichem Maße beteiligt. Das gilt auch für den Körperbau: Wir beneiden Menschen, die scheinbar essen können, was sie wollen, ohne zuzunehmen, während viele nur mit Mühe ihr Gewicht halten oder stetig zunehmen. Neben dem individuellen Ernährungsverhalten hat dies auch eine Ursache in unserer Genetik.

Insbesondere aufgrund eines ständigen Überangebots an Nahrungsmitteln nimmt der überwiegende Teil der Bevölkerung in den Industrieländern immer mehr zu. Doch nicht nur die Pölsterchen an Bauch und Hüften nehmen zu, auch das Risiko, an Herz-/Kreislauferkrankungen zu leiden, steigt. Dabei lassen sich familiäre Häufungen bei der Entwicklung von Übergewicht, aber auch Diabetes, hohem Blutdruck, Fettstoffwechselstörungen und Arteriosklerose erkennen – Hinweis darauf, dass eine genetische Veranlagung zumindest mit im Spiel ist.

SNPs

Die häufigste Form einer genetischen Variabilität ist der Einzel-Nukleotid-Polymorphismus (engl. single nucleotide polymorphism, SNP). Hierbei ist lediglich ein einzelnes Basenpaar innerhalb eines definierten DNA-Abschnitts durch eine Mutation verändert. In so genannten Assoziationsstudien wird versucht, einen SNP mit einem bestimmten Erscheinungsbild, dem „Phänotyp", also beispielsweise der Neigung zu einem erhöhten Cholesterin-Spiegel, in Verbindung zu bringen. Dazu werden die Daten vieler betroffener Personen mit nichtbetroffenen Kontrollpersonen verglichen oder die Häufigkeit des Auftretens einer Krankheit oder eines Risikofaktors bei verschiedenen Genotypen verglichen. Ob zwischen Geno- und Phänotyp – also der genetischen Ausstattung und dem Erscheinungsbild – eine ursächliche Verbindung vorliegt, wird dann in der Regel mit zellbiologischen Methoden abgeklärt.

Was ist ein Gen-Chip?

Gen-Chips gehören zu den wichtigsten Instrumenten bei der Miniaturisierung und Automatisierung der Biologie. Ihre Aufgabe ist es, gezielt bestimmte DNA-Fragmente in einer Lösung zu erkennen und zu binden – wie Angeln, die ganz spezifisch auf nur einen Fisch ausgerichtet sind, diesen aber höchst zuverlässig finden. Als Angelhaken dienen dabei Sondenmoleküle, die auf Trägeroberflächen aus Glas oder Kunststoff befestigt sind.
Mittels eines Gen-Chips (Abb. 1) können viele Gene gleichzeitig analysiert werden. Auf dem Chip sind winzige Felder mit unterschiedlichen DNA-Sequenzen verteilt, die die unterschiedlichen Ausprägungen (Polymorphismen) der gewünschten Gene binden. Die zu untersuchende DNA wird zunächst mit einem fluoreszierenden Farbstoff markiert und dann auf den Chip gegeben. Wenn eine Teilsequenz der DNA auf dem Chip einen passenden Bindungspartner gefunden hat,

Abb. 2: Erhebung des Phänotypus des metabolischen Syndroms (hier Bauchumfang)

Abb. 3: Gewinnung von Material zur DNA-Analyse

kann man aufgrund der Position des Fluoreszenz-Signals auf den vorliegenden Polymorphismus schließen. Dafür werden die einzelnen Positionen auf dem Chip mit einem Scanner abgelesen und das Ergebnis mit speziellen Computerprogrammen ausgewertet.

Genvariabilität und Ernährung (Nutrigenomics)

Ernährungsfaktoren können sich je nach genetischer Veranlagung unterschiedlich auswirken. Diese „Nutrient-Gene-Interaction" wird unter dem Stichwort Nutrigenomics zusammengefasst. Zahlreiche unterschiedliche Reaktionen auf einen Lebensmittelinhaltsstoff konnten bereits auf Genvariabilitäten zurückgeführt werden. Hier einige Beispiele:

- Laktose-Verträglichkeit: Bestimmte Bevölkerungsgruppen (vor allem Nord- und Mitteleuropäer) besitzen bis ins hohe Alter die Fähigkeit, den Milchzucker Laktose zu verdauen, was auf die fortbestehende Produktion des dafür notwendigen Enzyms Laktase zurückzuführen ist. Hierfür ist eine dominant vererbte Mutation des Laktase-Gen-Allels verantwortlich. Personen, die an einer Laktose-Intoleranz (Milchzucker-Unverträglichkeit) leiden, reagieren bei Zufuhr großer Laktosemengen mit Durchfall und Bauchschmerzen. Sie müssen deshalb bestimmte Milchprodukte meiden, können aber auf fermentierte Milchprodukte wie Käse und Joghurt sowie auf vermehrt angebotene laktosearme Milchprodukte zurückgreifen.
- Osteoporose: Die Knochen unterliegen einem lebenslangen Rhythmus von Aufbau und Abbau. Sobald dieses Gleichgewicht zugunsten des Abbaus gestört wird, kommt es zum Knochenschwund, der Osteoporose. Neben hormonellen Störungen können auch Ernährungsfehler, die zum Mangel an Vitamin D und Calcium führen, den Abbau der Knochenmasse verstärken. Calcium ist für die Festigkeit der Knochen verantwortlich, Vitamin D regelt die Aufnahme von Calcium aus der Nahrung. Ein Polymorphismus im Vitamin D-Rezeptor führt zu erblich bedingter Anlage zu Osteoporose. Durch eine entsprechende Diät mit vermehrter Calcium- und Vitamin D-Aufnahme kann einer Erkrankung vorgebeugt werden.
- Erkrankung der Herzkranzgefäße: Als entscheidender Risikofaktor für die koronare Herzkrankheit wird heute das metabolische Syndrom angesehen. Nach Definition der Internationalen Diabetes Föderation (IDF) spricht man von einem metabolischen Syndrom, wenn der Bauchumfang vergrößert ist (Männer: ≥ 94 cm; Frauen: ≥ 80 cm; siehe Abb. 2) und mindestens zwei weitere der folgenden Störungen/Bedingungen vorliegen: erhöhte Blutfettwerte (Triglyceride ≥ 150 mg/dl), zu niedriges HDL-Cholesterin (Männer: < 40 mg/dl; Frauen: < 50 mg/dl), Bluthochdruck (systolisch ≥ 130 mmHg oder diastolisch ≥ 85 mmHg) oder erhöhter Nüchtern-Blutglucosespiegel (Glucose ≥ 100 mg/dl) bzw. ein bereits diagnostizierter Typ-2-Diabetes. Verschiedene Polymorphismen bei Enzymen bzw. Regulatoren des Fettstoffwechsels wirken sich ungünstig auf einen oder mehrere dieser Parameter aus. Durch fettreduzierte oder fettmodifizierte Diäten können die Risiken einer Herz-/Kreislauferkrankung reduziert werden.
- Sitosterolämie: Bei der seltenen, rezessiv vererbten Stoffwechselstörung Sitosterolämie werden Pflanzensterine (ähnlich dem tierischen Cholesterin) verstärkt aus der Nahrung resorbiert. Dies führt zu einer verstärkten Einlagerung dieser Sterine in die Gefäßwände. Das Risiko für frühzeitige Arteriosklerose und damit für Herzinfarkt und Hirnschlag steigt. Beim normalen Genotyp kann die Aufnahme von Pflanzensterinen helfen, den Cholesterin-Spiegel zu senken. Deshalb werden sie bereits einigen Produkten wie Margarinen oder Jogurtdrinks zugesetzt und als „functional food" in den Handel gebracht. Patienten mit homozygoter Sitosterolämie sollten diese Produkte und andere Nahrungsmittel mit hohem Anteil an pflanzlichen Sterinen aber meiden.
- Bluthochdruck: Ein Enzym mit der Bezeichnung ACE (Angiotensin converting enzyme) bewirkt über verschiedene Zwischenschritte eine Gefäßverengung und damit eine Erhöhung des Blutdrucks. Ein Polymorphismus im ACE-Gen führt zu einer unterschiedlichen Ausprägung des Enzyms. Träger einer bestimmten Enzym-Form sind anfälliger für Herz-/Kreislauferkrankungen und diabetische Spätschäden. Zur Behandlung von Bluthochdruck werden unter anderem so genannte ACE-Hemmer eingesetzt. Auch ein fermentiertes Milchprodukt, das ACE-hemmende Peptide enthält, wird bereits in einigen Ländern vertrieben[1]. Diese Peptide werden während der Fermentation von Milch mit einem speziellen Stamm von *Lactobacillus helveticus* gebildet.

1 Um Missverständnissen vorzubeugen: Die im Handel erhältlichen ACE-Säfte haben nichts mit den erwähnten ACE-Hemmern oder dem Angiotensin-konvertierenden Enzym zu tun. Bei diesen Säften handelt es sich um Produkte, denen die Vitamine A, C und E zugesetzt sind.

- Auch ob sich ein verminderter Salzkonsum auf den Blutdruck auswirkt, ist von Fall zu Fall verschieden. So genannte „salzsensitive" Personen reagieren auf eine Einschränkung der Kochsalzzufuhr mit einer Blutdrucksenkung, andere profitieren von einer Salzrestriktion nicht. Eine Variante des α-Adducin, eines zellulären Eiweißes, scheint hierfür verantwortlich zu sein.

Was ist personalisierte Ernährung?

Ziel einer „personalisierten Ernährung" ist es, die Ernährung individuell auf den eigenen Genotyp und Phänotyp zuzuschneiden. Entsprechende Angebote für Ernährungsempfehlungen werden bereits von einigen Firmen über das Internet verbreitet. Privatpersonen können dort neben Speichel- bzw. Mundschleimhautproben (Abb. 3) auch einen ausgefüllten Fragebogen (Abb. 4) einsenden. Um eine ernsthafte Empfehlung aussprechen zu können, müssen aber sicherlich auch Phänotypen wie Übergewicht, Blutdruck, Stoffwechselparameter, Medikamenteneinnahme berücksichtigt und die Polymorphismen, die einen Einfluss auf die Verstoffwechselung einzelner Nahrungsbestandteile haben, in eine spezielle Diätempfehlung einbezogen werden.

Das Wissen über die genetischen Grundlagen der Volkskrankheiten ist zudem noch recht unvollständig. Die Molekulardiagnostik und ein verbessertes Verständnis des komplexen Zusammenspiels von individuellen Erbanlagen und Ernährung machen es aber heute schon besser möglich, den Effekt bestimmter Nahrungsbestandteile auf die Gesundheit zu erklären. Nicht jeder, der sich fettreich ernährt, hat krankhaft erhöhte Blutfettwerte und nicht jeder, der versucht, sich kochsalzarm zu ernähren, kann damit seinen Blutdruck senken. Gewisse Nahrungsbestandteile können anhand der individuellen genetischen Veranlagung gezielt vermieden oder zugesetzt werden.

Ausblick

Um eine sinnvolle Genotyp-abhängige Ernährungsempfehlung ableiten zu können, muss die genetische Veranlagung einen erheblichen Beitrag zum Erkrankungsrisiko leisten. Doch auch dann sollten Ernährungsempfehlungen nicht nur aufgrund des Genotyps gegeben werden. Neben den Ernährungsgewohnheiten, körperlichen Parametern wie Größe, Gewicht, Taillenumfang, Blutwerten und Blutdruck sollten auch persönliche Fitness, Medikamenteneinnahme, familiäres Auftreten von bestimmten Stoffwechselerkrankungen, Herz-/Kreislauferkrankungen, Übergewicht etc. mit in die Empfehlung einbezogen werden. Die genetischen Informationen sollen also die klassische Ernährungsempfehlung nicht ersetzen, sondern ergänzen.

Wenn bekannt ist, dass eine bestimmte genetische Konstellation vorliegt, kann zu einer abgestimmten Ernährungsweise geraten werden, noch bevor sich die ersten klinischen Symptome einer Erkrankung zeigen. Eine frühzeitige Prävention wäre somit möglich. In Familien mit gehäuftem Auftreten ernährungsabhängiger Erkrankungen können gezielt Personen identifiziert werden, die eine bestimmte Anlage tragen und andere, die diese Anlage nicht tragen, von weitergehenden Maßnahmen verschont werden. Die Kenntnis seiner persönlichen Veranlagung könnte den Einzelnen motivieren, seine Ernährung umzustellen. ■

Dr. Ina Kraus-Stojanowic, Prof. Dr. Jürgen Schrezenmeir, Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Institut für Physiologie und Biochemie der Ernährung, Hermann-Weigmann-Str. 1, 24103 Kiel.
E-Mail: pbe.kiel@bfel.de

Einige der Forschungsarbeiten zu diesem Thema wurden durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert (Förderkennz. 03 13856 A).

