DIE ZEITSCHRIFT DES SENATS DER BUNDESFORSCHUNGSANSTALTEN

FORSCHUNGS Report

ERNÄHRUNG · LANDWIRTSCHAFT · VERBRAUCHERSCHUTZ

Schwerpunkt: Lebensmittelqualität

Holzzerstörende Insekten

Eisfische – Fische ohne Blut?

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

2/2006

Guten Tag!

Als neu gewählter Senatspräsident begrüße ich Sie an dieser Stelle sehr herzlich. Im BMELV-Forschungsbereich ist derzeit Vieles im Fluss. Nicht, dass es in den letzten zehn Jahren keine strukturellen Veränderungen wie Institutszusammenlegungen oder -neugründungen, auch verbunden mit Standortfragen, gegeben hätte. Aber die jetzt beabsichtigten Änderungen haben eine neue Dimension. Ein von Bundesminister Seehofer in seinen Grundzügen genehmigtes Konzept, an dessen Erarbeitung auch ich als Senatspräsident und Vertreter der Ressortforschung mitgewirkt habe, sieht vor, die bis jetzt noch sieben Bundesforschungsanstalten künftig in vier annähernd gleich große Bundesforschungsinstitute zu überführen und die Zahl der Standorte von derzeit 35 auf 20 zu reduzieren. Thematisch sollen sich die vier Einrichtungen an den Bereichen „Pflanze", „Tier", „Ernährung und Lebensmittel" sowie „Ländliche Räume und nachhaltige Ressourcennutzung" ausrichten. Jedes der neuen Bundesforschungsinstitute soll auch durch die Bezeichnung mit einer für die jeweilige Forschungsrichtung wegweisenden Persönlichkeit eine entsprechende Corporate Identity erhalten.

Umbruch und Aufbruch

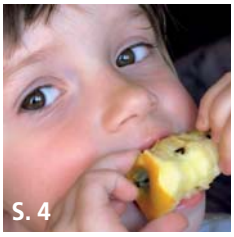
Ziel der Umstrukturierung ist es, vor dem Hintergrund weiterer Personalkürzungen Synergieeffekte zu fördern und wissenschaftliche Kompetenz zu bündeln. Mit dieser Neugliederung werden die Namen bekannter Einrichtungen verschwinden, die sich über mehrere Jahrzehnte, zum Teil schon seit mehr als 100 Jahren, einen Ruf aufgebaut haben. Trotz allen Bedauerns darüber eröffnen sich vielfältige Chancen, die genutzt werden müssen. So erhalten die neuen Bundesforschungsinstitute erheblich mehr Eigenverantwortung bei der Bewirtschaftung ihrer Haushaltsmittel und ihres Stellenpools. Sie können dadurch flexibler auf neue Anforderungen oder wissenschaftliche Fragestellungen reagieren. Durch die Konzentration der Standorte besteht die realistische Hoffnung, effektivere Strukturen in der Verwaltung und bei gemeinschaftlich genutzten Einrichtungen wie Versuchsfeldern, Tierbeständen, Informationszentren etc. zu schaffen. Aktuelle, für die Beratung der politischen Entscheidungsträger wichtige Themenbereiche wie die Forschung zu Klimafolgen, Entwicklung ländlicher Räume, Gentechnik oder gesunde Ernährung werden gestärkt.

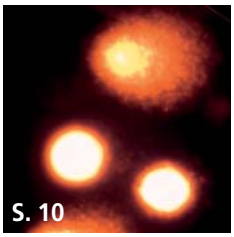
Die neuen Einrichtungen werden voraussichtlich schon im kommenden Jahr nominell errichtet. Die dahinter stehenden strukturellen Veränderungen sollen zügig angegangen werden und spätestens innerhalb von 10 Jahren abgeschlossen sein. Im Detail gibt es natürlich noch erhebliche Diskussionen, unter anderem um die Zuordnung und den Zuschnitt einzelner Fachinstitute. Dort, wo Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von Standortschließungen betroffen sind, gilt es, gemeinsam sozialverträgliche Lösungen zu finden. Ziel aller Bemühungen ist es, die BMELV-Ressortforschung zukunftsfähig zu machen und sie so fortzuentwickeln, dass sie mit den vorhandenen Ressourcen eine exzellente Forschung betreiben kann und mit der nationalen und internationalen Wissenschaftsgemeinschaft vernetzt ist.

Staatlich finanzierte Forschung – vor allem die Forschung zur Politikberatung – steht in enger Wechselwirkung mit dem gesellschaftlichen Umfeld. Sie sollte es daher auch zu ihrem Anliegen machen, die Öffentlichkeit in verständlicher Form über ihre Ergebnisse zu informieren. Dem dient unter anderem unser Wissenschaftsmagazin ForschungsReport. Die vorliegende Ausgabe befasst sich mit der Qualität von Lebensmitteln, einem vielschichtigen Thema, das uns alle als Verbraucher unmittelbar angeht. Ich wünsche Ihnen eine anregende Unterhaltung und hoffe, dass Sie das eine oder andere „Aha-Erlebnis" bei der Lektüre des Heftes haben.

Mit besten Grüßen

Prof. Dr. Thomas C. Mettenleiter
Präsident des Senats der
Bundesforschungsanstalten





Berichte aus der Forschung

Sind Bio-Äpfel gesünder?
Gehalt und ernährungsphysiologische Eigenschaften von sekundären Pflanzenstoffen in Äpfeln aus konventionellem und ökologischem Anbau 4

Mini-Gemüse im Verbrauchertrend
Qualitätssicherung auch bei Mini-Kohlarten großgeschrieben 7

Getreideballaststoffe – Nur Ballast oder mehr?
Wie Getreideballaststoffe vor Darmkrebs schützen können 10

Alte Obstsorten – heute aktuell?
Genbankarbeit bei Obst in Dresden-Pillnitz 14

Biomilch – Nachweismethoden im Labor
Analytische Ansätze für die Lebensmittelüberwachung 18

Qualität von der Weide 21

Vorratsschutz und Lebensmittelqualität 24

Den Mastputen auf die Beine helfen 27

Folien aus Weizeneiweiß
Mit hydrostatischem Druck die Eigenschaften von Proteinen verändern 30

Holzzerstörende Insekten
Befallsmerkmale, Monitoring, Langzeituntersuchungen und Begleitung von Bekämpfungsmaßnahmen in historischen Gebäuden 33

Eisfische – Fische ohne Blut? 38

Forschung „live“

From Farm to Fork
Neue Konzepte sollen die mikrobielle Sicherheit von Lebensmitteln erhöhen 41

Im Gespräch

„Biowissenschaften werden ökonomisch immer stärker“
Gespräch mit EU-Forschungsdirektor Dr. Christian Patermann 44

Portrait

„Souci – Fachmann – Kraut“
Neuauflage der Nährwerttabelle 47

Bundesforschungsanstalt für Fischerei
Neues Dienstgebäude für das Institut für Ostseefischerei 48

Schlaglichter 50

Impressum 54

Der Forschungsbereich 55

Sind Bio-Äpfel gesünder?

Gehalt und ernährungsphysiologische Eigenschaften von sekundären Pflanzenstoffen in Äpfeln aus konventionellem und ökologischem Anbau

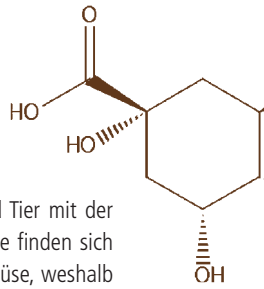
Berenike A. Stracke, Karlis Briviba, Achim Bub, Corinna E. Rüfer, Bernhard Watzl (Karlsruhe)

Viele Verbraucher, die sich beim Kauf von Lebensmitteln für Bioprodukte entscheiden, erhoffen sich davon gesundheitsfördernde Effekte. Allerdings liegen bis heute noch nicht genügend wissenschaftliche Daten vor, um ökologisch und konventionell erzeugte Lebensmittel vergleichend ernährungsphysiologisch bewerten zu können. Am Institut für Ernährungsphysiologie der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BfEL) wird zurzeit untersucht, ob sich verschiedene pflanzliche Lebensmittel aus ökologischer und konventioneller Anbauweise hinsichtlich ihres Gehaltes an sekundären Pflanzenstoffen und deren ernährungsphysiologischer Wirkung am Menschen unterscheiden.

Das vom „Bundesprogramm Ökologischer Landbau" über zwei Jahre geförderte Forschungsprojekt soll zur Klärung der Frage beitragen, ob zwischen ökologisch und konventionell angebauten Äpfeln Unterschiede im Gehalt an sekundären Pflanzenstoffen, beispielsweise Polyphenolen, existieren. Sekundären Pflanzenstoffen kommt allgemein eine hohe gesundheitliche Bedeutung zu.
Im folgenden Beitrag werden beispielhaft die Ergebnisse aus einem der zwei Erntejahre vorgestellt.

Polyphenole als Schutzstoffe

Polyphenole sind Substanzen, die auf der chemischen Struktur des Phenols basieren. Sie werden in zwei Hauptgruppen eingeteilt: Phenolsäuren und Flavonoide (vgl. Abb. 1).



Phenolsäuren und Flavonoide zählen zu den sekundären Pflanzenstoffen. Sie kommen in nahezu allen höheren Pflanzen vor und werden somit von Mensch und Tier mit der Nahrung aufgenommen. Phenolsäuren und Flavonoide finden sich vorwiegend in den Randschichten von Obst und Gemüse, weshalb das Schälen der Produkte immer zu einer Verringerung des Polyphenolgehaltes führt. Im menschlichen Körper wirken Phenolsäuren und Flavonoide als Antioxidantien und sind in der Lage, freie Radikale abzufangen.
Freie Radikale werden im Organismus ständig gebildet, sei es durch natürliche Stoffwechselvorgänge oder durch UV-Strahlung, Rauchen, ionisierte Strahlung oder toxische Chemikalien. Freie Radikale sind sehr reaktive Verbindungen, die in der Lage sind, DNA zu schädigen, Eiweiße zu denaturieren, Enzyme zu inaktivieren oder Lipide

oxidativ zu verändern. Eine Reihe akuter und chronischer Erkrankungen sowie der Alterungsprozess werden heute mit der Bildung von freien Radikalen in Zusammenhang gebracht. In Laborversuchen waren Antioxidantien wie Phenolsäuren oder Flavonoide in der Lage, freie Radikale abzufangen. In der Literatur ist beschrieben, dass der Konsum von Äpfeln und anderen pflanzlichen Lebensmitteln das antioxidative Potenzial im Menschen erhöhen kann.

Doch wieso bilden Pflanzen überhaupt diese Stoffe? Man hat herausgefunden, dass Polyphenole Pflanzen vor verschiedenen schädlichen Einflüssen schützen können, zum Beispiel vor UV-Einstrahlung, Insektenbefall oder bakteriellen und pilzlichen Infektionen. Pflanzen produzieren vermehrt Polyphenole, wenn sie durch diese Stressfaktoren belastet werden. Darüber hinaus kann die Konzentration der Polyphenole durch Standortfaktoren (Bodenqualität und Klima), Sorte und durch den Reifegrad beeinflusst werden. Eine starke Stickstoffdüngung kann die Polyphenolbildung hemmen.

Äpfel als Quelle für Polyphenole

Erhebungen in Deutschland zeigen, dass pro Tag durchschnittlich 200 mg Phenolsäuren und 54 mg Flavonoide mit der Nahrung aufgenommen werden. Eine wichtige Quelle für Flavonoide sind – neben schwarzem Tee, Rotwein, dunkler Schokolade und Zwiebeln – Äpfel. Sie enthalten im Schnitt insgesamt mehr als 2 g/kg Polyphenole, wobei Flavonoide den Hauptanteil ausmachen.

Die Studie

Am Institut für Ernährungsphysiologie der BfEL in Karlsruhe sollte überprüft werden, ob sich ökologisch und konventionell angebaute Äpfel hinsichtlich ihres Gehalts an Polyphenolen und ihres antioxidativen Potenzials unterscheiden. Darüber hinaus wurde in einer Studie mit Versuchspersonen (Interventionsstudie) untersucht, ob der Verzehr von ökologisch bzw. konventionell angebauten Äpfeln einen Einfluss auf die antioxidative Kapazität im Blutplasma der Versuchsteilnehmer hat.

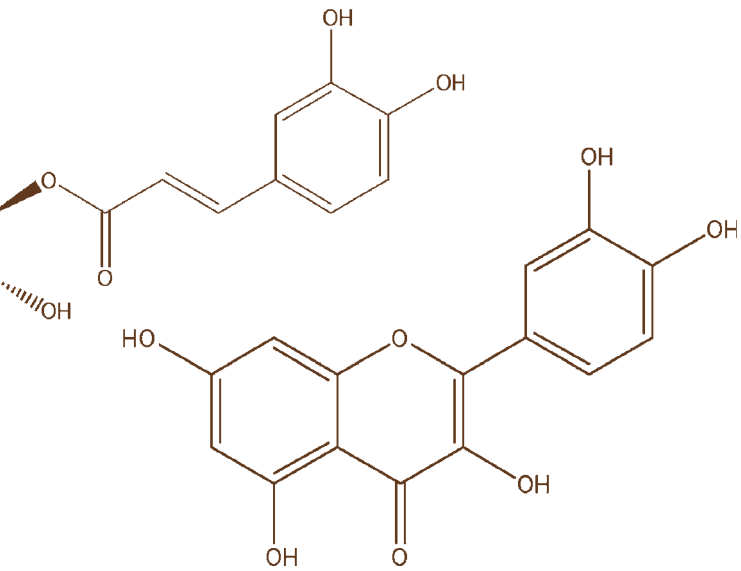


Abb 1: Beispiele für Polyphenole: Chlorogensäure, die zur Gruppe der Phenolsäuren gehört (oben) und das zu den Flavonoiden gehörende Quercetin (unten)

Für die Versuche wurden Äpfel der Sorten Golden Delicious und Elstar verwendet, die aus fünf (Golden Delicious) bzw. vier (Elstar) benachbarten konventionell bzw. und ökologisch bewirtschafteten Standorten stammten. Die Sorte Golden Delicious wurde vom Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) in der Schweiz zur Verfügung gestellt, die Sorte Elstar stammte aus Betrieben in Norddeutschland. Beide Apfelsorten werden im konventionellen wie auch im ökologischen Obstbau häufig angebaut.

Nach Extraktion der Phenolsäuren und Flavonoide aus den Äpfeln wurde die antioxidative Kapazität der Apfelproben mit drei unterschiedlichen Testsystemen gemessen:

- **FRAP**-Test (**F**erric **R**educing **A**bility of **P**lasma)
- **TEAC**-Test (**T**rolox **E**quivalent **A**ntioxidative **C**apacity)
- **ORAC**-Test (**O**xygen **R**adical **A**ntioxidative **C**apacity)

Die Verwendung von drei unterschiedlichen Testsystemen war notwendig, weil Antioxidantien freie Radikale auf unterschiedliche Weise abfangen. Daher würde die Beschränkung auf eine einzige Testmethode zu unausgewogenen Ergebnissen führen.

Mittels HPLC/MS (High Performance Liquid Chromatography/Mass Spectrometry) wurden die Einzelbestandteile der Polyphenole identifiziert und mengenmäßig bestimmt.

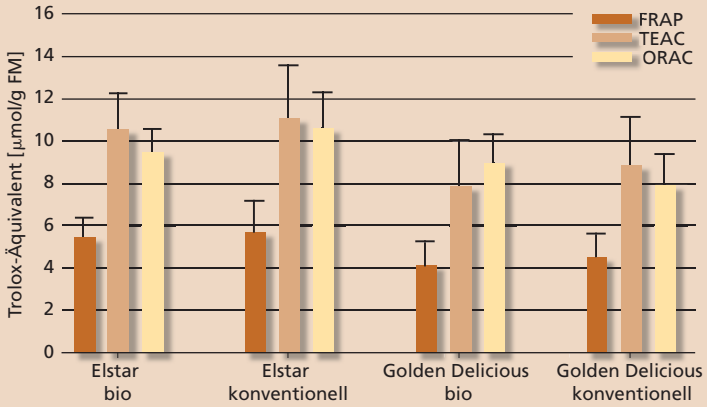
Vergleich zwischen biologisch und konventionell angebauten Äpfeln

Das antioxidative Potenzial der Apfelproben (Ernte 2004) ergab sich aus der Zusammenschau der drei Testsysteme. In Abbildung 2 ist das antioxidative Potenzial der Apfelproben dargestellt. Unabhängig vom Standort konnte bei der Sorte Golden Delicious gezeigt werden, dass zwei der drei Testsysteme (FRAP und TEAC) keine signifikanten Unterschiede zwischen den konventionell und biologisch angebauten Äpfeln aufwiesen; der ORAC-Test ergab eine signifikant höhere antioxidative Kapazität der Bio-Äpfel gegenüber denen aus konventionellem Anbau. Bei der Sorte Elstar konnten keine signifikanten Anbauunterschiede gezeigt werden, unabhängig vom Standort. Die Sorte Elstar besitzt im Vergleich zur Sorte Golden Delicious ein signifikant höheres antioxidatives Potenzial (vgl. Abb. 2).

Bei der Bestimmung der Gesamtmenge an Polyphenolen zeigten sich bei beiden Sorten standort-abhängige Unterschiede. Äpfel der Sorte Golden Delicious wiesen an drei Standorten höhere Polyphenolgehalte in der Bio-Variante auf, an einem Standort lagen sie in der konventionellen Variante höher und an einem Standort waren die Werte etwa gleich hoch (Abb. 3). Auch bei der Sorte Elstar zeigte sich ein ähnliches Bild.

Was die Summe der Polyphenole betrifft, konnten keine sortenspezifischen Unterschiede bestimmt werden. Im Detail wies die Sorte Golden Delicious höhere Konzentrationen an Chlorogensäure und Dihydrochalkonen auf, die Sorte Elstar höhere Konzentrationen an Flavanolen.

Abb 2: Antioxidatives Potenzial der Apfelproben der Ernte 2004. Beispielhaft ist jeweils ein Betriebspaar dargestellt. (FM= Frischmasse; 1 TÄ ist die Trolox-Konzentration, die zu 1mM Lösung des jeweiligen Extraktes äquivalent ist.)



Auswirkungen auf den Antioxidantienstatus im Körper

Die humane Interventionsstudie wurde an sechs männlichen Nichtrauchern im Alter zwischen 23 und 32 Jahren durchgeführt. Hierzu verzehrten die Probanden nach einer zweitägigen polyphenolfreien Ernährung morgens nüchtern 1 kg rohe, ungeschälte Äpfel innerhalb von 20 min (Golden Delicious, 1 Betriebspaar). Vor der Aufnahme sowie 1, 2, 3, 4½, 6, 9, 12 und 24 Stunden danach wurde den Probanden Blut entnommen. Nach einer viertägigen Auswaschphase wurde der Versuch wiederholt. Die Personen, die vorher konventionell angebaute Äpfel erhielten, verzehrten nun die aus ökologischem Anbau und umgekehrt. So wurde jeder Proband zu seiner eigenen Kontrollperson.

Die antioxidative Kapazität der gewonnen Blutproben wurde mit den drei genannten antioxidativen Testsystemen beurteilt. Der Apfelverzehr wirkte sich nicht auf die antioxidative Kapazität im TEAC- und ORAC-Test des Plasmas aus. Lediglich der FRAP-Test zeigte nach dem Apfelkonsum bei beiden Versuchsgruppen eine erhöhte antioxidative Kapazität im Blutplasma an. Dies ist wahrscheinlich auf eine steigende Harnsäurekonzentration zurückzuführen, die sich aus dem Abbau der Fruktose (Fruchtzucker) der Äpfel ergibt. Es ist bekannt, dass die FRAP-Werte stark mit den Harnsäurekonzentrationen korrelieren.

Schlussfolgerungen

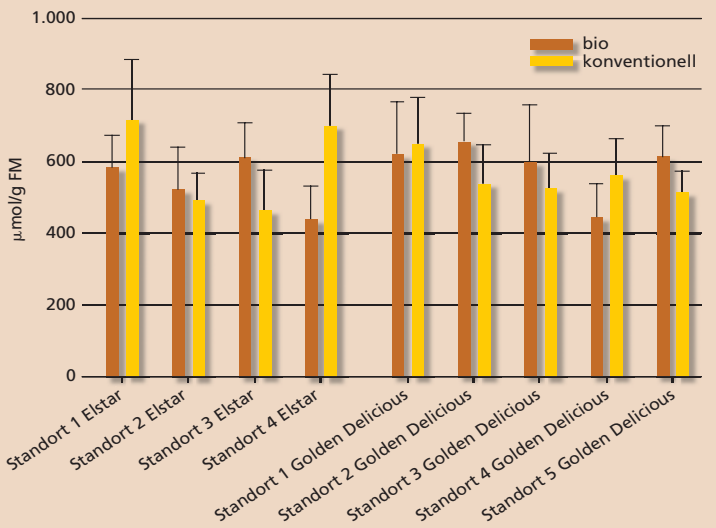
Bei der Bestimmung des antioxidativen Potenzials und des Polyphenolgehalts der beiden Sorten Elstar und Golden Delicious existieren keine nennenswerten Unterschiede zwischen der konventionellen und ökologischen Anbauweise, wenn alle Standorte ökologisch und konventionell angebauter Äpfel zusammengefasst werden. Wird jedoch der Faktor Standort (Anbaugebiet) mitberücksichtigt, dann treten signifikante Unterschiede vor allem bei der Sorte Golden Delicious auf, mit einem signifikant höheren antioxidativen Potenzial bei ökologisch angebauten Äpfeln. Bei der Sorte Elstar sowie beim Polyphenolgehalt (beide Sorten) sind die Ergebnisse weniger klar. Beim Sortenvergleich wies die Sorte Elstar vor allem bei den Flavanolen signifikant höhere Gehalte sowie ein höheres antioxidatives Potenzial auf als die Sorte Golden Delicious. Diese Ergebnisse zeigen, dass neben der Anbauweise auch die Faktoren Sorte und Anbaugebiet berücksichtigt werden müssen, um Aussagen zur ernährungsphysiologischen Qualität der Äpfel treffen zu können.

Eine abschließende Bewertung zum Einfluss der Anbauweise auf das antioxidative Potenzial von Äpfeln lässt sich jedoch nicht auf der Basis eines Erntejahres durchführen. Deshalb werden gegenwärtig Apfelproben des Erntejahres 2005 ausgewertet. Erst nach Untersuchungen einer dritten Apfelernte (Ernte 2006) wird sich zeigen, inwieweit analytisch und physiologisch relevante Unterschiede zwischen beiden Anbauweisen nachweisbar sind. ■

BfEL

M. Sc. Berenike A. Stracke, PD Dr. (SU) Karlis Briviba, PD Dr. Achim Bub, Dr. Corinna E. Rüfer, PD Dr. Bernhard Watzl, Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Institut für Ernährungsphysiologie, Haid-und-Neu-Str. 9, 76131 Karlsruhe.
E-Mail: berenike.stracke@bfel.de

Abb. 3: Gesamt-Polyphenolgehalte der Apfelproben, Ernte 2004 (FM= Frischmasse).



„Gesamt-Polyphenolgehalt" entspricht der Summe aller gemessenen Phenolsäuren (Hydroxyzimtsäuren) und Flavonoide (Flavanole, Flavonole, Dihydrochalkone).

M. Welling

Mini-Gemüse im Verbrauchertrend

Qualitätssicherung auch bei Mini-Kohlarten großgeschrieben

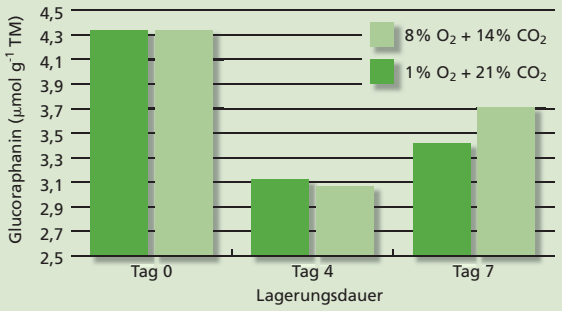
Monika Schreiner, Peter Peters und Angelika Krumbein (Großbeeren)

Der Trend geht zum frischen, abgepackten, gesunden Essen, zu vielen kleinen Mahlzeiten nebenbei, aber auch zum „schuldlosen Snack". Solch ein Single-Serving Snack – reich an gesundheitsfördernden Substanzen und gleichzeitig frei von Fettmachern – ist Mini-Gemüse. Mini-Brokkoli und Mini-Blumenkohl werden ebenso wie Cherry-Tomaten, Baby-Möhren oder kleinköpfige Salate zunehmend vom Verbraucher nachgefragt. Doch wie sieht es mit der Qualitätssicherung solcher Produkte aus? Wie kann die Qualität bis zum Verbraucher garantiert werden? Wissenschaftler des Instituts für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt e.V. sind diesen Fragen nachgegangen.

Die wachsende Anzahl von Single-Haushalten und auch die Bedürfnisse bestimmter Verbrauchergruppen wie Kinder und Senioren führen dazu, dass Gemüse auch in kleineren Formen und Verpackungseinheiten von den Lebensmittelketten angeboten wird. Mischverpackungen mit mehreren Minigemüsearten sollen dem Verbraucher noch mehr Vielfalt bei seinem Gemüsekonsum bieten.

Die Qualität von gemeinsam verpackten Gemüsesorten sicherzustellen ist jedoch nicht ganz einfach. Fast für jedes Gemüse gelten andere Anforderungen an die Verpackung. Zudem ist gerade Mini-Gemüse äußerst stoffwechselaktiv. Wissenschaftler der Abteilung Qualität des Instituts für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ) haben am Beispiel von gemischt verpacktem Mini-Brokkoli und Mini-Blumenkohl

Abb. 2: Dynamik der Glucoraphanin-Konzentration in Mini-Brokkoli im Verlauf von sieben Tagen bei unterschiedlichen O_2- und CO_2-Konzentrationen der Umgebungsluft.



untersucht, wie sich die verschiedenen Sauerstoff- und Kohlendioxid-Konzentrationen in der Verpackungsatmosphäre auf die qualitätsbestimmenden Glucosinolate dieser beiden Kohlarten auswirken.

Bedeutung der Glucosinolate

Glucosinolate gehören zu den sekundären Pflanzenstoffen und sind typisch für Pflanzen aus der Familie der Brassicaceae (Kreuzblütler). Viele Gemüsearten wie die verschiedenen Kohle, aber auch Rettich, Radies und Kohlrabi zählen dazu. Die Glucosinolate geben ihnen ihren leicht bitteren bis scharfen Geschmack.

In den 90er Jahren wurde die krebshemmende, antioxidative und cholesterinsenkende Wirkung der Abbauprodukte vieler Glucosinolate nachgewiesen. Zu den Glucosinolaten, deren Abbauprodukte bisher nachweislich antikanzerogenes Potenzial besitzen, gehören die gesamte Gruppe der Indolglucosinolate, die aromatischen Glucosinolate Gluconasturtiin und Glucotropaeolin und die aliphatischen Glucosinolate Glucoraphanin und Sinigrin.

Lagerung und Verpackung in modifizierter Atmosphäre

Nach der Ernte hängt die Qualität des Gemüses in starkem Maße von klimatischen Einflüssen ab. Da es sich bei den Produkten um lebendes Material handelt, reagiert ihr Stoffwechsel auf Temperatur und Luftfeuchte, vor allem aber auf die Konzentration von Sauerstoff (O_2) und Kohlendioxid (CO_2) in der Umgebungsluft. Erhöhte CO_2- und verminderte O_2-Konzentrationen der Luft verlangsamen die Stoffwechselvorgänge in den Pflanzenzellen und zögern in der Regel Alterungsprozesse hinaus. Das macht man sich bei der Lagerung und Verpackung zu Nutze.

Sowohl bei der Lagerung in so genannter kontrollierter Atmosphäre (CA) als auch bei der Verpackung in modifizierter Atmosphäre (MAP = Modified Atmosphere Packaging) ist der Sauerstoffgehalt verringert und der Kohlendioxidgehalt erhöht. Auf diese Weise lässt sich bei Gemüse der Abbau von sensorisch relevanten Inhaltsstoffen wie Zuckern, Säuren, Aromastoffen, aber auch von gesundheitsfördernden sekundären Pflanzenstoffen verzögern.

Bekannt ist bei ausgereiften Brokkoli- und Blumenkohlköpfen bisher, dass CA-Lagerung und MAP zur Erhaltung der äußeren und sensorischen Qualität beitragen. Wie sich eine veränderte CO_2-/O_2-Zusammensetzung auf die Glucosinolate auswirkt, ist für Blumenkohl bislang nicht bekannt, für Brokkoli sind die Untersuchungsergebnisse widersprüchlich. Darüber hinaus fehlen Informationen, wie sich der Glucosinolatgehalt bei Mini-Brokkoli und Mini-Blumenkohl entwickelt, die gemeinsam in modifizierter Atmosphäre verpackt und in „Single-Serving Snack"-Verpackungen angeboten werden.

Für die Untersuchungen am IGZ wurden jeweils zwei Mini-Brokkoli und Mini-Blumenkohl in Kunststoffschalen, so genannten Foodtrays (275 mm x 175 mm x 75 mm) verpackt, deren Polypropylen-Siegelfolie eine unterschiedliche Mikroperforation aufwies (Abb. 1). Durch diese Mikrolochungen von je 0,37 mm Durchmesser wird der Gasaustausch zwischen Verpackungs- und Umgebungsluft so gesteuert, dass sich die gewünschte CO_2-/O_2-Zusammensetzung in der Verpackung etabliert. In der Praxis werden mikroperforierte Folien angeboten, um leicht verderbliche Lebensmittel wie Gemüse, Obst, Käse, oder Wurstwaren in modifizierter Atmosphäre zu verpacken. Zur Einstellung einer Atmosphäre von 1 % O_2 + 21 % CO_2 wurden zwei Mikrolochungen pro Verpackung appliziert, bei der modifizierte Atmosphäre von 8 % O_2 + 14 % CO_2 acht Mikrolochungen. Die Verpackungen wurden für sieben Tage – eine handelsübliche Distributionsdauer – bei 8 °C gelagert. Am Einlagerungstag sowie nach vier und sieben Tagen Lagerungsdauer wurden die Mini-Gemüse auf ihren Glucosinolatgehalt untersucht.

Glucosinolatgehalte in Mischverpackungen

Mini-Brokkoli

Die Gehalte der aliphatischen Glucosinolate Glucoraphanin und Glucoiberin nahmen bei Mini-Brokkoli bei der Variante mit sehr niedriger O_2-Konzentration (1 %) und sehr hoher CO_2-Konzentration (21 %) ab. Bei moderater O_2-Konzentration (8 %) und CO_2-Konzentration (14 %) nahmen die Glucoraphanin- und Glucoiberingehalte zunächst ab, stiegen dann aber zum Ende der Lagerungsdauer wieder an. Abbildung 2 zeigt dies am Beispiel des Glucoraphanins. Ähnliche Effekte ergaben sich auch bei entsprechenden Versuchen mit Radies und ausgereiften Brokkoliköpfen. Es wird vermutet, dass eine Neusynthese die Ursache für diese finale Anreicherung sein könnte.

Abb. 1: Mini-Brokkoli und Mini-Blumenkohl in Foodtrays

Brokkoli ist von Natur aus reich an Aminen, der Vorstufe der Aminosäuren, aus denen dann wiederum Glucosinolate synthetisiert werden können. Die Neusynthese der Glucosinolate ist als Stressreaktion auf die veränderten CO_2-/O_2-Konzentrationen zu sehen. Eine Anreicherung von Glucosinolaten wurde auch bei anderen Stress verursachenden Umweltänderungen beobachtet (z.B. verringerte Wasserversorgung).
Versuche in Dänemark mit ausgereiften Brokkoliköpfen hatten ergeben, dass dort auch bei einer 1%igen O_2-Konzentration die Gehalte an aliphatischen Glucosinolaten zunehmen. Junge Brokkoliköpfe reagieren auf O_2-Mangel offensichtlich sensibler. Auch von anderen Gemüse- und Obstarten ist bekannt, dass die einzelnen Entwicklungsstadien unterschiedlich empfindlich auf sich verändernde O_2-Konzentrationen reagieren.

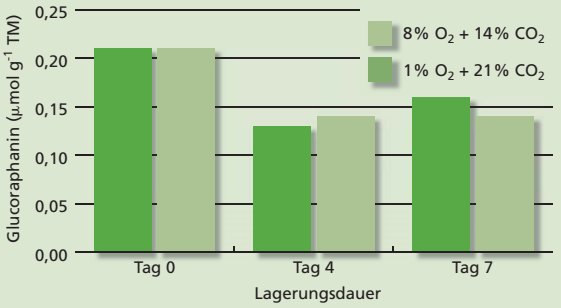
Mini-Blumenkohl

Bei Mini-Blumenkohl nahmen die Gehalte der aliphatischen Glucosinolate bei sehr niedriger O_2-Konzentration (1 %) und sehr hoher CO_2-Konzentration (21 %) nach anfänglicher Abnahme tendenziell wieder zu. Eine moderate O_2-Konzentration (8 %) und CO_2-Konzentration (14 %) führte dagegen zu einem Absinken des aliphatischen Glucosinolatgehalts zum Ende der Lagerung (Abb. 3).

Produktspezifische Unterschiede

Mini-Brokkoli und Mini-Blumenkohl reagieren offensichtlich unterschiedlich auf veränderte CO_2-/O_2-Konzentrationen. Das zeigte sich nicht nur bei den aliphatischen Glucosinolaten, sondern auch bei den Indolglucosinolaten. Bei Mini-Blumenkohl nahmen die Gehalte an Indolglucosinolaten über die gesamte Lagerungsdauer bei beiden MAP-Varianten ab (Abb. 4), während bei Mini-Brokkoli ein Anstieg der Indolglucosinolate am Lagerungsende ermittelt wurde (Abb. 5).
Weder bei Mini-Brokkoli noch bei Mini-Blumenkohl wurden bei einer der untersuchten Verpackungsarten Fehlgerüche oder Farbveränderungen festgestellt.

Abb. 3: Dynamik der Glucoraphanin-Konzentration in Mini-Blumenkohl im Verlauf von sieben Tagen bei unterschiedlichen O_2- und CO_2-Konzentrationen der Umgebungsluft.



Verpackung dem Bedarf anpassen

Die Ergebnisse zeigen, dass für den Erhalt der aliphatischen und Indolglucosinolate in Mini-Brokkoli eine modifizierte Atmosphäre von 8 % O_2 + 14 % CO_2 in der Verpackung bei einer Lagerungsdauer von einer Woche am besten geeignet ist. Für Mini-Blumenkohl bietet sich dagegen die Variante mit 1 % O_2 + 21 % CO_2 an.
Um also Mini-Brokkoli und Mini-Blumenkohl ohne Qualitätsverlust – hier also ohne einen Verlust an Glucosinolaten – zusammen in einer Verpackung anzubieten, muss eine angepasste Verpackungsform verwendet werden. Möglich wären zum Beispiel Foodtrays mit zwei Kompartimenten, wobei das eine Kompartiment mit Mini-Brokkoli, das andere mit Mini-Blumenkohl gefüllt ist. Die anschließend aufgebrachte Versiegelungsfolie erhält je Kompartiment eine unterschiedliche Mikroperforation, um die entsprechenden modifizierten Atmosphären je Kompartiment einstellen zu können. ■

Dr. Monika Schreiner, Dr. Peter Peters und Dr. Angelika Krumbein, Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau, Theodor-Echtermeyer-Weg 1, 14979 Großbeeren. E-Mail: schreiner@igzev.de

Abb. 4: Dynamik der Indolglucosinolat-Konzentration in Mini-Blumenkohl im Verlauf von sieben Tagen bei unterschiedlichen O_2- und CO_2-Konzentrationen der Umgebungsluft.

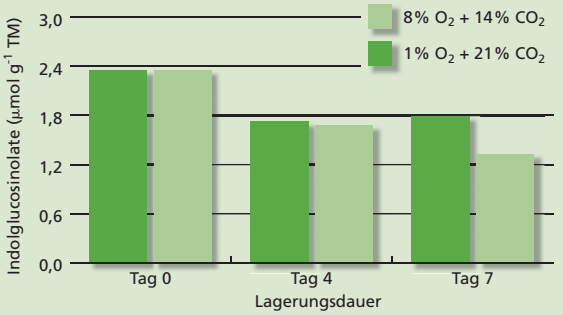
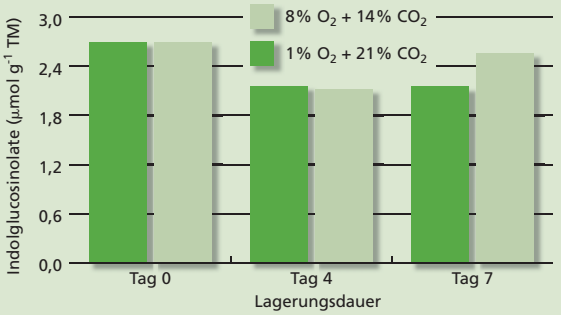


Abb. 5: Dynamik der Indolglucosinolat-Konzentration in Mini-Brokkoli im Verlauf von sieben Tagen bei unterschiedlichen O_2- und CO_2-Konzentrationen der Umgebungsluft.



Getreideballaststoffe – Nur Ballast oder mehr?

Wie Getreideballaststoffe vor Darmkrebs schützen können

Jürgen Hollmann und
Meinolf G. Lindhauer (Detmold),
Michael Glei und Beatrice Pool-Zobel (Jena)

Vollkornbrot gilt in vielerlei Hinsicht als gesund. Neben Nährstoffen wie Stärke, Proteinen, ungesättigten Fettsäuren und Vitaminen enthalten Getreideprodukte – vor allem die aus Vollkorn – einen hohen Anteil an Ballaststoffen. Gerade diese Stoffe spielen für die Gesundheitsprävention eine bedeutende Rolle. So können sie unter anderem dazu beitragen, vor Dickdarmkrebs zu schützen, wie Forscher der Friedrich-Schiller-Universität Jena und der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BfEL) jetzt in einem Gemeinschaftsprojekt herausfanden.

Aus heutiger Sicht verdienen Ballaststoffe ihren Namen zu Unrecht: Auch wenn sie nicht als Nährstoffe vom Organismus aufgenommen werden, sind sie doch kein unnützer Ballast. Seit langem ist bekannt, dass sie unter anderem die Verdauung unterstützen. Regelmäßig und in ausreichenden Mengen verzehrt, können sie auch das Risiko senken, an Herzkreislauf-Erkrankungen oder Erkrankungen des Verdauungstraktes zu leiden. Eine ballaststoffreiche Ernährung wird daher empfohlen.

Ob bestimmte Ballaststoffe auch vor Dickdarmkrebs schützen, wird seit geraumer Zeit kontrovers diskutiert. Einige große epidemiologische Studien und neue Erkenntnisse über die biochemische Wirkung von Getreideballaststoffen im Dickdarm, über die hier berichtet wird, sprechen aber dafür.

Dickdarmkrebs ist in Deutschland bei beiden Geschlechtern die zweithäufigste Krebserkrankung und damit der wichtigste Krebs im Magen-Darmtrakt. Etwa 70 % aller Darmkrebsfälle gelten als ernährungsbedingt und könnten somit durch eine bewusste Gestaltung der Ernährung verhindert werden. Auch hier scheinen ballaststoffhaltige Lebensmittel eine wichtige Rolle zu spielen.

Was sind Ballaststoffe?

Die American Association of Cereal Chemists hat den Begriff Ballaststoffe 2001 wie folgt definiert: „Ballaststoffe sind die essbaren Bestandteile von Pflanzen oder vergleichbare Kohlenhydrate, die im menschlichen Dünndarm nicht verdaulich und nicht resorbierbar, aber vollständig oder teilweise im Dickdarm fermentierbar sind. Sie umfassen Substanzen wie Polysaccharide, Oligosaccharide, Lignin und assoziierte Substanzen. Ballaststoffe haben günstige Wirkungen einschließlich Laxation (= Abführen) und/oder Normalisierung der Cholesterin- und Glucosespiegel im Blut".

Ballaststoffe sind damit pflanzliche Inhaltsstoffe, die den menschlichen Dünndarm passieren und durch die Peristaltik des Darms unverdaut in den Dickdarm gelangen. Dort werden sie von der mikrobiellen Darmflora bei Abwesenheit von Sauerstoff ganz oder teilweise abgebaut. Bei diesen Vorgängen entstehen kurzkettige Fettsäuren wie Acetat, Propionat und Butyrat. Butyrat dient der Ernährung der Darmwandzellen und vermag, zumindest in Zellkultur, das Wachstum von Darmtumorzellen zu hemmen und solche Zellen durch Einleitung des programmierten

Zelltodes („Apoptose") zu eliminieren. So genannte präbiotische Ballaststoffe wie das Inulin führen zu einem gesteigerten Wachstum von Bifidobakterien und Lactobacillen, die als „günstige" Darmbakterien das Überleben anderer, weniger günstiger Keime verhindern. Inwiefern diese Wirkungen im Einzelnen auch im Darm des Menschen bestehen, wird intensiv untersucht.

Zu den Ballaststoffen zählen die Cellulose, die Hemicellulosen (u.a. Arabinoxylane), das Pektin, die β-Glucane, Inuline und Oligofruktosen sowie Guar, Pflanzenschleime und resistente Stärke.

Ballaststoffe, Getreidevollkorn und Krebs

Seit Beginn der 1970er Jahre gibt es zahllose Publikationen, die sich mit der Frage beschäftigen, ob eine ballaststoffreiche Ernährung das Risiko, an Dickdarm- und anderen Krebsarten zu erkranken, senken kann. Doch die Datenlage ist nicht eindeutig.

In zwei umfangreichen Untersuchungen (EPIC-Studie „European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition" mit rund 520.000 Personen aus 10 Europäischen Ländern und PLCO-Studie „Prostate, Lung, Colorectal, and Ovarian Cancer Screening Trial" mit rund 34.000 Männern aus den USA) ging ein erhöhter Verzehr von Ballaststoffen mit einer Verringerung des Darmkrebsrisikos einher. Im Gegensatz hierzu hat eine andere führende Arbeitsgruppe mit Daten der „Nurses' Health Study" (76.950 Frauen) und der „Health Professionals Follow-up Study" (47.280 Männern) aus den USA einen solchen Zusammenhang nicht nachweisen können. Zudem wurde im Rahmen einer Humanstudie kein Hinweis dafür gefunden, dass ein hoher Verzehr von Ballaststoffen, Obst, Gemüse und Getreide das Auftreten von Krebsvorstufen in der Dickdarmwand hemmen könnte.

Die Untersuchungen zu Wirkungen einzelner Ballaststoffe an isolierten Zellen und tierexperimentelle Untersuchungen deuten aber darauf hin, dass diese Substanzen in der Tat protektiv wirken. Deshalb ist es notwendig, zunächst die Wirkmechanismen einzelner ballaststoffhaltiger Lebensmittel noch näher zu erforschen, um dann auf der Grundlage dieser Erkenntnisse gezielte klinisch kontrollierte Ernährungsstudien am Menschen durchzuführen.

Das Forschungsprojekt „Arabinoxylane"

Eine ergiebige Quelle für Ballaststoffe ist die Weizenkleie aus den Randschichten des Weizenkorns. Rund 12–15 % des Getreides verbleiben nach der Vermahlung zu so genannten hellen Mehlen als Kleie. Pro Jahr fallen ca. 800.000 Tonnen Weizenkleie in Deutschland an.

Bis 1998 lagen 21 abgeschlossene Studien zur Wirkung der Weizenkleie auf die Entstehung von Dickdarmkrebs bei Tier und Mensch vor. 16 Studien zeigten, dass ein Verzehr von Weizenkleie das Darmkrebsrisiko signifikant verringern kann. Leider wird die Vergleichbarkeit der Studien sowohl durch eine fehlende Standardisierung der Versuchsprotokolle als auch durch eine mangelhafte oder gänzlich fehlende Charakterisierung der verwendeten Kleiepräparate erschwert.

Warum gerade die Weizenkleie gegenüber anderen Ballaststoffträgern diese krebshemmende Wirkung im Dickdarm entfaltet und welche spezifischen Inhaltsstoffe dafür verantwortlich sind, ist nicht bekannt. Die Weizenkleie enthält neben ca. 50 % Ballaststoffen (u.a. Arabinoxylane) auch niedermolekulare Inhaltsstoffe (Antioxidantien, Vitamine, Flavonoide), die für diesen hemmenden Effekt verantwortlich gemacht werden können.

Um die Rolle der Ballaststoffe der Kleie näher zu untersuchen, wurde in einem gemeinsamen Forschungsprojekt der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BfEL), Standort Detmold, mit dem Lehrstuhl für Ernährungstoxikologie der Friedrich-Schiller-Universität Jena ein Verfahren zur Gewinnung von Arabinoxylanen aus der Weizenkleie entwickelt. Diese bilden den Hauptballaststoff der Weizenkleie. Es konnten zwei Produkte gewonnen werden: die alkalisch gewinnbaren Arabinoxylane (AEAX) als Hauptprodukt und die mit Wasser extrahierbaren Arabinoxylane (WEAX) als Nebenprodukt. Abbildung 1 zeigt die chemische Struktur der AEAX, wie sie am Detmolder Institut ermittelt wurde.

Durch das neu entwickelte Verfahren lassen sich aus einem Kilogramm Weizenkleie rund 115 g Arabinoxylane gewinnen. Das Produkt besitzt eine Reinheit von mindestens 80 %. Das Verfahren eignet sich auch zur Gewinnung dieser Stoffe in größerem Maßstab.

Im zweiten Projektteil, durchgeführt am Lehrstuhl für Ernährungstoxikologie der Friedrich-Schiller-Universität in Jena, wurden die isolierten Arabinoxylane und daraus gewonnene Fermentationsprodukte an menschlichen Dickdarmzellen untersucht. Auch wenn direkte Rückschlüsse auf die tatsächlichen Wirkmechanismen im menschlichen Verdauungstrakt problematisch sind, liefern die Ergebnisse aus diesen Zellkulturexperimenten wichtige Hinweise, wie die Substanzen im Darm wirken könnten.

Abbildung 2 zeigt schematisch, wie man sich die Krebsentstehung vorstellt. Zentrales Ausgangsereignis zu Beginn dieses Prozesses ist

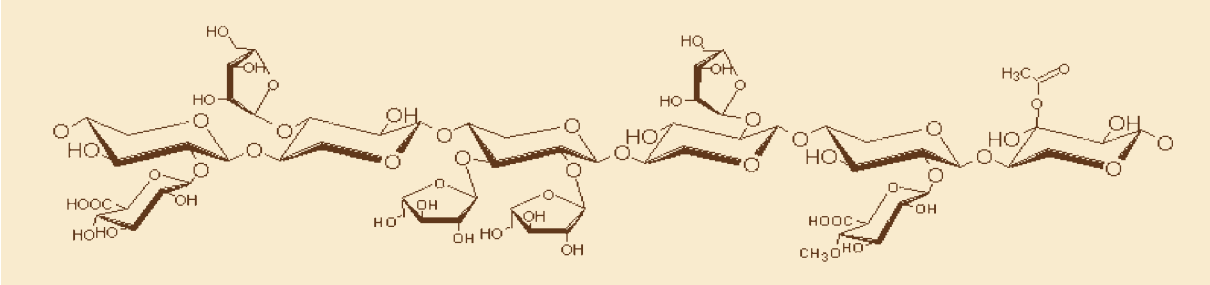
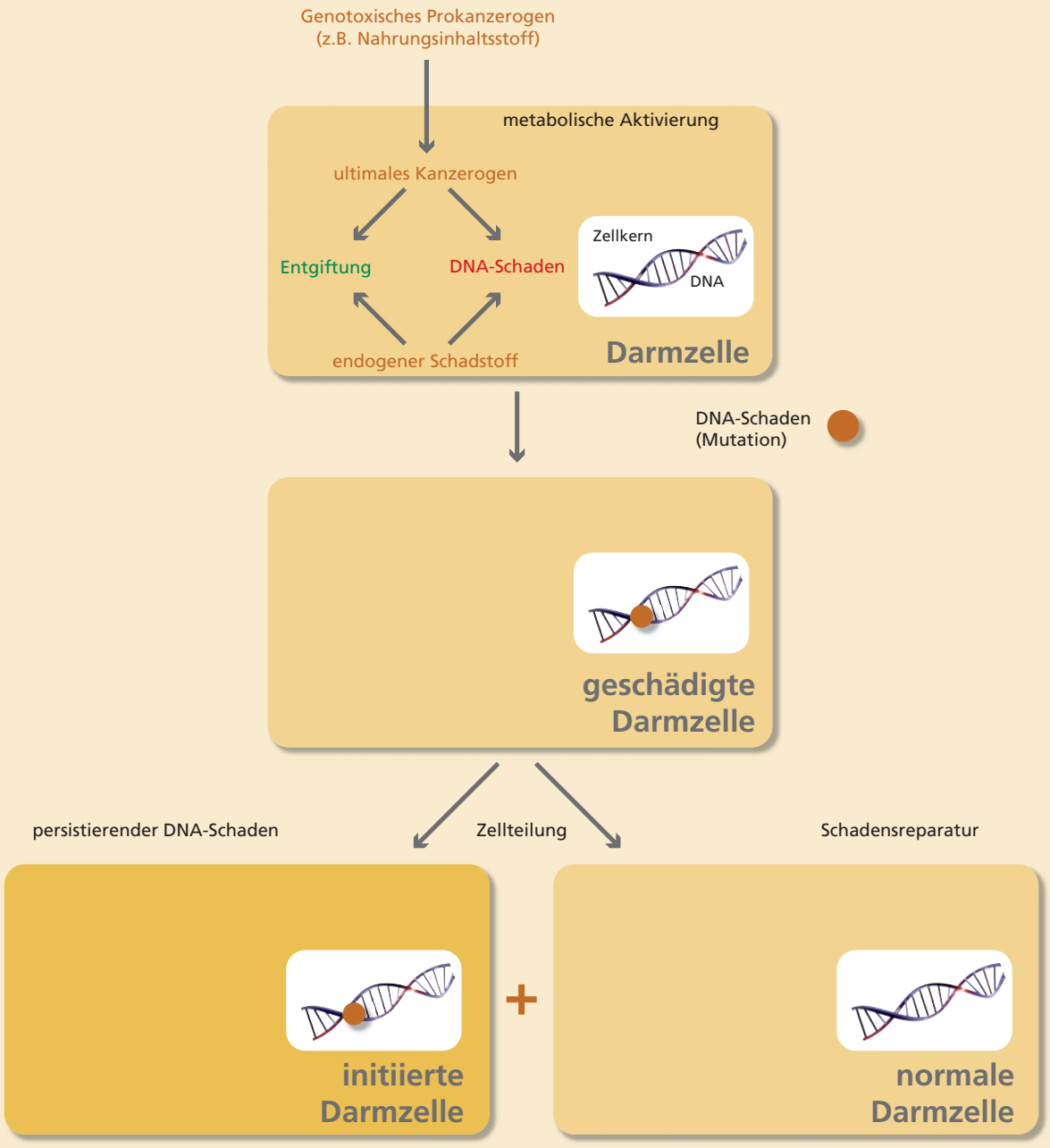


Abb. 1: Chemische Struktur der Arabinoxylane aus der Weizenkleie

eine Schädigung der DNA (Mutation) durch einen von außen zugeführten Stoff (Prokanzerogen) oder einen endogenen Prozess. Kann dieser Schaden nicht repariert werden, so folgt nach Teilung der geschädigten Zelle die Übertragung des Schadens auf die Tochterzelle – eine „initiierte" Zelle entsteht, aus der sich über weitere Mutationsereignisse und viele Zellteilungen schließlich Krebs entwickeln kann. Dieser Prozess kann von der Entstehung der initiierten Zelle bis zur Ausbreitung des Krebses durch Metastasen viele Jahre dauern (10–25 Jahre).

An isolierten Dickdarmzellen wurden nun die Wirkungen der Arabinoxylane und ihrer Fermentationsprodukte untersucht. Gelangen Ballaststoffe in den Dickdarm, so werden sie, in Abhängigkeit von der chemischen Struktur und Verweilzeit, unterschiedlich stark abgebaut („fermentiert"). Um den mikrobiellen Abbau der Arabinoxylane im

Abb. 2: Schematische Darstellung der frühen Phasen der Krebsentstehung: Durch Schädigung der DNA entsteht aus einer normalen Dickdarmzelle eine initiierte Zelle, aus der sich unter Umständen durch weitere Mutationen Krebs entwickeln kann.



menschlichen Dickdarm zu simulieren, wurden die Isolate im Labor mit menschlichen Faeces-Keimen fermentiert (Abb. 3). Es zeigte sich, dass beide Arabinoxylantypen durch die Darmkeime abgebaut werden, wobei kurzkettige Fettsäuren entstehen. Die bei der Fermentation gebildeten Substanzen hemmten die Zellteilung humaner Dickdarmtumorzellen signifikant. Außerdem steigerten sie signifikant die Aktivität von Schadstoff-entgiftenden Enzymen und waren tendenziell in der Lage, vor bestimmten oxidativen DNA-Schäden zu schützen. Die Fermentationsprodukte der Arabinoxylane greifen also an verschiedenen Stellen der Krebsentstehung regulierend ein: Sie können DNA-schädigende Stoffe durch eine Steigerung der Aktivität zellulärer Entgiftungsenzyme besser abwehren, sie können die Schädigung der DNA verringern und sie können die für die Ausbreitung der Zellschäden erforderliche Zellteilung hemmen. Unfermentierte, intakte Arabinoxylane sind dazu nicht in der Lage, da sie nicht in Körperzellen einzudringen vermögen.

Allerdings besitzt die Gruppe der mit Wasser extrahierbaren Arabinoxylane (WEAX) auch in unfermentierter Form ein hohes antioxidatives Potenzial und könnte so Darmzellen vor oxidativen Schäden (Brüche im DNA-Strang) schützen. Diese Schutzfunktion kann durch den so genannten Comet-Assay an einzelnen Zellen unter dem Mikroskop nachgewiesen werden. Dazu werden die behandelten Zellen in ein Gel eingebettet, an das ein elektrisches Feld angelegt wird (Elektrophorese). Nur geschädigte, fragmentierte DNA kann in einzelnen Bruchstücken aus dem komplexen Zellkern herauswandern, so dass nach Anfärbung das typische Bild eines Kometen erscheint (Abb. 4).

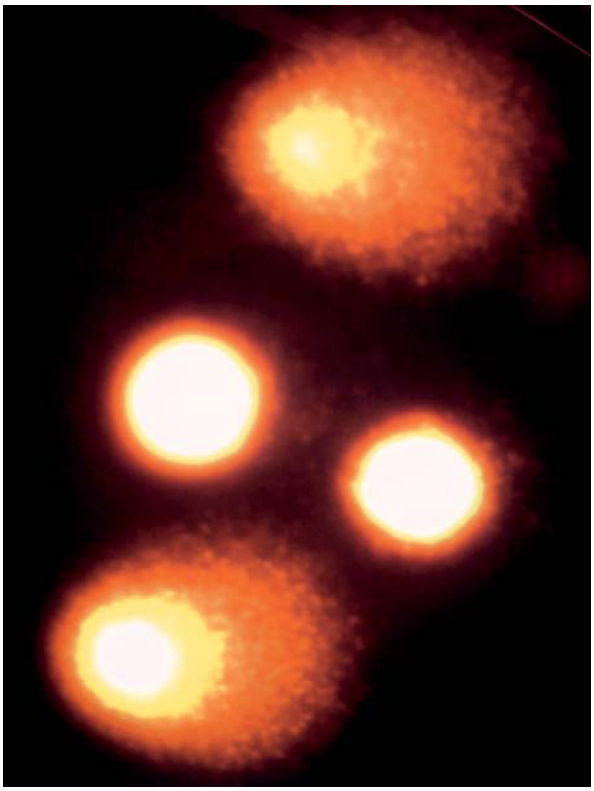


Abb. 4: Comet Assay: Zellen mit ungeschädigter (Mitte) und geschädigter DNA (oben und unten)

Wirkmechanismen geklärt

Die Arbeiten haben ergeben, dass isolierte Bestandteile der Weizenkleie eine zellschützende Wirkung besitzen. Erstmals konnte gezeigt werden, dass Arabinoxylane von der menschlichen Darmflora fermentiert werden und dass diese Fermentationsprodukte das Wachstum von Krebszellen verringern und zelluläre Entgiftungsmechanismen gegen Kanzerogene fördern können. Darüber hinaus haben auch unfermentierte Arabinoxylane die Fähigkeit, zellschädigende Produkte abzufangen.

Ob neben den Arabinoxylanen noch andere Inhaltsstoffe in der Weizenkleie vor Darmkrebs schützen können, muss in weiteren Untersuchungen geklärt werden. Die hier vorgestellten Arbeiten haben aber wesentlich dazu beigetragen, die molekularen Wirkmechanismen von Ballaststoffen zu verstehen. Es ist jetzt klarer, auf welche Weise eine ballaststoffreiche Ernährung dazu beiträgt, das Risiko zu verringern, an Dickdarmkrebs zu erkranken. ■

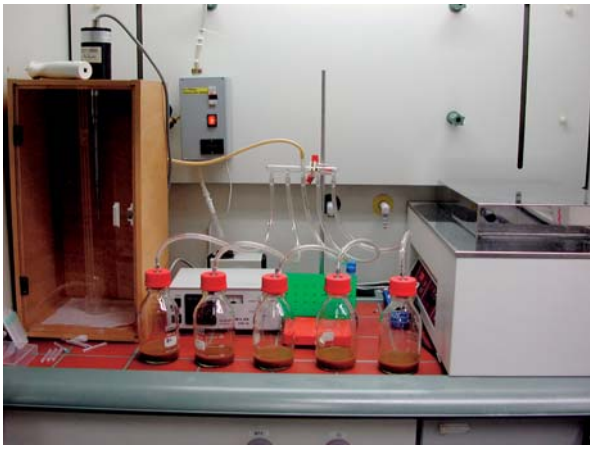


Abb. 3: Versuchsaufbau zur Durchführung der Fermentation von Proben mit menschlichen Faeces-Keimen im Labor

Dr. Jürgen Hollmann, Dr. Meinolf G. Lindhauer, Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BfEL), Institut für Getreide-, Kartoffel- und Stärketechnologie, Schützenberg 12, 32756 Detmold.
E-Mail: juergen.hollmann@bfel.de

PD Dr. Michael Glei, Prof. Dr. Beatrice L. Pool-Zobel, Friedrich-Schiller-Universität Jena, Institut für Ernährungswissenschaften, Dornburger Str. 25, 07743 Jena

Danksagung
Dieses Vorhaben wurde aus Mitteln der industriellen Gemeinschaftsforschung (Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit) via AiF über den Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI) gefördert. AiF-Projekt Nr. 13065 BG.

M. Welling

Alte Obstsorten – heute aktuell?

Genbankarbeit bei Obst in Dresden-Pillnitz

Monika Höfer und Magda-Viola Hanke (Dresden-Pillnitz)

Alte Obstsorten sind wie Bräuche oder Baudenkmale, sie stellen ein Stück unserer Kulturgeschichte dar. Doch wie kann eine Sorte bewahrt werden? Am besten natürlich, indem sie genutzt wird: in der Züchtung, im Obstbau oder für landeskulturelle Zwecke. Aufgrund der großen Zahl von Sorten ist dies aber nicht in jedem Fall möglich. Daher gibt es so genannte Genbanken oder Sortengärten. Dort werden auch Sorten erhalten, die in der gegenwärtigen Entwicklung des Obstbaus und der Züchtung keine Bedeutung besitzen, jedoch Qualitätsmerkmale aufweisen, die für künftige Nutzungen wertvoll sein könnten.

Kulturgeschichte des Obstes

Um den Wert und die Bedeutung alter Obstsorten einschätzen zu können, ist es wichtig, die Kulturgeschichte der Sorten zu kennen. Diese soll am Beispiel des Apfels, der meist geschätzten Obstart der gemäßigten Klimazone, dargestellt werden.

Das Ursprungsgebiet des Kulturapfels liegt in der Region zwischen dem Kaukasus und dem Himalaja. Als Vorfahre des Kulturapfels gilt die Wildart *Malus sieversii*, die heute noch an den Gebirgshängen oberhalb von Alma Ata, der kasachischen Hauptstadt, vorkommt. Dieses Gebiet wird als Gen-Zentrum des Kulturapfels bezeichnet (Abb. 1). Neuere Veröffentlichungen verweisen auch auf natürliche Vorkommen von *Malus sieversii* in China. Die Wildart *Malus sieversii* zeigt in den natürlich vorkommenden Wildapfelwäldern eine sehr große Vielfalt in Form, Farbe und Geschmack der Früchte. Das geht von nicht essbaren Früchten, die unserem einheimischen Holzapfel ähneln, bis zu Früchten, die sich kaum von den heutigen Kultursorten unterscheiden (Abb. 2).