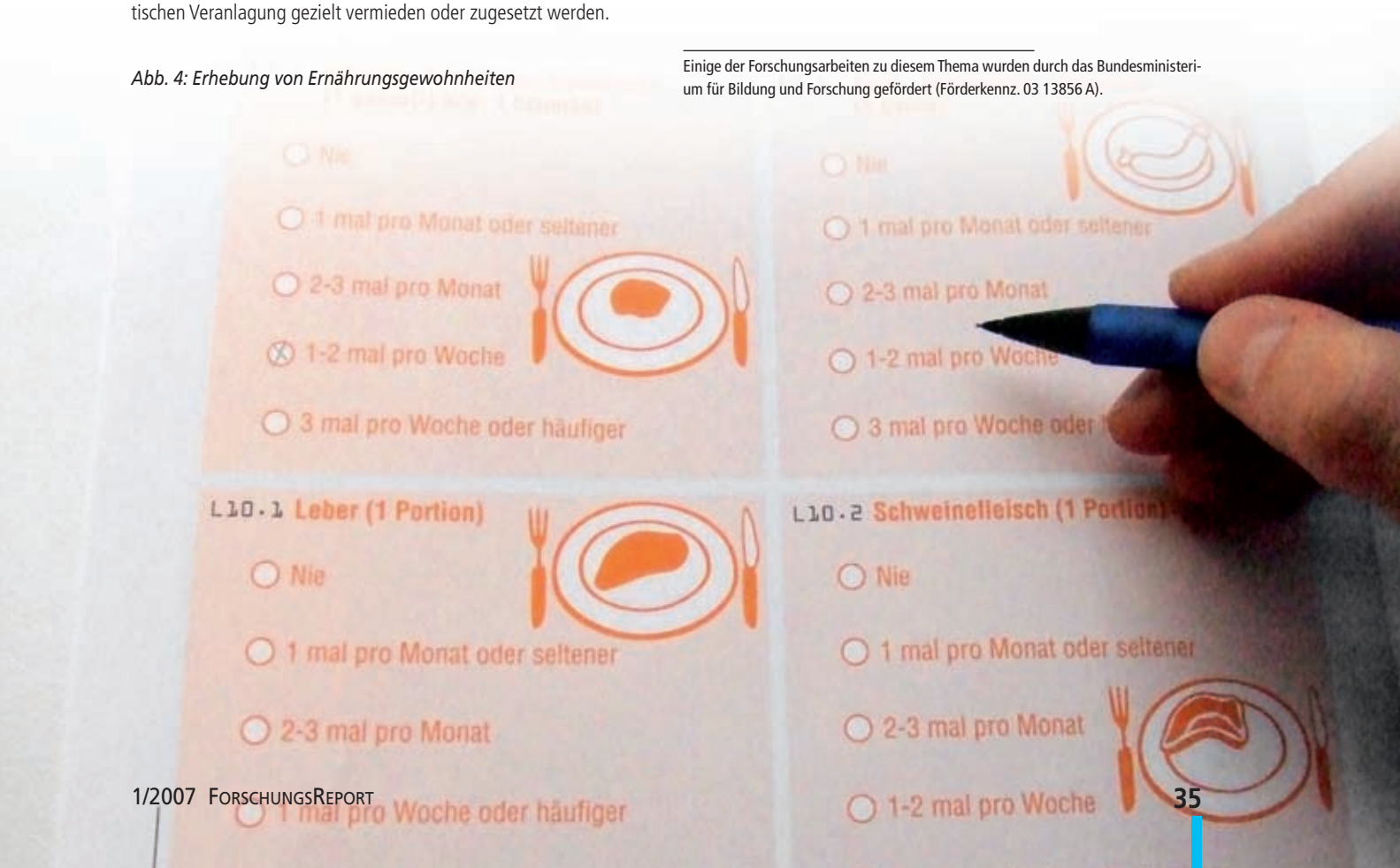


Abb. 4: Erhebung von Ernährungsgewohnheiten

www.zecken.de

Zecken auf dem Vormarsch

Jochen Süss und Christine Klaus (Jena)

Nach Spaziergängen durch Wald und Wiese tauchen mitunter ungewollte Mitbringsel am Körper oder in der Kleidung auf – Zecken. Diese zu den spinnenartigen Tieren zählenden Parasiten können Krankheiten wie Frühsommer-Meningoenzephalitis (FSME) und Lyme-Borreliose auf den Menschen übertragen. Das Risiko einer durch Zecken übertragenen Erkrankung und die gesundheitlichen Folgen für die Patienten sind lange Zeit unterschätzt worden.

Rund 60.–70.000 Personen pro Jahr erkranken in Deutschland an Lyme-Borreliose. Darüber hinaus wurden im Jahr 2006 über 540 FSME-Infektionen registriert – Tendenz steigend. Weitere, zurzeit hinsichtlich ihrer klinischen Bedeutung noch unklare Infektionen kommen hinzu. Um das Infektionsrisiko abschätzen und entsprechende Schutzmaßnahmen ergreifen zu können, ist es notwendig, möglichst viel über diese vom Tier auf den Menschen übertragbaren Krankheiten (Zoonosen) und deren Überträger zu wissen.
In welchen Regionen kommen diese Krankheitserreger bei Zecken in Deutschland vor? Welche Schutzmaßnahmen gibt es? Begünstigen milde Winter die Ausbreitung der Überträger? Diesen und weiteren Fragen gehen die Wissenschaftler des Nationalen Referenzlabors für Krankheiten, die durch Zecken übertragen werden, am Friedrich-Loeffler-Institut in Jena nach.

FSME

Die Frühsommer-Meningoenzephalitis ist die bedeutendste durch Zecken übertragene Viruserkrankung Europas. Der Erreger, ein Flavivirus, führt zunächst zu grippeähnlichen Symptomen. Nach einem fieberfreien Intervall von einigen Tagen kann eine Hirnhaut- und Nervenentzündung folgen. Im Tierreich trat FSME bisher bei Hunden und Pferden, in Einzelfällen auch bei Affen und Gemsen auf.
Die FSME kommt in allen europäischen Ländern außer in Großbritannien, auf der Iberischen Halbinsel und in den Benelux-Staaten vor. Seit 2001 ist sie laut Infektionsschutzgesetz in Deutschland meldepflichtig. Die Verbreitungsgebiete der FSME, so genannte Risikogebiete, sind in einem flickenteppichartigen Muster in Deutschland verteilt. Sie werden traditionell durch die Registrierung klinischer Erkrankungen des Menschen auf Landkreisebene kartiert. Die Zahl der Risikogebiete hat in den letzten Jahren ständig zugenommen. Sie liegen in Deutschland vor allem in Bayern und Baden-Württemberg (Abb. 1). In Hessen, im gesamten Odenwald und in Thüringen ist das Risiko niedriger, wenn auch von steigender Tendenz. In Rheinland-Pfalz gilt der Landkreis Birkenfeld als risikobehaftet. Aus anderen Bundesländern wird nur über Einzelerkrankungen berichtet.
Infizierte Zecken – in Mitteleuropa der Gemeine Holzbock (Ixodes ricinus) – übertragen das FSME-Virus beim Stechen (Abb. 2). Dabei können alle Entwicklungsstadien von *Ixodes ricinus* (Larven, Nymphen und adulte Tiere) Überträger sein. Das eigentliche Virusreservoir in der Natur bilden Kleinsäuger wie bestimmte Mauspopulationen, aber auch Igel und Maulwurf. Bei diesen Wirten führt das FSME-Virus nicht zu Erkrankungen. Da das Virus aber in großen Mengen im Blut auftritt, kommt es während der Blutmahlzeit immer wieder zur Virusübertragung auf die Zecke. Das Virus kann sich so vor Ort halten.

Lyme-Borreliose

Die Lyme-Borreliose ist die bedeutendste durch Zecken übertragene bakterielle Erkrankung in der nördlichen Hemisphäre. Im Gegensatz zur FSME ist sie auch in den USA und Kanada heimisch (Lyme ist ein Ort in den USA, von wo die Krankheit erstmals beschrieben wurde). Die Borreliose tritt auf, wenn die klimatischen Bedingungen eine Entwicklung der Zecken erlauben. Hierzu gehören ausreichende Feuchtigkeit und Temperaturen über 8 °C; diese Bedingungen sind in der Regel über mehrere Monate im Jahr gegeben. In welchem Ausmaß Zecken mit Borrelien infiziert sind, ist regional unterschiedlich. Der

Als **FSME-Risikogebiete** gelten die Kreise, in denen mindestens 5 autochthon entstandene FSME-Erkrankungen in einer 5-Jahresperiode zwischen 1986 und 2005 oder mindestens 2 autochthon entstandene FSME-Erkrankungen innerhalb eines Jahres registriert wurden.

Als **FSME-Hochrisikogebiete** gelten diejenigen der als Risikogebiete ausgewählten Kreise, in denen in einer 5-Jahresperiode zwischen 1986 und 2005 mindestens 25 FSME-Erkrankungen aufgetreten sind.

FSME-Endemiegebiete, in denen die Risikodefinitionen (s.o.) nicht erfüllt sind, aber in einer von 1997 bis 1999 durchgeführten Untersuchung eine erhöhte FSME-Antikörperprävalenz bei Waldarbeitern nachgewiesen wurde.
Quelle: nach RKI, Epidem. Bulletin Nr. 17, 2006

Autochthone (vor Ort vorkommende) Einzelerkrankungen in den Neuen Bundesländern 1994–2006, in Hessen 2004, in Bayern 2002–2005 und in Niedersachsen 2002–2005.
Quelle: nach J. Süss, Nat. Referenzlabor für durch Zecken übertragene Erkrankungen, Jena; RKI: Epidem. Bulletin Nr. 49, 2004, Nr. 16, 2005, Nr. 17, 2006 und LGL Bayern 2002–2004 und J. Süss zur Publikation eingereicht 2006

Stand: Dezember 2006

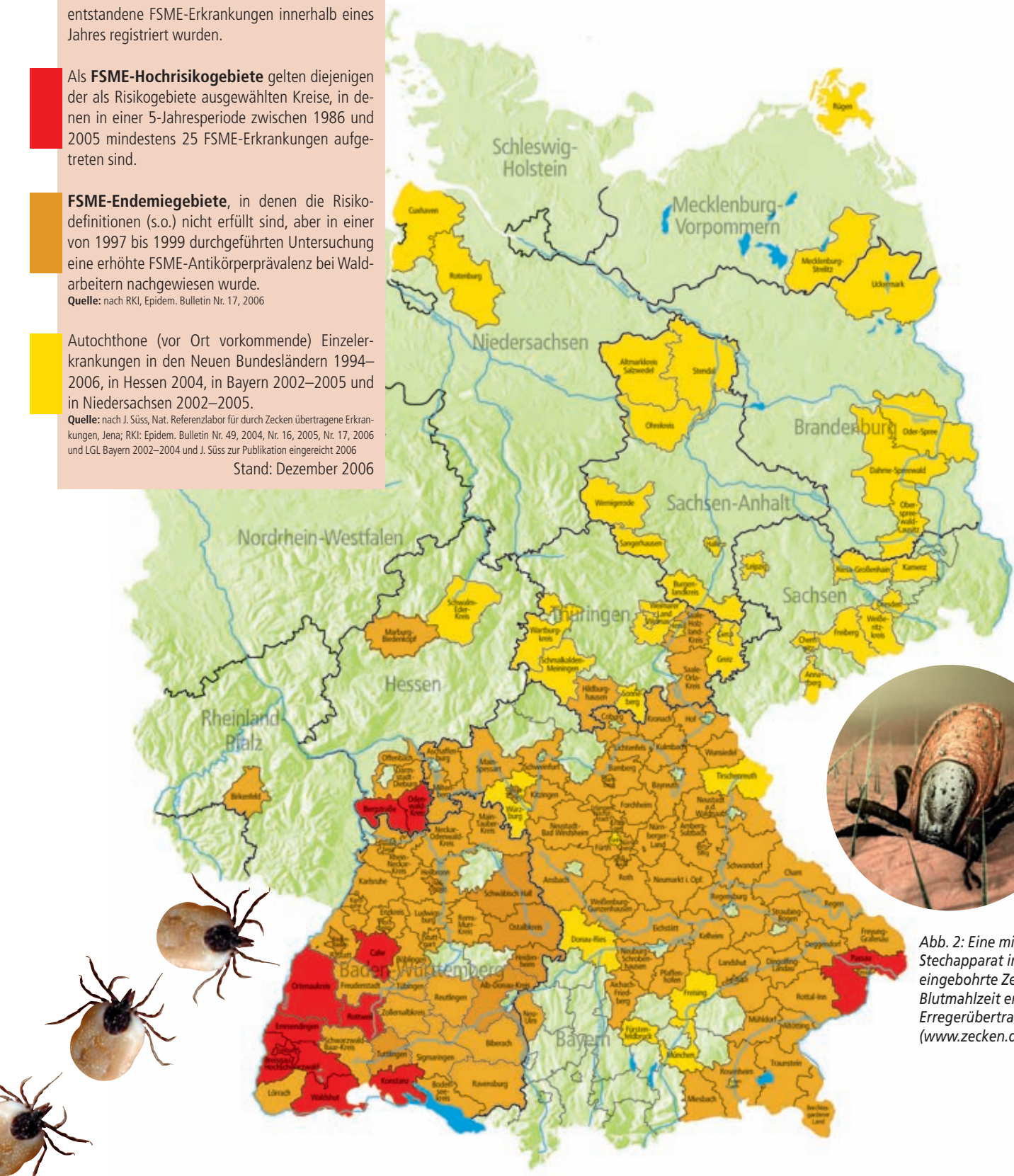


Abb. 2: Eine mit ihrem Stechapparat in die Haut eingebohrte Zecke. Bei der Blutmahlzeit erfolgt die Erregerübertragung. (www.zecken.de)

Abb. 1: Verbreitung der FSME in Deutschland. Verbreitung auf der Grundlage betroffener Landkreise, die als Hochrisikogebiete, Risikogebiete oder Landkreise mit Einzelerkrankungen gekennzeichnet sind (Stand Dez. 2006) (www.zecken.de)

Abb. 3: Ringförmige Hautrötung um einen Zeckenstich, die auf eine Infektion mit Borrelien hinweist. (Quelle: Ärzteblatt Thüringen 2006/6)

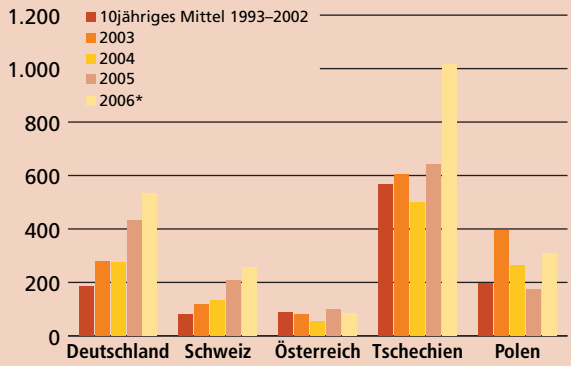
Mittelwert liegt bei 15–20 %, kann aber in manchen Zeckenpopulationen auch über 50 % erreichen. Im Gegensatz zur regional begrenzt vorkommenden FSME ist die Borreliose überall, wo *Ixodes ricinus* auftritt, verbreitet.