Bäume mit Früchten, die der Ernährung dienten, wurden bereits frühzeitig in der Nähe von Siedlungen angepflanzt – dies war der Beginn der Domestikation des Apfels. Schon 10.000 Jahre v. Chr. wuchsen im mittelasiatischen Raum Äpfelbäume, deren Früchte einen

Durchmesser bis 6 cm und einem Gewicht von 60 g erreichten. Nach Osten und Westen hybridisierte *M. sieversii* mit anderen Arten.
Im botanischen System erhielt der Kulturapfel den Namen *Malus domestica*. Da er genetisch gesehen ein Hybridkomplex ist, also mehrere Arten an der Entstehung beteiligt waren, wird er heute als *Malus x domestica* bezeichnet. Über Handelsstraßen und Eroberungszüge gelangte der Apfel von Asien nach Europa. Bereits im 4. Jahrhundert v. Chr. beherrschte man im alten Griechenland die Kunst des Veredelns; somit konnten Bäume erstmals sortenrein erhalten werden. Es waren aber insbesondere die Römer, die den Obstbau zu einer Hochkultur entwickelten und das Wissen sowie die ersten Sorten nach Mittel- und Nordeuropa brachten.
Im Mittelalter kam es durch Pilgerfahrten und Kreuzzüge zu einem Sortenaustausch, der die genetische Vielfalt bereicherte und zu weiterer Sortenentwicklung führte. Mit dem beginnenden 19. Jahrhundert, der Entwicklung moderner Großstädte, wurden die obstbaulichen Wirtschaftssysteme zweckmäßiger ausgestaltet, um den gestiegenen Obstbedarf zu befriedigen. Mit dieser Entwicklung erhöhte sich auch die Sortenzahl sprunghaft, damit bestand ein riesiges Potenzial zur Auslese. Nach dem 2. Weltkrieg erforderten arbeitstechnische und wirtschaftliche Gründe eine rationelle Tafelobstproduktion in Form von geschlossenen Intensivobstanlagen. Dies ging mit einer Verringerung des Obstartenspektrums einher. Die Beschränkung der Sortimente hinsichtlich Sortenanzahl schlug allmählich in eine Verarmung um. Eine ähnliche Entwicklung wie beim Apfel haben auch alle anderen Obstarten durchlaufen.

Nutzen und Wert alter Obstsorten

Erst in den letzten 20 Jahren, die gekennzeichnet waren durch ein gesteigertes Gesundheits- und Umweltbewusstsein, wurde erkannt, dass alte Sorten als ein Stück Kulturgeschichte erhaltenswert sind. Man bezeichnet heute eine Sorte als alt, wenn sie seit 100 Jahren bekannt ist bzw. beschrieben wurde.
Im gegenwärtigen Intensivobstanbau findet man nur eine geringe Anzahl von Sorten. Beim Apfel besitzen nur etwa 20 Sorten eine wirtschaftliche Bedeutung. Von den alten Apfelsorten werden in Deutschland angebaut: „Golden Delicious" (1890), „Cox Orange" (1830) oder „Boskoop" (1856). Betrachtet man das Angebot der Direktvermarkter im Obstbau, so erhöht sich das Sortenspektrum; man findet unter anderem „James Grieve" (1880) oder „Gravensteiner" (1669).
Ein reichhaltiges Genreservoir besitzen Streuobstwiesen. Sie zeichnen sich durch eine wesentlich größere Arten- und Sortenvielfalt im Vergleich zum Intensivobstanbau aus. Vor allem alte Lokalsorten sind dort zu finden. Neben dem ökonomischen Wert besitzt der Streuobstanbau auch einen ökologischen, gesundheitlichen und ethisch-kulturellen Wert.
Alte Obstsorten zeichnen sich durch eine große Vielfalt an Geschmacksrichtungen, Farben, Formen, Wuchstypen, Blühzeiten und Resistenzen gegenüber Schaderregern und Stress aus. Sie stellen somit ein wichtiges Ausgangspotenzial für die Züchtung neuer Sorten dar – bedeutsam vor dem Hintergrund, dass die heutigen neuen Hochleistungssorten auf wenige Vorfahren zurückgehen und damit in enger Verwandtschaft zueinander stehen.

Genbankarbeit bei Obst

Heute kennt man weltweit etwa 20.000 Apfelsorten. Das „Nationale Fachprogramm für Genetische Ressourcen landwirtschaftlicher und gartenbaulicher Kulturpflanzen" (2002) ist die Grundlage für die langfristige Erhaltung und Nutzung der pflanzengenetischen Ressourcen in Deutschland. Es orientiert sich am entsprechenden „Globalen Aktionsplan" der FAO von 1996 und zielt darauf ab, dort vorgeschlagene Maßnahmen auf nationaler Ebene umzusetzen. Verantwortlich für die Koordinierung zum Erhalt der genetischen Ressourcen des Obstes in Deutschland ist das Institut für Obstzüchtung der Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen (BAZ) in Dresden-Pillnitz.
Im Mittelpunkt der Institutsarbeiten steht die Sammlung, Erhaltung, Evaluierung und Dokumentation genetischer Ressourcen von Obstarten des mitteleuropäischen Raums. Apfel, Süß- und Sauerkirsche sowie Erdbeere werden als Hauptobstarten und Birne sowie Pflaume als Nebenobstarten bearbeitet. Das Sortenspektrum einer Art umfasst deutsche Sorten einschließlich deutscher Neuzüchtungen, Sorten mit soziokulturellem, lokalem oder historischem Bezug zu

Abb.1: Genetische Diversität bei Malus

Abb. 2: Früchte der Wildart Malus sieversii, wild vorkommend in Mittelasien

Abb. 3: Erhaltung genetischer Ressourcen bei Erdbeere in einer Balkonkastenanlage als Aktivsammlung

Deutschland sowie Sorten, die Träger wichtiger obstbaulicher Merkmale sind. Neben den Sortensammlungen für die einzelnen Obstarten steht die Erweiterung, Erhaltung und Evaluierung der Wildarten-Kollektionen bei *Malus*, *Prunus*, *Fragaria* und *Pyrus* auf dem Programm.
Eine besondere Eigenschaft der Obstarten ist, dass sie sich über vegetative Vermehrung erhalten lassen. Daher werden die Baumobstarten zu je zwei Bäumen in einer Feldsammlung und Erdbeeren zu je sechs Pflanzen in einer Balkonkastenanlage erhalten (Abb. 3). Derzeit umfassen die Sortensammlungen bei Apfel, Süß- und Sauerkirsche, Erdbeere, Pflaume und Birne 1.741 verschiedene Sorten und die Wildartensammlungen 740 Muster (Abb. 4). Die Feldsammlung ermöglicht eine direkte Nutzbarkeit der obstgenetischen Ressourcen. Von einem bedeutenden Teil der Sorten wird eine zweite Sicherung als Kopie angelegt, um Verlusten durch Krankheiten (z.B. Feuerbrand bei Apfel und Birne; Apfeltriebsucht, Birnenverfall, Viruskrankheiten bei Süß- und Sauerkirsche und Pflaume) sowie abiotischer Einflüsse vorzubeugen. In Abhängigkeit von der Obstart wird eine Basissammlung als In-vitro-Kühllagerung bzw. Kryokonservierung (=Tiefkühllagerung) etabliert. Diese Basissammlung kann künftig auch dazu beitragen, den Erhaltungsaufwand im Feld zu reduzieren (Abb. 5).
Neben der Erhaltung ist die Charakterisierung und Evaluierung der genetischen Ressourcen ein wichtiger Arbeitsschwerpunkt, denn erst dadurch lassen sich die Ressourcen den unterschiedlichen Verwendungen zuführen. Züchterisch bedeutsame Merkmale wie Fruchtqualität, Fruchtinhaltsstoffe sowie Resistenz gegenüber biotischen und abiotischen Faktoren spielen dabei eine große Rolle. Die Bewertungen erfolgen durch morphologische und phänologische sowie biochemische und molekulargenetische Analysen (Abb. 6). Dabei arbeitet das Institut eng mit den in Pillnitz ansässigen Einrichtungen (Hochschule für Wirtschaft und Technik, Sächsische Landesanstalt für Gartenbau) und den anderen BAZ-Instituten zusammen. Die Überprüfung der Sortenechtheit erfolgt in Kooperation mit dem Pomologen-Verein e.V.
Das Ziel, die Sortenvielfalt zu erhalten und einer breiteren Nutzung zuzuführen, kann nur erfüllt werden, wenn die gesammelten Daten einer breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden. Erste Passport- und Evaluierungsdaten zu Apfel, Süß- und Sauerkirsche sowie Pflaume sind unter **www.genres.de/eva/** im Internet einsehbar. Diese Datenbank wird schrittweise erweitert; insbesondere werden Komplexe mit Fotodokumenten, Analysedaten und mit molekularen Fingerprints zur Sortenidentifikation ergänzt.

Deutsche Genbank Obst

Neben dem Institut für Obstzüchtung unterhalten weitere Bundes- und Landeseinrichtungen in Deutschland Sammlungen von Obstarten und -sorten. Außerdem haben sich viele nichtstaatliche Organisationen der Erhaltung alter Obstsorten verschrieben.

Abb. 4: Malus-Wildartensammlung auf dem Feld während der Blüte

Abb. 5: Erhaltung genetischer Ressourcen bei Erdbeere als Basissammlung mittels In-vitro-Kühllagerung

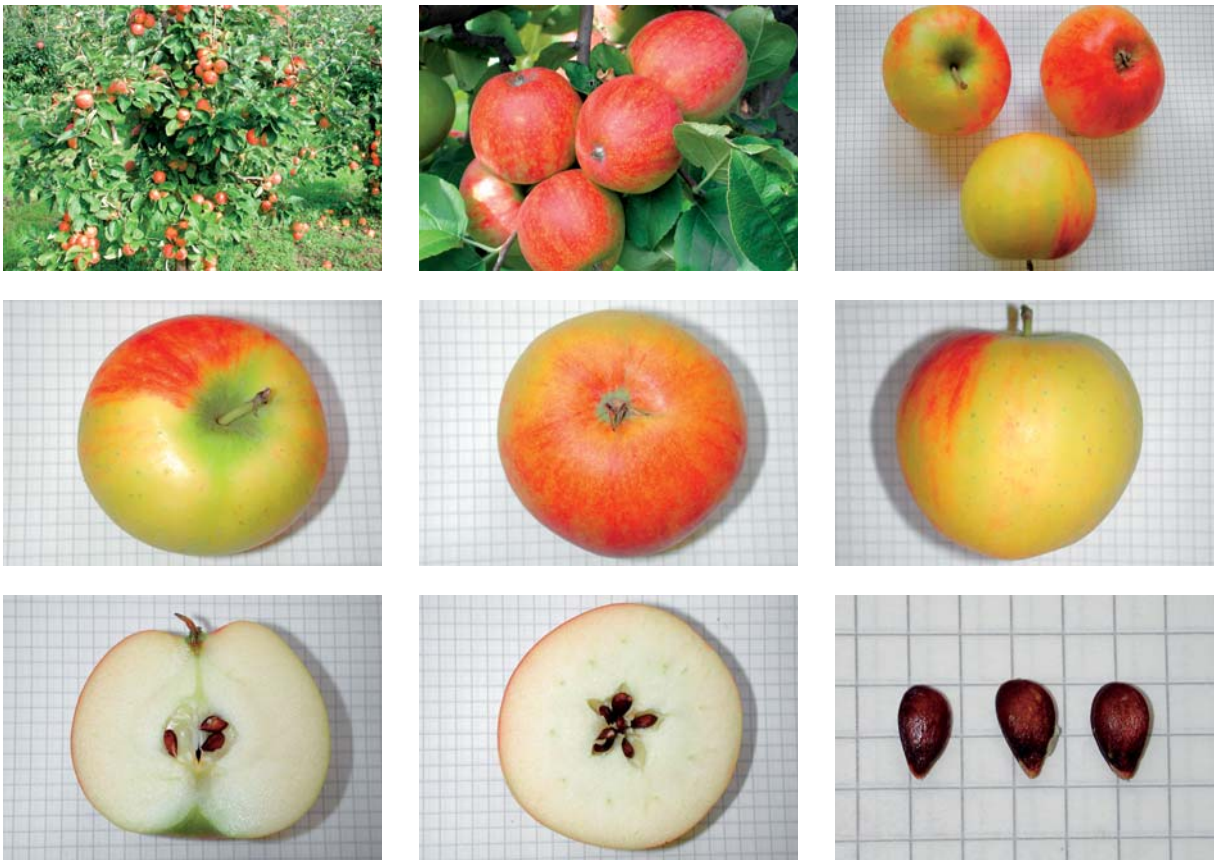


Abb. 6: Evaluierung von Fruchtmerkmalen bei Apfel – Erfassung von Fruchtform, Größe, Grund- und Deckfarbe sowie Samenform bei der Sorte Oldenburg (DEU)

Die einzige umfassende Datengrundlage für Freilandsammlungen obstgenetischer Ressourcen in Deutschland stellt das Bundes-Obstarten-Sortenverzeichnis (**www.genres.de/bosr**) dar, welches vom Institut für Obstzüchtung in Kooperation mit dem Informations- und Koordinationszentrum für Biologische Vielfalt (IBV) der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung geführt wird. Die aktuelle Version beinhaltet mehr als 8.500 Angaben aus 19 erhaltenden Einrichtungen von 31 Obstarten.

In Deutschland gibt es vielfältige Aktivitäten zur Erhaltung genetischer Ressourcen bei Obst, doch es fehlt an einer Koordination. Das ist ein großes Manko: Es ist davon auszugehen, dass in vielen Sammlungen ein hoher Prozentsatz an Sortenduplikaten erhalten wird, gleichzeitig kommen einzelne Sorten oft nur noch in wenigen Sammlungen vor, ohne dass dies wahrgenommen wird. Durch die fehlende Koordination ist das Erhaltungssystem sehr kostenintensiv und birgt dennoch die Gefahr, wertvolles genetisches Material unwiederbringlich zu verlieren.

Um diese Situation zu verbessern, wird die „Deutsche Genbank Obst" aufgebaut. Sie besteht aus einem nationalen Netzwerk zur Erhaltung obstgenetischer Ressourcen, welches dezentral tätig wird, sodass staatliche und nicht-staatliche Organisationen in diesem Netzwerk mitarbeiten können. Die Obst-Genbank Dresden-Pillnitz ist die zentrale Koordinierungsstelle. Der Aufbau eines nationalen Genbanknetzwerkes stellt einen neuartigen Lösungsansatz für die Erhaltung der obstgenetischen Ressourcen in Deutschland dar. ■

Dr. Monika Höfer und Dr. Magda-Viola Hanke, Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen (BAZ), Institut für Obstzüchtung, Pillnitzer Platz 3a, 01326 Dresden; E-Mail: m.hoefer@bafz.de

» Info:

Neben der Genbank für Obst in Dresden-Pillnitz unterhält die BAZ auch die Genbank für Reben in Siebeldingen an der Weinstraße (Südpfalz), über die im nächsten ForschungsReport berichtet wird.

M. Welling

Biomilch – Nachweismethoden im Labor

Analytische Ansätze für die Lebensmittelüberwachung

Joachim Molkentin (Kiel)

In den letzten Jahren ist die Nachfrage nach ökologisch erzeugten Lebensmitteln in Deutschland deutlich angestiegen. So gab es im Milchmarkt jährliche Zuwächse von über 20 %. Der Marktanteil von Bio-Frischmilch betrug 2005 in Deutschland immerhin schon 5,4 %, was in einigen Regionen zu Angebotsknappheit und Lieferengpässen geführt hat. Um der Gefahr der Falschdeklaration zu begegnen, ist es im Sinne des Verbraucherschutzes von Bedeutung, Verfahren zu entwickeln, mit denen sich ökologisch und konventionell erzeugte Milch unterscheiden lassen. Die instrumentelle Analytik bietet viel versprechende Ansätze für den Einsatz in der Lebensmittelüberwachung.

Wesentliche Elemente der ökologischen Milcherzeugung sind die geschlossenen Stoffkreisläufe. So muss das gesamte Futter aus ökologischer Erzeugung – vorwiegend vom gleichen Betrieb – stammen und ohne Kunstdünger und Pestizide angebaut werden. Die Düngung von Anbauflächen erfolgt weitgehend mit organischem Material wie Mist oder Gülle. Im Sommer besteht das Grundfutter der Milchkühe überwiegend aus frischem grünem Weidefutter, das bevorzugt durch Weidegang aufgenommen wird. Auch im Winter enthält das Futter einen hohen Anteil von Gras-/Kleesilage. Außerdem ist der Einsatz von Kraftfutter in der Milchkuhfütterung eingeschränkt. Insgesamt zeichnet sich die ökologische Produktion im Vergleich zur konventionellen Milcherzeugung durch einen ganzjährig höheren Anteil an Weidefutter bzw. Gras aus.

Vom Gras ins Glas

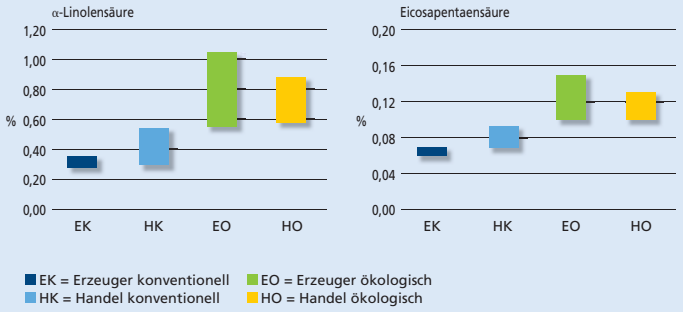
Die Zusammensetzung der Milch und insbesondere des Milchfettes wird wesentlich durch das Futter der Kühe bestimmt. So bewirkt ein

erhöhter Anteil von Weidefutter charakteristische Veränderungen der Milchfettzusammensetzung. Charakteristisch für die im Weidegras vorhandenen Fette ist ein hoher Gehalt von über 60 % α-Linolensäure, einer Omega-3-Fettsäure mir 18 C-Atomen. Die α-Linolensäure, die in der menschlichen Ernährung zu den essentiellen Fettsäuren zählt, wird im Pansen der Kuh überwiegend in andere Fettsäuren mit 18 C-Atomen umgewandelt. Dennoch findet man im Milchfett aus extensiver Weidehaltung einen erhöhten Gehalt an Omega-3-Fettsäuren, daneben auch mehr Ölsäure, trans-Fettsäuren oder konjugierte Linolsäure als bei leistungsorientierter Stallfütterung. Wegen des wechselnden Futterangebots treten sowohl in der ökologischen als auch in der konventionellen Milcherzeugung jahreszeitliche Schwankungen in der Milchfettzusammensetzung auf.
Ob die unterschiedliche Haltung insgesamt zu charakteristischen Unterschieden im Fettsäuremuster der Milch führt und ob dies die Basis eines Nachweisverfahrens für Biomilch sein könnte, wurde am Standort Kiel der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BfEL) untersucht. Um die Variation einzelner Fettsäuregehalte in beiden Haltungsformen möglichst weitgehend zu erfassen, wurden 35 pasteurisierte Vollmilchproben aus ökologischer wie aus konventioneller Produktion über einen Zeitraum von einem Jahr gesammelt und analysiert. Die Milch stammte jeweils sowohl aus dem Handel (Sammelmilch), als auch direkt ab Hof von zwei benachbarten Milcherzeugern.

Mehr Omega-3-Fettsäuren in Biomilch

Bei der gaschromatographischen Untersuchung des Fettsäuremusters zeigten sich erwartungsgemäß jahreszeitliche Schwankungen. So waren die Gehalte der konjugierten Linolsäure im Frühjahr und Sommer allgemein höher als im Winter. Allerdings ließen sich keine durchgängigen Unterschiede zwischen ökologisch und konventionell erzeugter Milch feststellen.
Anders war dies bei den Omega-3-Fettsäuren α-Linolensäure (C18:3) und Eicosapentaensäure (C20:5). Trotz erheblicher Schwankungen kamen die beiden Omega-3-Fettsäuren während des gesamten Jahres in der Biomilch häufiger vor als in jeder untersuchten konventionellen Milch (Abb. 1). Dieses Ergebnis spiegelt die Unterschiede im vorrangig eingesetzten Futter wider und erlaubt dadurch auch indirekt Rückschlüsse auf die Haltungsform.
Der Gehalt an Eicosapentaensäure war deutlich niedriger als der Gehalt an α-Linolensäure (vgl. Abb. 1). Obwohl beide Fettsäuren in den untersuchten Milchproben ein ähnliches Schwankungsmuster zeigten, birgt die Analyse der Eicosapentaensäure aufgrund der geringen Gehalte die Gefahr höherer Messunsicherheit.
Bei zeitlicher Auflösung der Ergebnisse (Abb. 2) ist zu erkennen, dass sich die α-Linolensäure-Gehalte der ökologisch und konventionell erzeugten Milch an den einzelnen Beprobungsterminen jeweils stärker unterschieden als bei der zusammengefassten Betrachtung über das gesamte Jahr. Besonders auffällig ist der relativ konstante Unterschied zwischen den Handelsproben.

Abb. 1: Ganzjährige Schwankungsbereiche von Fettsäuren in Milchfett



Auf eigenem Mist gewachsen

Um weitere charakteristische Unterschiede zu finden, wurden in der BfEL alle Proben zusätzlich einer Analyse der stabilen Isotope unterzogen. Die in Lebensmitteln enthaltenen Elemente wie Kohlenstoff oder Stickstoff existieren jeweils in Form verschiedener, natürlich vorkommender stabiler Isotope – das heißt, die Atome eines Elementes habe eine unterschiedliche Masse. Die elementaren Isotopenverhältnisse sind nicht konstant, sondern werden durch zahlreiche physikalische oder biologische Prozesse beeinflusst. Das führt zum Beispiel beim Kohlenstoff zu einer Anreicherung des schwereren Isotops ^{13}C in so genannten C4-Pflanzen (Mais, Zuckerrohr) im Vergleich zu C3-Pflanzen (Weidegras). Beim Stickstoff reichert sich das schwere Isotop ^{15}N in der Nahrungskette an, so dass organischer Dünger wie Mist oder Gülle meist ein höheres $^{15}N/^{14}N$-Verhältnis ($\delta^{15}N$) aufweist als mineralischer Kunstdünger. Die Verschiebung des Häufigkeitsverhältnisses der stabilen Isotope eines Elements wird als δ-Wert in ‰ angegeben.
Die Untersuchung der stabilen Isotope umfasste die Elemente Stickstoff und Kohlenstoff und erfolgte mit Hilfe der Massenspektrome-

Abb. 2: Jahreszeitliche Variation des Gehalts an Omega-3-C18:3 in Milchfett

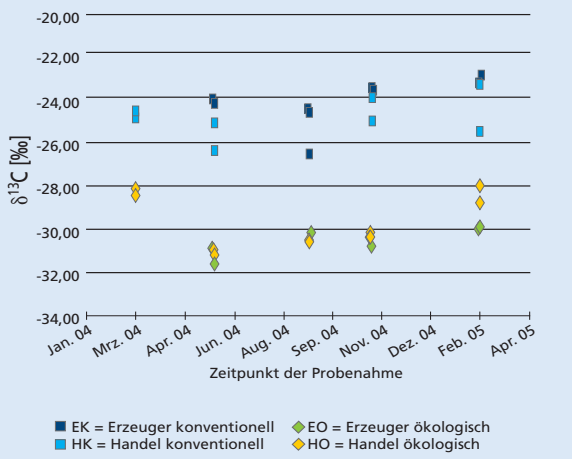


Abb. 3: Jahreszeitliche Variation des δ^{13}C-Wertes in Milchfett

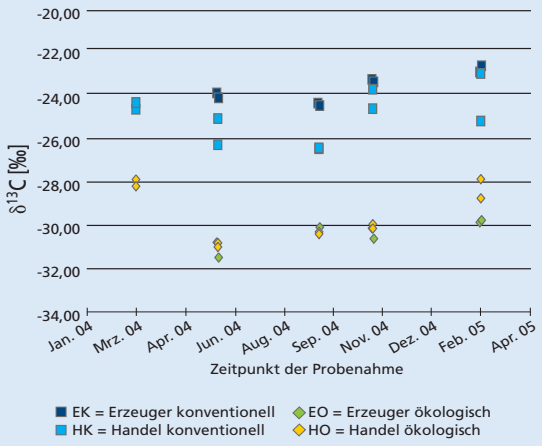
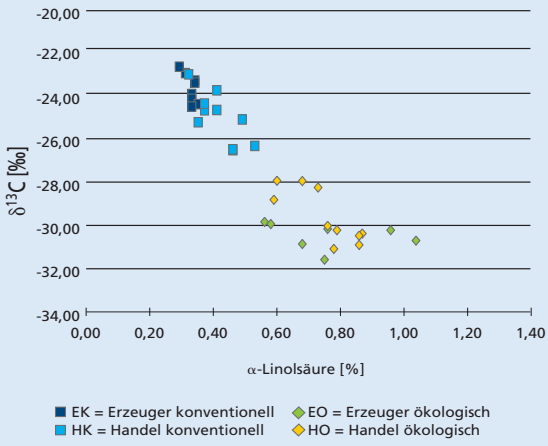


Abb. 4: Korrelation zwischen δ^{13}C-Wert und Gehalt an Omega-3-C18:3 in Milchfett (r = –0,92)



trie. Das Verfahren wird unter anderem auch zum Nachweis der regionalen Herkunft von Lebensmitteln eingesetzt.

Da im ökologischen Futterbau kein Kunstdünger verwendet werden darf, könnten die unterschiedlich erzeugten Futterpflanzen in der Biomilch zu höheren δ^{15}N-Werten als in der konventionell erzeugten Milch führen. Entgegen der Erwartung ließen sich die ökologisch und die konventionell erzeugte Milch anhand der δ^{15}N-Werte aber nicht unterscheiden, da sich die Probenwerte selbst bei zeitlicher Auflösung erheblich überlappten.

Ohne Mais mehr Preis

Zur Analyse der Kohlenstoffisotope wurde nur das leicht zugängliche Milchfett verwendet. Wie oben beschrieben, spiegeln die δ^{13}C-Werte überwiegend das Verhältnis von C3- zu C4-Pflanzen im Viehfutter wider. Bei einem höheren Maisanteil im Futter ist auch in der Milch die relative Häufigkeit des ^{13}C-Isotops erhöht.

Zwischen dem ganzjährigen δ^{13}C-Schwankungsbereich der konventionellen und dem der ökologischen Erzeugermilch wurde ein erheblicher Abstand gefunden (Abb. 3). Dabei zeigte sich, dass die δ^{13}C-Werte der konventionellen Erzeugermilch aufgrund der ganzjährigen Zufütterung mit Maissilage hoch waren, während der Biobetrieb geringe bis keine Maisanteile einsetzte und dementsprechend niedrige Werte in der Milch aufwies.

Bei den Handelsmilchproben waren die Unterschiede zwischen den δ^{13}C-Werten der Varianten „Bio" und „konventionell" weniger stark ausgeprägt, ließen aber auch hier über das gesamte Jahr eine vollständige Unterscheidung der untersuchten Proben zu.

Die zeitliche Auflösung der δ^{13}C-Werte (Abb. 3) zeigt für Erzeuger- sowie Handelsproben an den einzelnen Beprobungsterminen wiederum eine verbesserte Unterscheidbarkeit der Produktionsweise. Im Jahresverlauf wurde eine allgemeine Zunahme der δ^{13}C-Werte vom Frühjahr zum Winter sichtbar.

Die Ergebnisse spiegeln den allgemein erhöhten Einsatz von Mais in der konventionellen Erzeugung wider, während zur Produktion der höherpreisigen Biomilch wenig Mais eingesetzt wird.

Reif für die Praxis?

Unter Berücksichtigung der jahreszeitlichen Variation wurden zwei potenziell geeignete Parameter zum Nachweis von Biomilch identifiziert: der α-Linolensäure-Gehalt sowie der δ^{13}C-Wert des Milchfettes. Aufgrund des Wechselspiels zwischen Gras- und Maisanteil im Futter beider Haltungsformen bestand zwischen diesen Größen eine hohe negative Korrelation (r = –0,92), das heißt ein höherer δ^{13}C-Wert bedingte einen kleineren Gehalt an α-Linolensäure und umgekehrt (Abb. 4). Daher genügte bei den bisher untersuchten Proben einer der Parameter zur Differenzierung der beiden Herkünfte.

Derzeit wird an der BfEL in Kiel überprüft, ob sich die beschriebenen Parameter generell zum Nachweis von Biomilch eignen und dadurch der Lebensmittelüberwachung ein zuverlässiges analytisches Werkzeug zur Verfügung gestellt werden kann. Dazu muss die Variation in Milch beider Herkünfte möglichst vollständig anhand einer größeren und repräsentativen Zahl von Proben aus ganz Deutschland erfasst werden. Bei erweiterten Schwankungsbereichen bieten die Beschränkung auf Handelsmilch, die Hinzunahme weiterer Parameter sowie die Berücksichtigung des Produktionsdatums noch weiteres Potenzial.

BfEL *Dr. Joachim Molkentin, Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Institut für Chemie und Technologie der Milch, Hermann-Weigmann-Str. 1, 24103 Kiel.*
E-Mail: joachim.molkentin@bfel.de

Qualität von der Weide

Karin Nürnberg und Klaus Ender (Dummerstorf)

Ein maßvoller Genuss von qualitativ hochwertigem Fleisch ist Bestandteil einer vollwertigen Kost und stellt kein gesundheitliches Risiko dar. Der Fleischverzehr in Deutschland liegt relativ konstant bei 60 kg pro Kopf und Jahr, trotz zyklisch wiederkehrender negativer Vorkommnisse. Lebensnotwendige Nährstoffe wie Eiweiß, Vitamine, Mineralstoffe und Spurenelemente machen Fleisch zu einem wichtigen Baustein für die Gesundheit. Daneben enthält reines Muskelfleisch auch rund 2 % Fett. Am Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere (FBN) in Dummerstorf bei Rostock wurden der Fettgehalt und die Fettzusammensetzung im Fleisch landwirtschaftlicher Nutztiere (Rind, Schaf, Schwein) analysiert mit dem Ziel, ernährungsphysiologisch wichtige Fettbestandteile durch unterschiedliche Fütterungs- und Haltungsbedingungen anzureichern.

Fettsäuren

Fleisch enthält im Fett unterschiedliche Mengen an essenziellen mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA), die der menschliche Körper nicht selbst synthetisieren kann und deshalb mit der Nahrung aufnehmen muss. Dazu zählen die so genannten Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren.