Borrelien werden in Mitteleuropa durch den Stich einer infizierten Zecke übertragen. Als Überträger fungieren wie bei FSME alle Entwicklungsstadien der Zecken. Das eigentliche Erregerreservoir in der Natur bilden Kleinsäuger und Vögel.

In Europa kommen vier verschiedene Erreger der Lyme-Borreliose vor, *Borrelia burgdorferi sensu stricto*, *B. afzelii*, *B. garinii* und *B. spielmanii*, die unter dem Begriff *Borrelia burgdorferi sensu lato* (= im weiteren Sinne) zusammengefasst werden. In den USA tritt dagegen nur *B. burgdorferi sensu stricto* als einzige humanpathogene Spezies auf. Die Lyme-Borreliose kann bei Mensch und Tier zahlreiche Organe betreffen, zum Beispiel die Haut, das Nervensystem, die Gelenke oder das Herz. Bei Haus- und Nutztieren wie Pferd, Esel, Hund und Rind treten sowohl klinische Erkrankungen als auch gesunde, aber antikörper-positive Tiere auf.

Kommt es beim Menschen nach einem Zeckenstich zur Infektion mit Borrelien, kann ab dem dritten Tag bis zu vier Wochen danach eine lokale Frühreaktion der Haut (sog. Phase 1) auftreten. Hierbei kommt es zu einer Rötung rund um die Einstichstelle, die als Erythema migrans oder „Wanderröte" bezeichnet wird (Abb. 3). Schwieriger zu erkennen ist eine disseminierte Frühreaktion (Phase 2; disseminiert = verstreut). Sie ist ebenfalls schon wenige Tage nach der Infektion möglich und häufig von grippeähnlichen, relativ unspezifischen Symptomen begleitet. Beide Formen sind – wenn sie als solche erkannt werden – mit Antibiotika gut zu behandeln und heilen in der Regel vollständig aus. Wird die Borreliose in ihrer Frühform nicht erkannt und nicht oder nicht ausreichend lange (mindestens 21 Tage) behandelt, können nach Wochen bis Jahren als Spätfolge sehr unterschiedliche, schwerwiegende Organerkrankungen auftreten (Phase 3).

Abb. 4: FSME-Fälle in einigen europäischen Ländern. Die niedrigen Werte in Österreich sind ein Resultat des hohen Durchimpfungsgrades in der Bevölkerung von 90 %, der bisher in keinem anderen Land erreicht wird (* Daten für 2006 vorläufig).



Risiko einer Infektion steigt

Durch Zecken übertragene Krankheiten nehmen in Deutschland wie in Europa zu (Abb. 4). Viele Faktoren werden dafür verantwortlich gemacht, unter anderem auch die globale Erwärmung, die den Zecken gerade im letzten Jahr eine sehr lange Aktivitätsphase auf Grund der milden Witterung bis in den Januar hinein bescherte. Doch auch völlig andere Faktoren, wie die zunehmenden Freizeitaktivitä-

ten in Wald und Flur durch Wanderer, Jogger und Mountainbiker spielen eine Rolle. Selbst solche scheinbar nicht zusammengehörenden Probleme wie FSME, Lyme-Borreliose und höhere Energiepreise können eng verknüpft sein: Die vielfache Rückbesinnung auf Holz als heimischen Energieträger und die damit verbundene Arbeit im Wald gibt auch den Zecken häufiger Gelegenheit, den Menschen als Wirt für eine Blutmahlzeit anzutreffen. Die ökologisch sinnvolle Flurgestaltung mit dem Anlegen von Gehölzen und der Schaffung von Brachland sorgt neben dem Schutz vieler Tier- und Pflanzenarten auch für eine günstige Perspektive für die Zecken: Sie finden dort Kleinsäuger als Wirte und genügend Laub und Feuchtigkeit, um Hitze und Frost unbeschadet zu überstehen.

Was können wir tun?

Niemand sollte sich durch Zecken die Freude am Waldspaziergang verderben lassen. Entgegen einer weit verbreiteten Meinung lassen sich Zecken nicht von Bäumen auf ihren Wirt fallen, sondern lauern auf hohen Grashalmen oder an Zweigen von Gebüschen (Abb. 5). Zeckenabwehrende Mittel (Repellentien) können für einige Stunden vor einem Zeckenbefall schützen.

Nach dem Aufenthalt in einem potenziellen Zeckengebiet sollte man den Körper und die Kleidung nach Zecken absuchen. Da die Tiere zunächst längere Zeit auf der Haut nach einer geeigneten Einstichstelle suchen, sind sie dann häufig noch nicht „angesogen". Auch nach dem Einstich kommt es – insbesondere bei der Lyme-Borreliose, aber in geringerem Umfang auch bei FSME – erst einige Stunden später zur Übertragung der Erreger. Daher sollten auch angesogene Zecken so rasch wie möglich entfernt werden (Abb. 6).

Bei der Zurückdrängung der FSME steht die Schutzimpfung im Vordergrund. In Risikogebieten ist FSME leicht zu vermeiden, wenn sich Personen, die mit höherer Wahrscheinlichkeit Zeckenstichen ausgesetzt sind, impfen lassen (vgl. Abb. 4). Es gibt gut verträgliche und wirksame Impfstoffe für Erwachsene und Kinder. Für Tiere zugelassene Impfstoffe existieren derzeit nicht. Nach Ausbruch einer FSME-Erkrankung ist nur noch eine Behandlung der Symptome möglich, nicht aber die Elimination der eigentlichen Ursache.

Eine praktikable, effektive Schutzimpfung gegen die Lyme-Borreliose steht trotz intensiver Forschung gegenwärtig und auch auf mittlere Sicht nicht zur Verfügung.

Bei sicherer und rechtzeitiger klinischer und serologischer Diagnostik der Lyme-Borreliose stehen allerdings die Chancen für eine erfolgreiche Therapie mit vollständiger Heilung gut, zumal bei den Erregern bisher keine Antibiotika-Resistenzen beobachtet wurden. Nur eine zu spät diagnostizierte oder unerkannte Borreliose sowie eine fehlende oder halbherzige Antibiotikatherapie kann zu einer chronischen Erkrankung führen.

Offene Fragen

Zecken und die durch sie übertragenen Krankheiten geben noch viele Rätsel auf. Was sind letztlich die Ursachen für die Ausbreitung in Richtung Norden? Wieso werden Zeckenarten in unseren Breitengraden heimisch, die zuvor allenfalls am Mittelmeer anzutreffen waren? Warum sind Zecken an manchen Stellen in Massen vorhanden, wenige Meter weiter bei vergleichbaren Umweltbedingungen jedoch nicht mehr?

Seit 2004 arbeitet das Nationale Referenzlabor für durch Zecken übertragene Krankheiten am Friedrich-Loeffler-Institut in Jena an vielen dieser Fragen. Alle zwei Jahre werden vom Referenzlabor Wissenschaftler, die sich weltweit mit ähnlichen Fragen befassen, zu einem internationalen Symposium nach Jena eingeladen. In diesem Jahr stand vom 15.–17. März das Thema „Klimatische Veränderungen" im Mittelpunkt der wissenschaftlichen Diskussionen. ■

PD Dr. Jochen Süss und Dr. Christine Klaus, Friedrich-Loeffler-Institut, Institut für bakterielle Infektionen und Zoonosen, Naumburger Str. 96a, 07743 Jena.
E-Mail: jochen.suess@fli.bund.de, christine.klaus@fli.bund.de.

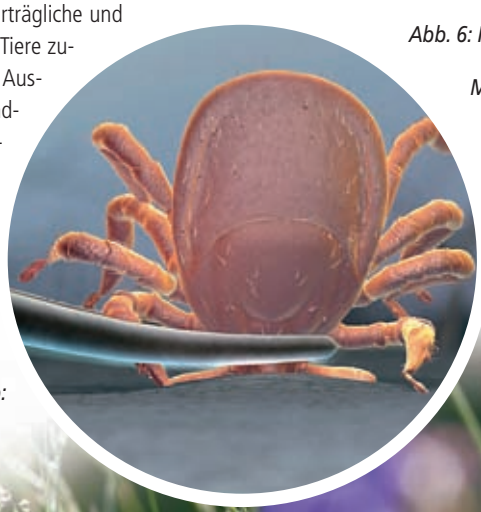


Abb. 6: Fachgerechtes Entfernen einer angesogenen Zecke: Man fasst die Zecke so hautnah wie möglich mit einer gut schließenden Stahlpinzette und zieht sie aus dem Stichkanal heraus. Dabei ist das Drehen nach links oder rechts nicht nötig. (www.zecken.de)

W. Maginot, FLI

Abb. 5: „Blumenwiese", ein typisches Zeckenbiotop: Je artenreicher eine solche Wiese ist, umso mehr Samen verschiedener Gräser werden produziert. Diese bilden eine Nahrungsquelle für Mäuse, die die Zecken „mitbringen"

Abb. 1: Komfort für Mensch und Tier in modernen Melkständen

Euterschonende Melktechnik entlastet Tier und Mensch

Sandra Rose, Martina Jakob und Reiner Brunsch (Potsdam)

Die Qualität des Lebensmittels Milch hängt wesentlich von der Gesundheit des Kuheuters ab. Einen wichtigen Einfluss auf die Eutergesundheit hat die Melktechnik, vor allem die korrekte Positionierung des Melkzeuges bei verschieden geformten Eutern. Durch zu starke Beanspruchung kann es zu Euterentzündungen (Mastitis) kommen. Insbesondere Hochleistungskühe, die täglich bis zu dreimal gemolken werden, sind sehr empfindliche Individuen. Unter diesen Voraussetzungen ist eine gut funktionierende und dem Tier angepasste Melktechnik unerlässlich.

Durch den Übergang vom zwei- zum dreimaligen Melken haben sich die Anforderungen an Mensch und Tier verändert. Dem „Kuhkomfort" wird dabei verstärkt Beachtung geschenkt. So werden der Melkstand sowie vor- und nachgelagerte Bereiche mit mehr tierfreundlichen Details ausgestattet (Abb. 1).

Wie steht es aber um den „Melkerkomfort"? Oftmals kann man den Eindruck gewinnen, dass dieser hinter dem des Tieres zurückstehen muss. Dabei ist ein sauberer, heller und ergonomisch gestalteter Arbeitsplatz auch für den Melker, der täglich mehrere Stunden an seinem Arbeitsplatz verbringt, von äußerster Wichtigkeit. Nur wenn die Rahmenbedingungen stimmen, sind optimale Leistungen bei Mensch und Tier möglich.

Unterschiedliche Gestaltung von Melkzeugen

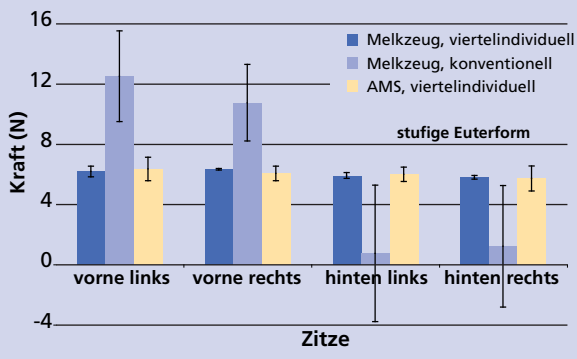
Das Grundprinzip des Melkens hat sich in den vergangenen 100 Jahren nur wenig verändert. Der Milchentzug geschieht über einen

Zweiraum-Melkbecher, an den ein pulsierendes Vakuum angelegt wird. Auch die Konstruktion des Melkzeuges mit zentralem Sammelstück findet seit vielen Jahrzehnten weltweit Verbreitung.
Problematisch bei dieser Konstruktion sind die Kräfte, die von dem Melkzeug auf das Euter übertragen werden. Insbesondere bei stufiger Euterform ist es auch bei zusätzlichem Einsatz von Schlauchführungshilfen kaum möglich, das Melkzeug optimal zu positionieren. Dies haben umfangreiche Kraftmessungen in verschiedenen Melkständen ergeben (Abb. 2).
Neben den konventionellen Melksystemen gibt es seit einigen Jahren auch automatische Melksysteme. Ein Roboter übernimmt hier die Aufgabe des Melkers. Erstmals werden dabei die Milchschläuche einzeln geführt – es gibt kein Sammelstück mehr –, sodass auftretende Kräfte am Euter gleichmäßig auf alle Euterviertel verteilt werden und ein guter Ausmelkgrad für alle vier Zitzen erreicht wird.
Durch eine Einzelschlauchführung ist es außerdem möglich, viertelindividuelle Melkparameter zu erfassen. Zusätzlich können die Melkbecher einzeln abgenommen werden, sobald das Viertel ausgemolken ist – unnützes Blindmelken wird dadurch verhindert. Dies zeigt, dass viertelindividuelle Melksysteme auch in konventionellen Melkständen Einsatz finden sollten. Ein erster Prototyp eines solchen Melksystems mit dem Namen „Multilactor" wurde von der Firma Siliconform GmbH entwickelt und auf der EuroTier 2006 in Hannover mit einer DLG-Goldmedaille ausgezeichnet. Das ATB arbeitet seit einigen Jahren intensiv mit der Firma zusammen. Vorangegangene Untersuchungen am ATB haben gezeigt, dass eine viertelindividuelle Schlauchführung im konventionellen Melkstand vorteilhaft ist. In Abbildung 2 sind die Vertikalkräfte für die einzelnen Euterviertel und Melksysteme dargestellt. Dabei wird deutlich, dass sich die viertelindividuellen Melksysteme optimal an verschiedene Euterformen anpassen können. Die Vertikalkräfte werden dabei gleichmäßig auf alle Zitzen verteilt.