Die Ausgangsfettsäure der Omega-3-Fettsäurefamilie ist die α-Linolensäure, die der Omega-6-Fettsäurefamilie die Linolsäure. Daraus kann der menschliche Organismus die eigentlich wirksamen längerkettigen Fettsäuren – die Arachidonsäure und die Eicosapentaensäure – bilden. Diese Synthese erfolgt jedoch nur langsam und in begrenztem Umfang. Ein richtiges Verhältnis dieser beiden Fettsäureklassen zueinander ist wichtig und kann eine Rolle in der Prävention und Behandlung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen, bei Bluthochdruck, Diabetes, Arthritis und anderen Endzündungsprozessen sowie auch bei bestimmten Krebserkrankungen spielen. Ernährungsfachleute empfehlen, dass das Verhältnis der Omega-6- zu Omega-3-Fettsäuren in der Nahrung unter 5:1 liegen sollte. Laut Ernährungsbericht 2004 der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) beträgt das Verhältnis bei uns gegenwärtig aber mehr als 7:1. Das bedeutet als Konsequenz: Entweder sollten weniger Omega-6-Fettsäuren oder mehr Omega-3-Fettsäuren aufgenommen werden.

Eine weitere wichtige Fettsäuregruppe sind die konjugierten Linolsäuren (CLA), die nur von Wiederkäuern synthetisiert und in das Fleisch eingebaut werden können. Untersuchungen mit Labortieren und mit Zellkulturen deuten darauf hin, dass diese Fettsäuren das Tumorwachstum hemmen könnten.

Am Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere (FBN) wurden in unterschiedlichen Fütterungsversuchen mit landwirtschaftlichen Nutztieren (Rind, Schaf, Schwein) der Fettgehalt und die Fettzusammensetzung analysiert. Im Rahmen dieser Untersuchungen ist die artgerechte und umweltschonende Weidehaltung beim Rind und Schaf geprüft worden sowie der Einsatz von pflanzlichen Ölen in der Schweinefütterung. Im Folgenden werden ausgewählte Versuchsergebnisse vorgestellt.

Fettgehalt im Fleisch

Das Fett im Fleisch ist als Depotfett (Unterhautfettgewebe), zwischen den Muskeln (intermuskulär), innerhalb des Muskels (intramuskulär) oder als Phospholipide in den Membranen eingelagert. Der Fettgehalt von Fleisch hängt vom Teilstück des Tieres ab. Mage-

Tab. 1: Fettgehalt (%) des Rückenmuskels von unterschiedlichen Nutztieren

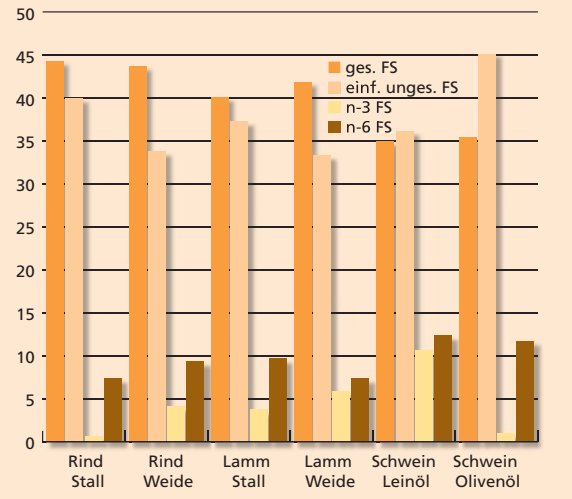
	Rückenmuskel
Bulle (Deutsch Holstein) Weide	2,3
Bulle (Deutsch Holstein) Stall	2,7
Lamm (Texel-Kreuzung) Weide	1,5
Lamm (Texel-Kreuzung) Stall	1,6
Schwein (5 % Leinöl)	1,8
Schwein (5 % Olivenöl)	1,9

res Fleisch weist einen niedrigen Fettgehalt auf (0,5–4 %) und kann als „low fat" Nahrungsmittel bezeichnet werden.
In Tabelle 1 sind die intramuskulären Fettgehalte des Rückenmuskels unserer Nutztiere dargestellt. Das intramuskuläre Fett wird für den Verbraucher als Marmorierung des Fleisches sichtbar. Dieses Fett im Muskel ist wichtig für den Geschmack, das Aroma und die Zartheit von Fleisch.

Fettsäurezusammensetzung

Abhängig von der Tierart, dem Geschlecht, der Fütterung, dem Alter und der Rasse besteht das intramuskuläre Fett zu 35–45 % aus gesättigten Fettsäuren, zu 30–45 % aus einfach ungesättigten und bis zu 15 % aus mehrfach ungesättigten Fettsäuren (Abb. 1).
Vor allem gesättigte Fettsäuren stehen im Verdacht, ein wichtiger Risikofaktor für Herz-Kreislauf-Erkrankungen zu sein. Daher sollte ihre Aufnahme zugunsten der einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren vermindert werden.
Wie sich das Fett von landwirtschaftlichen Nutztieren zusammensetzt, kann durch die Fütterung wesentlich beeinflusst werden. Besonders leicht ist dies bei Nicht-Wiederkäuern (Monogastriern) wie Schweinen. Schweine absorbieren das Futterfett direkt und lagern es sowohl im Rückenspeck als auch im Muskel ein. Bei den Versuchen am FBN mit Kastraten und weiblichen Schweinen führte der Zusatz von 5 % Olivenöl zum Standardfutter zu einer Anreicherung der Ölsäure (= einfach ungesättigte Fettsäure), während 5 % Leinöl in der Ration eine Erhöhung der Omega-3-Fettsäuren auf etwa 19 % bewirkte (Tab. 2). Überhöhte Anteile von mehrfach ungesättigten Fettsäuren im Futter sowie dann auch im Fleisch führen allerdings zu Problemen bei der Verarbeitung und der Haltbarkeit der Ware, wenn nicht ausreichend antioxidative Verbindungen (z.B. Vitamin E) im Fleisch enthalten sind.
Bei Wiederkäuern (Rind, Schaf) lässt sich die Fettsäurezusammensetzung nicht so einfach über die Fütterung steuern, da die Mikroben im Pansen die mehrfach ungesättigten Fettsäuren in hohem Maße (80–92 %) in gesättigte Fettsäuren umwandeln. Dennoch wird auch bei

Abb. 1: Ausgewählte Fettsäuren (%) des Muskelfettes von landwirtschaftlichen Nutztieren



Tab. 2: Prozentualer Anteil gesättigter, einfach ungesättigter und mehrfach ungesättigter Fettsäuren im intramuskulären Fett beim Schwein bei unterschiedlicher Fütterung

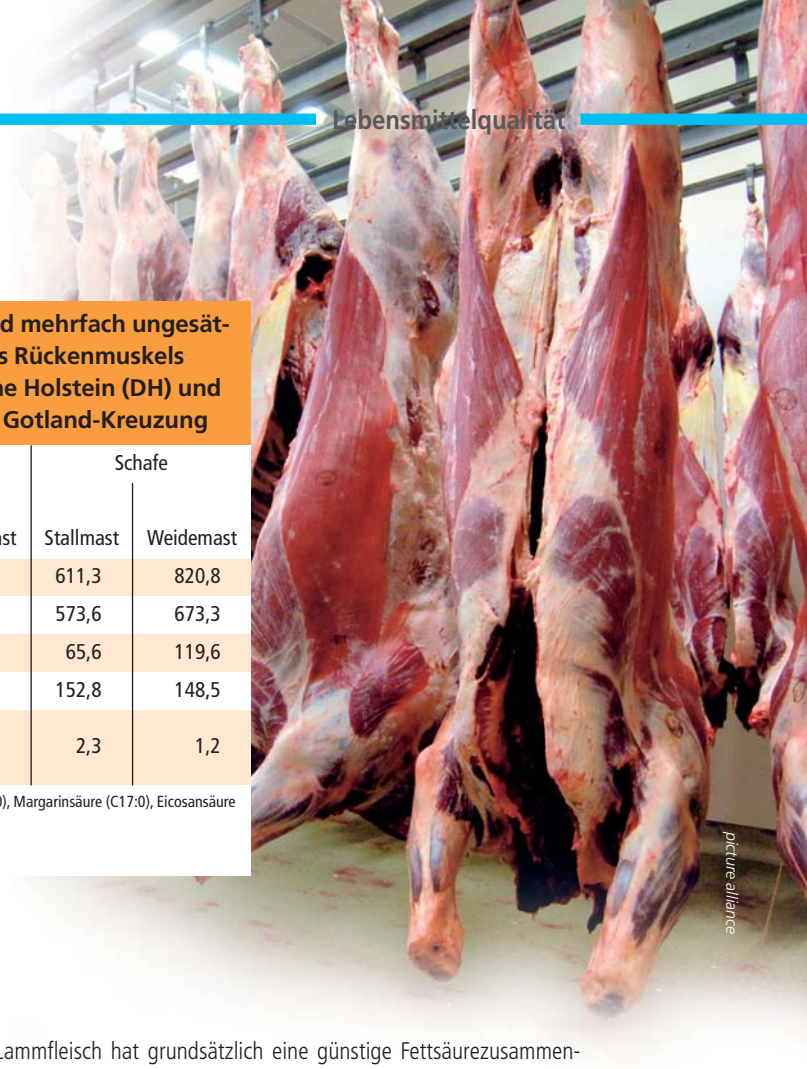
	Leinöl-Gruppe		Olivenöl-Gruppe	
	Kastrate	weibl. Tiere	Kastrate	weibl. Tiere
	n = 5	n = 7	n = 7	n = 6
ges. Fettsäuren	34,8	32,1	35,4	32,0
einf. unges. Fettsäuren	36,3	31,8	45,4	42,4
Omega-3-Fettsäuren	11,0	13,2	1,3	1,8
Omega-6-Fettsäuren	12,8	18,2	12,0	17,6
Verhältnis Omega-6-/ Omega-3-Fettsäuren	1,2	1,4	9,2	9,8

ges. Fettsäuren = Stearinsäure (C18:0), Palmitinsäure (C16:0), Myristinsäure (C14:0), Laurinsäure (C12:0), Margarinsäure (C17:0), Eicosansäure (C20:0)
einf. unges. Fettsäuren = C18:1cis-9, C16:1, C14:1, C17:1, C20:1, C18:1cis-11
Bei den Fettsäuregehalten sind jeweils die Mittelwerte angegeben.

Wiederkäuern ein Teil der essenziellen Fettsäuren des Futters unverändert im Muskel und im subkutanen Fett eingebaut. In den Versuchen am FBN wurde eine Gruppe von Bullen unterschiedlicher Rassen in der Sommerperiode auf der Weide gehalten und im Winter mit Gras-Silage und Kraftfutter mit 10 % Leinsamen versorgt. Sowohl Gras als auch Leinsamen weisen einen hohen Gehalt an Omega-3-Fettsäuren auf. Eine Vergleichsgruppe wurde ganzjährig mit Kraftfutter auf Getreidebasis gefüttert, bei dem Omega-6-Fettsäuren überwiegen. Bei den auf der Weide gehaltenen Bullen war der Gehalt an Omega-3-Fettsäuren im Muskelfett mehr als doppelt so hoch wie bei den Tieren in der Vergleichsgruppe. Korrespondierend dazu nahm der Gehalt an Omega-6-Fettsäuren leicht ab (Tab. 3, vgl. auch Abb. 1), sodass das Verhältnis von Omega-6- zu Omega-3-Fettsäuren bei den Weidetieren mit rund 2:1 deutlich vorteilhafter war als bei den Tieren, die mit Kraftfutter gemästet wurden.
Auch beim Lamm ließ sich die Konzentration der Omega-3-Fettsäuren durch Weidefütterung steigern (Tab. 4). Besonders wichtig war die Beobachtung, dass auch langkettige Omega-3-Fettsäuren, insbesondere die Eicosapentaensäure, gebildet und deponiert werden. Lammfleisch zeichnet sich per se durch ein günstiges Verhältnis von Omega-6- zu Omega-3-Fettsäuren aus. Selbst in der Stallgruppe betrug es 2,3:1. Durch die Weidefütterung ließ es sich noch weiter auf 1,2:1 senken.

Konjugierte Linolsäuren

Konjugierte Linolsäuren (CLA) sind besondere Formen der Linolsäure, bei der die Doppelbindungen nur durch eine Einfachbindung voneinander getrennt sind. CLA kommen natürlicherweise im Milchfett und im Fleisch von Wiederkäuern vor. Studien mit Versuchstieren und Zellkulturen deuten auf krebshemmende und antiatherogene Wirkungen sowie eine Reihe anderer positiver physiologischer Effekte von konjugierten Linolsäuren hin. Allerdings ist nicht erwiesen, inwieweit sich diese Effekte auf den menschlichen Organismus übertragen lassen.


picture alliance

Tab. 3: Gehalt an gesättigten, einfach ungesättigten und mehrfach ungesättigten Fettsäuren des intramuskulären Fettes des Rückenmuskels (mg/100 g Muskel) von Bullen der Rasse Deutsche Holstein (DH) und Deutsches Fleckvieh (DF) sowie von Schafen der Gotland-Kreuzung

	Rinder				Schafe	
	DH		DF			
	Stallmast	Weidemast	Stallmast	Weidemast	Stallmast	Weidemast
ges. Fettsäuren	1506,0	1047,0	1126,4	685,8	611,3	820,8
einf. unges. Fettsäuren	1490,0	852,9	1060,2	533,9	573,6	673,3
Omega-3-Fettsäuren	28,1	65,1	20,5	57,3	65,6	119,6
Omega-6-Fettsäuren	181,7	124,7	167,7	115,1	152,8	148,5
Verhältnis Omega-6-/ Omega-3-Fettsäuren	6,5	1,9	8,4	2,0	2,3	1,2

ges. Fettsäuren = Stearinsäure (C18:0), Palmitinsäure (C16:0), Myristinsäure (C14:0), Laurinsäure (C12:0), Margarinsäure (C17:0), Eicosansäure (C20:0)
einf. unges. Fettsäuren = C18:1cis-9, C16:1, C14:1, C17:1, C20:1, C18:1cis-11
Bei den Fettsäuregehalten sind jeweils die Mittelwerte angegeben.

Die Versuche am FBN zeigten, dass auch die Konzentration der CLA im Muskelfett der Wiederkäuer durch unterschiedliche Fütterungsstrategien beeinflusst werden kann. Die Weidehaltung führt sowohl bei Rindern als auch bei Schafen zu einer Erhöhung des wichtigsten CLA-Isomers C18:2cis-9,trans-11 und seiner Vorstufe im intramuskulären Fett, wobei die Anreicherung im Schaffleisch intensiver ist als im Rindfleisch (Abb. 3).

Fazit

Der Verzehr von Fleisch mit erhöhten Gehalten von Omega-3-Fettsäuren und CLA kann positive Wirkungen für die Gesundheit des Menschen haben.
Die Weidehaltung stellt eine geeignete Möglichkeit dar, den ernährungsphysiologischen Wert des Fleisches zu erhöhen und gleichzeitig eine artgerechte und umweltschonende Haltung der landwirtschaftlichen Nutztiere im Sinne der Verbraucher zu praktizieren. In der Winterperiode wird die Zufuhr an Omega-3-Fettsäuren über die Konservierung von Gras (Anwelk-Silage, Heu) gewährleistet.

Lammfleisch hat grundsätzlich eine günstige Fettsäurezusammensetzung sowohl bei Stallmast als auch nach Weidefütterung.
Bei monogastrischen Tieren, wie den Schweinen, lassen sich die erwünschten Veränderungen in der Fettsäurezusammensetzung relativ leicht und mit höherer Intensität über die Fütterung erzielen. Allerdings muss bei einer Steigerung der Omega-3-Fettsäuren gleichzeitig auf eine ausreichende Versorgung der Tiere mit Vitamin E geachtet werden, um eine Lipidperoxidation (chemische Umwandlung der ungesättigten Bindungen) während der Verarbeitung und Lagerung zu verhindern.

Dr. Karin Nürnberg, Prof. Dr. Klaus Ender, Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere, FB Muskelbiologie und Wachstum, Wilhelm-Stahl-Allee 2, 18196 Dummerstorf.
E-Mail: knuernbg@fbn-dummerstorf.de

Abb. 2: Verhältnis von Omega-6- zu Omega-3-Fettsäuren im Muskelfett unterschiedlicher Nutztiere

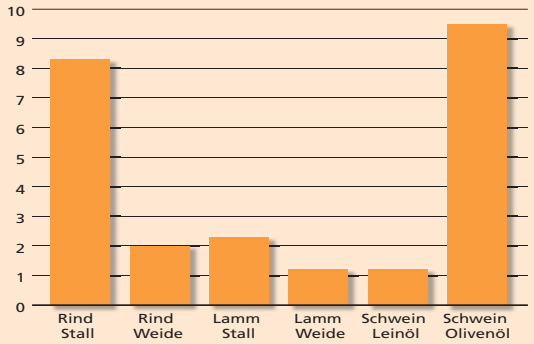
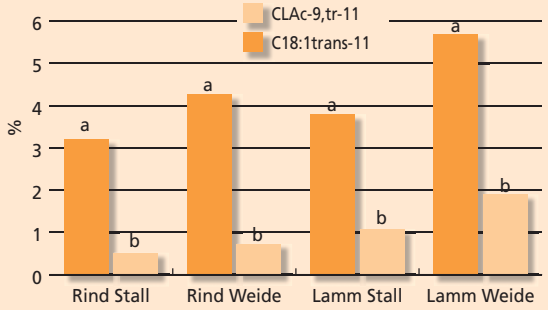


Abb. 3: Konzentration (%) von CLAcis-9,trans-11 und C18:1trans-11 im Muskelfett von Rind und Schaf



Vorratsschutz und Lebensmittelqualität

Christoph Reichmuth und Garnet Kroos (Berlin)

Vorräte in Lägern bieten häufig ein gefundenes Fressen für Schaderreger aller Art: Käferlarven im Reis, Dörrobstmotten in Nüssen oder Schimmelpilze in Getreide können auch ursprünglich hochwertige Ernteprodukte und Lebensmittel verderben und unbrauchbar machen. Forschung und Gesetzgeber sind gleichermaßen bemüht, Schäden durch Vorratsschädlinge in Grenzen zu halten.

Vorratsschutz dient dazu, die Qualität und die Sicherheit unverarbeiteter wie verarbeiteter Ernteerzeugnisse über alle Produktions-, Verarbeitungs- und Vertriebsstufen bis hin zum Verzehr durch den Menschen oder zur Verwendung als Tierfutter zu erhalten.

Zu den wichtigsten vorratsschädigenden Organismen zählen Insekten und Milben, die durch massenhafte Vermehrung zu starkem Qualitätsverlust der befallenen Produkte beitragen. Ihr Stoffwechsel (Veratmung von Stärke zu Kohlendioxid und Wasser) erhöht die Temperatur und den Wassergehalt der befallenen Waren und zieht indirekt Schimmelpilzwachstum und die Bildung von Mykotoxinen (= Pilzgiften) nach sich. Ware, die mit lebenden oder auch abgestorbenen Insekten und Milben kontaminiert ist, ist nicht mehr handelsfähig. Neben den Gliederfüßern (Arthropoden) können auch Nagetiere und Vögel Vorräte befallen. Von ihren Ausscheidungen sowie den Haaren und Federn gehen neben Qualitätseinbußen auch konkrete gesundheitliche Gefahren aus, sodass es häufiger zu umfangreichen Regressforderungen und Rückholaktionen kommt, die auch den guten Ruf der betroffenen Firmen schädigen können.

Das Institut für Vorratsschutz der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) erforscht unter anderem neue Möglichkeiten der Prophylaxe und Bekämpfung, optimiert bestehende Verfahren und liefert wissenschaftliche Grundlagen für den gesetzlichen Regelungsbedarf. Leitbild beim Umgang mit Vorratsschädlingen ist heutzutage der Integrierte Vorratsschutz – eine Kombination von Verfahren, bei denen unter vorrangiger Berücksichtigung physikalischer, biologischer, lagertechnologischer sowie verpackungsschützender und hygienischer Maßnahmen die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel auf das notwendige Maß beschränkt wird. Auch hier gilt: Vorbeugen ist besser als Heilen (hier: Bekämpfen der Schädlinge). Daher wird einer regelmäßigen Überwachung (Monitoring) und der Früherkennung der Schadtiere große Bedeutung beigemessen. Wenn ein Befall frühzeitig erkannt oder verhindert werden kann, lassen sich Bekämpfungsmaßnahmen auf ein Minimum reduzieren.

Getreide mit massivem Kornkäferbefall

Monitoring

Mit Hilfe von Fallen lässt sich ein Überblick über das Auftreten von Schadinsekten gewinnen. Im Vorratsschutz gelten Klebefallen mit artspezifischem Pheromonköder seit vielen Jahren zum Standard der Intergrierten Vorgehensweise. Diese Fallentechnik bildet als erster Schritt die Grundlage für die Entwicklung problembezogener Vorratsschutzmaßnahmen. Auch im Vorratsschutz werden die Elemente von HACCP (Hazard Analysis of Critical Control Points) berücksichtigt, in dem für jeden Arbeitsschritt und jeden wichtigen Lagerungsort ein Inspektionsprogramm und Verfahrensschritte entwickelt werden, um Schädlingsbefall sehr frühzeitig zu erkennen und ihm gegebenenfalls wirksam zu begegnen.

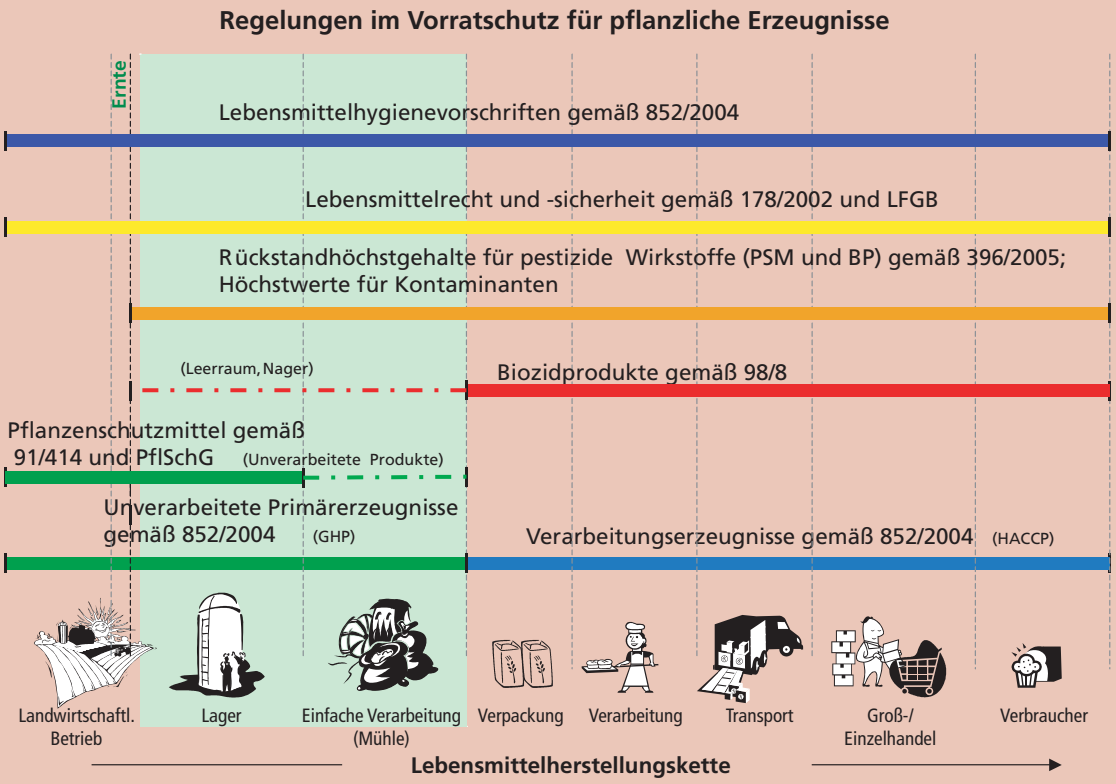
Bekämpfungsmaßnahmen

Werden trotz des Monitorings Bekämpfungsmaßnahmen notwendig, so stehen am Markt nicht nur chemische Pflanzenschutzmittel zur Verfügung. Gegen Zünslermotten und Rüsselkäfer, die in lagerndem Getreide bedeutende Schäden hervorrufen können, können zum Beispiel parasitische Schlupfwespen (*Trichogramma evanescens*) eingesetzt werden. Das Institut für Vorratsschutz war an der Entwicklung dieser Methode bis zur Praxisreife maßgeblich beteiligt. Der Einsatz von Hitze als physikalisches Verfahren ist gleichfalls marktreif entwickelt, wie auch für besonders hochwertige Produkte die etwas teurere Anwendung von Kälte. Kleine Mühlen und Lebensmittelbetriebe werden bei baulicher Eignung bevorzugt mit erhitzter, bzw. stark erwärmter Luft (ca. 55 °C) Luft entwest. Stickstoffgekühlte Förderschnecken eignen sich zur Insektenbekämpfung in Müsli und anderen schüttfähigen Gütern.

Nach wie vor sind aber chemische Substanzen das Standbein des wirksamen Vorratsschutzes, insbesondere wenn man an die durchgreifende Entwesung großer Mengen geschütteter Erntegüter wie Getreide, Raps, Kakao oder fetthaltige Samenkerne denkt. Neben den Kontaktinsektiziden (so genannt, weil die Schädlinge in direkten Kontakt mit ih-

Laborversuch zur biologischen Bekämpfung des Großen Kornbohrers (Prostephanus truncatus) in Mais: Links mit, rechts ohne natürliche Gegenspieler.

Abb. 2: Gesetzliche Regelungen für gelagerte Pflanzen und pflanzliche Produkte



LFGB Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch,
PSM Pflanzenschutzmittel,
BP Biozidprodukte,

PfSchG Pflanzenschutzgesetz,
GHP Gute Hygiene Praxis,
HACCP Hazard Analysis of Critical Control Points

G. Kroos, BBA

Kornkäfer an Makaroni

nen kommen müssen), sind hier als zugelassene Mittel inerte Gase (Stickstoff und Kohlenstoffdioxid) und toxische Gase (z.B. Phosphorwasserstoff und Sulfuryldifluorid) zu nennen. Der Einsatz toxischer Gase ist inzwischen sehr präzise und restriktiv geregelt, um mögliche Unfälle – auch durch Fehlgebrauch – möglichst auszuschließen. Die neue Technische Regel für Gefahrstoffe (Begasungen) Nr. 512 wurde kürzlich unter Mitarbeit des BBA-Instituts für Vorratsschutz überarbeitet und vom zuständigen Ausschuss des Arbeitsministeriums genehmigt. Sie wird demnächst publiziert werden.

Häufig sind Lager- und Produktionsräume, aber auch Ernte- und Verarbeitungsmaschinen aus Sicht des Vorratsschutzes nur unzureichend konstruiert und wegen ihrer schlechten Zugänglichkeit schwierig zu reinigen. Wegen des großen Zeitaufwandes erfolgt die erforderliche gründliche Reinigung deshalb häufig nur unvollständig und es verbleiben lebende Schädlinge. Das Institut weist regelmäßig bei Beratungen auf solche Mängel hin. Die Expertise des Instituts wird auch für die gesetzlichen Aufgaben im Zulassungsverfahren von Vorratsschutzmitteln benötigt (Bewertung der Wirksamkeit und Vergleich mit nichtchemischen alternativen Verfahren).

Neue gesetzliche Vorschriften

In den letzten Jahren sind auf nationaler wie auf europäischer Ebene neue Richtlinien und Gesetze zur Lebensmittelsicherheit formuliert worden, die vom Hersteller pflanzlicher Produkte und insbesondere auch vom Lageristen ein besonders hohes Maß an qualitätserhaltenden Arbeitsschritten bzw. qualitätserhaltender Prozessführung verlangen:

- Gesetz zur Neuordnung des Lebens- und Futtermittelrechts,
- Verordnung (EG) Nr. 178/2002 über Lebensmittelrecht und -sicherheit,
- Verordnung (EG) Nr. 852/2004 über Lebensmittelhygiene,
- Verordnung (EG) Nr. 396/2005 über Höchstwerte für Pestizidrückstände in Erzeugnissen pflanzlichen und tierischen Ursprungs.

Diese Regelungen fordern insbesondere Maßnahmen zur Lebensmittelsicherheit (Überwachungsverfahren) unter besonderer Berücksichtigung von Verbraucherschutzaspekten, Systeme zur Rückverfolgbarkeit bis zur Primärproduktion sowie Verfahren und Kontrollmechanismen zur Einführung und Beachtung von Hygienemaßnahmen.

Diese neuen, weitreichenden Bestimmungen werden in naher Zukunft das Gesicht der Lagerhaltung von Vorräten bzw. des gesamten Vorratsschutzes deutlich verändern: Für den Vorratsschutz im konventionellen wie auch im ökologischen Landbau bedeutet dies, dass Anforderungen sowohl der Lebensmittelsicherheit als auch -hygiene zu beachten sind, insbesondere sofern die Pflanzenerzeugnisse für den menschlichen Verzehr vorgesehen sind beziehungsweise an Nutztiere verfüttert werden, die der Lebensmittelgewinnung dienen. Für die Bekämpfung vorratsschädigender Organismen von der Ernte bis zur Mühle – also für den gesamten Zeitraum zwischen Ernte und Verarbeitung – gilt das Pflanzenschutzgesetz, so dass grundsätzlich Pflanzenschutzmittel für die Bekämpfung von Vorratsschädlingen in unverarbeiteten oder nur einfach verarbeiteten Pflanzenerzeugnissen verwendet werden. Für Lebensmittel werden dagegen Biozidprodukte eingesetzt, die nach dem Biozidgesetz zugelassen werden, in einigen Fällen sogar identisch mit den Pflanzenschutzmitteln sind.

Die Konsequenzen dieser neuen Regelwerke sind der Praxis teilweise noch recht fremd und in ihrer Tragweite noch nicht voll erfasst. Wenn man sich vor Augen führt, dass – hygienisch gesehen – ein bäuerlicher Getreidespeicher bereits den Ansprüchen an ein Lebensmittellager genügen muss, ist nachvollziehbar, dass die Lagerbedingungen und die baulichen Gegebenheiten von Vorratslägern noch stark anpassungsbedürftig sind.

Derzeit für den Vorratsschutz zugelassene chemische Pflanzenschutzmittel sind in dem aktuellen Mittelverzeichnis des BVL (Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit) gelistet. Die Auswahl an chemischen Stoffen ist bemerkenswert klein und wird in den kommenden Jahren wahrscheinlich für den Vorratsschutz eher noch geringer, weil einerseits das Zulassungsverfahren selbst sehr aufwändig und kostenträchtig ist und andererseits die Rückerlöse bei den einzelnen relativ kleinen Anwendungsgebieten vergleichsweise gering sind. Daher werden die Firmen sehr genau abwägen, ob es wirtschaftlich ist, eine Zulassung zu beantragen.