Verbesserter Arbeitsplatz, geringere Euterbelastung

Bei dem Melksystem „Multilactor" handelt es sich um eine sammelstückfreie Melkeinheit mit BioMilker®-Melkverfahren und sequenzieller Pulsation (Abb. 3).
Dies bringt den Vorteil mit sich, dass mit einem niedrigeren Betriebsvakuum von 33,4 kPa im Vergleich zu sonst üblichen 42 kPa gemolken werden kann. Zum Ansetzen schwenkt das Melkmagazin automatisch unter das Euter. Die Melkbecher werden dann manuell entnommen und einzeln angesetzt.
Das Abnehmen der Melkbecher erfolgt automatisch, allerdings nicht viertelindividuell. Untersuchungen vom Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim (ATB) und der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft zu den auftretenden Vertikal-, Dreh- und Horizontalkräften haben gezeigt, dass sich in diesem System die einzelnen Melkbecher perfekt an die verschiedensten Euterformen anpassen (vgl. Abb. 2). Dies kann Gewebeschädigungen am Euter vorbeugen. Des Weiteren verhindert die viertelindividuelle Schlauchführung eine Übertragung von Keimen von Zitze zu Zitze.

Abb. 2: Vertikalkräfte am Euter bei verschiedenen Melksystemen



Nach der Abnahme werden die Melkzeuge vollautomatisch gereinigt und desinfiziert, sodass die Gefahr einer Übertragung von euterpathogenen Keimen durch das Melkzeug verringert wird. Weiterhin erübrigen sich für den Melker die Arbeitsschritte Zwischendesinfektion und Endreinigung (Abb. 4).
Im „Multilactor" werden somit viele Vorteile von konventionellen und automatischen Melksystemen vereint. Das System bietet eine gute Basis für den Einsatz und die Weiterentwicklung von neuen technischen Möglichkeiten.

Entlastungen für den Melker

Die Veränderungen im Melkstand wirken sich nicht nur auf das Tier aus, sondern auch auf den Melker. Waren noch vor 25 Jahren das Tragen schwerer Lasten und ungünstige Körperhaltungen beim Melken die Hauptprobleme, so hat die zunehmende Technisierung die Belastung beim Melker verändert. Die Arbeit ist trotz enormer Steigerung

Abb. 3: Viertelindividuelles Melken mit dem Multilactor

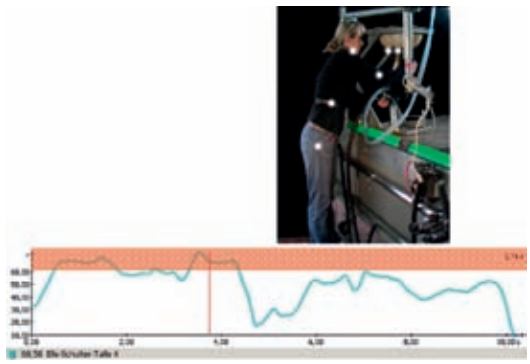
der Arbeitsproduktivität körperlich einfacher geworden. Die Aufgabenvielfalt hingegen hat sich reduziert.

Eine in Schweden durchgeführte Befragung von Melkern hat gezeigt, dass die Befragten trotz gesunkener physischer Belastung heute stärker über Beschwerden im Muskel-Skelett-Bereich klagen als früher. Als Hauptproblemzonen im modernen Melkprozess gelten die oberen Extremitäten sowie die Lendenwirbelsäule, bedingt durch die auftretenden Belastungen im Zusammenhang mit dem Ansetzen des Melkzeuges (statische Haltearbeit sowie Drehbewegungen des ansetzenden Handgelenkes). Ein Melkzeug wiegt durchschnittlich 2 kg und muss für die Dauer von etwa 10 Sekunden auf passender Höhe unter dem Euter gehalten werden. Durch den Einsatz von Servicearmen kann das zu haltende Gewicht reduziert werden. Andere Maßnahmen, den Melkstand als Arbeitsplatz attraktiver zu gestalten, sind beispielsweise verschiedene unterstützende Techniken, wie Hubböden, Treibe- oder Positionierungshilfen. Auch sollte der Melkstand ebenerdig begehbar, hell und luftig sein. Dadurch wird die Arbeitsqualität deutlich verbessert.

Erste ergonomische Untersuchungen am ATB zur Messung der Belastungssituation des Melkers haben ergeben, dass die Körperhaltung beim Ansetzen des Melkzeuges nach DIN EN 1005-4 verbesserungswürdig ist. In Abbildung 5 ist der Arbeitsprozess „Ansetzen des Melkzeuges" dargestellt. Über Videoaufzeichnung der am Körper befestigten Marker (weiße Punkte) wurden deren Positionen in ein 3-D-Koordinatensystem überführt. Auf diese Weise konnte beispielsweise für den ansetzenden Oberarm der im unteren Teil der Abbildung dargestellte Winkelverlauf errechnet werden. Es ergaben sich Werte, die laut DIN EN 1005-4 im nicht akzeptablen Bereich liegen. Bei der Bewertung ist das Gewicht der Melkzeuge noch nicht berücksichtigt. Mit einem Servicearm, der das Melkzeug unter das Euter führt, kann eine erste Arbeitsentlastung erreicht werden. Wird der Melkbecher vom Sammelstück entkoppelt, wie beim „Multilactor" geschehen, reduziert dies ebenfalls das vom Melker zu hebende Gewicht.

Die festgestellten Probleme am Arbeitsplatz Melkstand zeigen, dass auch der Melkerkomfort noch erhöht werden muss, wenn Berufskrankheiten vorgebeugt und das Berufsbild Melker wieder an Attraktivität gewinnen soll.

Abb. 5: Messung der Körperhaltung im Fischgräten-Melkstand



roter Balken = nicht akzeptabler Bereich

Abb. 4: Automatische Reinigung und Desinfektion

Schlussfolgerungen

Die untersuchten Melksysteme mit viertelindividueller Schlauchführung können als sehr positiv bewertet werden. Alle Zitzen werden mit der gleichen Vertikalkraft belastet, auch bei unterschiedlichen Euterformen und -größen. Dreh- und Horizontalkräfte werden im Vergleich zu konventionellen Melkzeugen deutlich reduziert. Dadurch ist eine Entlastung des Eutergewebes zu erwarten und der Melkprozess erfolgt euterschonender. Um auch den Melker ergonomisch zu entlasten, sollten bestimmte Ausstattungen wie ein guter Servicearm und eine bedienerfreundliche Melkplatztechnik heutzutage nicht mehr fehlen.

Das viertelindividuelle Melken bietet eine neue Perspektive für die Zukunft, um eine gesunde Milchkuhherde und hochwertige Milch zu sichern. Mit dieser Melktechnik sind hohe Melkleistungen bei gutem Arbeits- und Tierkomfort zu erwarten.

Weitere vergleichende Untersuchungen zum viertelindividuellen Melken werden in diesem Jahr folgen. Neue und ergänzende Informationen finden sich im Internet unter www.atb-potsdam.de. ■

Dr. Sandra Rose, Dr. Martina Jakob, Prof. Dr. agr. habil. Reiner Brunsch, Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e. V. (ATB), Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam.
E-Mail: srose@atb-potsdam.de

An der Schnittstelle von Wissenschaft und Praxis

Verbundprojekt zum Nützlingseinsatz profitiert von vorbildlicher Koordination

Nicht immer verderben viele Köche den Brei: Bei dem Verbundprojekt „Nützlingseinsatz im Gartenbau“ haben alle Beteiligten in den Einzelprojekten von den Erfahrungen der anderen profitiert. Entscheidend für den Erfolg war eine gute Koordination der Projekte.

Mit Blattläusen befallene Rose. Aus den Löchern in den Blattlausmumien (Pfeil) sind nützliche Schlupfwespen geschlüpft, die weitere Blattläuse parasitieren. Doch für diese Pflanze kommt die Hilfe zu spät.

„Ich hatte keine Möglichkeit, jemanden zu irgend etwas zu zwingen“, sagt Dr. Ellen Richter von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) mit einem Lächeln. Als Koordinatorin hat sie zwei aufeinander aufbauende Verbundprojekte zum Einsatz von Nützlingen im Gartenbau über mehrere Jahre geleitet. Keine leichte Aufgabe: Der Verbund bestand immerhin aus sechs Teilprojekten, in denen jeweils ein wissenschaftlicher Betreuer mehreren Gartenbaubetrieben beim Einsatz von Nützlingen in Rosen-, Gerbera- und sonstigen Zierpflanzenkulturen zur Seite stand (s. Kasten auf S. 44).
Doch dank verschiedener Fortbildungen in den Bereichen Projektmanagement und Moderation gelang es der Gartenbauwissenschaftlerin auch ohne Druckmittel, „ihre“ Projektbearbeiter zur Zusammenarbeit zu motivieren. Auf einer Abschlussveranstaltung am 9. und 10. Januar 2007 in Bonn wurde Bilanz gezogen.

Wie schütze ich die Pflanzen richtig?

Zierpflanzen dienen zu Dekorationszwecken und sollen die Menschen erfreuen. Deshalb stellen die Kunden auch extrem hohe Anforderungen an die Qualität. Dichtete Wilhelm Busch noch vor gut 100 Jahren „Dass keine Rose ohne Dorn / bringt mich nicht aus dem Häuschen. / Auch sag ich ohne jeden Zorn / Kein Röslein ohne Läuschen!“, so denken heutige Verbraucher ganz anders darüber. Schädlinge an Zierpflanzen – etwa Blattlauskolonien oder Spinnmilben – werden nicht toleriert.
Der Anwendung von chemischen Insektiziden sind im Gartenbau allerdings Grenzen gesetzt. Ellen Richter erklärt, warum: „Für Gartenbaukulturen werden zunehmend weniger Pflanzenschutzmittel zugelassen. Dies führt auch dazu, dass Schädlinge vermehrt Resistenzen gegen chemische Mittel entwickeln. Unter Umständen ist dann der Einsatz von nützlichen Gegenspielern die einzige Alternative.“
Hinzu kommt, dass nach dem Spritzen von Insektiziden Wartezeiten eingehalten werden müssen, bevor Gewächshäuser wieder betreten werden können und die Ware verkauft werden darf. Diese gesundheitliche Vorsichtsmaßnahme ist beim biologischen Pflanzenschutz nicht notwendig. So kann beispielsweise ein Mitarbeiter Nützlinge ausbringen, während andere im Gewächshaus arbeiten – ein arbeitswirtschaftlicher Vorteil.
Mit lebenden Organismen umzugehen ist aber schwieriger als mit einer Pflanzenschutzspritze. Bei wechselnder Pflanzenbelegung der

Ein Mitarbeiter kontrolliert Gerberapflanzen auf Schädlingsbefall

E. Richter, BBA

Gewächshäuser und sich ändernden klimatischen Bedingungen ist es eine planerische Herausforderung, stets die richtigen Nützlinge in der richtigen zeitlichen Abfolge und Menge auszubringen. Auch der ergänzende chemische Pflanzenschutz, auf den aus Qualitätsgründen oft nicht verzichtet werden kann (z.B. gegen Pilzkrankheiten), muss an diese Strategie angepasst werden. Viele Fachbetriebe und Gartencenter sind damit überfordert. Um den Wissenstransfer von der gartenbaulichen Forschung in die Praxis zu fördern, wurde von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE), dem Projektträger des Bundeslandwirtschaftministeriums, das Verbundprojekt „Nützlingseinsatz im Gartenbau“ initiiert und finanziell gefördert.

Wissenstransfer mit Problemen

Am ersten Teil des Projekts (2000–2002) waren insgesamt elf Zierpflanzen- und zwei Gemüsebaubetriebe in vier Bundesländern beteiligt. Im anschließenden zweiten Projektteil erhöhte sich die Zahl auf sechs Bundesländer und 26 Betriebe. Nicht nur die Anzahl der unterschiedlich strukturierten Betriebe machte die Koordination schwierig, auch die Weitergabe des erarbeiteten Wissens stellte die Projektverantwortlichen vor eine große Aufgabe.

Des Öfteren wechselten die wissenschaftlichen Betreuer der Teilprojekte, da sowohl Universitäten als auch Pflanzenschutzdienste oder Landwirtschaftskammern viele Mitarbeiter nur noch befristet beschäftigen können. Umso wichtiger war die kontinuierliche Projektkoordination durch die Mitarbeiterin der BBA in Braunschweig.

„Nach drei Jahren waren die Leute ziemlich fit“, sagt Ellen Richter und fügt hinzu: „Aber nach dieser Zeit haben eigentlich alle gewechselt.“ Die Koordinatorin, die durch regelmäßige Besuche einen guten Überblick über die Situationen vor Ort hatte, konnte das Problem zumindest ein Stück weit auffangen. So hatte eine der neuen Mitarbeiterinnen in einem rheinländischen Betrieb mit massivem Spinnmilbenbefall zu kämpfen. In täglichem Telefonkontakt besprach sie mit der Koordinatorin, wie die als Gegenspieler eingesetzten Raubmilben sich entwickelten und ob dem Betrieb zur Geduld oder zum Spritzen mit einem nützlingsschonenden Pflanzenschutzmittel zu raten sei. „Sie erzählte mir, wie’s aussieht und ich riet ihr durchzuhalten“, erinnert sich Ellen Richter. „Mit der Erfahrung, die ich inzwischen hatte, konnte ich sagen, dass es mit den Raubmilben klappen würde.“ Nach einiger Zeit gewannen die Nützlinge tatsächlich die Oberhand, und dieses Gewächshaus zeigte weit bessere Ergebnisse als ein anderes, in dem der Gärtner dann doch Chemie eingesetzt hatte.

Damit die Betriebsleiter in einer solchen Situation die Nerven behalten, ist sehr viel Vertrauen in das Können, aber auch in die Persönlichkeit der Betreuer nötig. Dieses Vertrauen kann nur durch die vielen Besuche der Betreuer in den Betrieben allmählich wachsen. Zum Tragen kommt es bei besonderen Schwierigkeiten oder wenn Fehler passiert sind. Dann müssen Betriebsleiter und Projektbetreuer offen miteinander reden können. „Wenn im Betrieb mal was schief läuft, weiß der Betreuer am besten, welche Konsequenzen gezogen wer-

Das Verbundprojekt „Nützlinge“

Zu den wichtigsten Schädlingen von Zierpflanzen im Unter-Glas-Anbau zählen Blattläuse, Thripse und Spinnmilben. Sie können nicht nur chemisch, sondern auch durch Nützlinge wie Schlupfwespen, Florfliegenlarven oder Raubmilben in Schach gehalten werden. Das Verbundprojekt hatte zum Ziel, überregional gültige Konzepte für den praxisgerechten Einsatz von Nützlingen im Zierpflanzenbau zu entwickeln (u. a. Schnittrosen, Weihnachtssterne, Gerbera). Dazu mussten der Nützlingseinsatz an die jeweiligen Kulturen angepasst, die Hygienemaßnahmen in den Betrieben verbessert, nützlingsschonende Pflanzenschutzmittel integriert und die Verfahren ökonomisch bewertet werden. Das zweiteilige Projekt hatte eine Gesamtlaufzeit von sieben Jahren (2000 bis 2007). Beteiligt waren rund 30 Gartenbaubetriebe in sechs Bundesländern, die regional zusammengefasst und von sechs Institutionen wissenschaftlich betreut wurden. Alle Projekte wurden zentral vom Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau der Biologischen Bundesanstalt in Braunschweig koordiniert. Projektträger war die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE).

Schadbild Getreidethrips

E. Richter, BBA

Besichtigungen vor Ort tragen zum Informationsfluss bei.

den müssen. Auf keinen Fall sollten die Pflanzen mit einem Mittel gespritzt werden, das den Nützlingseinsatz auf Monate hinaus unmöglich macht“, sagt Richter.
In regelmäßigen Projektbesuchen besprachen darum Betriebsleiter, Betreuer und die Koordinatorin gemeinsam den groben Fahrplan des Nützlingseinsatzes. Der enge Kontakt zwischen den Betriebsleitern und ihren Betreuern trug auch dazu bei, dass Ideen und Verbesserungsvorschläge von Praktikerseite den direkten Weg zu den Wissenschaftlern fanden.

Regelmäßiger Austausch

Auch wenn viele Kontakte über die Koordinatorin liefen, wurde großer Wert auf den Austausch zwischen den einzelnen Projektbetreuern gelegt. Dazu diensten drei bis vier Arbeitstreffen im Jahr.
Dieser Austausch fand immer bei einem anderen Teilprojekt vor Ort statt, so dass nach und nach immer mehr Betriebe bei allen bekannt wurden. Zu den Treffen eingeladen wurden auch örtlich ansässige Fachberater und Vertreter der Nützlingsanbieter, die von den Versuchen profitierten. Denn wenn die Schönheit von Gerbera, Weihnachtsstern und Co. in Gefahr ist, muss auf die Qualität und Effizienz der produzierten Nützlinge Verlass sein.
Für die einzelnen Betreuer war es trotz der gemeinsamen Sitzungen unmöglich, die jeweils anderen Projekte umfassend zu kennen. Den größten Überblick hatte letztlich die Koordinatorin. Ein Überblick, der dringend erforderlich war, wenn es zum Beispiel darum ging, neue Versuche zu planen oder über die Ergebnisse in Vorträgen oder Artikeln zu berichten.
Auch der Projektträger profitiert davon, wenn ein Koordinator die Fäden zu den Einzelprojekten in der Hand behält und als Ansprechpartner für alle fungiert. Als sich zum Beispiel herausstellte, dass für die ökonomische Bewertung des Nützlingseinsatzes ein projektübergreifendes Konzept entwickelt werden musste, reifte in dem Wissenschaftler-Team die Idee, damit eine sachkundige Ökonomin für einige Monate zu betrauen. Die Koordinatorin trug dieses Anliegen an den Projektträger heran. Hubert Ostbomke, der für das Verbundprojekt zuständig war und an den Arbeitstreffen regelmäßig teilnahm, zeigte sich offen: „Die BLE war flexibel und gewährte die erforderlichen Mittel für das spontan entwickelte Projekt im Projekt“.
Was manche selbst innerhalb des Projektes überrascht hat: Der Einsatz von Nützlingen ist eigentlich nur in der Startphase teurer als der chemische Pflanzenschutz. Nach zwei bis drei Jahren gleichen sich die Kosten an und von Fall zu Fall kann der biologisch-integrierte Pflanzenschutz sogar preisgünstiger sein. Allerdings ist deutlich mehr Know-how und Erfahrung notwendig, um den Nützlingseinsatz effektiv zu managen. Gerade in dieser Hinsicht hat das Verbundprojekt – angesiedelt an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Praxis – wichtige Impulse geliefert. Konsequenterweise sind die Ergebnisse nicht nur in wissenschaftliche Publikationen eingeflossen, sondern auch in zahlreiche Veröffentlichungen für den Gartenbau. Einen umfassenden Überblick über das Projekt gibt eine Handbuch, das ab Mitte 2007 bei der Biologischen Bundesanstalt, Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau, erhältlich ist.
Mit dem Ende des Verbundvorhabens sind auch die Mittel für die Beschäftigung von Dr. Ellen Richter an der BBA ausgelaufen. Ihre langjährigen Erfahrungen bringt sie künftig an der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern im Kompetenzzentrum für den norddeutschen Freilandgemüsebau ein. ■

Dr. Iris Lehmann, Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Deichmanns Aue 29, 53179 Bonn. E-Mail: iris.lehmann@ble.de

Dr. Ellen Richter, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig. E-Mail: gartenbau@bba.de

Dr. Michael Welling, Geschäftsstelle des Senats der Bundesforschungsanstalten, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig. E-Mail: michael.welling@fal.de

I. Lehmann, BLE

Teilnehmer des Verbundprojekts bei der Abschlussbesprechung in Bonn. In der Mitte: Dr. Ellen Richter

Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel

100 Jahre staatliche Getreideforschung

In diesem Jahr kann die staatliche Getreideforschung in Deutschland auf ein hundertjähriges Bestehen zurückblicken. Heute steht der Standort Detmold der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BfEL) in dieser Tradition.

Die Versuchsanstalt für Getreideverarbeitung in Berlin im Jahr 1907

Als Beginn der staatlichen Getreideforschung in Deutschland kann der 1. April 1907 gelten. An diesem Tag wurde die Versuchsanstalt für Getreideverarbeitung in Berlin in einem neu errichteten Institutsgebäude an der Seestraße ihrer Bestimmung übergeben. Durch das Zusammenwirken von Staat, Wissenschaft und Berufsständen entstand hier eine staatliche, aber von einer GmbH verwaltete Forschungsanstalt, deren Träger das preußische Landwirtschaftministerium, die Landwirtschaftskammern sowie die Müllerei- und Bäckereiverbände waren.
Aufgabe der Forschungstätigkeit war laut Gesellschaftsvertrag, „das Verhalten des Getreides während des Lagerns, des Vermahlens, der Verarbeitung und der Verbackung unter verschiedenen Verhältnissen und Einflüssen zu beobachten." Ferner seien „Untersuchungen für die Reichs- und Staatsbehörden sowie Analysen von Getreide, Mehlen, Kleien, Futtermitteln und Ölsaaten vorzunehmen."

Der Forschungsstandort Detmold in einer aktuellen Perspektive

Neue Aufgaben durch veränderte Rahmenbedingungen

Der Ausbruch des ersten Weltkriegs stellte die Versuchsanstalt ab 1914 vor völlig neue Aufgaben. Es ging nun vor allem darum, die Getreidebestände und die Brotversorgung der Bevölkerung zu sichern. 1923 wurde die Berliner Versuchsanstalt wegen der durch die Inflation kritisch gewordenen Finanzlage vom preußischen Staat übernommen. In der Zeit von 1923 bis 1939 nahm die Anstalt ihre ursprünglichen Forschungsaufgaben wieder auf und leistete grundlegende Beiträge zum wissenschaftlichen und technologischen Fortschritt auf dem Gebiet der Getreideverarbeitung.
Durch die Neuordnung des landwirtschaftlichen Forschungsbereiches kam die Versuchsanstalt 1939 als Reichsanstalt für Getreideverarbeitung in den Geschäftsbereich des Reichsministeriums für Landwirtschaft. Mit Ausbruch des zweiten Weltkriegs erwuchsen ihr ähnliche Aufgaben wie bereits 25 Jahre zuvor: Maßnahmen zur Aufrechterhaltung der notwendigen Getreide-, Mehl- und Brotversorgung vorzubereiten und zu kontrollieren.
Nach Kriegsende demontierte die sowjetische Besatzungsmacht die Einrichtungen der Berliner Anstalt. Aber eine kleine Schar tatkräftiger Mitarbeiter nahm schon bald den Betrieb wieder auf. Bereits Mitte 1945 kam es zur Übernahme der Reichsanstalt durch den Magistrat von Groß-Berlin, gleichzeitig wurden Ausweichstellen in den ostwestfälischen Städten Rahden und Bielefeld gegründet. Die Labortätigkeit konnte im August 1945 in angemieteten Räumen der Bielefelder Oetker-Werke wieder aufgenommen werden.

Nach wie vor ein Kernthema der Forschung am Standort Detmold: Sicherheit und Qualität von Getreide und Getreideprodukten

1947 verlagerte die westdeutsche Forschungsanstalt ihre Tätigkeit in ein zunächst von der Stadt Detmold gemietetes eigenes Betriebsgebäude. Die Detmolder Einrichtung wurde nacheinander vom Regierungspräsidenten in Minden, von der Provinz Westfalen und vom Land Nordrhein-Westfalen als Zentralanstalt für Getreideverarbeitung übernommen.

Angepasste Strukturen

Nach Gründung der Bundesrepublik Deutschland wurde die Zentralanstalt 1950 als Bundesforschungsanstalt für Getreideverarbeitung in den Verantwortungsbereich des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten eingegliedert. Die organisatorische Vereinigung des noch in Berlin verbliebenen Teils mit der Detmolder Forschungseinrichtung erfolgte im Jahre 1957. Mitte der 70er Jahre schließlich wurde der Berliner Anstaltsteil nach Detmold verlegt.
1991 vollzog sich die Zusammenlegung mit der in Münster beheimateten Bundesanstalt für Fettforschung zur Bundesanstalt für Getreide-, Kartoffel- und Fettforschung in Detmold und Münster (BAGKF). Auch in der am 1. Januar 2004 neu gegründeten Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BfEL) – entstanden durch die Vereinigung der vier produkt- und ernährungsbezogenen Forschungsanstalten des Ministeriums – konzentrieren sich die getreidebezogenen Aktivitäten weiterhin am Standort Detmold.

Ernährungssicherung, Qualität und Nachhaltigkeit

Interessant ist in der historischen Rückschau der vergangenen 100 Jahre, wie sich das Aufgabenprofil der Getreideforschung den wechselnden Erfordernissen von Staat und Gesellschaft anzupassen hatte. In mehr als der Hälfte dieser Zeitspanne standen Fragen der Rohstoff- und Ernährungssicherung im Vordergrund. Das galt vom Kaiserreich über die Weimarer Republik, insbesondere für die Jahre während der beiden Weltkriege, bis in die Anfänge der Bundesrepublik.

Mit Fug und Recht darf die Detmolder Anstalt für sich in Anspruch nehmen, dass sie zusammen mit den Getreidezüchtern und Institutionen wie dem Bundessortenamt maßgeblich daran beteiligt war, dass auch in Deutschland sehr erfolgreich backfähige Weizensorten gezüchtet wurden und der Import von Weizen für höchste Verarbeitungsansprüche überflüssig wurde. Mehr noch: Deutschland kann seit langem Weizen exportieren.
Auch aktuell hat die an der Produktionskette orientierte Getreideforschung zum Ziel, die Sicherheit und Qualität von Getreide und daraus hergestellten Lebensmitteln zu gewährleisten sowie die Lebensmittelproduktion so nachhaltig wie möglich zu gestalten. Den Verbraucherwartungen entsprechend hat sich das Gewicht der Forschung mehr zu sicherheitsrelevanten Fragestellungen verschoben. Bei den wissenschaftlichen Arbeiten handelt es sich in hohem Maße um Aspekte der Rohstoff- und Endproduktqualität einschließlich Lebensmittelsicherheit, Verarbeitungstechnik und Sensorik, begleitet von adäquater Analytik und der Entwicklung von (Schnell-)Methoden. Dabei reicht der wissenschaftliche Betrachtungshorizont von der Ernte bis zum Verbraucher. ■

BfEL *Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Standort Detmold, Schützenberg 12, 32756 Detmold.*
www.bfel.de, E-Mail: standort.detmold@bfel.de

» Info:

Anlässlich des Jubiläums findet am 21. Juni 2007 am Detmolder Standort der BfEL eine Festveranstaltung statt. Bei einem anschließenden „Tag der offenen Tür" am 24. Juni haben Familienmitglieder, die Detmolder Bevölkerung und alle interessierten Personen Gelegenheit, sich über den Forschungsstandort und aktuelle Forschungsthemen zu informieren.

Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen

Die rebengenetischen Ressourcen in Deutschland

Zeichnungen mit typischen Merkmalen zur Differenzierung der Rebsorten

Mit über 2.500 Rebsorten zählt die Sammlung rebengenetischer Ressourcen am Institut für Rebenzüchtung Geilweilerhof in Siebeldingen (Pfalz) weltweit zu den größten ihrer Art. Das Verhalten der Reben gegenüber Schaderregern wie auch die Weinqualität werden über viele Jahre erfasst und liefern dadurch ein gutes Bild über die Leistungsfähigkeit der Pflanzen. Die Daten stehen für eine künftige Nutzung zur Verfügung und fließen in das Zuchtprogramm des Instituts ein.

Schon lange vor der Rio-Konvention von 1992, auf der das Übereinkommen über die biologische Vielfalt ausgehandelt wurde, war das Institut für Rebenzüchtung Geilweilerhof in die internationalen Bemühungen zum Erhalt der Rebe (*Vitis vinifera*) eingebunden. Bereits Ende der 1970er Jahre hatte der damalige Institutsleiter, Prof. Gerhardt Alleweldt, die Gefahr der Verarmung an Rebsorten und Wildarten erkannt und die Notwendigkeit von Sicherungsmaßnahmen in der Internationalen Weinorganisation (OIV, Organisation Internationale de la Vigne et du Vin) in Paris angeregt. So entstand am Institut unter Mitwirkung des Internationalen Instituts für Pflanzengenetische Ressourcen (IPGRI) und des OIV 1984 die internationale Rebendatenbank (http://www.genres.de/idb/vitis).

Beschreibung und Nutzung

Um Rebsorten zweifelsfrei unterscheiden zu können, bedarf es beschreibender Merkmale, so genannter Deskriptoren. Unter der Federführung des Instituts für Rebenzüchtung Geilweilerhof entstand die 128 Deskriptoren umfassende OIV-Merkmalsliste zur Beschreibung von Rebsorten und *Vitis*-Arten.

Grundlage für die Beschreibung, Evaluierung und Nutzung der rebengenetischen Ressourcen in Züchtung und Forschung bildet das Freilandsortiment. Die Ampelographie (Lehre von der Bestimmung und Klassifizierung der Rebsorten; von griech. ampelos – Weinstock) dient der exakten Beschreibung und Identifizierung. Die korrekte Bezeichnung der Rebsorten ist Voraussetzung für Arbeiten jeglicher Art, sei es in der Züchtung, Forschung, Rebsortenerhaltung oder dem Austausch von Pflanzenmaterial. Man rechnet in den 130 weltweit existierenden Rebsortimenten mit 5–10 % falsch bezeichneten Akzessionen (Muster, die in eine Genbanksammlung aufgenommen werden). Durch den regen Sortenaustausch zwischen den Sortimenten kann es ungewollt zur Verbreitung dieser Sortimentsfehler kommen. Das gilt besonders für alte Rebsorten. Es ist daher besonders wichtig, durch Vergleiche mit Lebendexemplaren, Abbildungen, Herbarmaterial (Triebspitzen und Blätter) und dem genetischen Fingerabdruck die Sortenidentität möglichst zweifelsfrei festzustellen.

Erhaltung der rebengenetischen Ressourcen

Das Institut für Rebenzüchtung Geilweilerhof, das zur Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen gehört, unterhält ein Freilandsortiment (= Genbank), welches sich aus alten einheimischen (autochthonen) Rebsorten der Unterart *Vitis vinifera* ssp. *silvestris*,

Resistenzträgern (Wildarten und davon abgeleiteten Neuzüchtungen) sowie weltweit verbreiteten Rebsorten zusammensetzt. Die Tabelle gibt Auskunft über die geographische Herkunft des Materials, über die *Vitis*-Arten Anteile und die verschiedenen Nutzungsaspekte. Mit mehr als 3.000 Akzessionen von 2.523 Rebsorten bzw. *Vitis*-Arten verfügt das Sortiment über eine breite genetische Basis. Drei Rebstöcke je Akzession werden erhalten und wichtige erhaltenswerte Rebsorten oder Mutanten ergänzt.

Alte Rebsorten

Deutschland nimmt aufgrund seiner nördlichen Lage eine Sonderstellung der weinbautreibenden Länder Europas ein. Dies spiegelt sich in den deutschen Sortimenten wider. In der Vergangenheit dürften schätzungsweise 300 Rebsorten im deutschsprachigen Raum eine nennenswerte Bedeutung erlangt haben. Davon befinden sich heute nur noch weniger als 10 % im Anbau. Die einstige Rebsortenvielfalt ist zum Großteil unwiederbringlich verloren, weil alte Weinberge und Mischrebsätze infolge der Reblaus-Invasion, die Ende des 19. Jahrhunderts zur Vernichtung ganzer Bestände geführt hat, zu Raritäten geworden sind. Flurbereinigungen und die Umstellung auf modernen Weinbau taten ein Übriges.

Doch manchmal hat man Glück: Wissenschaftliche Mitarbeiter des Instituts für Rebenzüchtung fanden zum Beispiel vor einigen Jahren an der Badischen Bergstraße bei Heidelberg noch acht Weinberge mit 80–200 Jahre alten Rebflächen. Diese Weinberge enthielten 60 verschiedene, teilweise sehr selten gewordene Rebsorten.

Bereits 1993 wurde am Institut ein eigenes Sortiment für alte Rebsorten angelegt und in den Folgejahren schrittweise erweitert. Ziel ist die Identifikation und umfassende Dokumentation der alten Sorten. Dazu werden die Akzessionen nach standardisierten Vorgaben neu beschrieben, fotografiert, der Wein ausgebaut und mittels moderner Erbgut-Analysen (genetischer Fingerabdruck) charakterisiert.

Einheimische Wildreben

Noch bedrohlicher ist die Situation für die einzige einheimische Wildrebe Europas, *Vitis vinifera* ssp. *silvestris*. Mit Gefährdungsgrad 1 gehört sie zu den bedrohtesten Gefäßpflanzen. In Deutschland existiert sie nur noch in Restbeständen (ca. 50 bis 100 Pflanzen) und ist in Sortimenten kaum anzutreffen.

Die Wildrebe gilt mit ihren qualitätsgebenden Eigenschaften als Vorfahre unserer Kulturrebe. Sie ist züchterisch gesehen weitgehend unerforscht, jedoch an das hiesige Klima gut angepasst und daher nicht durch ebenfalls gefährdete Wildreben aus dem südlichen Europa ersetzbar. Die Erhaltung von *V. vinifera* ssp. *silvestris* wird bisher nur in geringem Umfang durchgeführt. Auf Grund der geringen genetischen Breite ist angestrebt, diesen Sortimentsteil im Institut für Rebenzüchtung Geilweilerhof zu erweitern.

Resistenzquellen

Als in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts aus Nordamerika die Reblaus und der Echte und Falsche Mehltau nach Europa einge-

Rebsorten der Freilandsammlung des Instituts für Rebenzüchtung Geilweilerhof: Geographische Herkunft, Verteilung der Rebsorten auf Arten-Zugehörigkeit und verschiedene Nutzungsaspekte.

Herkunft	Anzahl Rebsorten
Westeuropa	597
Osteuropa (Bulgarien, Moldawien, Rumänien, Russland, Slowakei, Tadschikistan, Tschechien, Türkei, Turkmenistan, Ukraine, Usbekistan)	223
Vorderasien (Syrien, Libanon, Israel, Jordanien)	5
Mittelasien (Iran, Irak, Afghanistan)	18
Ostasien (China, Japan, Indien)	33
Kaukasus (Armenien, Aserbaidschan, Dagestan, Georgien)	20
Nordafrika (Ägypten, Algerien, Marokko, Tunesien)	5
Südafrika	2
Nordamerika (Kanada, USA)	294
Südamerika (Argentinien, Brasilien)	8
Australien	2
ohne Angaben	316
Summe	**2.523**
Vitis-Arten	**Anzahl Rebsorten**
Vitis vinifera ssp. silvestris	33
Vitis vinifera ssp. vinifera	1019
Vitis labrusca	9
Vitis riparia	42
Vitis rupestris	11
andere Vitis-Arten	46
interspezifische Kreuzungen	1285
ohne Angaben	78
Summe	**2.523**
Nutzung	**Anzahl Rebsorten**
Keltertrauben	1258
Tafeltrauben	230
Unterlagen	79
Mehrfachnutzung Kelter-/Tafeltraube	222
Mehrfachnutzung Tafeltraube/Rosine	12
Mehrfachnutzung Keltertraube/Unterlage	20
andere Mehrfachnutzung	10
ohne Angaben	692
Summe	**2.523**

schleppt wurden, zeigte sich, dass die beiden einheimischen Unterarten von *V. vinifera*, Wild- und Kulturrebe, keine Resistenzen gegenüber diesen Bedrohungen besitzen. Daher griffen die Züchter insbesondere auf amerikanische *Vitis*-Arten zurück, in denen Resistenzeigenschaften gefunden wurden. Gleichfalls weisen asiatische *Vitis*-Arten Resistenzen auf, jedoch waren und sind diese Wildarten kaum zugänglich. Infolgedessen ist der heute genutzte Genpool hinsichtlich der Resistenz sehr begrenzt. Konsequenterweise haben die Züchter in Deutschland damit begonnen, arbeitsteilig vor allem amerikanische Wildarten zu sammeln und aus Sortimenten zusammenzutragen. Umfangreiche Kollektionen von *Vitis aestivalis*, *V. berlandieri* oder *V. riparia* stehen nunmehr zur Verfügung.

Seit 1988 hat das Institut für Rebenzüchtung den Bestand an Reben mit Resistenzeigenschaften von 200 auf 1.600 Sorten bzw. Zuchtstämme erweitern können. Damit besitzt es die weltweit umfassendste Sammlung pilzwiderstandsfähiger Rebsorten. Die erhobenen Daten sind in einer Datenbank erfasst und nutzbar. In Anbetracht sich wandelnder Klimaverhältnisse mit steigender Gefährdung durch biotische (z. B. neue Krankheiten oder Schädlinge) und abiotische Schadfaktoren (z. B. Trockenheit) besitzt diese Sammlung einen einzigartigen Wert und stellt quasi die Schatztruhe für eine zukünftige Nutzung dar.

» Info:

Neben der Genbank für Reben in Siebeldingen unterhält die BAZ auch eine Genbank für Obst in Dresden-Pillnitz, über die im ForschungsReport 2/2006 berichtet wurde.

Umweltschonender Weinbau

Die Rebenvielfalt in geschützten Sammlungen liefert den Grundstock für eine erfolgreiche Rebenzüchtung kommender Generationen. Ihre Erhaltung ist daher von besonderem Wert für die Zukunft des Weinbaus. Dazu gehören die Bewahrung autochthoner Rebsorten, die sich über Jahrhunderte bewährt haben, und die Fokussierung auf Resistenzträger, die einen umweltschonenden Weinbau fördern.

In Deutschland konnten unter Rückgriff auf solche Resistenzträger neue pilzwiderstandsfähige Rebsorten entwickelt werden, die beim Anbau deutlich weniger Fungizide benötigen. Die resistente Rotweinsorte 'Regent' beispielsweise belegt heute schon 2 % der deutschen Anbaufläche. Diese neuen Rebsorten sind das Ergebnis jahrzehntelanger Züchtungsbemühungen und tragen dazu bei, die Umweltverträglichkeit des Weinbaus zu verbessern. ■

Dr. Reinhard Töpfer und Dr. Erika Maul,
Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen, Institut für Rebenzüchtung
Geilweilerhof, 76833 Siebeldingen.
E-Mail: r.toepfer@bafz.de

Blick in die Erhaltungsanlage des Instituts für Rebenzüchtung

Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen

Neue Biomasse-Pflanzen

In einem Verbundprojekt loten Wissenschaftler der Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen (BAZ) die Potenziale von Sorghumhirse und Sudangras für die Biomasseproduktion aus. Die ersten Ergebnisse sind vielversprechend.

Wichtigste Energiepflanze für die Erzeugung von Biogas ist bei uns derzeit der Mais. Für leichte, trockenere Standorte steht mit dem Roggen eine anspruchslose Alternative zum Mais zur Verfügung. Roggen zeichnet sich durch eine zügige Jugendentwicklung aus, sodass er schon im Juni, wenn die Körner ‚milchreif' sind, für die Biomasseproduktion geerntet werden kann. Danach bliebe bis zum Herbst noch ausreichend Zeit für eine Folgefrucht, sofern diese schnell genug Biomasse bilden kann. Eine optimale Ergänzung wären zum Beispiel zwei in Deutschland noch weitgehend unbekannte Nutzpflanzen – Sorghumhirse (Sorghum bicolor) und Sudangras (Sorghum sudanense). Dank ihrer effizienten Wassernutzung und schnellen Entwicklung kämen sie in Fruchtfolgen mit Roggen als Zweitfrucht in Frage.

Der Züchtungsforscher Dr. Steffen Roux vom BAZ-Institut für landwirtschaftliche Kulturen in Groß Lüsewitz (Mecklenburg-Vorpommern) experimentiert seit 2006 mit Sorghumhirse und Kreuzungshybriden aus Sorghumhirse und Sudangras. Ihn interessiert, ob diese neuen Kulturpflanzen als Zweitfrucht nach Roggen unter deutschen Anbaubedingungen geeignet sind. Außerdem soll geklärt werden, wie sehr sich Sorghum-Herkünfte und -Sorten genetisch in ihrer Fähigkeit zur Biomassebildung voneinander unterscheiden.