Vorratsschutz ist Verbraucherschutz

Schadorganismen können die Qualität nachhaltig negativ beeinflussen sowie Pflanzenerzeugnisse und Waren vollständig verderben. Durch geeignete Vorratsschutzmaßnahmen lässt sich das Risiko jedoch auf ein vertretbares Maß reduzieren. Der Vorratsschutz ist somit Teil des präventiven gesundheitlichen Verbraucherschutzes, der die Gesamtheit der Lebensmittelherstellungskette von der Primärproduktion bis zum Verzehr betrachtet. ■

Prof. Dr. Christoph Reichmuth, Dr. Garnet Kroos, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Vorratsschutz, Königin-Luise-Str. 19, 14195 Berlin. E-Mail: c.reichmuth@bba.de

Den Mastputen auf die Beine helfen

Jutta Berk (Celle)

Putenfleisch ist in Deutschland sehr beliebt: 6,4 kg wurden im Jahr 2005 pro Kopf der Bevölkerung verzehrt. In Deutschland ist die Mast von schweren Puten üblich, die aufgrund ihres Gewichts häufig Probleme mit dem Bewegungsapparat bekommen. Am Institut für Tierschutz und Tierhaltung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) wurde untersucht, ob eine Verbesserung der Bewegungsfähigkeit durch geeignete Haltungsbedingungen erreicht werden kann.

Durch eine gezielte Züchtung wurde in den letzten Jahren das Wachstum der Puten erheblich gesteigert, wobei besonderer Wert auf die Erhöhung des Brustfleischanteils als wertvolles Teilstück gelegt wurde. Diese Wachstumssteigerung beim Mastgeflügel führt in der Regel zu einer geringeren Laufaktivität und zu Konstitutionsschwächen. Mangelnde Bewegung gilt als einer der Hauptgründe für die Entstehung von Beinschäden oder Beinschwächen. Unter diesen Begriffen werden verschiedene Erkrankungen des Stützsystems zusammengefasst, wobei Ursachen und Erscheinungsformen sehr unterschiedlich sein können.

Rapides Knochenwachstum

Es gibt verschiedene Ansätze, dass Auftreten von Beinschäden zu reduzieren. Einerseits kann durch Selektion der Anteil von Tieren mit Beinschäden verringert werden. Andererseits gibt es Hinweise darauf, dass sich viel Bewegung und eine Verzögerung des Wachstums in den ersten Lebenswochen positiv auf die Muskel- und Knochenentwicklung auswirken. Vor allem in den ersten zwei Lebensmonaten wachsen die Putenknochen sehr schnell: In den ersten zwei bis drei Wochen finden ca. 25 % des Längenwachstums statt, wobei der Knochen etwa 2 mm pro Tag wächst. Innerhalb der ersten vier bis fünf Wochen kommt es zu einer Verdreifachung und bis zur zehnten Lebenswoche zu einer Versechsfachung des Knochens. Dies macht deutlich, dass gerade in der Anfangsphase auf eine optimale Nährstoffversorgung geachtet werden muss, da alle Fehler zu diesem Zeitpunkt sich späterhin negativ auswirken und kaum noch zu revidieren sind.

Frühere Untersuchungen ergaben, dass Puten, die sich in den ersten Lebenswochen mehr bewegen, auch in den späteren Wochen eine höhere Laufaktivität aufweisen. Untersuchungen an Broilern zeigten, dass die Knochenstabilität bei schnell wachsenden Masthähnchen durch ein Lauftraining erhöht und der Anteil Tiere mit Beinschäden reduziert werden konnte.

Auswirkungen von Klima und Jahreszeit

Ein von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) gefördertes Pilotprojekt, bei dem untersucht wurde, wie sich Puten-

Abb. 1: Versuchsstall mit Außenklimabereich

Abb. 2: Beinstellung der Puten

Normal **X-Beinig** **O-Beinig** **breitbeinig**

mastställe mit Außenklimabereich (AKB) auf Leistungen, Verhalten und Gesundheit von männlichen Puten auswirken, lieferte den Rahmen, um über einen Zeitraum von vier Mastperioden auch die Entstehung von Beinschäden zu verfolgen.

Dazu wurden in der 9., 13. und 17. Lebenswoche die Beinstellung und die Lauffähigkeit von jeweils 100 Putenhähnen praxisüblicher Herkunft anhand eines Notensystems von 1 (normal lauffähig) bis 4 (gehunfähig) beurteilt. Als Haltungsvarianten wurden ein Versuchsstall mit AKB (Abb. 1) sowie ein zweiter Mastbetrieb ohne AKB ausgewählt. Den Puten stand der Außenklimabereich mit einer Fläche von 225 m² zusätzlich zur Stallgrundfläche zur Verfügung. Der Stall und die Jahreszeit (Sommer, Winter) zeigten keinen signifikanten Einfluss auf die Beinstellung (Abb. 2) und die Lauffähigkeit. Mit zunehmendem Lebensalter verschlechterte sich die Lauffähigkeit, und der Anteil Puten mit normaler Beinstellung nahm in beiden Ställen – unabhängig vom Haltungssystem – ab. Die Lauffähigkeit wurde anhand eines Punktesystems bewertet und bewegte sich vorrangig zwischen den Werten 1 (normale Lauffähigkeit) und 2 (leicht behindert). Teilweise wurden aber auch die Noten 3 (stark behindert) und 4 (gehunfähig) vergeben, vor allem zum Zeitpunkt der letzten Beurteilung in der 17. Lebenswoche (Mastende ca. 21. Lebenswoche). Die in beiden Ställen am häufigsten beobachtete Fehlstellung der Beine war die X-Beinigkeit. Im Mittel zeigten nur 36 % in der 9. Lebenswoche, 23 % in der 13. und 14 % der Hähne in der 17. Lebenswoche eine normale Beinstellung.

Besatzdichte und Haltungsumwelt

In zwei weiteren Versuchsdurchgängen im Rahmen eines EU-Projektes wurde geprüft, ob sich unterschiedliche Besatzdichten und eine abwechslungsreiche Haltungsumwelt auf das Verhalten, das Vorkommen und den Schweregrad von Beinerkrankungen sowie das Laufvermögen von männlichen Puten auswirken. Als Beinerkrankung stand die Tibiale Dyschondroplasie im Mittelpunkt, eine typische Form der Beinschwäche, gekennzeichnet durch unverkalkte Knorpelmassen in den Wachstumsplatten langer Röhrenknochen, vor allem im Schienbein (Tibiotarsus).

Die 1.224 Hähne wurden entweder in Bodenabteilen nur mit Einstreu oder in eingestreuten Bodenabteilen mit erhöhten Ebenen und Rampen (Abb. 3) eingestallt. Die Besatzdichten betrugen in beiden Stallvarianten jeweils 38,2 kg/m² (niedrige Besatzdichte) und 50 kg/m² (normale Besatzdichte). Bei allen Tieren wurden in der 6., 12., 15. und 20. Lebenswoche das Laufvermögen und die Beinstellung beurteilt.

Unabhängig von der Besatzdichte oder der Anreicherung der Haltungsumwelt mit einer erhöhten Ebene verschlechterte sich bei den Hähnen aller Gruppen die Lauffähigkeit mit zunehmendem Lebensalter. Auch der Anteil Tiere mit anormalen Beinstellungen (X-, O- und Breitbeinigkeit) nahm zu (Abb. 4). Konnte bei einem Lebensalter von sechs Wochen noch meist eine Note von 1 (normale Lauffähigkeit) vergeben werden, so waren es mit zunehmendem Lebensalter vorrangig die Noten 2 (leicht behindert), aber auch 3 (stark behindert).

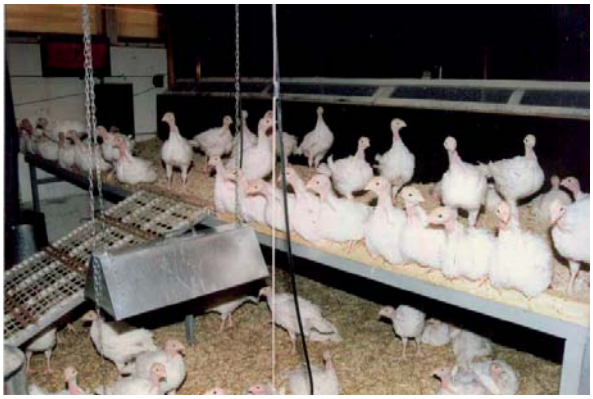
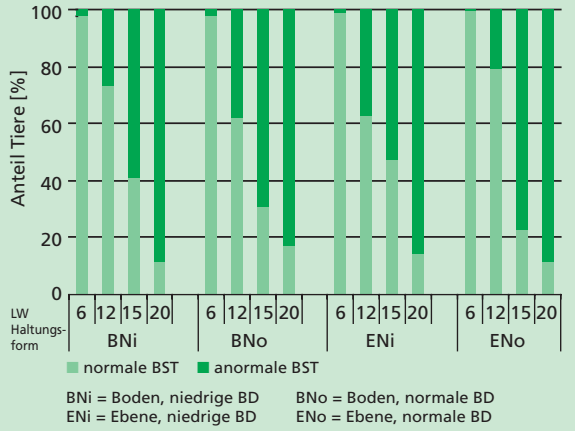


Abb. 3: Bodenabteil mit Einstreu, erhöhter Ebene und Rampe

Abb. 4: Beinstellung (BST) in Abhängigkeit von den Haltungsbedingungen, der Besatzdichte (BD), und den Lebenswochen (LW)



Am Ende der Mastperiode wiesen mehr als die Hälfte der Tiere eine anormale Beinstellung auf.

In vier weiteren Versuchsdurchgängen am Standort Celle wurde im Rahmen des gleichen EU-Projektes der Einfluss einer angereicherten Haltungsumwelt (erhöhte Ebenen mit Rampen, Strohballen, AKB, Grünauslauf) auf das Auftreten von Tibialer Dyschondroplasie und das Laufvermögen von sechs Putenlinien unterschiedlicher genetischer Herkunft untersucht. Dabei wurden jeweils drei langsam und drei schnell wachsende Linien eingesetzt. Die Besatzdichte war praxisüblich. In der 6., 15. und 18. Lebenswoche wurden 15 Tiere pro Abteil (12 Abteile je Durchgang) zufällig ausgewählt und das Laufvermögen beurteilt. Anschließend wurden die Tiere getötet und beide Tibiotarsi auf das Vorkommen und den Schweregrad der Knochenerkrankung untersucht. Die Ergebnisse der Untersuchung verdeutlichten, dass die Krankheitshäufigkeit (Prävalenz) für Tibiale Dyschondroplasie sowohl in schnell als auch in langsam wachsenden Herkünften hoch war. Die Hähne der leichteren Linien zeigten ein besseres Laufvermögen und einen geringeren Schweregrad der Krankheit als die schweren Herkünfte. Die Anreicherung der Haltungsumwelt verbesserte die Lauffähigkeit bei den schnell wachsenden Linien (Abb. 5), hatte aber keinen positiven Effekt auf das Vorkommen der Tibialen Dyschondroplasie. Die Puten der leichtesten Linie 4 (5,8 kg in der 20. Lebenswoche) zeigten bis zum Ende der Mast eine normale Lauffähigkeit unabhängig von der Haltungsform, während bei den schnell wachsenden Linien teilweise bereits in der 6. Lebenswoche eine Beeinflussung vorhanden war (vgl. Abb. 5).

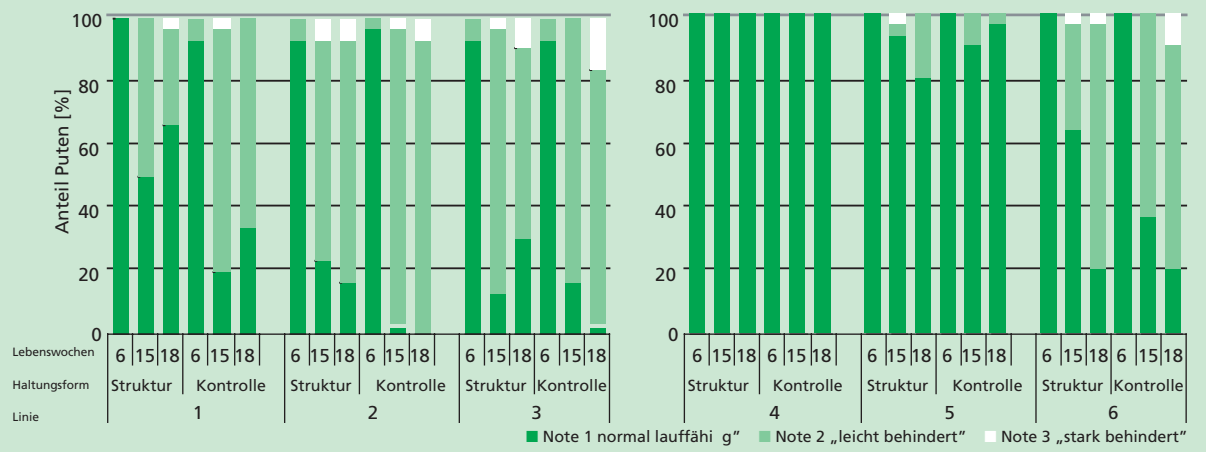
Genetische Veranlagung entscheidet

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die in den Untersuchungen beobachtete schlechtere Lauffähigkeit von schwereren Puten offensichtlich genetisch bedingt ist. Eine Veränderung der Haltungsumwelt kann nur bis zu einem gewissen Grad Abhilfe schaffen. Das Auftreten des Krankheitsbildes Tibiale Dyschondroplasie ließ sich durch die Haltungsumwelt praktisch nicht beeinflussen. Da die Lauffähigkeit der Hähne und der Anteil der Tiere mit normaler Beinstellung vor allem bei den schnell wachsenden Herkünften besonders deutlich mit zunehmendem Lebensalter zurück ging, liegt die Vermutung nahe, dass dies ein Nebeneffekt der Züchtung auf schnelles Wachstum ist.

Aus diesen Gründen sollten die Zuchtfirmen bei der Berechnung des Zuchtwertes neben dem Körpergewicht, der Futterverwertung und dem Anteil wertvoller Teilstücke verstärkt auch die Lauffähigkeit von Puten berücksichtigen. ■

Dr. Jutta Berk, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Institut für Tierschutz und Tierhaltung, Dörnbergstr. 25-27, 29223 Celle.
E-Mail: jutta.berk@fal.de

Abb. 5: Lauffähigkeit bei den drei schnell (links) und drei langsam (rechts) wachsenden Linien in Abhängigkeit vom Lebensalter und der Haltungsform (strukturiert, nicht strukturiert)



Folien aus Weizeneiweiß

Mit hydrostatischem Druck die Eigenschaften von Proteinen verändern

Peter Köhler, Florian Schurer, Rolf Kieffer und Herbert Wieser (Garching)

Neben dem Hauptinhaltsstoff Stärke bestehen Weizenkörner zu rund 10 % aus Eiweiß, dem so genannten Weizenkleber oder Gluten. Bei der industriellen Herstellung von Weizenstärke wird dieser Kleber in einem Nassprozess als schwerlösliche, elastische Masse von der Stärke abgetrennt, getrocknet und unter der Bezeichnung Vitalkleber auf den Markt gebracht. Forscher aus Garching bei München haben Verfahren entwickelt, mit denen sich dieses Nebenprodukt zu einem wertvollen Grundstoff für industrielle Erzeugnisse veredeln lässt.

Weizenkleber

Bei der industriellen Herstellung von Weizenstärke wird Weizenmehl durch Zusatz von Wasser und mechanische Bearbeitung fraktioniert, wobei die Stärke von den Nebenprodukten abgetrennt wird. Das wichtigste Nebenprodukt der Stärkeherstellung ist der Weizenkleber, ein Proteingemisch, dem das Weizenmehl seine einzigartige Backfähigkeit verdankt. Der bei der Stärkegewinnung anfallende Weizenkleber wird separat getrocknet, pulverisiert und unter der Bezeichnung Vitalkleber in den Handel gebracht. Bei der Trocknung büßt der Kleber einen Großteil seiner viskoelastischen Eigenschaften ein. EU-weit fielen im Jahr 2005 rund 500.000 t Trockenkleber als Nebenprodukt der Stärkeherstellung an.

Aber wohin mit dem vielen Weizenkleber? Die bisher wichtigsten Abnehmer sind die Bäckereien, die ihn zur Verbesserung des Mehls verwenden. Aufgrund seiner einzigartigen physikalischen Eigenschaften (u.a. Viskoelastizität, Wasserbindungs- und Filmbildungsvermögen) erhöht er die Teigqualität – der Teig lässt sich besser kneten und wird luftiger, sodass qualitativ hochwertige Backwaren entstehen. Als nachwachsender Rohstoff wird Weizenkleber auch zunehmend in modernen industriellen Prozessen eingesetzt, zum Beispiel zur Herstellung von biologisch abbaubaren Verpackungen, Tabletten, Papierüberzugsmassen, Wellpappen oder Kunststoffen.

Wird Weizenkleber mit Wasser versetzt, so bildet er eine fließende und gleichzeitig elastische Masse. Im Teig bildet der Kleber ein dreidimensionales Netzwerk, in das die Stärkekörner des Mehls eingebettet sind und das für das Gashaltevermögen (also die Luftigkeit des Teigs) verantwortlich ist. Zwei Proteingruppen sind die wichtigsten Bestandteile von Weizenkleber: die Gliadine und die Glutenine. Glutenine sind hochmolekulare Proteinaggregate aus Bausteinen, die über Disulfidbindungen verknüpft sind (Abb. 1). Sie sind für die elastischen Eigenschaften

Abb. 1: Schematische Darstellung der Gliadine und Glutenine und ihre Anordnung im Weizenkleber. Die Glutenine sind für die Elastizität, die Gliadine für die Viskosität des Klebers verantwortlich.

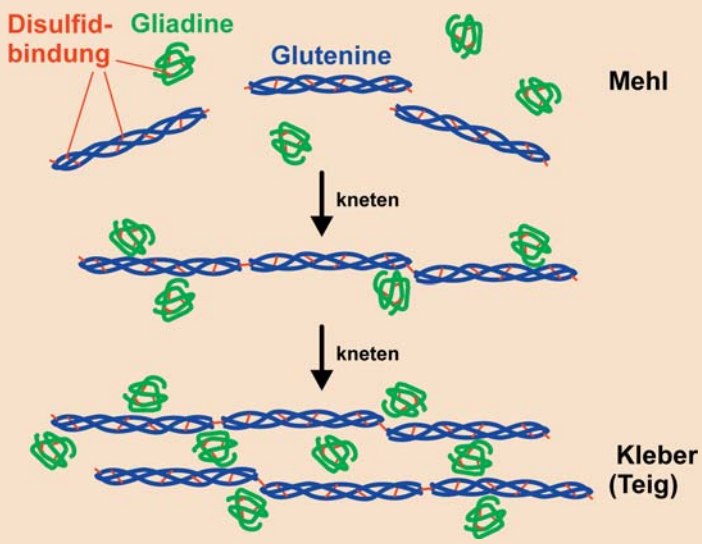
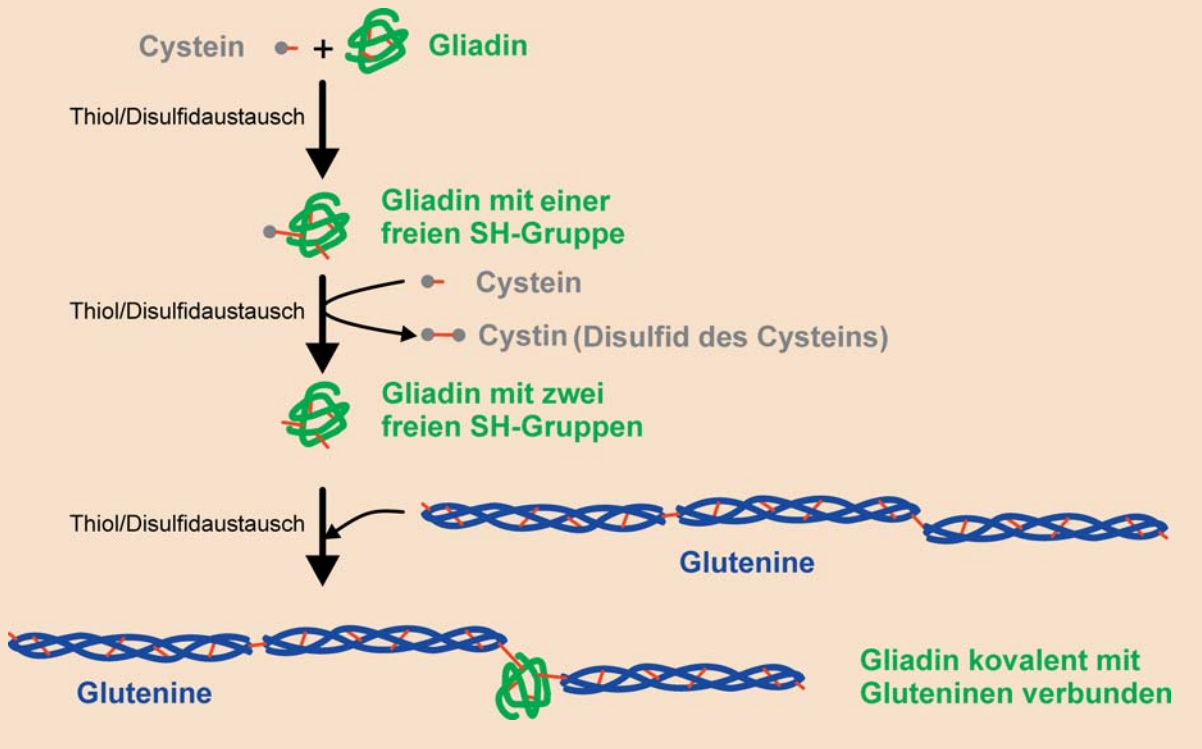


Abb. 2: Durch den Zusatz der Aminosäure Cystein vor der Hochdruckbehandlung wird ein Thiol-/Disulfidaustausch induziert, der zum Einbau von Gliadinen in die Glutenine führt.



des Klebers verantwortlich. Die Gliadine liegen als einzelne Proteine im Kleber vor. Beim Kneten ordnen sie sich zwischen den Glutenin-Aggregaten an und sorgen dafür, dass diese leichter aneinander vorbeigleiten können (Abb. 1). Daher sind die Gliadine für die viskosen Eigenschaften des Klebers verantwortlich.

Veränderungen von Proteinen

Die Struktur und damit die funktionellen Eigenschaften von Proteinen können durch Temperatur und Druck nachhaltig verändert werden. Das Braten von Spiegeleiern zum Beispiel ist nichts anderes als das thermische Denaturieren von Proteinen. Dass auch durch Druckanwendung Proteineigenschaften modifiziert werden können, wurde bereits Anfang des 20. Jahrhunderts gezeigt. Unter hohem hydrostatischem Druck sind dabei Werte zwischen 100 und 1.000 MPa (1.000–10.000-facher Atmosphärendruck) zu verstehen. Untersuchungen mit Eiklar und Eigelb, Muskelfleisch, Milchproteinen und anderen Eiweißen haben gezeigt, dass diese Proteine bei einem Druck von 300–400 MPa schon bei Raumtemperatur denaturieren und Gele bilden können. Aufgrund ihrer großen wirtschaftlichen Bedeutung innerhalb der Nahrungsproteine haben sich die meisten wissenschaftlichen Untersuchungen bislang auf Milchproteine konzentriert. Über druckinduzierte Veränderungen von Getreideproteinen liegen nur wenige Informationen vor.

Ziele

Diese Wissenslücken haben Forscher der Deutschen Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie (DFA) und des Hans-Dieter-Belitz-Instituts für Mehl und Eiweißforschung in Garching bei München bewogen, sich eingehender mit der Hochdruckbehandlung von Weizenkleber zu befassen. Ihr Ziel war es, systematisch zu untersuchen, wie sich Weizenkleber in seinen Eigenschaften ändert, wenn er bei verschiedenen Temperaturen unterschiedlich lange hohem Druck ausgesetzt ist. Bei ihren Untersuchungen verwendeten sie eine Anlage, mit der sie hydrostatische Drücke von bis zu 800 MPa (8.000-facher Atmosphärendruck) erzeugen konnten.

Hochdruckbehandlung von Weizenkleber

Kleber der Weizensorten Astron (gute Backfähigkeit) und Contra (schlechte Backfähigkeit) wurden bei Temperaturen von 30 bis 80 °C fünf bis dreißig Minuten lang unterschiedlichen Druckverhältnissen (0,1–800 MPa) ausgesetzt. Im Vergleich zu einem unter Atmosphärendruck untersuchten Kontrollkleber wurde ein bei 200 MPa und niedriger Temperatur (30–40 °C) behandelter Kleber weicher und dehnbarer, bei Erhöhung des Drucks und der Temperatur wurde er dann fester und weniger dehnbar. Bei hohem Druck (z.B. 600 MPa)

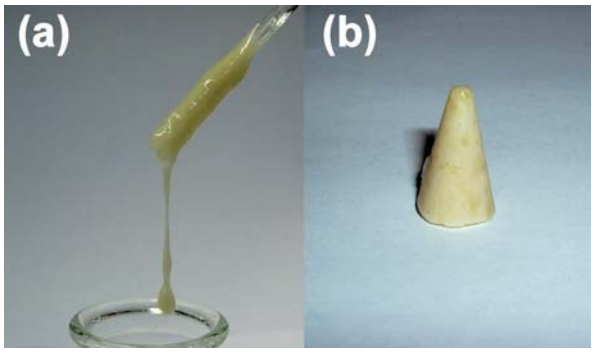


Abb. 3: Suspension von Gliadinen in Wasser (a) vor der Hochdruckbehandlung und (b) nach 10-minütiger Behandlung mit 800 MPa bei 70 °C.

und hoher Temperatur (z.B. 60 °C) verlor er seinen Zusammenhalt (Kohäsivität) und war nicht mehr dehnbar. Der Einfluss des Druckes war insgesamt weitaus stärker als der Einfluss der Temperatur.
Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass sich bei zunehmendem Druck die Gliadine im Kleber verändern (Thiol-/Disulfidaustausch) und sie dadurch eine Verbindung mit den Gluteninen eingehen können (Abb. 2). Als Folge daraus verringert sich die Viskosität. Durch Zusatz der natürlich vorkommenden Aminosäure Cystein wurde dieser Effekt noch verstärkt und es entstanden hartgummiartige Produkte. Unter diesen Bedingungen wurde eine flüssige Suspension von Gliadin in Wasser durch die Hochdruckbehandlung in einen festen, gummiartigen Körper überführt (Abb. 3). Zusätze von Salzen und anderen niedermolekularen Verbindungen (z.B. Harnstoff) zu Weizenkleber führten nach Hochdruckbehandlung zu Produkten mit teilweise neuartigen Eigenschaften.

Folien aus Weizenkleber

Ein Schwerpunkt der Entwicklungsarbeiten lag in der Herstellung von Folien. Die besten Ergebnisse wurden erzielt, wenn der Trockenkleber unter Verwendung von Glycerin als Weichmacher in organischen Säuren suspendiert, danach auf einer glatten Oberfläche ausgegossen und bei niedriger Temperatur getrocknet wurde. Auf diese Weise konnten klare, fast transparente Folien hergestellt werden (Abb. 4).
Eine Erwärmung des Klebers führte zu festeren und weniger dehnbaren Folien. Eine Druckbehandlung bei 400 MPa ergab Folien, die dehnbarer waren als handelsübliche Frischhaltefolien, bei 500 MPa wurde die maximale Festigkeit erreicht und bei 800 MPa entstanden Plexiglas-ähnlich Produkte, die bei mechanischer Belastung mit glattem Bruch rissen.
Die Eigenschaften der Folien hingen nicht nur von den Verarbeitungsbedingungen ab, sondern auch von der Weizensorte, aus der der Weizenkleber isoliert wurde: Je besser die Backfähigkeit der Sorte war, desto fester waren auch die aus dem entsprechenden Kleber hergestellten Folien.
Die Ergebnisse der Druckbehandlung konnten auch durch die Zugabe von Stoffen, die die Proteinstruktur beeinflussen, verändert werden. Nach dem Zusatz von Cystein etwa entstand in einem engen Behandlungsspielraum zwischen 400 und 500 MPa eine verhältnismäßig weiche Folie mit außergewöhnlich elastischen Eigenschaften. Sie war schwer faltbar und entspannte sich beim Loslassen wieder zur ursprünglichen Form. Je nach Rezeptur ergaben sich gummiartige Produkte, die extrem formstabil, unlöslich und elastisch waren.

Umsetzung der Ergebnisse

Die Forschungsergebnisse haben gezeigt, dass eine Hochdruckbehandlung die Eigenschaften von Weizenkleber irreversibel verändern kann. In Abhängigkeit von Druck, Temperatur und Behandlungsdauer können gezielt sehr unterschiedliche Eigenschaftsprofile von Kleberfolien – von weich und geschmeidig bis fest und hartgummiartig – hergestellt werden.
Die bisherigen Arbeiten wurden im Labormaßstab durchgeführt. Ziel ist es nun, die entwickelten Verfahren in den industriellen Maßstab zu überführen. Dies wäre ein wichtiger Schritt, um dieses wertvolle Nebenprodukt der Stärkeisolierung auch in größerem Rahmen sinnvoll zu nutzen. Auf diese Weise ließe sich der für die Stärkeproduktion verwendete Weizen vollständiger verwerten und aus Erdöl hergestellte Grundstoffe durch nachwachsende Rohstoffe ersetzen. Da Produkte aus Weizenkleber auch biologisch abbaubar sind, ergibt sich auch aus Sicht des Umweltschutzes ein Vorteil. ■

Abb. 4: Mit Lebensmittelfarben gefärbte Folien und andere Produkte aus hochdruckbehandeltem Weizenkleber, gezeigt auf dem 13. Innovationstag Mittelstand im Juni 2006 in Berlin.

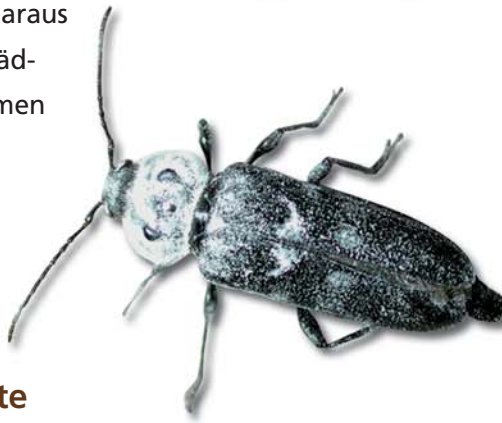
PD Dr. Peter Köhler, Dr. Florian Schurer, Dr. Rolf Kieffer und Dr. Herbert Wieser, Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie und Hans-Dieter-Belitz-Institut für Mehl- und Eiweißforschung, Lichtenbergstraße 4, 85748 Garching.
E-Mail: peter.koehler@lrz.tum.de

Dieses Vorhaben wurde aus Mitteln der industriellen Gemeinschaftsforschung (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie/AiF) über den Forschungskreis der Ernährungsindustrie (FEI) gefördert. Projekt-Nr.: AiF-FV 13506N

Holzzerstörende Insekten

Befallsmerkmale, Monitoring, Langzeituntersuchungen und Begleitung von Bekämpfungsmaßnahmen in historischen Gebäuden | *Uwe Noldt (Hamburg)*[1]

Langzeituntersuchungen zur Aktivität von holzzerstörenden Insekten in Gebäuden sind bisher nur selten durchgeführt worden. Seit 1999 unternimmt das Institut für Holzbiologie und Holzschutz der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft (BFH) ein Monitoring dieser Tiere vor allem an historischen Gebäuden (Freilichtmuseen, Kirchen, Mühlen, Burgen) sowie in Sammlungen und Depots. Die Untersuchungen, die in Kooperation mit der Universität Hamburg und mehreren anderen Einrichtungen durchgeführt wurden, haben neue Erkenntnisse zur Biologie und Ökologie der holzzerstörenden Insekten ergeben. Zudem wurden daraus Konzepte zur Vermeidung von Holzschäden im Sinne einer Integrierten Schädlingsbekämpfung abgeleitet sowie Bekämpfungs- und Präventionsmaßnahmen auf ihren Erfolg kontrolliert.



Im Verdachtsfall gilt es zunächst, einen aktiven Insektenbefall an Gebäudekonstruktionen, Kultur- und Kunstgütern sowie Gebrauchsgegenständen aus Holz festzustellen. Bei einer massiven Zerstörung und dringendem Handlungsbedarf kann der Einsatz einer chemischen oder thermischen Bekämpfungsmaßnahme oder letztendlich beispielsweise der Abriss eines Dachstuhls erfolgen.

Damit es zu so einem „worst case" nicht kommt, sollten empfindliche Objekte regelmäßig auf Insektenbefall kontrolliert werden. Ein solches langjähriges Monitoring – wie seit 1999 in den über 100 Gebäuden des Westfälischen Freilichtmuseums Detmold und anschließend in vielen weiteren Objekten durchgeführt – ermöglicht ein differenziertes Vorgehen: Die Befallsstärken können eingeordnet und angepasste Maßnahmen zur Gebäudehygiene sowie zur Bekämpfung ergriffen werden. Darüber hinaus vertieft das Monitoring die Kenntnis über die Biologie und Ökologie der Schadinsekten und ihrer Gegenspieler.

Die Ergebnisse dieser Langzeituntersuchungen des Instituts für Holzbiologie und Holzschutz der BFH stehen Entscheidungsträgern der zuständigen Institutionen, aber auch Holz verarbeitenden Betrieben und Privatpersonen zur Verfügung.

1 Dieser Beitrag ist Herrn Prof. em. Dr. Dr. h.c. Walter Liese anlässlich seines achzigsten Geburtstages gewidmet.

Integrierte Konzepte

Historische Gebäude sind über viele Jahrhunderte vielfältigen Einflüssen der Zerstörung durch den Menschen, der Witterung und nicht zuletzt – sofern Holz für die Konstruktion verwendet wurde – der Zerstörung durch Organismen ausgesetzt. Als Folge einer Befeuchtung des Holzes kann es zu einem Befall durch holzzerstörende Pilze und/oder holzzerstörende Insekten kommen.

Konzepte zur Integrierten Schädlingsbekämpfung („Integrated pest management") – aus der Land- und Forstwirtschaft sowie der Vorratshaltung schon lange bekannt – sind im Falle der holzzerstörenden Organismen erst in den vergangenen Jahren systematisch entwickelt und umgesetzt worden. Am Anfang dieses mehrstufigen Managementsystems steht das Monitoring, also die Bestimmung von Verursacher, Schadart und Schadensausmaß, das eine Befallskartierung ermöglicht. Bei Massenbefall ist es erforderlich, direkt über sinnvolle Bekämpfungs- oder Behandlungsmaßnahmen zu entscheiden. Parallel dazu sollten Restaurierungs-, Bau- und Reparaturmaßnahmen ins Auge gefasst werden, die darauf abzielen, die Umge-

Abb. 1: Im Westfälischen Freilichtmuseum in Detmold werden seit 1999 Monitoringmaßnahmen durchgeführt.

bungsbedingungen zu Ungunsten der Schadorganismen zu verändern. Dies kann zum Beispiel bedeuten, den Feuchteeintrag in Gebäude zu vermeiden, Holzobjekte jenseits der Feuchte- und Temperaturoptima der Larven zu lagern, befallsresistente Holzarten zu nutzen oder konstruktive Mängel zu beseitigen. Nicht zuletzt umfasst die Integrierte Schädlingsbekämpfung auch die Schulung der Verantwortlichen über die spezifischen Gegebenheiten des Monitorings, der Bekämpfung der holzzerstörenden Insekten und der Prävention.

Befallsmerkmale

Die Holzzerstörer

Nahezu alle vorgestellten Insekten sind ursprünglich Wald- bzw. Forstinsekten und nun „Kulturfolger" des Menschen. Mit der Erweiterung ihres Lebensraums auf Gebäude und verarbeitete Holzobjekte haben sie sich eine neue „ökologische Nische" geschaffen, in der der Feinddruck geringer ist als im Freiland, obschon es auch hier mehrere Antagonisten gibt, wie etwa Buntkäfer (Cleridae), Schlupfwespen (Ichneumonidae) und diverse Spinnen.

Die wichtigsten Trockenholzinsekten in unseren Breiten (s. Tafel 1) sind der Hausbockkäfer (*Hylotrupes bajulus*; HB), die Nagekäfer „Totenuhr" (*Xestobium rufovillosum*; XR) und „Möbelkäfer" (*Anobium punctatum*; AP) sowie der Trotzkopf (*Coelostethus pertinax*), die mit ihrem zum Teil über Jahrzehnte andauerndem Massenbefall Konstruktionsteile in ihrer Statik ernsthaft gefährden können oder im Falle des Möbelkäfers hölzerne Gebrauchsgegenstände, sakrale Objekte und landwirtschaftliche Geräte bis zur Pulverisierung des Holzmaterials zerstören können.

Der Vollständigkeit halber muss bei sekundär befeuchteten Konstruktionshölzern auch noch die Gruppe der holzzerstörenden Rüsselkäfer (Cossoninae) sowie, in den letzten Jahren vermehrt auftretend, der holzzerstörenden Ameisen mit ihren Nestanlagen im Holz erwähnt werden. Immer wieder – allerdings vermehrt in modernen Bauten – sind auch Massenbefälle durch Vertreter der in der Regel importierten Splintholzkäfer (Lyctidae; insbesondere *Lyctus brunneus*; LB) zu verzeichnen (vgl. ForschungsReport 1/2000).

Die Schäden

Der Hausbockkäfer ist ein auf das Splintholz von Nadelhölzern beschränkter Bockkäfer. Der Gescheckte Nagekäfer (Volksmund: „Totenuhr") kommt – Splint- und Kernholz befallend – hauptsächlich in von Pilzen vorgeschädigter Eiche vor, obschon auch Nadelhölzer befallen werden. Der Gewöhnliche Nagekäfer („Möbelkäfer" oder „Holzwurm") nimmt sowohl Nadel- als auch Laubholzarten an, während die Splintholzkäfer auf Laubhölzer, insbesondere tropischer Herkunft, spezialisiert sind. Der Grad der durch die Larven erfolgten Zerstörung ist sehr unterschiedlich. In Gebäuden können sie flächendeckend oder nur lokal begrenzt auftreten. Werden frische Ausschlupflöcher oder Bohrmehl entdeckt, führt dies häufig aus Unkenntnis oder mangelndem Sachverstand zu Fehldeutungen und unangemessenen Gegenmaßnahmen, wie übermäßigem Einsatz von Holzschutzmitteln oder kostenintensiven Totalbehandlungen, obwohl lokale Maßnahmen ausreichend gewesen wären.

Monitoring und Langzeituntersuchungen

Die Objekte

Die ersten Monitoring-Untersuchungen der BFH erfolgten in Freilichtmuseen, wobei das Westfälische Freilichtmuseum Detmold (Abb. 1) und das Museumsdorf Bayerischer Wald in Tittling/Passau mit ihren über 100 Einzelgebäuden hervorgehoben werden müssen. In Zusammenarbeit mit weiteren Institutionen und Sachverständigen wurden später weitere Freilichtmuseen (u.a. Haselünne, Gutach, Hermannstadt/Rumänien, Riga/Lettland), Kirchen (u.a. Aachener Dom, Abteikirche Marienmünster, Kirchen in Xanten, Kempen, Lettland, Rumänien), Burgen, Schlösser und Mühlen untersucht. Darüber hinaus erfolgten Studien an Einzelobjekten, wie etwa Kunstgegenständen in deutschen Sammlungen und Museen.

Neben den Bewertungen der eigentlichen Insektenschäden wurden in allen Fällen konzeptionelle Vorschläge zu Bekämpfungsmaßnahmen sowie zur Lagerung und Depothaltung erarbeitet, die von den Kooperationspartnern in unterschiedlichem Maße umgesetzt wurden.

Die Bewertung

Die Befallsbewertung erfolgte in den Gebäuden nach ersten umfangreichen Begehungen und später nach Auswertung der Monitoringmaßnahmen in der Regel mit einer sogenannten „Ampelbewertung": „rot" für Massenbefall und unbedingten Handlungsbedarf, „gelb" für mittleren Befall im gesamten Gebäude und einzuleitende Überwachungsmaßnahmen und „grün" für Altbefall oder für Befallsfreiheit.

Abb. 2: Auch der Schädlingsbefall im Dachstuhl des Aachener Doms wird erfasst und bekämpft.

Tafel 1: Wichtige holzzerstörende Insektenarten

(jeweils v.l.n.r.: Geschlechtstiere, Larven [Größe in mm]; charakteristisches Schadstück)
1. Hausbockkäfer, Balkenbock (Hylotrupes bajulus; HB); Sparren
2. Gewöhnlicher Nagekäfer, „Möbelkäfer" (Anobium punctatum; AP); Möbelteil
3. Gescheckter Nagekäfer, „Totenuhr" (Xestobium rufovillosum; XR); Fachwerkständer
4. Brauner Splintholzkäfer (Lyctus brunneus; LB); Leiste

Tafel 2: Monitoringmaßnahmen

(Reihen jeweils v.l.n.r.):
1. *Aufsammlungen: gesammelte Käfer pro Raum und Woche, markierte Käfer vor Geschlechtsbestimmung*
2. *Abklebungen: abgeklebte Deckenbalken, Klebefläche im Haus O1 (Detmold)*
3. *Lichtfallen: Lichtfalle (Aachener Dom), Detail gefangener Käfer*
4. *Klebepappen: Konstruktionsteile (Aachener Dom), Detail in Chorhalle*
5. *Hängeeinrichtungen: Hängegestell unter Deckenbalken, abgefangene Käfer*
6. *Pheromonfallen: Einsatz im Museumsdorf in Tittling, Detail einer Falle*

Markantes Beispiel für ein solches Vorgehen waren die Konstruktionshölzer im Dachgestühl des Oktogons des Aachener Doms (Abb. 2). Es ist sinnvoll, eine solche „gebäudeweise" Befallskartierung in Abständen von mehreren Jahren zu wiederholen, um die Entwicklung zu dokumentieren, einschließlich eines Postmonitorings nach durchgeführten Bekämpfungsmaßnahmen.

Die Monitoringmaßnahmen

Für ein Monitoring kommen folgende Verfahren infrage (Tafel 2): Aufsammlungen, Papierabklebungen, Lichtfallen, Klebefallen, Hängegestelle und Hängekästen, Pheromonfallen und Extraktstofffallen, Bohrmehlanalysen sowie Papierabdeckungen.

Exemplarisch aus der Datenfülle ist die Auswertung der Papierabklebungen mit Ausschlupflöchern für alle Gebäude des Westfälischen Freilichtmuseums Detmold über die Jahre 2001–2005 dargestellt (Abb. 3).

Die Monitoringmaßnahmen ergaben eine Fülle von Ergebnissen zur Biologie der Schädlinge und zu Besonderheiten einzelner Untersuchungsobjekte. So zeigte sich zum Beispiel beim Gescheckten Nagelkäfer („Totenuhr"), dass die Weibchen vor den Männchen schlüpfen und Ausschlupflöcher von unterschiedlichen Individuen und über mehrere Jahre genutzt werden. Für verschiedene Käfer ergaben sich neue Erkenntnisse über die Lockwirkung von Lichtquellen. In der Dachkonstruktion des Aachener Doms ließen sich unzureichende Handwerksarbeiten nachweisen.

Viele dieser Einzelergebnisse liefern Grundlagen für den gezielten Einsatz von Bekämpfungsmaßnahmen und/oder Pheromon- und Extraktstofffallen sowie für Versuche mit den natürlichen Gegenspielern.

Begleitung von Bekämpfungsmaßnahmen

Die Kooperationen mit den Museen und mit Industriepartnern boten die Möglichkeit, Bekämpfungsmaßnahmen zu begleiten und eine neutrale Erfolgskontrolle dieser Maßnahmen vorzunehmen. Gegenwärtig werden schwerpunktmäßig das feuchte-regulierte Heißluftverfahren für ganze Gebäude (Abb. 4 und 5) sowie das Mikrowellenverfahren für Konstruktionseinheiten getestet und im Hinblick auf Temperaturminimierung, Schonung der Objekte, Energieaufwand

Abb. 3: Ausschlupf in den Papierabklebungen aller Gebäude des WFM Detmold in den Jahren 2001–2005 nach Kalenderwochen (über 3 Wochen gemittelt).

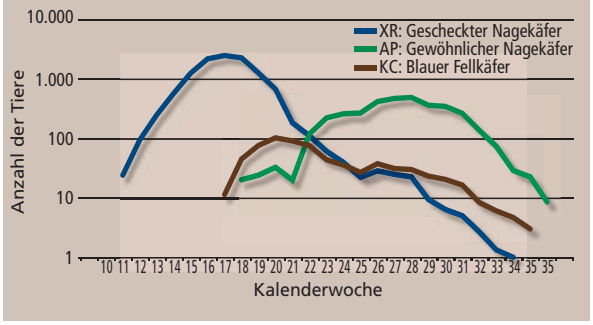


Abb. 4: Bekämpfung durch feuchte-geregeltes Heißluftverfahren bei einem kompletten Haus im Westfälischen Freilichtmuseum Detmold

und Umweltschädigung verbessert. Darüber hinaus konnten seit 1999 andere Bekämpfungsmaßnahmen wie Begasungen mit Kohlendioxid, Methylbromid und Sulfuryldifluorid (Abb. 6) sowie die Anwendung von Thermokammern für die Behandlung von beweglichen Objekten wissenschaftlich begleitet und bewertet werden.

Um den Erfolg der Bekämpfungsmaßnahmen kontrollieren zu können, hat sich der Einsatz von Referenz-Holzklötzen bewährt, in die Probeklötzchen mit lebenden Stadien der wichtigen Holzzerstörer eingesetzt werden. Die Insekten stammen aus Freilandvorkommen oder BFH-eigenen Zuchten. Die Referenzklötze (Abb. 7) entsprechen den stärksten Dimensionen der zu behandelnden Konstruktionsteile oder Holzobjekte. Sie werden im jeweiligen Behandlungsraum flächendeckend eingebracht, den Bekämpfungen unterzogen und anschließend bezüglich der Mortalität der Testtiere ausgewertet.

Abb. 6: Behandlung einer Mühle im Westfälischen Freilichtmuseum Detmold

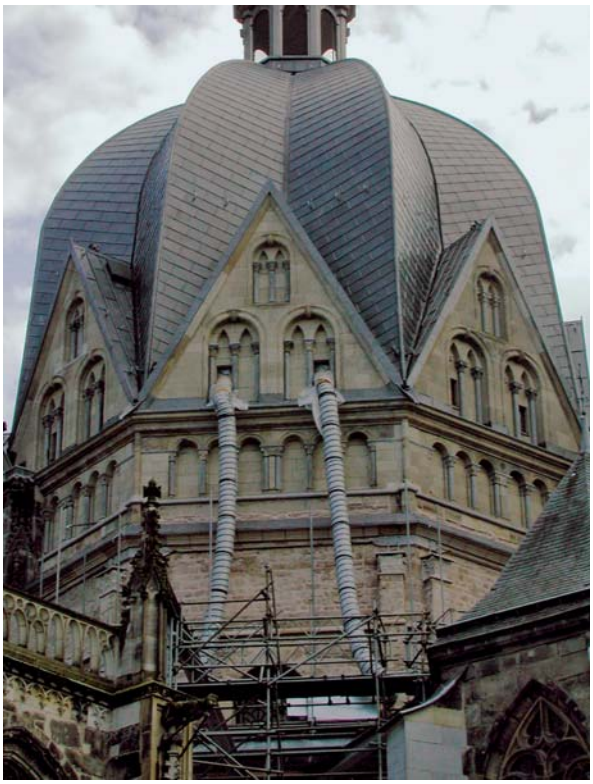


Abb. 5: Anwendung des feuchte-geregelten Heißluftverfahrens im Oktogon des Aachener Doms

Auf diese Weise sind Rückschlüsse auf unzureichende Behandlungsparameter oder auf Schwachstellen bei bestimmten Konstruktionselementen möglich. Des Weiteren konnten die in den Regelwerken vorgeschriebenen Abtötungstemperaturen von 55 °C über mindestens eine Stunde experimentell bestätigt werden. ■

Dr. Uwe Noldt, Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Institut für Holzbiologie und Holzschutz, Leuschnerstr. 91, 21031 Hamburg.
E-Mail: u.noldt@holz.uni-hamburg.de

Abb. 7: Mit Schadinsekten besetzte Probenklötze zur Erfolgskontrolle

Der Eisfisch Chionobathyscus dewitti, der mit seinem großen Kopf und den großflächigen Brustflossen das Erscheinungsbild eines typischen Eisfisches zeigt

Eisfische – Fische ohne Blut?

Karl-Hermann Kock (Hamburg)

Der Wissenschaft sind Eisfische schon seit 1844 bekannt. Verborgen blieb aber über lange Zeit, dass diese Tiere eine Ausnahmestellung unter den Wirbeltieren einnehmen: Dem Blut der Eisfische fehlt das sauerstoffbindende Hämoglobin. Eisfische können den lebensnotwendigen Sauerstoff nur in physikalischer Lösung im Blut transportieren. Trotz dieses vermeintlichen Nachteils sind Eisfische im Meeresgebiet der Antarktis so häufig, dass sie von der Fischerei kommerziell genutzt werden. Das Management der Eisfischbestände obliegt dem „Übereinkommen zum Schutz der lebenden Meeresschätze der Antarktis" (CCAMLR).

Sonderstellung erst 1954 entdeckt

1929 hörte der norwegische Biologe Johan Ruud bei seinem Besuch auf einer Walfangstation auf der subantarktischen Insel South Georgia zum ersten Mal davon, dass es dort Fische ohne Blut geben solle. Doch gelang es ihm nicht, an Fotos oder Belege zu kommen, die Licht in das Dunkel um diese mysteriösen Fische bringen konnten. Erst 1953 fing er bei einem neuerlichen Aufenthalt auf South Georgia die ersten lebenden Eisfische.

Abb. 1: Kiemen des Scotia See Eisfisches (Chaenocephalus aceratus)

Im Gegensatz zu den roten Kiemen der Fischarten, die er kannte, erschienen die Kiemen der Eisfische cremig weiß (Abb. 1). Die weiße Farbe entsteht durch Lichtbrechung an der Kiemenoberfläche, die sich über dem durchsichtigen Blut in den Kiemenlamellen wölbt. Ruud erkannte, dass die durchscheinende Farbe des Blutes der Eisfische durch das Fehlen von roten Blutkörperchen (Erythrozyten) und dem Blutfarbstoff Hämoglobin hervorgerufen wird. Er veröffentlichte seine Beobachtungen 1954 in der Fachzeitschrift „Nature".

Während Ruud noch glaubte, dass Erythrozyten gänzlich fehlten, entdeckten Forscher in den späten 50er und 60er Jahren das Vorhandensein geringer Mengen roter Blutkörperchen, die unter anderem wichtige Enzyme enthalten, funktional als Sauerstoffträger aber bedeutungslos sind.

Wie haben sich Eisfische entwickelt?

Eisfische, die typischerweise einen großen Kopf und eine ausgeprägte Schnauze aufweisen, besiedeln nur die polaren Gewässer um die Antarktis herum, deren Wassertemperaturen im Sommer auch in der Peripherie des Südpolarmeeres kaum 2 °C überschreiten. Nur eine Art kommt auch in den Gewässern um Feuerland vor – Relikt aus einer Zeit vor Millionen Jahren, als sich das Eis der Antarktis bis über die Südspitze Südamerikas wölbte und der Rand des Packeises viel weiter nördlich als heute lag.

Das Fehlen von Hämoglobin entsprang wahrscheinlich einer einzigen Mutation, die den Globin-Gen-Komplex im Blut auslöschte. Diese Mutation wäre bei Fischen wärmerer Gewässer tödlich gewesen, denn eine typische tropische Fischart braucht bei 30 °C sechsmal soviel Sauerstoff für ihren Standardstoffwechsel wie eine antarktische Fischart bei 0 °C. Der hohe Sauerstoffgehalt hochpolarer Gewässer ermöglichte dieser Mutation aber das Überleben und führte im Laufe der Evolution zu einer Weiterentwicklung des Ur-Eisfisches in 11 Gattungen mit 15 Arten.

Wie konnten Eisfische überleben?

Was Eisfische so grundlegend von anderen Fischarten unterscheidet, sind mehrere physiologische Besonderheiten, durch die sie den Verlust des Hämoglobins und die Fähigkeit, Sauerstoff im Blut chemisch zu binden, weitgehend kompensieren können:

- ein niedrigerer Stoffwechsel als bei rotblütigen Arten,
- ein 2–4 mal höheres Blutvolumen als bei vergleichbaren Fischen,
- ein größeres Herz,
- eine höhere Pumpleistung des Herzens,
- eine stärkere Durchblutung der Haut und Hautatmung,
- eine niedrige Viskosität des Blutes, die einen schnelleren Blutfluß erlaubt,
- Blutgefäße mit einem größeren Durchmesser.

Als Beispiel seien hier die Modifikationen des Herzens erwähnt: Das Herz arbeitet als großvolumige Niederdruckpumpe, die 6–15 mal mehr Blut pro Zeiteinheit durchpumpt als das Herz vergleichbarer anderer Knochenfische. Die Pumpleistung ist der kleiner Säugetiere vergleichbar.

Betrachtet man die anderen biologischen Parameter, wie Lebenszyklus, Fortpflanzung, Alter und Wachstum, so unterscheiden sich Eisfische allerdings erstaunlich wenig von Fischen anderer Breiten oder mit ihnen zusammenlebenden rotblütigen Fischarten:

- sie leben in den ersten 1–3 Jahren vorwiegend im freien Wasser, haben lange Bauchflossen und relativ große Brustflossen, die ihren Auftrieb verbessern (Abb. 2) und gehen erst danach zum Bodenleben über,
- eine Reihe von Arten wächst im jugendlichen Alter mit 6–10 cm pro Jahr relativ schnell,
- sie erreichen ihre Geschlechtsreife mit 5–8 Jahren,
- sie investieren 25 % ihres Körpergewichts in die Reifung der großen Eier (Abb. 3)
- viele Arten werden 40–75 cm lang und 15–20 Jahre alt.

Viele Eisfischarten kommen von nahe der Wasseroberfläche bis in 900 m Tiefe vor. Einzelne Arten wurden in der Langleinenfischerei auf antarktischen Schwarzen Seehecht (*Dissostichus mawsoni*) bis in 2.000 m Tiefe mitgefangen. Eisfische besiedeln verschiedene Lebensräume: Manche Arten werden, wenn sie sich der Geschlechtsreife nähern, immer inaktiver und verbringen die meiste Zeit fast bewegungslos auf dem Bodengrund und lauern auf Beute. Andere steigen regelmäßig in die Wassersäule auf, um dort planktische Massenorganismen wie den antarktischen Krill zu fressen.

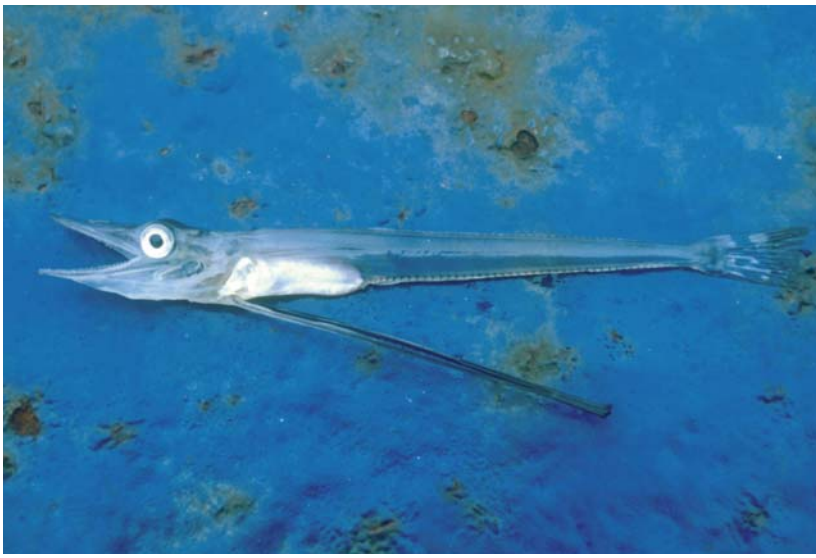


Abb. 2: Junges Exemplar des Eisfisches Cryodraco antarcticus

Kommerzielle Nutzung

Eisfische waren nicht nur bevorzugte Studienobjekte von Biologen, sondern galten auch als gute Speisefische. Ihr massenhaftes Auftreten um die Inseln der Subantarktis und Antarktis ließ bereits Anfang der 1960er Jahre den Wunsch nach ihrer kommerziellen Nutzung wach werden. Nachdem sowjetische Fangflotten die Bestände des Marmorbarsches (*Notothenia rossii*) Ende der 60er/Anfang der 70er Jahre bei South Georgia und den Kerguelen überfischt hatten, wandten sie sich in diesen Gebieten den Eisfischen, vor allem dem Bändereisfisch (*Champsocephalus gunnari*, Abb. 4), zu. Mitte der 70er Jahre traten weitere Nationen wie Polen und die DDR in die Fischerei ein und der Fischereidruck erhöhte sich. Eisfische fanden sich jetzt regelmäßig als Ganzfisch oder ohne Kopf und Schwanz in den Fischläden der DDR. Ab 1977 wurde die Fischerei auf südlichere Fanggründe

Abb. 3: Die Eier des Scotia See Eisfisches haben einen Durchmesser von 4,5 mm.

Abb. 4: Der Bändereisfisch (Champsocephalus gunnari)

wie die South Orkney Islands und die South Shetland Islands ausgedehnt und eine weitere häufige Art, der Stachelige Eisfisch (*Chaenodraco wilsoni*), für einige Jahre befischt. Die Fänge an Bändereisfisch überschritten in einigen Jahren 100.000 t (Abb. 5). Bis auf South Georgia hielten die Populationen dem hohen Fischereidruck nur wenige Jahre stand und waren bald überfischt.

CCAMLR und der langfristige Schutz antarktischer Ressourcen

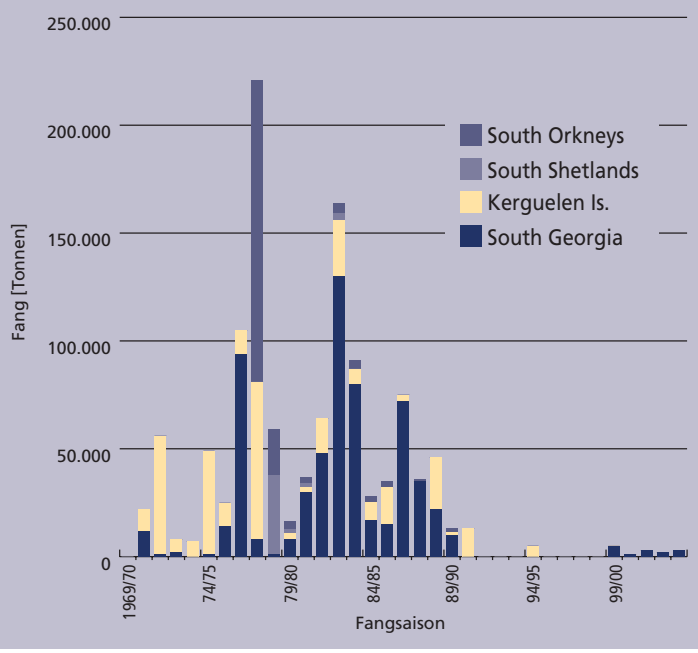
Die Bundesforschungsanstalt für Fischerei in Hamburg war zum ersten Mal auf der Antarktis-Expedition 1975/76 der Bundesrepublik Deutschland mit Eisfischen in Berührung gekommen, als das Fischereiforschungsschiff ‚Walther Herwig' und der gecharterte Fischdampfer ‚Weser' bei South Georgia, den South Orkney Islands und Elephant Island Eisfische in größeren Mengen fingen. Mitarbeiter des Instituts für Seefischerei der Bundesforschungsanstalt für Fischerei brachten die Ergebnisse der ersten Antarktis-Expeditionen 1975/76 und 1977/78 schnell in internationale Arbeitsgruppen ein, wie der des „Scientific Committee on Antarctic Research" (SCAR), und entwickelten sich so zu anerkannten Experten für die Antarktis und Probleme ihres Schutzes und ihrer Nutzung.

Durch die intensive Fischerei von Fischereiflotten des damaligen Ostblocks waren viele antarktische Fischbestände zu Beginn der 80er Jahre überfischt und auf kleine Teile ihrer ursprünglichen Bestandsstärken zusammengeschmolzen. Die Sorge um die Übernutzung der empfindlichen antarktischen Ökosysteme, für die Robbenschlag und Walfang beredte Beispiele waren, führte 1982 zum Inkraft-Treten des „Übereinkommens zum Schutz der lebenden Meeresschätze der Antarktis" (CCAMLR). Deutschland entwickelte dieses Übereinkommen mit und gehörte zu seinen Signatarstaaten. Mitarbeiter des Instituts für Seefischerei dienten dem Abkommen in den letzten 25 Jahren als Leiter von Arbeitsgruppen und als Vorsitzende des Wissenschaftsausschusses. Ihre Expertise stellen sie dem BMELV und der EU zur Verfügung. Schonmaßnahmen und das Verbot der Fischerei in einigen Gebieten haben dazu geführt, dass zumindest eine Reihe von Beständen, wie die Gelbe Notothenia (*Gobionotothen gibberifrons*) und der Scotia See Eisfisch (*Chaenocephalus aceratus*), wieder deutlich zugenommen haben. Über andere Bestände, wie den Marmorbarsch, herrscht nach wie vor Unklarheit.

Wie es das Abkommen verlangt, unterstützt Deutschland CCAMLR aktiv mit Forschungsvorhaben, um einen wirksamen Schutz antarktischer mariner Ressourcen zu gewährleisten. Deutschland unterstützte die Etablierung eines wissenschaftlichen Beobachtersystems in der Fischerei, Gebietsschließungen oder Mindestmaschenregulierungen und die Festsetzung von Höchstfangmengen. Diese Maßnahmen zielen darauf ab, einen langfristigen und stabilen Dauerertrag für die Fischerei zu sichern. Die Einführung eines ‚Catch Documentation Scheme' (CDS) für Patagonischen und Antarktischen Schwarzen Seehecht (*Dissostichus spp.*) soll darüber hinaus die illegale Fischerei und den Handel mit illegal gefangenem Schwarzem Seehecht unterbinden. ■

PD Dr. Karl-Hermann Kock, Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Institut für Seefischerei, Palmaille 9, 22767 Hamburg.
E-Mail: karl-hermann.kock@ish.bfa-fisch.de

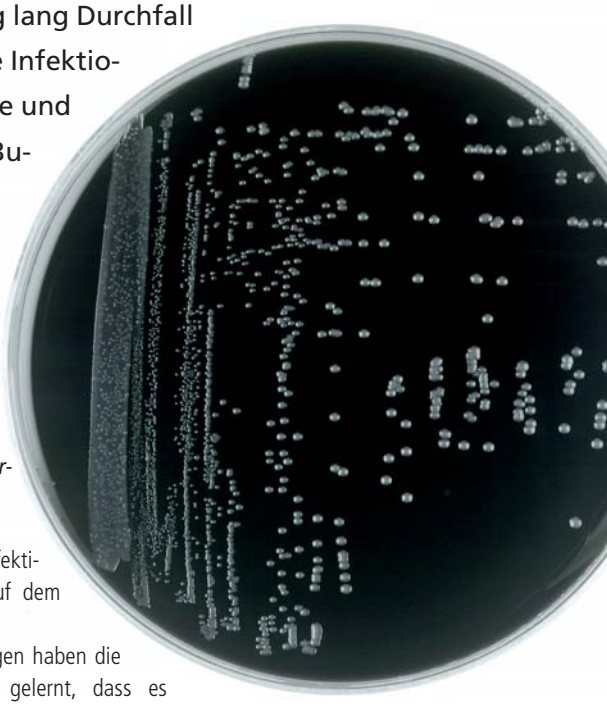
Abb. 5: Fänge des Bändereisfisches in verschiedenen Bereichen der Antarktis



From Farm to Fork

Neue Konzepte sollen die mikrobielle Sicherheit von Lebensmitteln erhöhen

Jährlich werden rund 200.000 Lebensmittelinfektionen in Deutschland gezählt. Doch die Zahl der Menschen, die über den Teller eine Erkrankung erwerben, dürfte in Wirklichkeit um den Faktor 10 höher liegen. Schließlich geht nicht jeder, der einen Tag lang Durchfall hat, gleich zum Arzt. Gleichwohl kommen Lebensmittel-bedingte Infektionen die Volkswirtschaft teuer zu stehen: Ausgefallene Arbeitstage und Krankheitskosten schlagen mit vielen Millionen Euro negativ zu Buche. Waren bislang Salmonellen die Hauptverursacher häufiger Sitzungen auf dem stillen Örtchen, so sind es laut der jüngsten Erhebung nunmehr *Campylobacter*-Keime, die den Darm rebellieren lassen. Keine Frage, dass hier noch immer Handlungsbedarf ist.



Isolierte Campylobacter-Kolonien

„Diese *Campylobacter*-Kulturen hier, die haben wir aus Abstrichen von frisch geschlachteten Broilern angezüchtet.“ Dr. Lüppo Ellerbroek, am Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) in Berlin Leiter der Fachgruppe Lebensmittelhygiene und Sicherheitskonzepte, weist auf einen Stapel von Kulturschalen mit bräunlich schimmernden Nährböden auf der Laborbank. Dunkle Bakterienkolonien sind darauf gewachsen. „Wir wollen nun wissen, welche Eigenschaften die Keime haben, wie gefährlich sie für den Menschen sind und wie wir sie aus dem Geflügelfleisch verbannen können.“ In seinem Labor beobachtet man seit längerem, dass *Campylobacter jejuni* als Erreger lebensmittelbedingter Infektion beim Menschen auf dem Vormarsch ist.

Bei ihren Untersuchungen haben die Lebensmittelhygieniker gelernt, dass es nicht ausreicht, Lebensmittel erst an der Ladentheke auf potenzielle Risiken zu untersuchen. „Wir müssen die Lebens-

Dr. Lüppo Ellerbroek impft Platten mit verschiedenen Bakterien-Isolaten

mittel von der Urproduktion, das heißt im Fall etwa von Geflügelprodukten vom Brutei über die Aufzucht und Schlachtung bis auf den Teller des Verbrauchers unter die Lupe nehmen, um die hygienisch kritischen Punkte der Lebensmittelkette zu ermitteln. Nur so können wir die Gefahr von Lebensmittel-bedingten Infektionen weiter minimieren und unter Kontrolle halten", ist die Erfahrung von Ellerbroek. Das BfR verfolgt dabei einen ganzheitlichen Ansatz. Epidemiologische Erkenntnisse aus der Rückverfolgung von Ausbrüchen, die Ergebnisse von Routineuntersuchungen der Bundesländer und Resultate eigener Untersuchungen und Experimente werden am BfR zusammengefasst und fließen in Sicherheitskonzepte für die Produktion von Lebensmitteln, die vom Tier stammen, ein.

Pathogene Keime sind allgegenwärtig

Das Besondere der Forschung zur Lebensmittelsicherheit am BfR: Das Institut ist technisch so ausgestattet, dass die Lebensmittelproduktion und -zubereitung vom Stall bis zur Küche simuliert werden kann. Dadurch ist es möglich, die Wirksamkeit verschiedener Maßnahmen, die etwa zur Keimreduktion an den kritischen Punkten wie beim Schlachten der Tiere entwickelt wurden, experimentell unter realen Produktionsbedingungen zu untersuchen.

Im Rahmen des Nationalen *Campylobacter*-Masthähnchenmonitorings von 2004 bis 2005 hatte das BfR zum Beispiel festgestellt, dass das Fleisch von 40 % der Herden in den Schlachthöfen mit diesen Keimen infiziert ist. Dabei stellte sich zudem heraus, dass auch das Fleisch von Herden, die bei der Ankunft im Schlachthof *Campylobacter*-frei waren, im Schlachtprozess kontaminiert wurde. Und zwar immer dann, wenn vor der nicht belasteten Herde eine Herde geschlachtet wurde, die mit *Campylobacter* infiziert war. Aus dieser Erkenntnis resultiert die Empfehlung, bei schlachtreifen Herden vor der Ankunft im Schlachthof Kotproben zu ziehen, um infizierte von unbelasteten Herden unterscheiden zu können. Diese Unterscheidung ist insofern wichtig, als nicht infizierte Herden immer vor den infizierten zu schlachten sind, um eine Kontamination des gewonnenen Fleisches im Schlachtprozess zu vermeiden. Des Weiteren sollte nach jeder Schlachtung einer Herde die Schlachtstrecke entsprechend desinfiziert werden.

Milchsäurebad zur Keimreduktion

In einem Projekt wurde weiterhin untersucht, mit welchen Maßnahmen sich die Keimbelastung des Geflügelfleisches, das zum Verbraucher gelangt, minimieren lässt. Dafür impften der Lebensmitteltechnologe Kiem Nghiep Mac und seine Kollegen geschlachtete und gerupfte Broilerkörper gezielt mit *Campylobacter*-Keimen. Anschließend wurden in der hauseigenen Schlachtanlage kontaminierte Schlachtkörper unterschiedlich nachbehandelt. Sie wurden entweder in verschiedene Dekontaminationslösungen mit Natriumhypochlorid, Milchsäure und Zitronensäure getaucht oder damit besprüht. Ziel des Versuchs war es zu prüfen, welche Dekontaminationsverfahren unter realen Schlachthofbedingungen geeignet sind, nach der Schlachtung die Keimlast auf dem Geflügelfleisch zu reduzieren.

Es zeigte sich, dass das Tauchen der Broilerkörper in einer Milchsäurelösung von 15 % das effektivste Verfahren zur Keimreduktion ist. Die Behandlung des gewonnenen Fleisches durch Besprühen mit einer Dekontaminationslösung stellte sich als weniger effektiv heraus.

Sichere Rohwurst für den Verbraucher

in anderes Forschungsfeld ist die Verbesserung der mikrobiellen Sicherheit von Fleischwaren, die roh verzehrt werden. Ein relativ neues Problem sind Rohwürste aus Geflügelfleisch, die durch den Trend zur fettarmen Kost beim Verbraucher immer beliebter werden. In einem Projekt untersuchte Dr. Thomas Alter in der BfR-eigenen Verarbeitungstechnologie, wie sich *Campylobacter jejuni* im Reifungsprozess von Rohwürsten aus Putenfleisch verhält. Er wollte wissen, ob bei einer Kontamination des Ausgangsmaterials die fertige Wurst nach dem Reifeprozess noch ein gesundheitliches Risiko für den Verbraucher darstellt.

Bei den Experimenten stellten Thomas Alter und seine Mitarbeiter zunächst sicher, dass das verwendete Ausgangsprodukt Truthahnfleisch vor dem Versuch frei von *Campylobacter*-Keimen war. Untersuchungen haben nämlich gezeigt, dass rund 50 % der Fleischproben aus den Schlachthöfen eine Keimlast trägt. Das *Campylobacter*-freie Fleisch wurde dann wie bei der Wurstherstellung üblich im Cutter zerkleinert, gewürzt und mit einer Starterkultur von Milchsäurebakterien für den Reifeprozess versehen. Anschließend wurde die fertige Wurstmasse gezielt mit *Campylobacter jejuni* kontaminiert. Die Keime wurden dabei in unterschiedlichen Konzentrationen eingebracht. Die infizierte Masse wurde nun in Kunstdärme abgefüllt und die Würste reiften nach den Industrie-üblichen Methoden in der BfR-eigenen Reifekammer 8 Tage lang. Ein Teil davon kam zusätzlich in den Rauch.

Während des Fermentationsprozesses und der Räucherung entnahmen Thomas Alter und seine Mitarbeiter in den verschiedenen Reifestadien Proben und untersuchten sie auf die Zahl der *Campylobacter*-Keime. Ob und wie stark sich die Keime vermehren, wird nämlich von Faktoren wie dem Säuregrad der Wurstmasse und von deren Salzgehalt beeinflusst. Eine wichtige Rolle spielen auch die konkurrierenden Milchsäurebakterien, die für den Fermentationsprozess verantwortlich sind.

Die BfR-Forscher stellten fest, dass in Würsten, die zu Anfang gering belastet waren, am Ende des Reifungsprozesses keine Keime mehr nachzuweisen sind. Ist das Ausgangsprodukt Fleisch jedoch hoch belastet, dann sind nach dem Reifen noch so viele Keime in der Rohwurst enthalten, dass ein Infektionsrisiko für den Verbraucher nicht auszuschließen ist.

Für die Herstellung von Rohwürsten aus Geflügelfleisch heißt das: Geflügelfleisch für Rohwürste muss vor der Verarbeitung auf *Campylobacter* untersucht werden. Denn Fleisch für die Rohwurstherstellung sollte möglichst frei davon sein. Nur so ist sicherzustellen, dass ein mikrobiell unbedenkliches Produkt auf den Teller des Verbrauchers gelangt.

Neue Trends, alte Risiken

Die Wünsche der Verbraucher ändern sich. Diesen Veränderungen auf dem Markt passt sich die Forschung zu mikrobiellen Risiken im BfR an. So geht derzeit der Trend zu weniger Salz und weniger Säure in Wurst und Schinken oder in Geflügelprodukten wie Hühnerbrust oder Putenschinken. Diese Faktoren beeinflussen jedoch die mikrobiellen Risiken dieser Produkte. Viel Salz und viel Säure töten nämlich Keime ab. Wird diese biozide Stellschraube zurückgedreht, dann erhöht sich die Überlebenschance von Bakterien wie Salmonellen oder *Campylobacter*, die den Menschen krank machen können.

Die Wissenschaftler um Lüppo Ellerbroek und Thomas Alter untersuchen deshalb in einem neuen Projekt, wie weit der Salz- oder Säuregehalt in empfindlichen Fleischwaren bei der Produktion heruntergefahren werden kann, ohne die mikrobiellen Risiken für den Verbraucher zu vergrößern. „Diese ‚mild konservierten‘ Lebensmittel müssen natürlich für den Verbraucher genau so sicher sein wie die klassischen Produkte“, beschreibt Lüppo Ellerbroek die Ziele der Forschung. ■

BfR Risiken erkennen – Gesundheit schützen

Jürgen Thier-Kundke, Bundesinstitut für Risikobewertung, Pressestelle, Thielallee 88, 14195 Berlin. E-Mail: juergen.thier-kundke@bfr.bund.de

Gezielte Kontamination von Geflügelwurstmasse mit Campylobacter jejuni vor dem Reifen in der Reifekammer

Herstellen von Wurstmasse für Rohwürste aus Gelfügelfleisch in der BfR-eigenen Verarbeitungstechnologie

„Biowissenschaften werden ökonomisch immer stärker“

Die ersten Ausschreibungen zum 7. Forschungsrahmenprogramm der EU werden in Kürze veröffentlicht. Neben den bereits bekannten Förderbereichen wird es eine Reihe von Weiterentwicklungen und Akzentverschiebungen geben. Der ForschungsReport sprach darüber mit Dr. Christian Patermann, dem Forschungsdirektor für Biotechnologie, Landwirtschaft und Ernährung der Europäischen Kommission.

ForschungsReport: Herr Dr. Patermann, zurzeit steht der Übergang vom 6. auf das 7. Forschungsrahmenprogramm der EU an. Was ist für die Agrar- und Ernährungsforschung Neues zu erwarten?

Patermann: Es gibt mehrere Neuheiten: thematische, instrumentelle, monetäre und strategische. Thematisch ist eine Erweiterung erfolgt. Hatten wir uns im 6. Programm vor allem auf die Ernährungssicherheit und -qualität konzentriert – eine Folge von BSE und diversen Lebensmittelskandalen – so steht jetzt der große Bereich der „wissensbasierten Bio-Ökonomie“ im Vordergrund. Dieser Bereich umfasst die Landwirtschaftsforschung, Forsten, Fischerei, Aquakultur, Ernährung und neue Technologien, besonders die Biotechnologie und die Lebenswissenschaften. Das Wissen in den Themenfeldern Pflanze, Tier und Mikroorganismen soll vertieft und miteinander verknüpft werden, auch mit neuen Disziplinen wie der Bioinformatik und in steigendem Maße auch mit sozioökonomischen Themen. Das alles wird auf konkrete Probleme ausgerichtet, zum Beispiel auf die Bekämpfung von wohlstandsbedingten Krankheiten oder auf Fragen der Lebensqualität der alternden Bevölkerung. Das ist hoch spannend und hat es in dieser Integration noch nie gegeben.

„Tierische und pflanzliche Abfälle bergen einen Riesenschatz an Wertstoffen“

Auch instrumentell wird sich einiges ändern. Im 7. Rahmenprogramm werden wir weniger Wert auf große Projekte mit vielen Beteiligten legen. Zwar wird es dort, wo es sich bewährt hat, weiterhin Exzellenznetzwerke geben, darüber hinaus soll sich aber die Größe der Projekte und die Zahl der Kooperationspartner an den konkreten Fragestellungen orientieren.

ForschungsReport: Im neuen Forschungsrahmenprogramm sind mit 55 Milliarden Euro, darunter 2 Milliarden für den Bereich Agrar- und Ernährungsforschung, erheblich mehr finanzielle Mittel vorgesehen als bisher.

Patermann: Das ist richtig, bedarf aber der Interpretation. Wir haben das erste Mal eine Programmlaufzeit von sieben statt vier Jahren. Daher sollte die Steigerung von knapp 20 Milliarden auf 55 Milliarden Euro nicht irreführen. Immerhin haben wir auch 10 neue, feste Mitgliedstaaten in der EU. Darüber hinaus gibt es wichtige Erweiterungen bei den Themen. Das relativiert die große Summe.

ForschungsReport: Sie erwähnten eingangs den Begriff „wissensbasierte Bio-Ökonomie“. Was ist darunter zu verstehen?

Patermann: Hier sind wir bei einer weiteren Neuerung angelangt, der strategischen Ausrichtung. Wissensbasierte Bio-Ökonomie bedeutet: Wie kann ich mit Hilfe neuer Ergebnisse aus den Lebenswissenschaf-

ten innovativ neue Arbeitsplätze schaffen und sichern; wie kann ich nachhaltig und noch umweltbewusster wirtschaften?
Die Biowissenschaften werden immer stärker ökonomische Bedeutung erlangen. Lassen Sie mich das verdeutlichen: Wie kann ich zum Beispiel erfolgreich Tierkrankheiten bekämpfen, die Auswirkungen auf die gesamte Wirtschaft, aber auch auf die menschliche Gesundheit haben. BSE hat in der EU einen volkswirtschaftlichen Schaden von über 20 Milliarden Euro verursacht, bei der Vogelgrippe wird der Schaden bislang auf 1–2 Milliarden geschätzt. Über diese immensen wirtschaftlichen Verluste dürfen auch die persönlichen Schicksale der Betroffenen nicht vergessen werden. Wenn es gelingt, mit Hilfe der neuesten Technologien nicht nur Wissen zu generieren, sondern auch etwa Frühwarnsysteme zu entwickeln, mit denen sich Schäden begrenzen lassen, so hat das unmittelbare ökonomische Auswirkungen.
Ein anderes Beispiel: Nehmen Sie die Möglichkeiten, die uns das System Pflanze außerhalb des Ernährungsbereiches bietet – ein ganz konkreter Fall der Bio-Ökonomie. Gegenwärtig wird sehr viel über Biokraftstoffe geredet. Daneben können Pflanzen auch Grundstoffe für medizinische, kosmetische und chemische Produkte liefern. Das ist ein riesiger Markt, der vor uns liegt. Heute werden zum Beispiel schon über 60 Prozent der Antibiotika auf Pflanzenbasis biotechnologisch hergestellt.
Oder ein weiterer Aspekt: Viel zu wenig beachtet ist bisher, was mit dem tierischen und pflanzlichen Abfall passiert. Ein Riesenschatz an Wertstoffen, dessen Potenzial wir erst langsam erahnen!

ForschungsReport: Bedeutet dies, dass die Forschungsprojekte jetzt auch anwendungs- und umsetzungsorientierter sein sollen?

Patermann: Das waren sie eigentlich auch bisher schon. Allerdings wird jetzt die wirtschaftliche und industrielle Komponente bei der Wissensproduktion deutlich betont. Das heißt allerdings nicht, dass die Grundlagenforschung abgeschrieben würde. Extra dafür haben wir den European Research Council eingeführt.

Zur Person:

Dr. Christian Patermann ist seit 10 Jahren in der Europäischen Kommission in Brüssel tätig. Er bekleidet dort in der Generaldirektion Forschung die Position des Direktors für Biotechnologie, Landwirtschaft und Ernährung, nachdem er über mehrere Jahre Direktor für die Bereiche Umwelt und nachhaltige Entwicklung war. Zuvor war der in Braunschweig aufgewachsene promovierte Jurist im Bundesforschungsministerium beschäftigt. Praktische Einblicke in die Forschung gewann er durch Tätigkeiten in internationalen Forschungsinstitutionen, z.B. als Vizepräsident des Europäischen Molekularbiologie-Laboratoriums (EMBL) in Heidelberg.

ForschungsReport: Diese Ausrichtung auf wirtschaftlich/industrielle Verwertung der Forschungsergebnisse ist gerade vor dem Hintergrund interessant, dass in öffentlichen Diskussionen, zum Beispiel im Bereich Gentechnik, häufig Wissenschaftlern misstraut wird, die mit der Industrie gemeinsame Projekte haben. Es wird gemutmaßt, dass sie in ihren Urteilen nicht unabhängig seien. Bei dem, was Sie sagen, wird eine andere Denkweise erkennbar.

Patermann: Ich bin der Auffassung, dass hier Spannungen künstlich herbeigeredet werden. Viele Fragestellungen, die die Gesellschaft heute hat, bedingen doch häufig auch die Mitwirkung der Industrie. Wenn ich zum Beispiel ein neues Lebensmittel einführen möchte oder eine neue Detektionsmethode, mit der sich die Herkunft bestimmter Komponenten nachweisen lässt – beides Dinge von hohem gesellschaftlichem Interesse – dann geht das nur mit Hilfe der In-

„Das neue Programm betont die wirtschaftliche Komponente der Wissensproduktion“

dustrie. Wir sollten ein unverkrampfteres Verhältnis dazu haben. Die Industrie setzt technologisch/wissenschaftliche Erkenntnisse um und schafft dadurch letztlich auch Arbeitsplätze. Diese natürliche Partnerschaft der unterschiedlichen Akteure muss man viel stärker verdeutlichen. Das versuchen wir übrigens in den Technologie-Plattformen des Programms, in denen auch Stakeholder wie Bauernverbände, Verbraucherschützer oder Waldbesitzer vertreten sind und deren Einfluss auf die Ausrichtung der Arbeitsprogramme sehr konkret ist. Auch die Öffentlichkeit muss erkennen, dass das Verhältnis zwischen Wissenschaft und Industrie sehr vielfältig ist und dass Wissenschaftler, die Drittmittelprojekte von der Industrie einwerben, dadurch nicht per se Gefahr laufen, ihr unabhängiges Urteilsvermögen zu verlieren. Eine solche Annahme ist, so meine ich, alte Denke.

ForschungsReport: In Wissenschaftlerkreisen wird häufig die geringe Erfolgsquote bei der Antragsstellung beklagt. Wie sehen Sie hier das Spannungsfeld zwischen Aufwand und Qualität?

Patermann: Was wir wollen, ist, dass in der Konkurrenz die besten Arbeitsgruppen und die besten Lösungen herausgefiltert werden – also wirkliche Exzellenz. Das darf nicht

„Wir wollen die besten Arbeitsgruppen und die besten Lösungen“

„Viele Innovationen gehen nur mit Hilfe der Industrie“

übertrieben werden; Ablehnungsquoten von 1:15 oder 1:20 sind kontraproduktiv und auch volkswirtschaftlich nicht wünschenswert. Aber Wettbewerb ist immer gut. Und wenn er im europäischen Rahmen stattfindet, wirkt er durch die kulturellen Unterschiede und die unterschiedlichen Wissenspraktiken und Sichtweisen ungemein bereichernd. Das ist übrigens ein Vorteil, den Europa gegenüber allen anderen Kontinenten hat.

ForschungsReport: Wie erfolgreich ist Deutschland bei der Einwerbung von Projektmitteln im letzten Rahmenprogramm gewesen?

Patermann: Erfolgreich wie nie zuvor! Soweit wir unterrichtet sind, sind etwa 20 % der Projektmittel an Deutschland geflossen. Das kommt nahe an den Betrag heran, den Deutschland als größter Mitgliedstaat einzahlt – etwas, was viele Leute nicht wissen. Es gibt allerdings zwischen den einzelnen Fachgebieten große Unterschiede. In den Themenbereichen Landwirtschaft, Ernährungsqualität und Ernährungssicherheit ist die Erfolgsquote der Deutschen nur halb so groß.

ForschungsReport: Welche Gründe sehen Sie hierfür?

Patermann: Einer der Gründe liegt sicher in der Zersplitterung dieses Teils der deutschen Forschungslandschaft. Der Wissenschaftsrat erarbeitet ja derzeit Empfehlungen für die deutsche Agrarforschung. Für sich genommen hat die Landwirtschafts- und Ernährungswissenschaft in Deutschland enormes Potenzial, aber sie könnte nach außen viel stärker sichtbar sein, wenn es zu einer besseren Vernetzung untereinander und zu einer stärkeren Arbeitsteilung im internationalen Wettbewerb käme.
Um die immer komplexer werdenden Fragen der Ernährungswissenschaften in Verknüpfung mit Landwirtschaft und den globalen Umweltproblemen beantworten zu können, ist es nötig, bestimmte kritische Massen in der Forschungskapazität zu erreichen. Deutschland mit seiner föderalen Struktur in Bund und Ländern, die ja auch bei der Ressortforschung sichtbar wird, muss hier Antworten finden. Für meine Begriffe haben Universitäten, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, wirtschaftsorientierte Forschung, Bund, Länder und Regionen noch nicht ihren eigenen Platz gefunden, um der agrar- und ernährungsorientierten Forschung den ihr gebührenden Stellenwert zu geben. Insbesondere kleinere Länder in der EU tun sich da leichter.

ForschungsReport: Herr Dr. Patermann, vielen Dank für dieses Gespräch. ■

Das Interview führte ForschungsReport-Redakteur Michael Welling.

Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie

„Souci – Fachmann – Kraut“

Neuauflage der Nährwerttabelle

Umschlag der neuen Buchauflage SFK

Zurückblickend auf mehr als 40 Jahre Entwicklungsgeschichte an der Deutschen Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie (DFA) in Garching bei München erscheint dieses Jahr das international anerkannte Tabellenwerk über Nährstoffgehalte in Lebensmitteln in der 7. Buchauflage. Zu mehr als 800 Lebensmittelrohstoffen und Lebensmitteln mit konstanten Rezepturen wie zum Beispiel Brot und Käse sind Konzentrationen von annähernd 300 Inhaltsstoffen dokumentiert.

Das Tabellenwerk wurde im Jahr 1962 von Prof. Dr. S. W. Souci, Dr. W. Fachmann und Prof. Dr. H. Kraut an der DFA begründet.
Die Nährwerttabellen dienen als Referenzwerte für die Lebensmittelüberwachung, als Basis für Nährwertberechnungs-Software für diätetische und epidemiologische Zwecke sowie für die Auswertung von Verzehrserhebungen, mit denen die Nährstoffversorgung der Bevölkerung ermittelt wird. Die Lebensmittelindustrie greift auf die Tabellen für die Nährwertkennzeichnung zurück und benötigt sie für die Qualitätssicherung und die Entwicklung neuer Produkte.
Die Angaben in dem Tabellenwerk stützen sich auf eine Sammlung wissenschaftlicher Daten, deren Hauptquellen wissenschaftliche Publikationen, Berichte und Dissertationen sind. Weitere Daten werden von Bundesforschungsanstalten, Universitäten und anderen Forschungseinrichtungen sowie der Industrie zur Verfügung gestellt. Die Angaben werden sukzessive ergänzt, auf dem wissenschaftlich neuesten Stand gehalten und durch Neuaufnahme von Lebensmitteln, Nährstoffen und bioaktiven Verbindungen erweitert.

Technische Entwicklung

1968 erschien die erste Auflage der Nährwertabellen als Loseblattsammlung. Diese Veröffentlichungsform erleichterte es, das Werk regelmäßig auf dem neuesten Stand zu halten. Erste Schritte für einen elektronischen Zugriff wurden 1978 mit der Entwicklung eines Lochkartensystems für Cyber-Großrechner beschritten. In den Jahren 1980 bis 1994 erschienen die 2. bis 5. Auflage der Buchausgabe sowie die erste Ausgabe der kleinen Tabellen (sog. „Kleiner Souci-Fachmann-Kraut“). Die 5. Buchauflage wurde 1994 auch als PC-gängige Diskettenversion herausgebracht. Aufgrund des großen Interesses erschienen die kleinen Tabellen in der zweiten Hälfte der 90er-Jahre auch in italienischer und spanischer Sprache. Das Jahr 2000 brachte neben der 6. Buchauflage auch eine Internet-gestützte Online-Version des Werkes (**www.sfk-online.net**). Mit der nun erscheinenden 7. Auflage ist auch ein Update der online-Version verbunden.

Datenauswertung und Qualitätssicherung

Die Auswertung der wissenschaftlichen Publikationen erfolgt nach international anerkannten Standards und berücksichtigt einerseits die Art und Durchführung der Analysenmethoden und andererseits die Probenahme, -aufarbeitung und -lagerung sowie die Probenzahl. Nach Eingabe der Daten folgt eine interne Qualitätskontrolle.
1986 initiierte das damalige Bundeslandwirtschaftsministerium einen Arbeitskreis der Nährstoffbeauftragten mit dem Ziel, die Datenlieferung wissenschaftlich zu unterstützen und das Tabellenwerk weiterzuentwickeln. Mitglieder des Gremiums sind Vertreter des BMELV-Forschungsbereichs, des Deutschen Instituts für Ernährungsforschung (DIfE), des Ministeriums sowie gegebenenfalls externe Experten. Der Arbeitskreis wird durch einen wissenschaftlichen Obmann (Prof. Dr. Jörg Oehlenschläger) geleitet und tagt einmal im Jahr.

Neuheiten der 7. Auflage

Gegenüber der letzten Buchausgabe wurden die Lebensmittel Dinkel, Dinkelmehl Type 630, die Fische Dorade Royal und Buttermakrele sowie einige Fleischschnitte von Lamm und Ziege ergänzt. Neu hinzugekommen ist die Verbindungsklasse der Glucosinolate, die in Kreuzblütlern (u.a. Kohlgemüse) vorkommen.
Weiterhin sind schwerpunktmäßig Daten in den Bereichen Getreide (Aminosäuren, Kohlenhydrate), Fisch (Iod, Vitamin K, Purine), Fleisch (Hauptbestandteile, Cholesterin) und Milch (Vitamin K, Cholesterin, Orotsäure) aktualisiert worden. ■

Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie, Dr. Eva Kirchhoff, Lichtenbergstr. 4, 85748 Garching.
E-Mail: eva.kirchhoff@lrz.tum.de

Bundesforschungsanstalt für Fischerei

Neues Dienstgebäude für das Institut für Ostseefischerei

Die Reise war mit nur einem Kilometer nicht besonders weit, vom bald abbruchreifen Vorkriegsgebäude der Heinkel-Flugzeugwerke zum Fischereihafen der Hansestadt Rostock. Dafür hat es ein bisschen gedauert. Doch umso schöner ist das neue Dienstgebäude der Bundesforschungsanstalt für Fischerei in Rostock geworden. Im Februar 2006 konnte nach bald 10-jähriger Vorbereitungs-, Planungs- und Bauzeit der schmucke Neubau im Fischereihafen bezogen werden.

Das Institut für Ostseefischerei ist eines der vier Institute der Bundesforschungsanstalt für Fischerei (BFAFi), die ihren Hauptsitz in Hamburg hat.
Das Institut ist aus dem ehemaligen Institut für Hochseefischerei und Fischverarbeitung der DDR hervorgegangen, das in mehreren alten Gebäuden unweit des Fischereihafens untergebracht war. Nach der Wende konzentrierte sich das Aufgabengebiet des Instituts auf die Ostsee, da wichtige Teile der Arbeitsbereiche Hochseefischerei und Fischverarbeitung bereits in den Hamburger Instituten der BFAFi abgedeckt waren. Die verbleibenden 45 Mitarbeiter blieben in den alten Räumlichkeiten aus Vorkriegszeiten. Zeigen mochte man dieses Haus als Gastgeber allerdings nur ungern.
Dies ist nun anders: Mit seinem funktionellen und zugleich repräsentativen Neubau ist das Institut für Ostseeforschung nun wortwörtlich am Warnowufer angekommen. Das vierstöckige Gebäude befindet sich im alten Fischereihafen auf der Pier direkt am Ufer der Warnow und gewährt einen Blick auf das Hafenbecken und das maritime Treiben auf der Warnow.

Forschung für fischereipolitische Aufgaben in der Ostsee

Mit seinen derzeit 38 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern betreibt das Institut Ressortforschung für das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Die Hauptaufgabe liegt in der Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen, die als Entscheidungshilfen für die Lösung fischereipolitischer Aufgaben im Interesse der deutschen Fischerei in der Ostsee dienen. Dahinter verbirgt sich eine Fülle von Einzelaufgaben, unter anderem die Berechnung der Größe und des Zu-

A. Velasco, IOR

Neues Dienstgebäude des Instituts für Ostseefischerei in Rostock

J. Dröse, IOR

Der Leiter der Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Dr. Cornelius Hammer, bei der Feierstunde zur Einweihung des Neubaus

standes der für die Ostsee wichtigsten Fischbestände und deren nachhaltigen Nutzung. Dies beinhaltet die Überwachung der Entwicklung der genutzten Bestände, nämlich Dorsch, Hering, Sprotte und Flunder.

Nach der Wende entwickelte sich der Fischereihafen vor allem zum Frachthafen und Gewerbegebiet. Doch auch wenn Fischtrawler dort nur noch selten einlaufen, geht es im neuen Haus um die Erhebung von Daten für eine nachhaltige Nutzung der Fischereiressourcen. „Damit wird die Basis für eine nachhaltige Bewirtschaftung der Fischbestände in der Ostsee geschaffen", so der Landwirtschaftsminister von Mecklenburg-Vorpommern, Dr. Till Backhaus, in seinem Grußwort zur Einweihung des neuen Dienstgebäudes am 28. März 2006.

Zur feierlichen Einweihung kamen zahlreiche Gäste aus Politik, Forschung und Fischerei, unter ihnen Staatssekretär Gert Lindemann vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz sowie der neue Generalsekretär des Internationalen Rates für Meeresforschung (ICES), Dr. Gerd Hubold, der bis vor kurzem Leiter der Bundesforschungsanstalt in Hamburg war.

Mit den modernen Arbeitsräumen, einer auch der breiten Öffentlichkeit zur Verfügung stehenden Bibliothek und großzügig dimensionierten Laboren sind exzellente Arbeitsbedingungen geschaffen, um Fischereiforschung im Ostseeraum weiter zu betreiben und im Rahmen internationaler Projekte auszubauen, betonte der Leiter der Bundesforschungsanstalt, Dr. Cornelius Hammer. Für praktische Arbeiten auf See stehen den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern die Fischereiforschungsschiffe „Walter Herwig III", die neue „Solea" und demnächst der neue Forschungskutter „Clupea" zur Verfügung.

Mit dem Neubau besitzt das Institut für Ostseeforschung alle Möglichkeiten, sich zu einem Zentrum für die fischereiwissenschaftliche und fischereiökologische Diskussion im Ostseeraum zu entwickeln. Als Forschungs- und Tagungsstätte wird das Institut dazu beitragen, eine nachhaltige Nutzung der Fischbestände der Ostsee auf Dauer zu ermöglichen. ■

Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Institut für Ostseefischerei, Dr. Andres Velasco, Alter Hafen Süd 2, 18069 Rostock. www.bfa-fisch.delior.
E-Mail: info@ior.bfa-fisch.de

C. Zimmermann, IOR

Fischereiforschungsschiff Solea

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Hilfen für den Ökolandwirt

Im Ökolanbau sind Pflanzenstärkungsmittel wichtige Maßnahmen, um Schädlinge oder Krankheiten abzuwehren. Im Gegensatz zu Pflanzenschutzmitteln sind sie ausschließlich dazu bestimmt, die Widerstandsfähigkeit von Pflanzen gegen Schadorganismen zu erhöhen, diese also nicht direkt zu bekämpfen. Die Zahl der Pflanzenstärkungsmittel ist groß und detaillierte Informationen sind oft nur schwer zu finden. Die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) hat den aktuellen Stand der Forschung zusammengestellt. Das Wissen über die am Markt vorhandenen Mittel ist in einer neuen Datenbank dokumentiert, die jetzt Online ist. Die Datenbank ist kostenfrei für jeden zugänglich unter: http://pflanzenstaerkungsmittel.bba.de
Die enthaltenen Daten stammen aus Literaturrecherchen und Versuchsergebnissen, die die BBA, die Anbauverbände des Ökologischen Landbaus, öffentliche Forschungseinrichtungen oder der amtliche Pflanzenschutzdienst erarbeitet haben. In der Datenbank kann nach unterschiedlichen Suchkriterien recherchiert werden. Praktiker können so Pflanzenstärkungsmittel erfolgreich in ihr Anbaukonzept integrieren. Das Projekt wurde im Rahmen des Bundesprogramms Ökolandbau gefördert. Ein neues Faltblatt der BBA (Pflanzenstärkungsmittel – Datenbank im Internet) gibt Hintergrundinfos und stellt die Suchmöglichkeiten dar. Es kann bei der Pressestelle der BBA gegen Einsendung des Rückportos angefordert werden.
Darüber hinaus ist jetzt in Buchform ein kompakter Überblick über alternative Pflanzenschutzmaßnahmen erschienen. Das von BBA-Wissenschaftlern herausgegebene Werk „Biologischer Pflanzenschutz im Freiland – Pflanzengesundheit im Ökologischen Landbau" (Ulmer-Verlag) beschreibt vorbeugende Maßnahmen wie Bodenbearbeitung, Standort- und Sortenwahl, Fruchtfolgegestaltung oder die Einbindung von Nützlingen, informiert aber auch über Pflanzenschutz- und -stärkungsmittel natürlicher Herkunft. „Zum ersten Mal liegt damit das Know-How aus diesem Sektor gebündelt vor", erklärt Dr. Stefan Kühne, einer der drei Herausgeber. „Es ist das erste Buch im deutschsprachigen Raum zum Pflanzenschutz im Ökolandbau, das sich wirklich mit allen Kulturen von Ackerpflanzen über Obst bis zum Weinbau beschäftigt." *(BBA)*

Bundesforschungsanstalt für Fischerei

Zweikampf im Wattenmeer

Wird die heimische Miesmuschel verdrängt?

Seit einiger Zeit breitet sich die eingeführte Pazifische Auster (*Crassostrea gigas*) im Wattenmeer vor der Nordseeküste aus und konkurriert mit der heimischen Miesmuschel (*Mytilus edulis*). Erste Fänge der neuen Art sind jetzt auch in Surveys der Bundesforschungsanstalt für Fischerei (BFAFi) registriert worden.
Die seit 5 bis 10 Jahren zu beobachtende sprunghafte Zunahme der Pazifischen Auster wird durch warme Winter begünstigt. Was bedeutet dies für das Ökosystem? Kann der Einwanderer die einheimische Miesmuschel verdrängen? Beide Arten stellen ähnliche Ansprüche an ihre Umwelt. Beide ernähren sich durch Filtrieren des Wassers und überschneiden sich in der Verbreitung im flachen (trocken fallenden) Tidenbereich, wobei sich diese Austernart höher am Ufer ansetzen kann als die Miesmuschel.

M. Welling

Momentan ist das Ringen der beiden Arten um die Nische noch nicht abgeschlossen. Das Eindringen in die Miesmuschelbänke gelang der Auster in einer Phase, in der die Miesmuschelbestände aus unbekannten Gründen zurückgingen. Eine dicht besetzte Bank ist nicht einfach zu erobern, da die Larven (gleich welcher Art) aus dem Wasser filtriert, das heißt von den ansitzenden Tieren gefressen werden können.
Vorteile in dieser Konkurrenz hat die Pazifische Auster in verschiedener Hinsicht: Sie wächst schneller, kann weitaus größer werden als die Miesmuschel und ist weniger durch natürliche Feinde gefährdet. Die Fähigkeit, sich hoch im Tidenbereich anzusiedeln, erschließt ein konkurrenzloses Reservoir für die Produktion von Nachwuchs. Der Vorteil für die Miesmuschel ist dagegen vielleicht ihre Beweglichkeit: Während die Auster mit der Schale anwächst und damit an den einmal gewählten Ort gebunden ist, heftet sich die Miesmuschel mit hornigen Byssusfäden an das Substrat an. Diese Fäden kann sie lösen, um dann – in begrenztem Umfang – einen günstigeren Standort aufzusuchen.
Die Pazifische Auster war aus wirtschaftlichen Gründen in die Nordsee eingeführt worden, um die einheimische Europäische Auster (*Ostrea edulis*) zu ersetzen, die seit über 100 Jahren durch Überfischung und Krankheiten gelitten hat und in der Nordsee so gut wie ausgestorben ist. *(BFAFi)*

Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie

Neue Stoffklasse im Kakao gefunden

Wissenschaftler der Deutschen Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie (DFA) und der Universität Münster haben im Kakao bislang unbekannte Stoffe entdeckt, die gesundheitsfördernde und entzündungshemmende Eigenschaften besitzen. Es handelt sich um die so genannten N-Phenylpropenoyl-L-Aminosäuren.

Die neue Stoffklasse konnte erstmalig 2003 im Rahmen eines Forschungsprojekts der DFA in Garching charakterisiert werden. Gefördert über den Forschungskreis der Ernährungsindustrie entschlüsselten Professor Peter Schieberle (DFA) und Professor Thomas Hofmann (Uni Münster), welche Verbindungen im Kakao für Aroma und Geschmack verantwortlich sind. Dabei identifizierten sie unter anderen die neue Stoffklasse der N-Phenylpropenoyl-L-Aminosäuren. Ergänzende Untersuchungen an der Universität Münster ergaben nun, dass Vertreter dieser neuen Stoffklasse positive physiologische Wirkungen besitzen. So verhindern diese Verbindungen, dass sich der bei der Entstehung von Magengeschwüren beteiligte Keim *Helicobacter pylori* im Magen festsetzen kann. *(DFA)*

Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel

Mediterraner Weizen in Deutschland

Sommerhitze führte zu überraschenden Qualitäten

Der Weizen weist in diesem Jahr Qualitätseigenschaften auf, wie sie bislang für Deutschland völlig untypisch sind. Das haben Untersuchungen der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BfEL) in Detmold ergeben. Dr. Klaus Münzing, Lebensmitteltechnologe an der Detmolder Einrichtung, in der seit rund 40 Jahren die alljährlichen Erhebungen zur Qualität des deutschen Brotgetreides zusammenlaufen, spricht gar von einer Sensation.

Zunächst hatte es nach einer schlechten Ernte ausgesehen. Der lange Winter warf den Weizen in seiner Entwicklung zurück, der ungewöhnlich heiße und trockene Juli zwang ihn zu einer Notreife – die Körner bildeten sich schneller als üblich und reiften in kürzester Zeit ab. Regen kam erst, als ihn die Getreidebauern nicht mehr brauchen konnten: Zur Erntezeit im August. Ein durch und durch „verhageltes" Jahr also.

Was den Ertrag anging, behielten die Marktbeobachter Recht. Mengenmäßig wurde nur unterdurchschnittlich viel Korn von den Feldern geholt. Bei der Qualitätsermittlung maßen die Forscher einen durchweg hohen Gehalt an Rohprotein. Die so genannten Sedimentationswerte – ein Maß für die Eiweißqualität, die über die Backeigenschaften entscheidet – fielen allerdings relativ schlecht aus. Umso überraschender war, dass sich die Teige in den anschließenden standardisierten Backversuchen gut verarbeiten und hervorragend verbacken ließen. „Mit diesem Ergebnis hat niemand gerechnet", sagt Münzing.

Der Wissenschaftler erinnerte sich an ein als „Hitzestress" bezeichnetes Phänomen, das aus manchen Mittelmeerländern, aber auch aus den USA und Australien beschrieben wird. Bei der Bildung des Korns wird zunächst Protein eingelagert und dann in der Kornfüllungsphase vermehrt Stärke gebildet. Verkürzt sich die Reifezeit aufgrund hoher Temperaturen, bleibt weniger Zeit für die Stärkeproduktion – die Körner sind kleiner und weisen prozentual mehr Eiweiß auf. Genauso war es dieses Jahr in Deutschland. Doch warum ist das Mehl der diesjährigen Ernte so überraschend gut zu verarbeiten? Die Detmolder Wissenschaftler führen das auf eine veränderte Eiweißzusammensetzung zurück. Das für die Backfähigkeit verantwortliche Weizeneiweiß – das Gluten – setzt sich aus zwei Fraktionen zusammen: Dem Gliadin, das bei der Verarbeitung für einen weichen Teig sorgt, und dem Glutenin, welches die Festigkeit bewirkt. „Gerät der Weizen unter Hitzestress, so wird mehr Gliadin als Glutenin gebildet. Auf diese Weise verbessern sich die Verarbeitungseigenschaften", vermutet Münzing. Er spricht von einer „mediterranen Verschiebung" der Weizenqualität, die in diesem Jahr zum ersten Mal so aufgetreten sei. Auch die Stärkestruktur des diesjährigen Weizens sei anders als in Jahren mit „normaler" Witterung.

Vor dem Hintergrund des prognostizierten Klimawandels kommt den Ergebnissen besondere Bedeutung zu. Ist doch nicht auszuschließen, dass sich Extremssommer wie 2006 künftig häufiger wiederholen. Umso wertvoller sind die über Jahrzehnte erarbeiteten Zeitreihen der Detmolder Einrichtung, die es ermöglichen, außergewöhnliche Ergebnisse wie in diesem Jahr schnell zu erkennen und zu interpretieren. Verbraucherinnen und Verbraucher profitieren von den alljährlichen Analysen der BfEL, da sie dazu beitragen, dass Brot und Backwaren von gleichbleibend hoher Qualität gefertigt werden können. *(Senat)*

Der heiße Sommer 2006 hat beim Weizen zu geringerem Ertrag, aber besseren Backeigenschaften geführt.

Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel

10. Karlsruher Ernährungstage

Gesundheitswirkungen von Obst und Gemüse

Wer reichlich Obst und Gemüse verzehrt und dafür kalorienreiche Nahrungsmittel von seinem Speiseplan streicht, hat gute Chancen, sich vor verschiedenen ernährungsbedingten Erkrankungen zu schützen. So lautet das Fazit des wissenschaftlichen Austausches über die Ernährungsempfehlung „5 am Tag" anlässlich der 10. Karlsruher Ernährungstage (15.–17. Oktober 2006). Organisiert wurde der internationale Kongress von der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BfEL) mit Unterstützung der Weltgesundheits-Organisation WHO.

Für Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Bluthochdruck, Schlaganfall sowie Osteoporose lie-

M. Welling

Gemüse und Obst: schmackhaft und gesundheitsfördernd

gen inzwischen überzeugende Studienergebnisse über die Wirkung der vielfältigen Inhaltsstoffe von Obst und Gemüse vor. Allein Herz-Kreislauf-Erkrankungen sind in der Europäischen Union für 41 Prozent der Todesfälle verantwortlich, so eine Studie der WHO.

Auch für andere ernährungsbedingte Erkrankungen gibt es deutliche Hinweise auf eine schützende Wirkung. Professor Miguel Martinez-Gonzales von der Universität Navarra beantwortete die Frage, ob Obst und Gemüse ein wichtiger Weg zur Blutdrucksenkung seien, in seinem Vortrag mit einem klaren Ja. Um diesen Effekt zu erzielen, sei es jedoch wichtig, den Verzehr von fetthaltigen Nahrungsmitteln herunterzuschrauben.

Dr. Helen Macdonald von der Universität Aberdeen präsentierte den aktuellen Forschungsstand der präventiven Wirkungen einer obst- und gemüsereichen Ernährung auf Osteoporose. Diese Erkrankung betrifft allein in Großbritannien jede zweite Frau sowie jeden fünften Mann über 50 Jahre und zieht Behandlungskosten von ca. 1,7 Milliarden englischen Pfund pro Jahr nach sich. Mehrere Studien haben eine positive Wirkung von Obst und Gemüse auf die Gesundheit der Knochen beobachtet, jedoch wisse man noch nicht exakt, welche Nährstoffe genau für diesen Effekt verantwortlich seien.

Welche Botschaft gibt es für den Verbraucher? Bei den Wissenschaftern besteht mehr denn je Konsens, dass ein hoher Obst- und Gemüseverzehr unbedingt zu einer modernen und genussvollen Ernährung gehört. Die Tatsache, dass diese essenzielle Nahrungsmittelgruppe darüber hinaus auch gesundheitsfördernde Wirkungen hat, sollte den Verbraucher zusätzlich motivieren, häufiger zu Obst und Gemüse zu greifen. „Um Herz-Kreislauferkrankungen, Bluthochdruck, Schlaganfall und bestimmte Krebsarten präventiv anzugehen, brauchen wir eine nährstoffreichere und zugleich energieärmere Ernährung. Das geht am einfachsten über ein Mehr von Obst und Gemüse", so der Karlsruher Ernährungsphysiologe Dr. Bernhard Watzl. Angesichts dessen stimmt es bedenklich, dass die Empfehlung der 5 am Tag-Kampagne, täglich mindestens 600 Gramm Obst und Gemüse zu verzehren, von breiten Bevölkerungsgruppen, insbesondere jüngeren Menschen, noch nicht erreicht wird *(BfEL)*

Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel

Rückstände in Lebensmitteln

High-Tech im Labor

„Kleinste Mengen – sichere Erfassung", so lautete der Titel eines Kolloquiums zur Lebensmittelanalytik, das die Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BfEL) am Standort Kulmbach am 27. September 2006 veranstaltete. Anlass war der Kauf eines neuen Massenspektrometers. Mit diesem aufwändigen Gerät ist es möglich, Stoffe noch in geringsten Spuren in Lebensmitteln nachzuweisen.

Zum Beispiel Dioxin, das schon in unvorstellbar geringen Mengen Giftwirkungen entfaltet. Dr. Karl-Heinz Schwind, BfEL Kulmbach, informierte über die Konzentrationen dieses Schadstoffs in Fleisch und Fleischwaren. „Die Situation ist besser als viele glauben", erläuterte der Chemiker. Aufgrund wirksamer gesetzlicher Regelungen sind die Konzentrationen an Dioxin in Fleisch innerhalb von 10 Jahren auf die Hälfte zurückgegangen – in Deutschland zumindest.

Über polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) berichtete die Kulmbacher Lebensmittelchemikerin Katja Ziegenhals. Das neue Massenspektrometer sei – als eines von wenigen Geräten in Europa – in der Lage, 16 verschiedene PAKs in Fleischwaren, Ölen oder Gewürzen zu identifizieren und deren Menge anzugeben. Damit ließe sich jetzt auch entscheiden, ob die entsprechenden gesetzlichen Regelungen noch aktuell sind oder angepasst werden müssen.

Über Sudanfarbstoffe ging es in dem Vortrag der Kulmbacher Lebensmittelchemikerin Silvia Kleinhenz. Diese Farbstoffe eignen sich zum Beispiel dazu, Paprikapulver farblich aufzufrischen, sind dafür aber nicht zugelassen. Mit dem Gewürz gelangen sie in Wurstwaren und andere Lebensmittel und gelten dann als gesundheitsgefährdend. „Wie sind auf dem Wege, selbst Spuren dieser Farbstoffe nachzuweisen", erläuterte die Wissenschaftlerin und sprach von „Nano-Analytik gegen den unlauteren Wettbewerb".

Prof. Dr. Elke Anklam vom EU-Institut für Gesundheit und Verbraucherschutz in Ispra, Italien, erläuterte, dass die Europäische Union ein Netz von miteinander kooperierenden Referenzlaboratorien aufgebaut hat,

BfEL, Kulmbach

Erläutert das neue Massenspektrometer: Institutsdirektor Karl Otto Honikel

um die Freiheit von schädlichen Kontaminanten als einen wesentlichen Baustein der Lebensmittelqualität absichern zu können.
Der Leiter des BfEL-Instituts für Chemie und Physik, Dr. Karl Otto Honikel, beschloss die Tagung mit der Einschätzung, dass komplizierte Apparaturen nicht das Einzige seien, was den Erfolg der Analysen ausmache: „Der Elan einer jungen Forschergeneration gehört dazu!" *(BfEL)*

Friedrich-Loeffler-Institut

Milchaustauscher haben Risiko für BSE-Infektion erhöht

Hinweise auf rassenspezifische Unterschiede

Vor dem Hintergrund des Auftretens von BSE-Fällen in Deutschland wurden in den Jahren 2003 bis 2005 in Deutschland verschiedene epidemiologische Untersuchungen durchgeführt, um genauer abzuschätzen, welche Faktoren für das Auftreten verantwortlich waren. In einem nun vorgelegten Bericht der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover und dem Friedrich-Loeffler-Institut wurden Daten gesunder Rinder mit den Daten von BSE-Fällen in Niedersachsen und Schleswig-Holstein verglichen. Im internationalen Vergleich ist die Zahl der BSE-Fälle in (Nord-) Deutschland sehr gering. Dennoch wurde festgestellt, dass BSE häufiger bei Tieren auftritt, die mit Milchaustauschern gefüttert worden sind. Weiterhin gehörten die BSE-Fälle auffällig oft der Rasse „Holstein Rotbunt" an. Jedoch wurden die Holstein Rotbunten generell seltener mit Milchaustauscher gefüttert als andere Rassen. Daher bleibt zunächst ungeklärt, warum bei dieser Rasse BSE häufiger auftritt als bei anderen Rassen.
Aufgrund der Ergebnisse kann eine genetisch bedingte erhöhte Empfänglichkeit bestimmter Rassen nicht mehr ausgeschlossen werden. Die Tierärztliche Hochschule und das FLI beabsichtigen daher, diese Möglichkeit gemeinsam mit der Universität Göttingen weiter zu erforschen. *(FLI)*

Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere

Wieder Hoffnung für das Mangalitza-Schwein

„Mein idealer Lebenszweck ist Borstenvieh, ist Schweinespeck…". Den fettreichen Mangalitza-Wollschweinen hat Johann Strauß im „Zigeunerbaron" ein Denkmal gesetzt. Die ungarische Schweinerasse kommt in verschiedenen Farbschlägen vor und war bis in die 50er Jahre Lieferant für Fleisch und Speck in großen Teilen Osteuropas und der ehemaligen Habsburger Monarchie. Einhergehend mit den veränderten Verzehrgewohnheiten und einer intensiven Schweinehaltung verringerte sich der Bestand an Mangalitza jedoch drastisch.
Mitte der 90er Jahre erfolgte eine Rückbesinnung auf die Mangalitza, die sich auch gut als Weideschwein in der Freilandhaltung eignet. Die geringe Fruchtbarkeit der Rasse erwies sich allerdings bei Zuchtprogrammen als Hemmnis. 1998 begannen Wissenschaftler des Forschungsinstituts für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere (FBN) Dummerstorf und des ungarischen Forschungsinstituts für Tierzucht und Tierernährung in Herceghalom, die Ursachen für die geringe Fruchtbarkeit aufzuklären. Mit speziell für das Schwein entwickelten Methoden konnte das Potenzial der Eierstöcke und die Eizellenentwicklung untersucht werden. Weitere Schwerpunkte des Forschungsprogramms waren Untersuchungen zu ernährungsbedingten Einflüssen auf die Fruchtbarkeit sowie die Vermehrung wertvoller Mangalitza-Sauen durch Embryotransfer.
Die erfolgreiche Zusammenarbeit deutscher und ungarischer Wissenschaftler hat wesentlich dazu beigetragen, dass sich die Individuenzahl dieser bedrohten Schweinerasse wieder deutlich erhöht hat. In Ungarn entwickeln sich von Mangalitza stammende Nahrungsmittel zunehmend zu einem Qualitäts-Markenprodukt von agrarökonomischer Bedeutung. Vor allem Salami, luftgetrockneter Schinken und der viel besungene Speck erobern als regionale Spezialitäten den europäischen Markt. *(FBN)*

FBN

Der Bestand von Mangalitza-Schweinen hat sich wieder deutlich erholt

Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau

Hilfe nach dem Tsunami

EU-Projekt unterstützt Landwirtschaft in Aceh

Seit Dezember 2005 engagieren sich Mitarbeiter des Leibniz-Instituts für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ) in Großbeeren und der Humboldt-Universität zu Berlin im Rahmen eines von der Europäischen Union geförderten Projekts in der indonesischen Region Aceh. Dieses Gebiet im Nordosten Sumatras war im Dezember 2004 besonders stark von der Tsunami-Katastrophe betroffenen.
Ein großer Teil der Lehrer und viele Studenten der Universität von Banda Aceh (Syiah Kuala Universität) kam bei der Katastrophe ums Leben. Im Mittelpunkt des nun begonnenen EU-Projekts steht die landwirtschaftliche und gärtnerische wissenschaftliche Lehre. Sechs indonesische Doktoranden sollen in enger Zusammenarbeit mit der Universität Hohenheim, der Universität für Bodenkultur in Wien und einer indonesischen Universität in Palu, Sulawesi, wissenschaftlich ausgebildet werden. Dabei bearbeiten sie Themen mit besonderer Bedeutung für ihre Heimat. Der Tsunami verwüstete die Felder, auf denen Kleinbauern hauptsächlich Gemüse, Mais, Reis, Kokosnüsse und Erdnüsse anbauten. Salze, Schwermetalle und organische Schadstoffe wurden über das Land verteilt und stellen neue Herausforderungen für die gartenbauliche Nutzung dar.

IGZ

Diskussion zwischen indonesischen Kleinbauern und europäischen und indonesischen Wissenschaftlern beim ersten Projekttreffen in Aceh im März 2006

Von den Studenten werden Boden- und Pflanzenproben auf Schadstoffbelastung untersucht und Möglichkeiten der biologischen Reinigung erforscht.

Gleichzeitig werden im Rahmen des Projekts in Aceh Modellbetriebe aufgebaut, die dafür sorgen sollen, dass neueste Forschungsergebnisse rasch der einheimischen Landwirtschaft zugute kommen. Langfristiges Ziel ist, dass die Landnutzung in Aceh wieder möglich wird und dass dort gesunde Nahrungsmittel erzeugt werden können.

(IGZ)

Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Mittel- und Osteuropa

IAMO-Forum 2006

Strategien in einem globalen Markt

Vom 29. Juni bis 1. Juli 2006 fand das diesjährige IAMO-Forum „Landwirtschaft im Spannungsfeld von Märkten, Institutionen und Politik" am Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Mittel- und Osteuropa (IAMO) in Halle statt. 150 Teilnehmer aus über 25 Ländern diskutieren über Optionen und Strategien für Unternehmen der Agrar- und Ernährungswirtschaft.

In seiner Begrüßung wies der Direktor des IAMO, Prof. Dr. Alfons Balmann, darauf hin, dass sich der Agrarsektor momentan in einer neuen Dimension der Industrialisierung befindet. Weitere Herausforderungen sind der Nachfrageboom in Ost- und Südostasien sowie neue Technologien. Zugleich wird der Agrarsektor neben einem sich abzeichnenden drastischen Subventionsabbau im nächsten Jahrzehnt mit einer schnell wachsenden Produktion in Südamerika sowie Ost- und Südostasien konfrontiert.

Die rasante Entwicklung des landwirtschaftlichen Sektors in China und Auswirkungen auf die Weltmärkte und die europäische Landwirtschaft schilderte Prof. Dr. Scott Rozelle, University of California, Davis (USA). Trotz eines deutlichen Rückgangs der Beschäftigten wurden im letzten Jahrzehnt im landwirtschaftlichen Sektor enorme Produktionssteigerungen erzielt. So ist künftig mit einem verstärkten Export von Obst, Gemüse und Fleisch aus China zu rechnen, gleichzeitig sinkt der Importbedarf flächenintensiver Produkte wie Soja und Baumwolle. Der Transport und die Vermarktung der Produkte sind in China äußerst effizient organisiert. Probleme bestehen jedoch bei der Qualitätssicherung, da eine Rückverfolgbarkeit kaum möglich ist.

Über Probleme des Bodenmarktes in ausgewählten Ländern Mittel- und Osteuropas sprach Prof. Dr. Johan Swinnen von der Katholischen Universität Leuven (Belgien). Sowohl Unzulänglichkeiten auf den Kapitalmärkten dieser Länder als auch Unklarheiten der rechtlichen Rahmenbedingungen führen zu Problemen beim Handel mit Bodenflächen.

In der sich anschließenden Podiumsdiskussion kamen Stakeholder des Agrarsektors zu Wort. Die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Landwirtschaft könne nach Ansicht Dr. Michael Grams von der Europäischen Union (DG Haushalt) nur bei konsequenter Ausrichtung der Unternehmen auf die Bedürfnisse des Marktes gesichert werden. Die Entlastung des EU Haushaltes spiele mit Blick auf die Gemeinsame EU-Agrarpolitik eine essenzielle Rolle. Brendan Bayley vom britischen Finanzministerium äußerte sich kritisch zu Direktzahlungen an die Landwirte und skizzierte die Vision einer marktorientierten europäischen Landwirtschaft, die ohne Subventionen wettbewerbsfähig ist. Hans-Joachim Preuß, Generalsekretär der Deutschen Welthungerhilfe, mahnte den Zielkonflikt der europäischen Agrarpolitik und der deutschen Entwicklungspolitik an. Durch die EU-Agrarpolitik und die damit einhergehende Verzerrung der Weltmarktpreise für Nahrungsmittel käme es zu empfindlichen Störungen bis hin zum Zusammenbruch der Binnenmärkte in Entwicklungsländern. Diese Probleme gelte es abzubauen.

Die Beiträge der Veranstaltung sind im Internet verfügbar unter www.iamo.de. *(IAMO)*

IMPRESSUM

FORSCHUNGSREPORT
Ernährung – Landwirtschaft – Verbraucherschutz
2/2006 (Heft 34)

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); Institut für Agrarentwicklung in Mittel- und Osteuropa (IAMO) (Theodor-Lieser-Straße 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