Der Groß Lüsewitzer Versuch ist in ein Verbundprojekt mit deutschen Pflanzenzüchtern eingebunden. Entsprechende Untersuchungen laufen parallel an sechs weiteren, südlicher gelegenen Standorten in Deutschland, um Klima- und Umwelteinflüsse zu erfassen. Bislang zeigt sich Steffen Roux von den exotischen Prüflingen beeindruckt: „Trotz starker Sommerhitze und Trockenheit

Züchtungsforscher Dr. Steffen Roux mit seinen Pflanzen 85 Tage nach Aussaat

haben sich in der letzten Saison sehr homogene Bestände gebildet." Die Wachstumsraten der Pflanzen waren zum Teil rasant: Bereits drei Monate nach Aussaat wurde eine Wuchshöhe von bis zu 2,70 m erreicht. ■

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Flächendeckende Invasion der Beifuß-Ambrosie verhindern

Die Beifuß-Ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia*) ist in Deutschland häufiger zu finden als bisher angenommen. Alle Indizien sprechen dafür, dass sich die Pflanze weiter ausbreitet, wenn sie nicht aktiv bekämpft wird. Darüber waren sich die Experten eines interdisziplinären Ambrosia-Workshops an der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) einig.

Ein Jahr lang haben Biologen, Meteorologen und Allergologen versucht, mehr über die Verbreitung der Pflanze, ihren Pollenflug und die Sensibilisierung von Allergikern in Deutschland zu erfahren. Die vorgestellten medizinischen Untersuchungen deuten darauf hin, dass die Beifuß-Ambrosie in Deutschland zu einem ernstzunehmenden gesundheitlichen Problem werden kann. Der Pollen der ursprünglich aus Nordamerika stammenden Pflanze ist so allergen, dass empfindliche Menschen schon bei wenigen Pollen pro Kubikmeter Luft typische allergische Reaktionen zeigen. Wegen der späten Blüte (August-September) verlängert sich die Leidenszeit der Allergiker. In bundesweit aufgestellten Pollenfallen des Deutschen Wetterdienstes sind 2006 eindeutig mehr Ambrosia-Pollen als im Vorjahr gefunden worden.

Als Ackerunkraut verursacht die Beifuß-Ambrosie bereits in Ungarn und Frankreich Probleme. So weit soll es in Deutschland nicht kommen. Bislang findet man die Beifuß-Ambrosie vor allem in Süddeutschland (Baden-Württemberg, Bayern, Südhessen). Doch auch in Berlin und Magdeburg sind schon größere Bestände entdeckt worden. Meist wird die Pflanze mit verunreinigtem Vogelfutter eingeschleppt. Aus dem Hausgarten kann sie ihren Weg auf Brachen und in angrenzende Felder finden. „Noch ist eine Bekämpfung möglich und auch relativ kostengünstig", sagt Dr. Uwe Starfinger von der Abteilung Pflanzengesundheit der BBA. „Wir empfehlen, kleinere Bestände im Hausgarten auszureißen und mit dem Hausmüll zu entsorgen, keinesfalls auf den Kompost."

Diese und andere Empfehlungen sowie die Pflanze und ihre Verwechslungsmöglichkeiten sind in einem Faltblatt dargestellt, das bei der BBA-Pressestelle angefordert oder im Internet heruntergeladen werden kann (www.bba.bund.de).

Momentan ist Ambrosia in Deutschland noch kein Problem der Landwirtschaft. An der Biologischen Bundesanstalt wird die Pflanze präventiv als Unkraut beforscht. Konkret geht es darum, wie konkurrenzfähig sie gegenüber Kulturpflanzen und anderen gängigen Unkrautarten ist. Neben den Landwirten sind es vor allem Allergiker, die Grund zur Freude hätten, wenn sich die Pflanze bei uns möglichst wenig ausbreiten würde. ■

Die fingerförmigen Blütenstände haben unscheinbare gelbe Blütenköpfchen

Bundesforschungsanstalt für Fischerei

BFAFi beteiligt sich am Internationalen Polarjahr

Das Internationale Polarjahr (IPY) wird in der Saison 2007/08 die wohl größte Anzahl an Wissenschaftlern in einer gemeinsamen Aktion zusammenführen. In über 200 Projekten werden die Polargebiete der Arktis und Antarktis zu Lande, zu Wasser, auf dem Eis und aus der Luft untersucht werden. Die zu bewältigenden Aufgaben sind derart umfangreich und aufwändig, dass eine international koordinierte, interdisziplinäre Forschung gefragt ist.

Die Polargebiete gelten als sensible Barometer für Umweltveränderungen. Die Pole sind zudem außergewöhnliche Archive der Erdgeschichte, sowohl in geologischer als auch in biologischer Hinsicht. Prozesse in den Polarregionen beeinflussen das Wetter und Klimageschehen weltweit, gleichzeitig werden sie durch Klimaveränderungen selbst beeinflusst. Änderungen in der Umwelt haben direkte Auswirkungen auf Naturhaushalt, Biodiversität, Nahrungssysteme und lebende Ressourcen.

Das Institut für Seefischerei an der Bundesforschungsanstalt für Fischerei (BFAFi) wird sich im Rahmen des Internationalen Polarjahres an Untersuchungen zum Status und den Veränderungen der Umwelt beteiligen. Zu diesem Zweck werden Mitarbeiter des Instituts an der Antarktisreise des Forschungsschiffes Polarstern von November 2007 bis Februar 2008 teilnehmen.

Ihr Arbeitsschwerpunkt wird auf den antarktischen Meeresressourcen liegen. Hierzu gehört vor allem der antarktische Krill. Die kleinen Krebstiere sind nicht nur die zentralen Organismen in der antarktischen Nahrungskette, sondern werden auch vom Menschen kommerziell genutzt. Bei einer fortschreitenden globalen Erwärmung wird sich der Lebensraum des Krills gravierend verändern – mit Auswirkungen auf alle abhängigen Krillkonsumenten. Um mögliche Langzeit-Trends beurteilen zu können und einen Vorsorge-Ansatz für das Management der Krillbestände zu entwickeln, bedarf es umfangreicher Studien zum Aufbau der Bestände, zur Entwicklung von Jahrgängen sowie zu den natürlichen Schwankungen zwischen den Jahren. ■

V. Siegel, BFAFi

Das Ökosystem der Antarktis ist ebenso faszinierend wie sensibel

Friedrich-Loeffler-Institut

Forschungspreis für Thomas Mettenleiter

Anlässlich ihrer diesjährigen Tagung in Berlin hat die Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft (DVG) den Präsidenten des Friedrich-Loeffler-Instituts (FLI), Prof. Dr. Thomas C. Mettenleiter, mit dem Martin-Lerche-Forschungspreis ausgezeichnet. Damit würdigte die DVG die wissenschaftlichen Arbeiten Mettenleiters, die einen wichtigen Beitrag zur Bekämpfung von Herpesvirusinfektionen bei Nutztieren geleistet haben. Besonders seine Forschungen zur Aujeszkyschen Krankheit beim Schwein trugen wesentlich dazu bei, dass diese Tierseuche in Deutschland getilgt werden konnte.

M. Welling

Für seine Forschung auf dem Gebiet der Herpesviren ausgezeichnet: Prof. Thomas Mettenleiter

Herpesviren verursachen verschiedene bedeutende Tiersuchen, die zu hohen Verlusten in den Tierbeständen führen können. Die Arbeiten von Thomas Mettenleiter, der derzeit auch Präsident des Senats der Bundesforschungsanstalten ist, trugen entscheidend zur Entwicklung so genannter Markerimpfstoffe bei, die anhand bestimmter molekularbiologischer Eigenschaften die Unterscheidung von geimpften und infizierten Tieren ermöglichen.

Dieses Konzept wurde erstmals bei der Bekämpfung der Aujeszkyschen Krankheit (Pseuodrabies) eingesetzt, mit der Folge, dass Deutschland seit 2003 anerkannt frei von dieser Tierseuche ist. ■

Friedrich-Loeffler-Institut

BSE-Schutzmaßnahmen zeigen Erfolg

Wie bereits 2005 ist auch im Jahr 2006 die Anzahl der festgestellten BSE-Fälle in Deutschland auf die Hälfte des Vorjahres zurückgegangen. 2006 wurden insgesamt 16 Fälle festgestellt. Damit traten seit dem ersten BSE-Fall bei einem einheimischen Rind

im November 2000 insgesamt 405 Fälle von BSE auf. Für die amtliche Feststellung von BSE ist in Deutschland das Friedrich-Loeffler-Institut auf der Insel Riems zuständig.
Der Rückgang zeigt, dass die ergriffenen BSE-Schutzmaßnahmen greifen. In Deutschland gilt derzeit ein Verbot der Verfütterung von tierischem Eiweiß sowie von tierischem Fett an alle lebensmittelliefernden Tiere. Begleitet wird diese Maßnahme durch ein umfassendes Überwachungsprogramm: Alle über 30 Monate alten Rinder, die für den menschlichen Verzehr geschlachtet werden, sowie alle über 24 Monate alten Rinder, die verenden oder krank oder notgeschlachtet werden, müssen mit BSE-Schnelltests untersucht werden. Risikomaterial wie Gehirn und Rückenmark muss von Rindern sowie von Schafen und Ziegen entfernt und durch Verbrennen vernichtet werden.

Amtlich festgestellte BSE-Fälle der letzten sechs Jahre in Deutschland.

Jahr	BSE-Fälle
2001	125
2002	106
2003	54
2004	65
2005	32
2006	16

Nach einer Beratung mit Wissenschaftlern im Friedrich-Loeffler-Institut im Februar 2007 haben sich die Staatssekretäre der für die Lebensmittelsicherheit und die Tiergesundheit zuständigen Ministerien des Bundes und der Länder dafür ausgesprochen, dass weiterhin kein Fett von Wiederkäuern an Wiederkäuer verfüttert werden sollte, um eine Rezirkulierung dieses Materials innerhalb derselben Tierart zu vermeiden. Eine Lockerung des geltenden nationalen Verfütterungsverbots durch die Zulassung von Fetten von Nicht-Wiederkäuern in Futtermitteln für Rinder, Schafe und Ziegen ist jedoch denkbar. Voraussetzung ist, dass durch geeignete Herstellungs- und Vermarktungsverfahren eine Kontamination der Futtermittel mit Wiederkäuerfetten ausgeschlossen werden kann. Derzeit wird geprüft, ob eine solche Trennung bei der Herstellung und Vermarktung realisierbar ist. ■

Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel

Auf langem Wege erfolgreich

Kolloquium zu Ehren von Karl Otto Honikel

Am 27. November 2006 wurde der langjährige Leiter der ehemaligen Bundesanstalt für Fleischforschung, Dr. Karl Otto Honikel, mit einem wissenschaftlichen Kolloquium in der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BfEL), Kulmbach, geehrt. Das Thema „Lebensmittelqualität – ein langer Weg" war nicht zuletzt auch Rückbesinnung auf eine Forschertätigkeit, die nach 34 Jahren ihren Abschluss fand.
Vor 50 Gästen und den nahezu vollständig versammelten Mitarbeitern des Kulmbacher Standorts der BfEL rückte deren kommissarischer Leiter, Ministerialdirigent Fritz Johannes, die Veranstaltung ins richtige Licht: „Ein Abschied mit Arbeitsatmosphäre ist das, was wir uns für diesen Tag gewünscht haben." So leuchteten die in- und ausländischen Referenten auch die verschiedensten chemischen und physikalischen Parameter aus, die zur Qualität des Lebensmittels Fleisch beitragen.
Auch die Historie kam nicht zu kurz: In einem kurzweiligen Vortrag konnte man erfahren, dass die berühmten Wiener Würstchen im 18. Jahrhundert von einem nach Österreich eingewanderten Franken erfunden wurden und in Wien verwirrenderweise Frankfurter genannt werden.

BfEL, Kulmbach

Im Mittelpunkt der Referenten standen die Lebensmittelqualität und Karl Otto Honikel (5. v. l.)

Über seine Tätigkeit als Leiter des BfEL-Instituts für Chemie und Physik hinaus hat sich Karl Otto Honikel auch maßgeblich für die Ressortforschung des Bundesministeriums eingesetzt. Er war über lange Jahre Mitglied des Senats der Bundesforschungsanstalten und in der Amtsperiode 2004/05 Vizepräsident des Senats. ■

Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel

BfEL mit neuem Präsidenten

Prof. Dr. Gerhard Rechkemmer (55) hat zum 2. April 2007 sein Amt als neuer Präsident der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BfEL) angetreten. Er löst den bisherigen kommissarischen Leiter, Ministerialdirigent Fritz Johannes, ab.
Gerhard Rechkemmer war nach seinem Studium der Ernährungswissenschaften und der Promotion an der Universität Hohenheim unter anderem an der Tierärztlichen Hochschule in Hannover tätig. Nach längeren Forschungsaufenthalten in den USA und der Schweiz habilitierte er sich 1989 an der Tierärztlichen Hochschule Hannover für Physiologie. Von 1995 bis 2002 war er Leiter des Instituts für Ernährungsphysiologie der Bundesforschungsanstalt für Ernährung in Karlsruhe, einer Vorgängereinrichtung der BfEL. Vor seinem jetzigen Wechsel war Professor Rechkemmer Ordinarius des Stif-

tungslehrstuhls für Biofunktionalität der Lebensmittel am Wissenschaftszentrum Weihenstephan der TU München.
Die BfEL wurde 2004 aus vier bis dahin selbständigen Forschungseinrichtungen des BMELV gegründet und zunächst kommissarisch von Ministerialdirigent Fritz Johannes geleitet. In dessen Amtszeit wurde ein zukunftsweisendes Konzept zur Restrukturierung des Forschungsbereiches der Einrichtung erarbeitet. Dies wird unter der Präsidentschaft von Professor Rechkemmer umgesetzt und intensiviert. ■

Bundesforschungsanstalten

Forschung zum Anfassen

Grüne Woche mit vielfältigem Angebot

Auch in diesem Jahr präsentierten sich die Forschungseinrichtungen des Bundeslandwirtschaftsministeriums (BMELV) auf der Internationalen Grünen Woche in Berlin mit einer breiten Themenpalette. Im Rahmen der BMELV-Sonderschau „Deutschland im Herzen Europas" informierte die Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) über Umnutzungsmöglichkeiten landwirtschaftlicher Gebäude unter Verwendung nachwachsender Rohstoffe sowie über Hochwasserschutz. Am Stand der Biologischen Bundesanstalt (BBA) konnten die Besucher unter dem Mikroskop und in Filmen das geheime Wirken

M. Welling

von Schlupfwespen und anderen Nützlingen bestaunen. Die Bundesanstalt für Züchtungsforschung (BAZ) demonstrierte gemeinsam mit dem Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenzüchtung (IGZ) und dem Bundes-

M. Welling

sortenamt die Sortenvielfalt von Äpfeln, Gewürzkräutern und Zierpflanzen.
Auf großes Interesse stießen die vielfältigen Exponate der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BfEL): Experten erläuterten die einzelnen Herstellungsschritte von der Milch zum Käse, boten Wurstwaren mit gesundheitsfördernden Inhaltsstoffen wie dem Tomatenfarbstoff Lycopin zum Verkosten an und veranschaulichten, dass es nicht egal ist, auf welche Kartoffelsorte man für die Herstellung von Pommes Frites oder Kartoffelchips zurückgreift. Ein wahrer Augenschmaus war auch die Dekoration der Halle: Dank des „Grünen Daumens" der BBA-Gärtner aus Berlin-Dahlem blühten dort zur Winterzeit Raps und Sonnenblumen.
Mit 430.000 Besuchern erwies sich die Grüne Woche wieder als Publikumsmagnet. ■

Bundesforschungsanstalten

Gute Noten für die Ressortforschung

„Die Ressortforschung des Bundes ist besser als ihr Ruf." Mit dieser Aussage führte der Generalsekretär des Wissenschaftsrates, Wedig von Heyden, im Februar 2007 in eine Informationsveranstaltung ein, auf der die Ergebnisse der Evaluation der Forschungseinrichtungen des Bundes erörtert wurden.
Mit der Evaluation der Ressortforschung war der Wissenschaftsrat durch die Bundesregierung beauftragt worden. Für die Forschungseinrichtungen bot sich auf diese Weise die Möglichkeit einer unabhängigen Bewertung. In seinen jetzt vorliegenden Empfehlungen bescheinigt der Wissenschaftsrat den Forschungs- und Entwicklungsleistungen der Einrichtungen zum großen Teil eine gute bis sehr gute Qualität.
Der Wissenschaftsrat erkennt in seinen Empfehlungen die besondere Aufgabe der Ressortforschung an und spricht von einer „Scharnierfunktion zwischen Politik und Verwaltung einerseits und Wissenschaft andererseits".
Allerdings kritisiert er, dass in einigen Einrichtungen der Forschungsanteil zu gering sei beziehungsweise unter eine kritische Schwelle zu sinken drohe, weil die Institute zunehmend mit Vollzugsaufgaben aus den Ministerien befrachtet würden.
Konsequenterweise fordert der Wissenschaftsrat, die Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten in den Einrichtungen zu stärken und flexiblere Rahmenbedingungen zu schaffen. Kooperationen und eine engere Vernetzung mit anderen wissenschaftlichen Einrichtungen sollen die Qualität der Forschungsleistungen sichern und die durchweg gute Infrastruktur der Einrichtungen besser nutzen.
Zur Ressortforschung des Bundes zählen rund 50 Einrichtungen, die wichtige Aufgaben für die Bundesministerien (Ressorts) und das Gemeinwohl übernehmen. ■

IMPRESSUM

FORSCHUNGSREPORT
Ernährung – Landwirtschaft – Verbraucherschutz
1/2007 (Heft 35)

Herausgeber:
Senat der Bundesforschungsanstalten im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

Schriftleitung & Redaktion:
Dr. Michael Welling
Geschäftsstelle des Senats der Bundesforschungsanstalten
c/o Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL),
Bundesalle 50,
38116 Braunschweig
Tel.: 0531 / 596-1016
Fax: 0531 / 596-1099
E-Mail: michael.welling@fal.de

Redaktionsbeirat:
Dr. Stefan Kühne,
BBA Kleinmachnow

Konzeption, Satz und Druck:
AgroConcept GmbH
Clemens-August-Str. 12–14
53115 Bonn
Tel.: 0228 / 969426-0
Fax: 0228 / 630311

Internet-Adressen:
www.forschungsreport.de
www.bmelv-forschung.de

Bildnachweis:
Sofern nicht anders bei den Bildern angegeben, liegen die Rechte bei den Autoren, den Forschungsanstalten oder bei AgroConcept.

Erscheinungsweise:
Der ForschungsReport erscheint zweimal jährlich

Nachdruck, auch auszugsweise, mit Quellenangabe zulässig (Belegexemplar erbeten)

Möchten Sie den Forschungs-Report kostenlos abonnieren? Dann wenden Sie sich einfach an die Redaktion.

ISSN 1863-771X

Druck auf Papier mit Recyclinganteil

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

Das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) unterhält einen Forschungsbereich, der wissenschaftliche Grundlagen als Entscheidungshilfen für die Ernährungs-, Landwirtschafts- und Verbraucherschutzpolitik der Bundesregierung erarbeitet und damit zugleich die Erkenntnisse auf diesen Gebieten zum Nutzen des Gemeinwohls erweitert (www.bmelv.de, Rochusstr. 1, 53123 Bonn, Tel.: 0228/529-0). Dieser Forschungsbereich wird von neun Bundeseinrichtungen gebildet und hat folgende Aufgaben:

■ **Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL):**
Forschung auf dem Gebiet der Landbauwissenschaften und verwandter Wissenschaften schwerpunktmäßig zu naturwissenschaftlichen, technischen, ökonomischen und sozialen Fragen der umweltschonenden Erzeugung hochwertiger Nahrungsmittel und Rohstoffe, des Schutzes und der Haltung landwirtschaftlicher Nutztiere, des Ökolandbaus, der Wettbewerbsfähigkeit der Agrarproduktion, der Agrarmärkte, der Erhaltung natürlicher Ressourcen und der Pflege der Kulturlandschaft sowie der Entwicklung ländlicher Räume (Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, Tel.: 0531/596-0, www.fal.de).

■ **Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA):**
Eine selbstständige Bundesoberbehörde und Bundesforschungsanstalt mit im Pflanzenschutz- und Gentechnikgesetz festgelegten Aufgaben. Beratung der Bundesregierung und Forschung auf dem Gesamtgebiet des Pflanzen- und Vorratsschutzes; Mitwirkung bei der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln und Biozidprodukten; Eintragung und Prüfung von Pflanzenschutzgeräten; Beteiligung bei pflanzengesundheitlichen Regelungen für Deutschland und die EU; Mitwirkung bei der Genehmigung zur Freisetzung und zum Inverkehrbringen gentechnisch veränderter Organismen (Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig, Tel.: 0531/299-5, www.bba.bund.de).

■ **Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen (BAZ):**
Forschung auf dem Gebiet der Pflanzenzüchtung und angrenzender Gebiete. Beratung der Bundesregierung insbesondere zu den Schwerpunkten Genetische Ressourcen, Erweiterung des Kulturartenspektrums, Erhöhung der Widerstandsfähigkeit von Kulturpflanzen sowie Verbesserung wichtiger Eigenschaften und Inhaltsstoffe. Die Arbeiten der BAZ schaffen Grundlagen zur Erzeugung hochwertiger Agrarprodukte, zur Ressourcenschonung und zur Entlastung der Umwelt durch die Verringerung des Pflanzenschutzmittelaufwandes (Neuer Weg 22/23, 06484 Quedlinburg, Tel.: 03946/47-0, www.bafz.de).

■ **Friedrich-Loeffler-Institut, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit (FLI):**
Eine selbstständige Bundesoberbehörde und Bundesforschungsanstalt mit im Tierseuchengesetz und Gentechnikgesetz festgelegten Aufgaben. Erforschung und Erarbeitung von Grundlagen für die Bekämpfung von Tierseuchen sowie weiterer wichtiger viraler, bakterieller und parasitärer Infektionen von Nutztieren (Boddenblick 5a, 17493 Greifswald Insel Riems, Tel.: 038351/7-0 (www.fli.bund.de).

■ **Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft (BFH):**
Wissenschaftliche Untersuchungen zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung des Waldes, zur Erweiterung der Einsatzbereiche des erneuerbaren Rohstoffes Holz sowie zur Verbesserung der Produkteigenschaften und der Prozessqualität (Leuschnerstr. 91, 21031 Hamburg, 040/73962-0, www.bfafh.de).

■ **Bundesforschungsanstalt für Fischerei (BFAFi):**
Erarbeitung der wissenschaftlichen Grundlagen für die Wahrnehmung deutscher Verpflichtungen und Interessen in der Gemeinsamen Europäischen Fischereipolitik, in den internationalen Meeresnutzungs- und Schutzabkommen sowie im Lebensmittelrecht (Palmaille 9, 22767 Hamburg, Tel.: 040/38905-0, www.bfa-fisch.de).

■ **Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BfEL):**
Im Rahmen des vorbeugenden gesundheitlichen Verbraucherschutzes Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen einer gesunden und gesunderhaltenden Ernährung mit hygienisch einwandfreien und qualitativ hochwertigen Lebensmitteln pflanzlichen und tierischen Ursprungs sowie Untersuchung soziologischer und ökonomischer Aspekte der Ernährung und des Ernährungsverhaltens (Haid-und-Neu-Str. 9, 76131 Karlsruhe, Tel.: 0721/6625-0, www.bfel.de).

■ **Zentralstelle für Agrardokumentation und -information (ZADI):**
Wissens- und Technologietransfereinrichtung für das BMELV und den Geschäftsbereich. Aufbereitung und Darstellung fachspezifischer Informationen im Internet, Erstellung und Betriebsführung von Internetportalen und Fachdatenbanken, nationale und internationale Koordinierungsaufgaben in der Agrarinformatik, Geschäftsführung Fachinformationssystem Ernährung, Land- und Forstwirtschaft (FIS-ELF) (Villichgasse 17, 53177 Bonn, Tel.: 0228/9548-0, www.zadi.de)

■ **Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR):**
Eine bundesunmittelbare rechtsfähige Anstalt des öffentlichen Rechts, deren Hauptaufgaben in der Bewertung bestehender und dem Aufspüren neuer gesundheitlicher Risiken, der Erarbeitung von Empfehlungen für die Risikobegrenzung und der Kommunikation über alle Schritte der Risikoanalyse liegen. Forschung wird auf diesen Feldern auch im Bereich der Risikokommunikation durchgeführt. Schwerpunkte sind dabei biologische und chemische Risiken in Lebens- und Futtermitteln sowie Risiken, die durch Stoffe und Produkte hervorgerufen werden können. Daneben werden Ersatzmethoden für Tierversuche für den Einsatz in der Toxikologie entwickelt (Thielallee 88, 14195 Berlin, Tel.: 01888/412-0, www.bfr.bund.de).

● **Forschungseinrichtungen der Leibniz-Gemeinschaft (WGL)**
Darüber hinaus sind sechs Forschungseinrichtungen der Wissenschaftsgemeinschaft G. W. Leibniz (WGL) dem Geschäftsbereich des BMELV zugeordnet: Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie (DFA) (Lichtenbergstr. 4, 85748 Garching, Tel.: 089/28914170, dfa.leb.chemie.tu-muenchen.de); Leibniz-Institut für Agrartechnik Bornim e.V. (ATB), (Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam-Bornim, Tel.: 0331/5699-0, www.atb-potsdam.de); Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt e. V. (IGZ) (Theodor-Echtermeyer-Weg 1, 14979 Großbeeren, Tel.: 033701/78-0, www.igzev.de); Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V. (Eberswalder Str. 84, 15374 Müncheberg, Tel.: 033432/82-0, www.zalf.de); Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere (FBN) (Wilhelm-Stahl-Allee 2, 18196 Dummerstorf, Tel.: 038208/68-5, www.fbn-dummerstorf.de); Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Mittel- und Osteuropa (IAMO) (Theodor-Lieser-Str. 2, 06120 Halle/S., Tel.: 0345/2928-0, www.iamo.de).

Anstaltsübergreifende wissenschaftliche Aktivitäten des Forschungsbereiches werden durch den **Senat der Bundesforschungsanstalten** koordiniert, dem die Leiter der Bundesforschungsanstalten, der ZADI und des BfR sowie fünf zusätzlich aus dem Forschungsbereich gewählte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler angehören. Der Senat wird von einem auf zwei Jahre gewählten Präsidium geleitet, das die Geschäfte des Senats führt und den Forschungsbereich gegenüber anderen wissenschaftlichen Institutionen und dem BMELV vertritt (Geschäftsstelle des Senats der Bundesforschungsanstalten, c/o FAL, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, Tel.: 0531/596-1016, **www.bmelv-forschung.de**).

Senat der Bundesforschungsanstalten im Geschäftsbereich
des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz