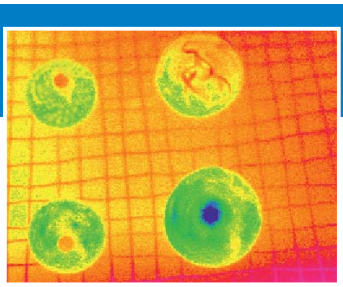
DIE ZEITSCHRIFT DES SENATS DER BUNDESFORSCHUNGSANSTALTEN

FORSCHUNGS Report

ERNÄHRUNG · LANDWIRTSCHAFT · VERBRAUCHERSCHUTZ

Landwirtschaft und Naturschutz



Obst und Gemüse frisch auf den Tisch

Biomilch: Der „kleine Unterschied"

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

Sonderheft 2006

Liebe Leserin, lieber Leser,

dem Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) untersteht ein breiter Aufgabenbereich. Dabei gibt es zahlreiche administrative und politische Entscheidungen, die einer wissenschaftlichen Beratung bedürfen. Das geht nicht ohne eine optimal ausgerichtete, wissenschaftlich exzellente und effiziente Forschung.

Es ist naturgemäß nicht leicht, die Bedeutung der Ressortforschung für die Öffentlichkeit aufzuzeigen. Genau das wollen wir mit dieser Sonderausgabe des Forschungsreports versuchen. Die Beiträge dieses Sonderheftes machen es deutlich: Forschung für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz hat für unser tägliches Leben erhebliche Bedeutung.

Deswegen müssen wir sicherstellen, dass wir auch künftig auf eine leistungsfähige Forschung bauen können. Wir müssen Rahmenbedingungen schaffen, damit das Bundesministerium auch in Zukunft seinen wissenschaftlichen Beratungsbedarf bestmöglich decken und damit Entscheidungen zum Nutzen unseres Landes und unserer Bevölkerung fällen kann. Die Ressortforschung soll weiterhin vorausschauend forschen können. Sie soll als exzellent anerkannt werden. Sie soll – so wie es in dieser Broschüre dargestellt wird – in wissenschaftlichen Fragen unabhängig und frei von politischen Interessen arbeiten können. Sie soll ihre hoheitlichen Aufgaben zuverlässig und kompetent erledigen.

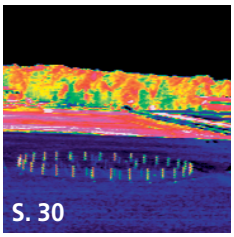
Ich wünsche Ihnen beim Lesen dieses Heftes gute Unterhaltung, neue Einblicke und an der einen oder anderen Stelle auch den Einstieg in eine breite gesellschaftliche Diskussion.

Horst Seehofer
Bundesminister für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

S. 6

S. 9

S. 26


S. 30

S. 40

S. 44

Projekte

Mit Kaffee gesund in den Tag? 4

Baustelle Biogas 6

Landwirte und Naturschützer finden zueinander
Naturschutzbrachen – Praxisnahe Forschung für den Naturschutz in der Landwirtschaft 9

Rinderwahn, Vogelgrippe und blaue Zungen
Forschen für Tiergesundheit und Verbraucherschutz 15

Obst und Gemüse frisch auf den Tisch
Qualitätssicherung durch Sensortechnik 18

Jeder Krümel für die Statistik
Lebensmittelverzehr und Ernährungsgewohnheiten werden untersucht 20

Sechsbeinige Chemiker helfen im Pflanzenschutz
Neue Bedeutung von Drüsensekreten bei Insekten entdeckt 22

Der toxikologische Fingerabdruck
Molekularbiologische Musterveränderungen durch chemische Stoffe 26

Fisch und Klima 28

Landwirtschaft im Zeichen des Klimawandels 30

Bio-Boom ohne Grenzen? 33

Der „kleine Unterschied“
Laboranalysen liefern Hinweise auf ökologische Erzeugung der Milch 36

Holz aus heimischen Wäldern 40

Getümmel im Verborgenen
Das unterirdische Zusammenleben von Mikroorganismen und Pflanzenwurzeln 42

Im Gespräch

„Die Regionen werden sich spezialisieren müssen“ 12

„Ressortforschung – eine Säule der deutschen Wissenschaft“ 24

„Züchtungsforschung liefert wichtige Bausteine für den modernen Weinbau“ 38

Forschung „live“

Forschung bei Windstärke sechs
Ein Tag an Bord eines Forschungsschiffes 44

Schlaglichter / Impressum

47

Der Forschungsbereich

50

Mit Kaffee gesund in den Tag?

Die meisten Deutschen entscheiden sich täglich für ihre Tasse Kaffee – immerhin 73 Milliarden Tassen werden bei uns jährlich vom schwarzen Muntermacher konsumiert. Kaffeetrinker genießen nicht nur das köstliche Aroma, sondern auch dessen anregende Wirkung. Darüber hinaus mehren sich die Hinweise auf positive gesundheitliche Effekte.

„Wenn es um Kaffee geht, ist mein persönlicher Favorit ein schöner Cappuccino mit viel geschäumter Milch", verrät Veronika Somoza aus Garching bei München. Für die Vizedirektorin der Deutschen Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie (DFA), einer Einrichtung der Leibniz-Gemeinschaft, ist das braune Heißgetränk allerdings mehr als nur ein Genussmittel – es ist ein wichtiger Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen. Die Ökotrophologin spürt bestimmte, beim Kaffeerösten entstehende Substanzen auf, analysiert sie und versucht Wirkungsbeziehungen herzustellen, also nachzuweisen, wie sich die Substanzen auf den menschlichen Stoffwechsel oder die Gesundheit auswirken.

Vielfältiges Wirkungsmuster

In Maßen genossen erhöht Kaffee unmittelbar nach dem Genuss die Aufmerksamkeit und das Konzentrationsvermögen, hebt die Stimmung und fördert die Verdauung. Hervorgerufen wird dies durch das Koffein, welches seine negativen Wirkungen wie Ruhelosigkeit, Zittern, Durchfall, Schlaflosigkeit und Nervosität nur dann entfaltet, wenn bei ansonsten niedrigem Verzehr zuviel Kaffee getrunken wird. Gegen einen moderaten Kaffeekonsum von 2 bis 3 Tassen pro Tag ist aus gesundheitlicher Sicht jedoch nichts einzuwenden.
Im Gegenteil: In Maßen genossen zeigt Kaffee sogar überraschend positive gesundheitliche Wirkungen. Er kann das Risiko verringern, an Diabetes II – dem so genannten Altersdiabetes – oder an verschiedenen Formen der Altersdemenz oder am Parkinson-Syndrom zu erkranken. Eine aktuelle Untersuchung in den USA hat weiterhin ergeben, dass auch das Gallenstein-Risiko durch moderaten, regelmäßigen Kaffeegenuss um die Hälfte gesenkt werden kann.
Auf welchen Inhaltsstoffen des Kaffees diese positiven gesundheitlichen Wirkungen beruhen, ist bislang weitgehend unbekannt. Wahrscheinlich ist jedoch, dass Substanzen, die beim Rösten von Kaffeebohnen entstehen, als so genannte Antioxidanzien wirken oder auch spezielle Enzyme aktivieren, die eine wichtige Rolle bei der Entgiftung des Körpers spielen.
Sowohl beim Altersdiabetes als auch bei der Alzheimerschen Demenz und dem Parkinson-Syndrom ist bekannt, dass die Versorgung mit Antioxidanzien aufgrund eines erhöhten Bedarfs oft nicht ausreicht. Ein moderater Kaffeekonsum könnte hier also zu einem verringerten Erkrankungsrisiko beitragen. Welche Antioxidanzien hierbei konkret wirksam sind, konnte jedoch noch nicht geklärt werden.

Zellkulturen als Modelle

Einen wichtigen Puzzlestein in der Vielzahl antioxidativ wirkender Substanzen hat Veronika Somoza jetzt gemeinsam mit ihrem Kollegen Thomas Hofmann, Direktor des Instituts für Lebensmittelchemie der Westfälischen Wilhelms-Universität in Münster, identifiziert. Es

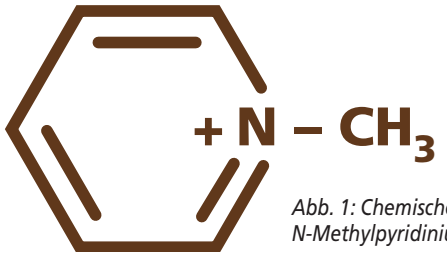


Abb. 1: Chemische Struktur des N-Methylpyridinium-Ions (NMP)

handelt sich um das N-Methylpyridinium-Ion (NMP, Abb. 1), das beim Rösten von Kaffeebohnen entsteht. „Wir haben dafür ein komplexes Test- und Auswahlverfahren entwickelt, bei dem uns Zellkulturen menschlicher Dickdarmzellen als Modell dienten. Zeigten sich bei diesen Zellen antioxidative Effekte, so wurden die dafür verantwortlichen Substanzen charakterisiert und chemisch synthetisiert, um ihre Struktur und Wirksamkeit zu überprüfen", erläutern die Wissenschaftler.

Weitere Erkenntnisse brachte eine 15-tägige Fütterungsstudie an Ratten: Den Versuchstieren wurde über das Futter ein Kaffeegetränk bzw. reines NMP verabreicht. Verglichen mit Tieren, die eine Standarddiät erhielten, steigerte sich bei diesen Ratten die Aktivität bestimmter körpereigener „Entgiftungsenzyme" (Phase II-Biotransformationsenzyme) um bis zu 40 Prozent. Diese Enzyme verändern Fremd- oder Giftstoffe derart, dass sie besser ausgeschieden werden können. Durch das NMP werden also offenbar die Entgiftungsmechanismen im Organismus aktiviert.

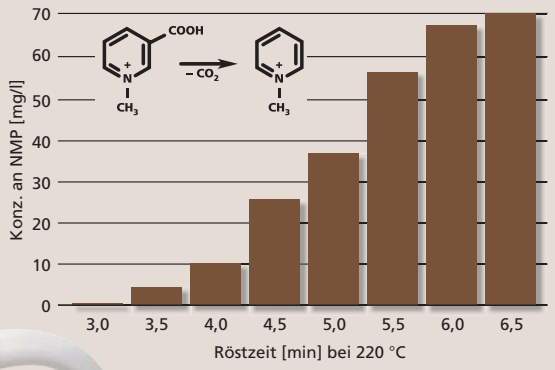
Im Tierexperiment zeigte sich weiterhin, dass die antioxidative Kapazität im Blutplasma nach Aufnahme des Kaffeegetränks um 48 Prozent und nach Aufnahme von NMP sogar um 61 Prozent anstieg. Weitere Studien sollen nun folgen, um auf wissenschaftlicher Basis zu klären, ob diese Verbindung durch ihre antioxidative Eigenschaft auch einen Schutz vor Krebs bieten könnte.

Röstung als entscheidender Schritt

Wie entsteht nun das NMP im Kaffee? Experimente in der Arbeitsgruppe von Thomas Hofmann haben gezeigt, dass die Substanz im Rohkaffee noch nicht vorhanden ist und erst im Zuge des Kaffeeröstens aus einer nicht-aktiven Vorstufe hervorgeht. Somit besteht die Möglichkeit, die Röstparameter so zu variieren, dass unterschiedliche Gehalte an NMP im Kaffeepulver entstehen. Messungen haben ergeben, dass je nach Röstdauer bis zu 70 mg dieser Verbindung pro Liter Kaffeegetränk gebildet werden können (Abb. 2). Mit diesen Erkenntnissen ist die wissenschaftliche Grundlage für ein funktionelles Lebensmittel geschaffen: Ein Kaffeegetränk, in dem biologisch wirksame Inhaltsstoffe durch technologische Verfahren so angereichert sind, dass sie einen positiven Beitrag zur Gesundheit leisten. ■ *MW*

» Kontakt:
Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie,
PD Dr. Veronika Somoza, 85748 Garching.
E-Mail: lebensmittelchemie@lrz.tum.de
Westfälische Wilhelms-Universität, Institut für Lebensmittelchemie,
Prof. Dr. Thomas Hofmann, 48149 Münster.
E-Mail: lc@uni-muenster.de

Abb. 2: Bildung des NMP aus der Vorstufe Trigonellin während des Kaffeeröstens



M. Welling

Baustelle Biogas

Vom Landwirt zum Energiewirt! Dieses Motto zieht sich gegenwärtig quer durch alle Gesprächsrunden, die sich mit der Zukunft der Landwirtschaft und mit regenerativen Energien befassen. Je stärker die Preise für Erdöl und -gas ansteigen und je deutlicher die Risiken einer politischen Abhängigkeit von den Förderländern werden, desto mehr rücken erneuerbare Energiequellen ins Zentrum des Interesses. Neben Wind- und Solarenergie ist das in zunehmendem Maße auch die Bioenergie.

Mit der Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) von 2004 hat der Gesetzgeber einen lukrativen Anreiz für den Bau von Biogasanlagen geschaffen. Durch verschiedene Preisaufschläge, die über einen Zeitraum von 20 Jahren garantiert sind, werden der Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen und innovativer Technologie gefördert. Kein Wunder, dass derzeit Biogasanlagen fast wie Pilze aus dem Boden sprießen (Abb. 1). Mehr als 3 000 Anlagen mit einer Leistung von ca. 650 Megawatt sind heute in Deutschland in Betrieb. Dies war nur durch eine Reihe von Innovationen möglich. Wurden früher vor allem Gülle und organische Abfälle zur Biogasgewinnung genutzt, so können heutige moderne Anlagen auch pflanzliche Rohstoffe direkt verwerten. Einen wichtigen Anteil an dieser Entwicklung hat das Institut für Technologie und Biosystemtechnik der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) in Braunschweig. Hier wer-

Biogas entsteht bei der Zersetzung von organischen Stoffen unter Luftabschluss (Vergärung). Dabei wandeln Bakterien Kohlenhydrate und andere organische Stoffe in ein brennbares Gasgemisch um, das im Wesentlichen aus Methan (50-70 %) und Kohlendioxid (30-45 %) besteht. Der wertgebende Anteil, der energetisch genutzt wird, ist das Methan. Je nach Ausgangsstoff enthält Biogas geringe Mengen an Schwefelwasserstoff, Ammoniak und Kohlenmonoxid, die für eine energetische Verwertung störend sein können und je nach Nutzung entfernt werden müssen. Aus Biogas lassen sich Strom und Wärme, aber auch Kraftstoff und Wasserstoff gewinnen. Bei der Stromgewinnung in Blockheizkraftwerken kann ein Kubikmeter Biogas (Methangehalt 60 %) rund 0,6 m^3 Erdgas oder 0,6 Liter Heizöl ersetzen.

den seit mehr als 25 Jahren Verfahren zur Biogaserzeugung verbessert und neue Technologien entwickelt. Die Arbeitsgruppe von Peter Weiland hat zum Beispiel in umfangreichen Gärversuchen herausgefunden, welches Biogaspotenzial die verschiedenartigen Pflanzen und Abfallsstoffe besitzen. Die Unterschiede sind beträchtlich: Aus Rindergülle lassen sich 25 m^3 Biogas pro Tonne Frischmasse erzeugen, aus Grassilage 160 m^3 und aus Maissilage sogar 230 m^3 pro Tonne (Abb. 2). Diese hohe Ausbeute macht Mais zu einer bevorzugten Energiepflanze. Die Versuche zeigten auch, dass der Zeitpunkt der Ernte und die Art der Silierung wichtige „Stellschrauben" sind, um den Gärvorgang und damit die Gasausbeute zu optimieren.

Verbesserte Prozesse

In heutigen Anlagen erfolgt die Vergärung von Pflanzenteilen meist bei Temperaturen von 36–42 °C. In einem Temperaturbereich oberhalb von 50 °C sind jedoch schnellere Gasbildung und höhere Wirkungsgrade zu erwarten. In einer Demonstrationsanlage optimieren die FAL-Forscher derzeit die dafür notwendigen Betriebsparameter. Die Ergebnisse zeigen, dass sich auf diese Weise gerade bei stickstoffarmen Pflanzen wie Mais eine deutlich höhere Gasausbeute erzielen lässt – und das bei guter Stabilität des Gärprozesses.

Vor einer energetischen Nutzung muss das Biogas in der Regel entschwefelt werden, um Schäden an der Anlage zu vermeiden. In der Praxis werden dafür häufig Schwefelbakterien genutzt, die im Substrat natürlicherweise vorkommen. Die Entschwefelungsleistung dieser kleinen Helfer ist aber häufig unzureichend, da für die Anreicherung der Bakterien nicht genügend Besiedlungsfläche im Reaktor vorhanden ist. Die Technologen der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft konnten zeigen, dass es mit Hilfe eines speziellen Rieselfilters technisch möglich ist, den Schwefelwasserstoffgehalt um bis zu 99 Prozent zu vermindern.

Die Landnutzung ändert sich

Horst Gömann und Peter Kreins interessieren sich ebenfalls für die Nutzung von Biogas, allerdings aus einem ganz anderen Blickwinkel. Die Agrarökonomen arbeiten am FAL-Institut für Ländliche Räume in Braunschweig und wollen wissen, wie sich die finanzielle Förderung

M. Welling

Arbeitsgruppenleiter Peter Weiland überprüft die Leistung der Biogas-Versuchsanlage auf dem Braunschweiger FAL-Gelände

dieser regenerativen Energieform auf die Landnutzung auswirkt. Da die Erzeugung von Biogas nicht mehr auf die Veredelung des „Abfallproduktes" Gülle beschränkt ist, kann sie auch in typischen Ackerbauregionen erfolgen. „Hier kommt es zu einer Nutzungskonkurrenz", erläutert Horst Gömann. „Pflanzen können entweder zur Nahrungs- und Futtermittelproduktion oder aber zur Energieerzeugung angebaut werden." Verschiebt sich das Spektrum der angebauten Kulturen? Entsteht am Ende in Deutschland der künftige Maisgürtel Europas?

Gemeinsam mit Wissenschaftlern der Universität Bonn haben die Ökonomen der FAL die Verhältnisse für das Bundesland Nordrhein-Westfalen unter die Lupe genommen. Mit Hilfe eines regional-ökonomischen Modells, das die landwirtschaftliche Produktion in Deutschland auf Landkreis-Ebene abbildet, berechneten sie, dass sich der Anbau von Mais als Energiepflanze – eine gleichbleibende Förderung vorausgesetzt – von derzeit 6.400 Hektar auf bis zu 180 000 Hektar ausdehnen könnte. Dazu kommt etwa noch einmal so viel Mais als Tierfutter. Nicht nur Stilllegungsflächen, auf denen derzeit Raps für die Biodieselherstellung wächst, würden künftig für den Maisanbau genutzt, die Ausdehnung erfolgte in erheblichem Maße auch zu Lasten der Weizenfläche, sodass der Mais in zahlreichen Regionen Weizen als Leitkultur ablösen würde. In den nördli-

Abb. 1: Entwicklung der Anzahl von Biogasanlagen in Deutschland seit 1990

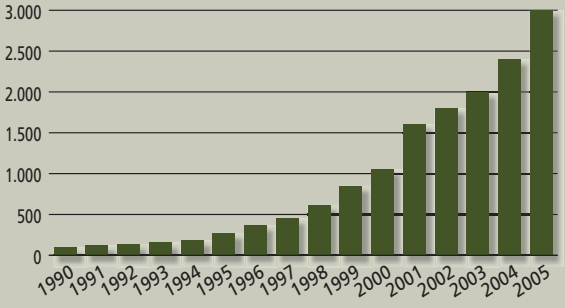
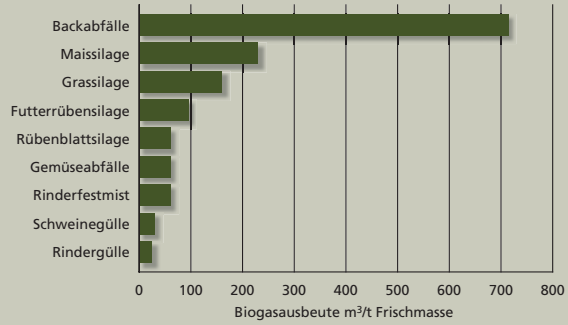


Abb. 2: Biogasausbeute unterschiedlicher Gärsubstrate



In Innovationen investieren

Der Gesetzgeber verfolgt mit der Förderung der Bioenergie mehrere Ziele, unter anderem Klimaschutz, Schonung der fossilen Energiereserven und Sicherung der nationalen Energieversorgung. Allerdings: Selbst bei optimistischen Annahmen wird Deutschland in absehbarer Zeit nur weniger als 10 Prozent des Energieverbrauchs aus heimischer Bioenergie erzeugen können, und die Erzeugung von Biogas aus nachwachsenden Rohstoffen ist zumindest derzeit noch ein relativ kostspieliger Weg, um erneuerbare Energie zu erzeugen.

Generell empfehlen die Wissenschaftler der Politik, bei der Förderung nicht so sehr die Verbreitung von Standardtechnologien in den Vordergrund zu stellen, sondern stärker in die weitere Verbesserung der technologischen und organisatorischen Effizienz zu investieren. Die Bemühungen der Forschung zielen darauf ab, für die verschiedenen landwirtschaftlichen und forstlichen Roh- und Reststoffe wie Mais, Holz oder Stroh die jeweils bestmögliche Technik zur energetischen Nutzung zu entwickeln. ■ *MW*

chen, durch intensive Viehhaltung geprägten Landesteilen würde der Mais mehr als 50 Prozent der Ackerfläche beanspruchen (Abb. 3). Damit es nicht zu einer „Vermaisung" der Landschaft kommt, wird zunehmend nach Alternativkulturen gesucht, um eine vielfältigere Fruchtfolge zu erreichen. Viele ertragsstarke traditionelle und neuartige Kulturen werden derzeit auf ihre Eignung als Energiepflanze geprüft. Eine aktuelle bundesweite Untersuchung der FAL hat ergeben, dass zwar in rund 90 Prozent der neu gebauten Biogasanlagen Mais verwendet wird, zusätzlich aber auch schon in erheblichem Umfang siliertes Getreide (50 %), Getreidekörner (45 %) und Grassilage (35 %).

» Kontakt:
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL),
Dr.-Ing. Peter Weiland, Institut für Technologie und Biosystemtechnik, E-Mail: tb@fal.de;
Dr. Horst Gömann, Dipl.-Ing. agr. Peter Kreins,
Institut für Ländliche Räume, E-Mail: lr@fal.de,
38116 Braunschweig.

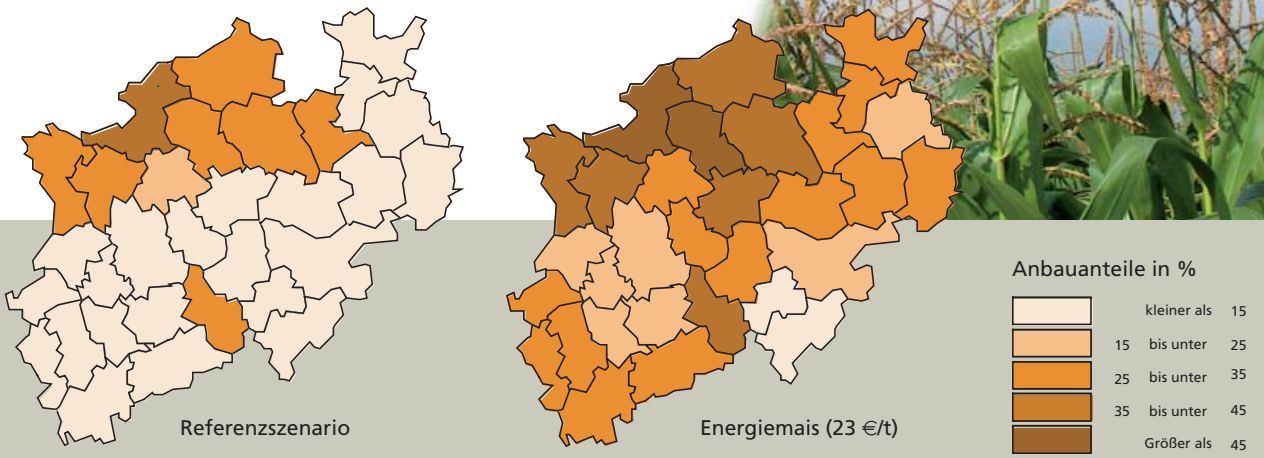


Abb. 3: Künftiger Anteil des Maisanbaus an der Ackerfläche in Nordrhein-Westfalen ohne (links) und mit (rechts) Förderung von Biogasanlagen. FAL-Prognose für 2010.

Landwirte und Naturschützer finden zueinander

Naturschutzbrachen – Praxisnahe Forschung für den Naturschutz in der Landwirtschaft

Wie soll die Landschaft um uns herum genutzt werden? Wie lassen sich die verschiedenen Interessen, zum Beispiel die des Naturschutzes und der Landwirtschaft, sinnvoll miteinander verbinden? Die Lösung liegt in einer „standortgerechten multifunktionalen Landschaftsnutzung". Diesen Ansatz verfolgt das Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) in Müncheberg bei Berlin. Hier werden Ökosysteme im ländlichen Raum erforscht mit dem Ziel einer ökologisch und ökonomisch vertretbaren Landnutzung. Das Konzept: Wenig ertragreiche Teilflächen der Äcker werden aus der landwirtschaftlichen Produktion herausgenommen und dem Naturschutz zugeführt.

Auf Wiesen, Weiden und Feldern werden nicht nur landwirtschaftliche Güter erzeugt. Die Flächen sind auch Lebensraum für zahlreiche wildlebende Pflanzen- und Tierarten. Insbesondere die Arten der Feldflur, wie Kornblume, Klatschmohn, Rebhuhn, Feldlerche oder Feldhase, sind vielen Menschen bekannt und bereichern das Landschaftserleben. Eine moderne Landwirtschaft, die aus ökonomischen Gründen hohe Erträge und Produktqualitäten erzeugen muss, führt dabei häufig unbeabsichtigt zu einer Verschlechterung der biologischen Vielfalt in den Agrarlandschaften.

Wirtschaftliche Produktion und Artenschutz

Um dieses Dilemma aufzubrechen, hat das ZALF im Bundesland Brandenburg mit finanzieller Unterstützung des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) ein Forschungsprojekt initiiert, das Möglichkeiten zu einem aktiven Artenschutz innerhalb der Agrarflächen aufzeigen soll.

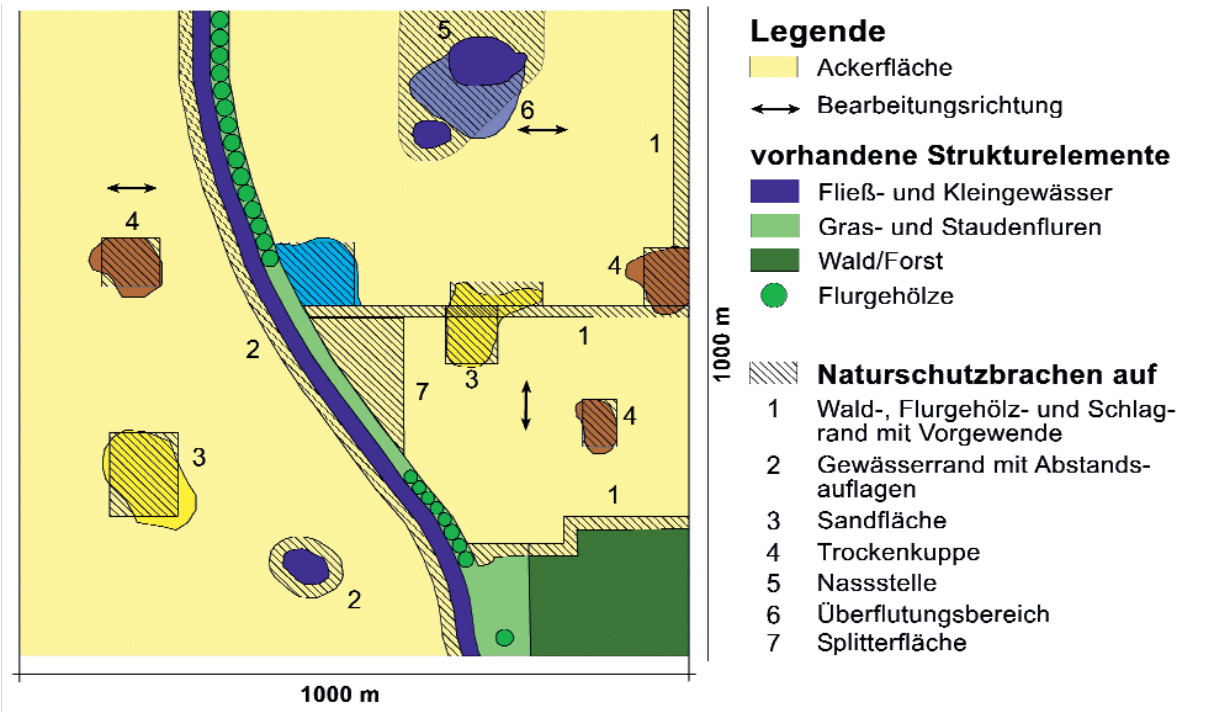


Abb. 1: Prinzip der Naturschutzbrachen: Standorte mit eingeschränkter landwirtschaftlicher Produktivität werden innerhalb von Ackerschlägen gezielt stillgelegt und naturschutzgerecht bewirtschaftet. Diese Flächen könnten die Agrarräume wie ein Netz durchziehen.

Projektleiter Gert Berger: „Ein Lösungsansatz besteht darin, Teile der Äcker, die etwas schlechter zu bewirtschaften sind als die normale Produktionsfläche, gezielt für Maßnahmen des Naturschutzes zu nutzen." Nährstoffarme Sandflächen, trockene Kuppen- oder Hangbereiche oder stärker vernässte Areale der Äcker zählen dazu. Aber auch Flächen, auf denen Maschinen öfter wenden müssen sowie Wald- und Gewässerränder schränken die landwirtschaftliche Produktion ein (Abb. 1).

Um eine Überschussproduktion zu verhindern, ist die Mehrzahl der Agrarbetriebe in Deutschland verpflichtet, einen Teil ihrer Ackerfläche stillzulegen. Für die Stilllegung bieten sich gerade die problematischen Flächen an: Sie sind weniger produktiv und daher für den Landwirt weniger attraktiv. Ihre teilweise extremen Standorteigenschaften machen sie aber zu wertvollen Lebensräumen sehr vieler Tier- und Pflanzenarten der Agrarlandschaft.

Effekte für den Naturschutz

In den Jahren 1998 bis 2004 wurden in sieben landwirtschaftlichen Betrieben Brandenburgs 115 kleinflächige Stilllegungen – so genannte Naturschutzbrachen – angelegt und wissenschaftlich untersucht. Die Ergebnisse sind eindeutig: Derartige Flächen können viel für den Naturschutz im Agrarraum leisten.

Beispielsweise haben sich in einem Agrargebiet mit vielen Tümpeln und Kleingewässern die Populationen von Amphibienarten nach der Anlage von Gewässerrandstreifen innerhalb weniger Jahre mehr als verdreifacht. Zusätzlich konnten sich Laubfrösche in diesem Gebiet neu etablieren.

Auch beim Vogelschutz sehen die Wissenschaftler des ZALF positive Effekte. Feldlerchen kommen auf diesen Flächen wesentlich häufiger vor als auf den meisten Äckern. Heckenbewohnende Vogelarten wie der Neuntöter, die im unmittelbaren Umfeld ihres Nestes Insekten als Nahrung benötigen, profitieren von streifenförmigen Stilllegungen entlang von Gehölzen (Abb. 2).

Tagfalter und Wildbienen sind auf ein reiches Angebot an nektar- und pollenspendenden Blütenpflanzen angewiesen. Kleinflächige Ackerstilllegungen können das leisten. Die Artenzahlen und die Häufigkeit der Individuen sind auf Naturschutzbrachen grundsätzlich höher als auf standörtlich vergleichbaren ackerbaulich genutzten Flä-

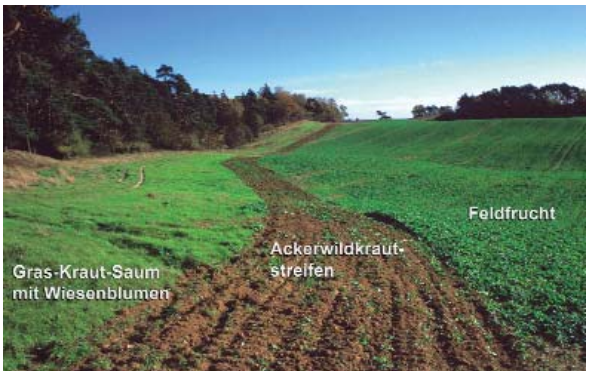


Abb. 2: Naturschutzbrache am Waldrand. Die Kombination aus regelmäßiger Bodenbearbeitung im Herbst und Ansaat von Wiesenblumen ermöglicht vielfältiges Leben auf engstem Raum. Der Landwirt kann den ackerseitigen Teil zum Wenden der Maschinen nutzen.

chen. Bei einigen Artengruppen, wie den Tagfaltern, Heuschrecken, Wildbienen oder Kleinsäugern, findet sich ein ähnliches Artenspektrum wie in gefährdeten Trocken- und Feuchtbiotopen der Agrarlandschaften (z. B. Trocken- und Magerrasen, Feuchtwiesen etc.). Insgesamt konnten auf den oben genannten stillgelegten Minderertragsstandorten aus neun untersuchten Artengruppen 127 Arten der Roten Listen Deutschlands nachgewiesen werden, darunter vom Aussterben bedrohte Arten wie die Rotbauchunke oder seltene Vogelarten wie Raubwürger oder Bekassine.

Zielbezogenes Management

Ackerwildkräuter wie die Kornblume, der Feldrittersporn oder das Sommer-Adonisröschen sind als Kulturbegleiter auf die Bearbeitung des Bodens angewiesen. Unterbleibt diese längerfristig, verschwinden sie. Machen sich auf den Stilllegungen Quecke oder andere konkurrenzstarke Gräser breit, dann gehen die für Insekten so wichtigen Blütenpflanzen schnell verloren. Ein einfaches Liegenlassen oder Stilllegen sichert also nicht dauerhaft den gewünschten Naturschutzerfolg. Vielmehr ist ein zielbezogenes Management erforderlich.

Am besten kann das der Landwirt selbst durchführen. Für seine betriebliche Naturschutzproduktion muss er die stillgelegten Flächen zeitweilig pflügen, Blumenpflanzen aussähen oder den Aufwuchs schneiden. Das kostet Geld. Da er die erzeugten Produkte – also Feldlerchen, Kornblumen oder Schmetterlinge – nicht vermarkten kann, ist es an der Gesellschaft, diese Produktion zu honorieren. Sie könnte das im Rahmen von Agrarumweltmaßnahmen tun. Mit anderen Worten: Sie könnte für die Kosten der Naturschutz-Bewirtschaftung aufkommen.

Würden Landwirte das überhaupt tun?

Gemeinsam mit dem Deutschen Bauernverband und den Landesbauernverbänden hat das ZALF in vier Regionen Deutschlands die Meinung der Landwirte zum Konzept der Naturschutzbrachen eingeholt. Bei der Erhebung wurden jeweils 30 bis 40 Landwirte im Landkreis Demmin (Mecklenburg-Vorpommern), in der Braunschweig-Hildesheimer Börde (Niedersachsen), im Nördlichen Kraichgau (Baden-Württemberg) und im nördlichen Landkreis Rottal-Inn (Bayern) befragt. Der überwiegende Teil der Landwirte zeigte Interesse. Sie wären bereit, regional unterschiedlich auf 2–5 Prozent ihrer Ackerfläche Naturschutzbrachen anzulegen, da sie dies als gute Möglichkeit angesehen, Landwirtschaft und Naturschutz einvernehmlich zusammenzuführen.

Um diese Idee weiter in der Praxis zu verankern, sollen ab 2007 in drei bis fünf deutschen Bundesländern Beispielsgebiete eingerichtet werden, in denen der Wert und die Machbarkeit der Naturschutzbrachen demonstriert wird. ■ *MW*

» **Kontakt:**
Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V.,
Dr. Gert Berger, 15374 Müncheberg. E-Mail: gberger@zalf.de

Das Sommer-Adonisröschen, eine sehr seltene Art in Getreidefeldern.

G. Berger

Die Raupe des Schwalbenschwanzes findet auf Naturschutzbrachen hervorragende Lebensbedingungen.

G. Berger

Der Feldhase ist typisch für offene und halboffene Agrarlandschaften.

H. Pfeffer

Die äußerst seltene Rotbauchunke kann in gewässerreichen Agrarlandschaften vorkommen.

T. Schönbrodt

„Die Regionen werden sich spezialisieren müssen“

Die Globalisierung macht auch vor der Agrarwirtschaft nicht halt. Energieverknappung, Klimawandel und die Ausweitung des internationalen Handels sind nur einige Beispiele für Entwicklungen, die den landwirtschaftlichen Sektor grundlegend beeinflussen werden. Der ForschungsReport sprach mit dem Ökologen Hans-Joachim Weigel und dem Ökonomen Folkhard Isermeyer von der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) über mögliche Szenarien.

ForschungsReport: „Weg vom Erdöl“, diese Forderung ist in Deutschland in den letzten Jahren immer lauter zu hören. Welche Rolle kann hierbei die Bioenergie im Vergleich zu anderen regenerierbaren Energieformen wie Wind- oder Solarenergie spielen?

Isermeyer: Gegenwärtig decken wir ungefähr 5 % unseres Energieverbrauchs durch erneuerbare Energien. Der wichtigste Energieträger ist dabei die Biomasse mit einem Anteil von rund zwei Dritteln. Selbst bei sehr optimistischen Annahmen müssen wir aber davon ausgehen, dass in Deutschland der Anteil von Bioenergie am Primärenergieverbrauch auf absehbare Zeit unter zehn Prozent bleiben wird – einfach deshalb, weil wir einen hohen Energieverbrauch haben, aber nur relativ wenig Fläche.

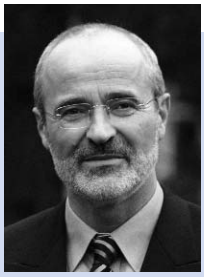
ForschungsReport: Die Bereitstellung von Bioenergie spart fossile Rohstoffe ein und trägt dazu bei, den Ausstoß von CO_2 in die Atmosphäre zu verringern – also aus Sicht des Umwelt- und Ressourcenschutzes ein Volltreffer?

Weigel: Das kommt auf die Rahmenbedingungen an. Wenn Energiepflanzen flächendeckend in Form von Monokulturen angebaut werden, nehmen wir damit eine Reihe von ökologischen Nachteilen in Kauf. Zum Beispiel geht die biologische Vielfalt weiter verloren. Speziell beim Maisanbau wächst die Gefahr der Bodenerosion. Auf der anderen Seite gibt es auch positive Szenarien, etwa wenn versucht wird, Vielfalt in den Anbau von Energiepflanzen zu bringen, indem zum Beispiel traditionelle Kulturen mit in die Fruchtfolgen integriert werden.

ForschungsReport: Herr Professor Isermeyer, Sie haben eine Studie erstellt, nach der sich bei Erdölpreisen von dauerhaft mehr als 50 Dollar die Weltmarktpreise für Agrarprodukte deutlich nach oben bewegen. Wie kommen Sie zu dieser Einschätzung?

Isermeyer: Schauen Sie einmal nach Brasilien, wo Zuckerrohr weltweit am günstigsten angebaut werden kann. Dort ist schon bei Preisen von 35 Dollar pro Barrel Erdöl eine Wettbewerbsgleichheit gegeben zwischen einer Verwertung des Zuckerrohrs für den

Zur Person:



Prof. Dr. Hans-Joachim Weigel leitet an der FAL in Braunschweig das Institut für Agrarökologie und bekleidet derzeit das Amt des Präsidenten der FAL. Der Biologe interessiert sich für den Stoffaustausch zwischen Boden, Pflanzen und Atmosphäre und den Wechselwirkungen mit der biologischen Vielfalt. Weigel ist außerplanmäßiger Professor an der TU Braunschweig.

Prof. Dr. Folkhard Isermeyer ist Leiter des FAL-Instituts für Betriebswirtschaft. Darüber hinaus ist er Honorarprofessor an der Georg-August-Universität Göttingen und derzeitiger Präsident des Dachverbandes wissenschaftlicher Gesellschaften der Agrar-, Forst-, Ernährungs-, Veterinär- und Umweltforschung e.V. (DAF).

Welt-Zuckermarkt oder für den Welt-Ethanolmarkt.

ForschungsReport: … also Ethanol bzw. Bioalkohol als Energiequelle …

Isermeyer: Genau. In Brasilien läuft die Substitution von Erdöl durch Bioenergie in erster Linie über den Ethanolpfad. Dort haben ja die Flex-Fuel-Autos, die flexibel mit Alkohol oder Benzin betankt werden können, einen rasanten Aufschwung genommen. Wenn der Erdölpreis den Ethanolpreis weiter mit nach oben zieht, werden immer mehr Landwirte ihre Flächen zur Ethanolproduktion nutzen. Dann verknappt sich die Ackerfläche, die für Nahrungsmittel zur Verfügung steht. Auch in anderen Übersee-Ländern wird es rentabel, Biomasse anzubauen, und zwar völlig unabhängig von staatlichem Zutun – der Markt regelt das ganz allein. Darüber hinaus gibt es noch, insbesondere in den USA und in Europa, große staatliche Programme, die die Erzeugung erneuerbarer Energien auf Agrarflächen fördern. All diese Flächen fehlen dann der Nahrungsmittelproduktion, was Erhöhungen der Lebensmittelpreise auslösen kann, die wir bei uns in den letzten Jahrzehnten gar nicht mehr gekannt haben.

ForschungsReport: Die wichtigsten Energiepflanzen in Mitteleuropa sind derzeit Raps und Mais. Wie wirkt sich der Klimawandel mit einem erhöhten CO_2-Gehalt in der Atmosphäre auf den Anbau dieser Kulturen aus?

Weigel: Da müssen wir unterscheiden zwischen dem langfristigen Trend der Veränderung mittlerer Klimawerte und den Unwägbarkeiten wie extremen Trockenperioden oder Starkregen, die wahrscheinlich häufiger auftreten werden. Solche Ereignisse können sich natürlich sehr negativ auswirken. Auch eine Pflanze wie der Mais, der mit den Wasserressourcen effizienter umgeht als zum Beispiel Raps, bekommt in einem extrem trocken/heißen Sommer wie 2006 erhebliche Probleme. Generell aber geht man davon aus, dass sich wärmere Witterungsverhältnisse und ein höheres CO_2-Angebot sowohl für Mais als auch für Raps positiv auswirken. Wie stark diese Effekte sind, lässt sich noch nicht genau abschätzen. Theoretische Erwägungen gehen für die meisten Kulturpflanzen von einer erheblichen „Düngewirkung" des CO_2 aus. Unsere Versuche in Braunschweig, die Ertragssteigerungen von unter 10 Prozent ergaben (vgl. S. 30), dämpfen diese Erwartungen eher.

ForschungsReport: 2006 hatten wir, wie auch schon 2003, einen ausgesprochen heißen und trockenen Sommer. Wird sich in Mitteleuropa das Anbauspektrum der Kulturpflanzen wandeln, wenn eine solche Sommerwitterung zur Regel werden sollte? Also zum Beispiel Soja statt Weizen?

Weigel: Ich denke, dass in unseren derzeitigen Ackerbaukulturen noch so viel genetisches Potenzial steckt, dass diese Effekte eine ganze Zeitlang aufgefangen werden können. Sicherlich werden sich die Zuchtziele anpassen – weg vom Maximalertrag und hin zur Ertragssicherheit. Auch in der Forschung ist Trockenheitstoleranz, zum Beispiel bei der Bundesanstalt für Züchtungsforschung, schon seit langem ein Thema. Daher sehe ich aufgrund der gesamten Rahmenbedingungen auch nicht, dass die Landwirte in Deutschland in absehbarer Zeit Soja anbauen würden – selbst wenn es in 30–50 Jahren klimatisch möglich wäre. Innerhalb der einzelnen Regionen Deutschlands kann es zwar zu gewissen Verschiebungen im Anbauspektrum kommen, hier spielen neben den klimatischen aber auch die jeweiligen Marktverhältnisse eine Rolle.

„In unseren Kulturpflanzen steckt noch viel genetisches Potenzial"

M. Welling

„Auch in absehbarer Zeit wird in Deutschland kein Soja angebaut werden“

Isermeyer: Es ist ganz wichtig, bei allen Prognosen den Markt nicht zu vergessen. Nehmen Sie zum Beispiel den Weizen. Hier erzielt Mitteleuropa viel höhere Erträge als die meisten Überseestandorte. Es ist schon vorstellbar, dass die Weizenerträge bei uns durch die Klimaereignisse zunehmend unter Druck geraten. Andererseits hat aber die Welt einen bestimmten Bedarf an Brotweizen, und das kann dazu führen, dass die Preise für Weizen stärker steigen als für andere Agrarprodukte. In ertragsstarken Ländern wie Deutschland würde es dann ökonomisch Sinn machen, weiterhin Weizen zu produzieren, auch wenn die Ertragshöhe oder die Ertragssicherheit nicht mehr wie gewohnt steigen.

ForschungsReport: Das heißt, die Regionen oder die Länder werden sich weiter spezialisieren müssen?

Isermeyer: Sicherlich! Aus ökonomischer Sicht plädiere ich hierbei ganz entschieden

„Internationale Abkommen müssen der Marktwirtschaft einen Rahmen geben“

für eine globale Perspektive und warne davor, mit nationalen Politiken schlauer sein zu wollen als die geballte Kraft der Weltmarktwirtschaft letztlich ist. Bleibt der Erdölpreis weiter oben, dann verbessert sich auch die Wettbewerbsposition von Windenergie und Solarenergie. Wenn wir den verlustarmen Energietransport weiter optimieren können, kann es zum Beispiel sinnvoll werden, große Solarenergieanlagen in bevölkerungsarmen Trockenregionen Südeuropas zu installieren und diesen Strom in das europäische Energienetz einzuspeisen. Es ist ein Gebot der ökonomischen Vernunft, in allen Regionen das zu produzieren, was dort jeweils am effizientesten möglich ist und nicht zu versuchen, in jeder kleinen Region der Welt möglichst alle Zweige der Bioenergie- und Nahrungsmittelproduktion zu etablieren. Marktwirtschaft und internationale Arbeitsteilung müssen allerdings in ein festes Regelwerk eingebunden werden, das auch Grenzen setzt. Gerade die ökologischen Grenzen müssen auf diese Weise fixiert werden.

Weigel: In den letzten Jahrzehnten haben wir gelernt, dass wir starke, international verbindliche Abkommen brauchen – mit Appellen ist es nicht getan. Mit der internationalen Klimarahmenkonvention oder der Konvention zum Schutz der biologischen Vielfalt sind wir schon auf einem richtigen Weg. Das sind Schritte, um die globalen ökologischen Probleme ins Bewusstsein zu rücken.

ForschungsReport: Könnten wir denn den Klimawandel durch internationale Vereinbarungen noch stoppen?

Weigel: Eins ist klar: Für die nächsten 50 Jahre wird es, egal was wir jetzt tun, diesen Klimawandel geben. Alle Bemühungen zur Verringerung des Schadstoffausstoßes, die wir heute – hoffentlich! – unternehmen, können nur darauf abzielen, darüber hinaus gehende Effekte abzumildern.

ForschungsReport: Herr Professor Weigel, Herr Professor Isermeyer, vielen Dank für dieses Gespräch. ■ *MW*

Rinderwahn, Vogelgrippe und blaue Zungen

Forschen für Tiergesundheit und Verbraucherschutz

Auf welchem Weg kommt der „Rinderwahn" ins Gehirn der Tiere? Wie kann man Geflügel vor der „Vogelgrippe" schützen? Was hat es mit der Blauzungenkrankheit auf sich? Tierseuchen rücken immer dann ins Blickfeld der Öffentlichkeit, wenn sie auch auf den Menschen übertragbar sind oder große wirtschaftliche Verluste verursachen. Die Wissenschaftler des Friedrich-Loeffler-Instituts, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit (FLI), beschäftigen sich mit diesen Krankheiten bereits Jahre vor und noch lange nach den Schlagzeilen.

Die Erreger der Bovinen Spongiformen Enzephalopathie (BSE), auch Rinderwahn genannt, werden nach heutigen Erkenntnissen von den Tieren mit dem Futter aufgenommen. Die Prionen, falsch gefaltete Eiweißmoleküle, bringen in einer Art Kettenreaktion verwandte körpereigene Eiweiße dazu, sich ebenfalls umzufalten und zu verklumpen. Bei erkrankten Rindern kommen sie vor allem im zentralen Nervensystem, also im Gehirn und verlängerten Rückenmark vor. Wie aber gelangen die Prionen vom Verdauungstrakt in das Gehirn? Anfang 2003 startete dazu am Friedrich-Loeffler-Institut auf der Insel Riems eine Langzeitstudie.

Die Arbeitsgruppe von Martin Groschup verabreichte 56 Kälbern aus einer ökologisch gehaltenen Mutterkuhherde eine Zuckerlösung mit Hirnmaterial von BSE-positiven Rindern aus Großbritannien. Weitere 18 Rinder dienten als nicht infizierte Kontrolltiere. Regelmäßig entnehmen die Wissenschaftler von den Tieren seit Versuchsbeginn Blut- und Harnproben sowie Rückenmarkflüssigkeit. Alle vier Monate werden vier infizierte Tiere sowie ein Kontrolltier eingeschläfert und jeweils rund 1 400 Einzelproben aus den verschiedenen Organen und Geweben entnommen. Diese lagern in der nationalen BSE-Probenbank, die zur Entwicklung von Test- und Therapieverfahren auch Wissenschaftlern anderer Institute sowie der Industrie zur Verfügung steht (Abb. 1).

Abb. 1: Archivierung und Lagerung von Probenmaterial mit Hilfe eines Etiketten-Barcodesystems.

Abb. 2: Rinder im Auslaufbereich des BSE-Sicherheitsstalls auf der Insel Riems

Erste Anzeichen erkennen

„Außerdem beobachten wir die Rinder genau", erläutert Martin Groschup. „Eine gründliche klinische Untersuchung kann schon frühzeitig Hinweise auf eine BSE-Erkrankung geben, besonders wenn neben der Körperhaltung und dem Bewegungsablauf auch die Reaktionen der Tiere auf optische, akustische und berührende Reize getestet werden." Nach rund drei Jahren Laufzeit zeigen die ersten Versuchstiere (Abb. 2) in diesen Reaktionstests mittlerweile Anzeichen für eine BSE-Erkrankung. Sie sind schreckhafter und reagieren empfindlicher auf Berührung und Licht.

Die Gewebeuntersuchungen deuten darauf hin, dass Prionen beim Rind, anders als beim Schaf, anscheinend nur im Nervensystem auftreten. Die Wissenschaftler konnten den Erreger auch im vegetativen Nervensystem nachweisen, so dass sein Weg möglicherweise vom Darm über diesen Teil des Nervensystems ins Hirn führt. Ob dies tatsächlich die genaue Route ist, soll bis zum Ende der Studie geklärt werden. Die Ergebnisse dieser Langzeitstudie tragen dazu bei, genauer auf ein mögliches Risiko für den Verbraucher beim Verzehr von Rindfleisch schließen zu können.

Impfen gegen „Vogelgrippe"?

In den vergangenen Monaten stand die „Klassische Geflügelpest", genauer das Virus vom Typ H5N1 Asia, im Blickpunkt der Öffentlichkeit. Diese oft als „Vogelgrippe" bezeichnete Tierkrankheit verursacht seit einigen Jahren in Asien enorme Verluste bei Hühnern und anderen Nutzvögeln. Vor allem den Bewohnern ärmerer Länder wird dadurch eine wichtige Existenzgrundlage entzogen. Darüber hinaus bedrohen die Viren zunehmend auch die Gesundheit und das Leben von Menschen. In Europa häuften sich Anfang 2006 die Meldungen über infizierte Wildvögel, gegenüber Asien wurden aber nur wenige Nutzgeflügelbestände betroffen.

Was kann man gegen die Seuche tun? Im Wildvogelbestand ist sie nicht bekämpfbar. Hier kommt es darauf an, durch regelmäßige Kontrollen festzustellen, in welchen Vögeln das Virus zu welcher Jahreszeit und in welchen Regionen vorhanden ist, um Maßnahmen für die Haltung von Nutzgeflügel abzuleiten. Kontakte zwischen Wildvögeln und Nutzgeflügel zu verhindern ist oberstes Gebot. Dem dient auch die Aufstallung der Tiere in den benannten Risikogebieten.

Immer wieder wird auch der Ruf nach einer Impfung von Nutzgeflügel laut. Für Thomas Mettenleiter, den Präsidenten des FLI und Leiter des Instituts für Molekularbiologie, ist das aber nicht der Königsweg: „Eine zuverlässige Impfung des Geflügels gegen die Seuche ist problematisch. Herkömmliche Impfstoffe, die aus abgetöteten Grippeviren bestehen, bergen erhebliche Nachteile. Jedes Einzeltier muss zweimal im Abstand von drei Wochen mit einer Spritze geimpft werden. Das ist bei manchmal zehntausenden von Tieren pro Bestand extrem aufwändig und der Erfolg der einzelnen Impfung ist nicht garantiert." Außerdem könnten sich geimpfte Tiere durchaus noch infizieren und, ohne ein Krankheitsbild zu zeigen, das Virus ausscheiden und weiter verbreiten.

Neue Wege durch Gentechnik

Diese Probleme könnten durch so genannte Markerimpfstoffe überwunden werden. Zur Entwicklung solcher Impfstoffe veränderten die Wissenschaftler in Mettenleiters Arbeitsgruppe mit Hilfe gentechnischer Methoden Geflügelviren und nutzten sie als Träger (Vektoren) für bestimmte Erbinformationen der Geflügelpesterreger (Abb. 3). Diese abgeschwächten Impfviren verursachen keine Krankheit mehr, vermehren sich aber noch im geimpften Tier und erzielen bereits in geringen Dosen eine schützende Immunität. Über Spray, Augentropfen oder das Trinkwasser können diese Impfstoffe leicht an große Tierzahlen verabreicht werden – mithin ein praktikabler Weg auch für große Tierbestände.

Entscheidender Vorteil ist aber: Anhand des Antikörperprofils können geimpfte von infizierten Tieren durch einfach anzuwendende Tests unterschieden werden. Erste Ergebnisse zeigen, dass Hühner durch

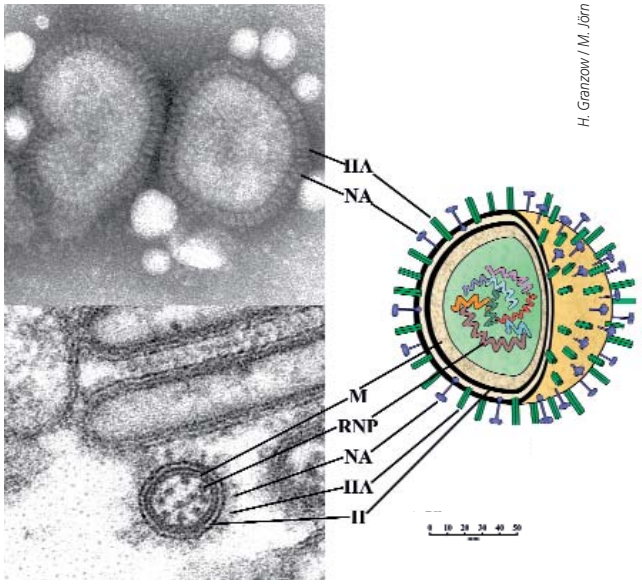


Abb. 3: Elektronenmikroskopische Darstellungen und Modell eines Influenzavirus. H = Virushülle mit Hüllproteinen Hämagglutenin (HA) und Neuraminidase (NA), RNP = Ribonukleoprotein (Erbsubstanz, aufgeteilt in acht Segmente)

diese neue Art von Lebendvirusimpfstoffen effektiv geschützt werden können. Bis zur Zulassung dieser Impfstoffe und deren Anwendung sind aber noch umfangreiche Tierexperimente unter praxisnahen Bedingungen notwendig.

Alte Bekannte

Impfungen werden zur Bekämpfung und Kontrolle vieler Tierseuchen bereits erfolgreich eingesetzt. Beispielsweise bei der Tollwut, einer der ältesten bekannten vom Tier auf den Menschen übertragbaren Krankheit. In Europa bilden Füchse das Hauptreservoir für das Tollwutvirus (Abb. 4). Impfungen mit präparierten Ködern haben die Fälle von Wildtollwut von 1990 bis 2004 europaweit von 21 000 auf 5 400 pro Jahr gesenkt. Mittlerweile gelten einige Länder, unter anderen Finnland, Holland oder Tschechien, als frei von Wildtollwut.
Um die Tollwut in ihrer Verbreitung einschätzen und erfolgreich bekämpfen zu können, benötigt man fundiertes Datenmaterial. Die Wissenschaftler am FLI-Institut für Epidemiologie in Wusterhausen (Brandenburg) führen das „Tollwut Bulletin Europa", in das umfangreiche Informationen über die Tierkrankheit, Reiseempfehlungen, gemeldete Fälle und weitere Daten aus ganz Europa einfließen. „Das Tollwut Bulletin bietet in dieser Form weltweit einzigartige Daten- und Kartenmaterialien zur Verbreitung, Dynamik und Entwicklung der Tollwut", erläutert Thomas Müller vom Tollwutzentrum am FLI. Eine weitere wichtige Aufgabe ist die Beratung der Bundesländer bei

Abb. 4: Füchse bilden in Europa das Hauptreservoir für Tollwutviren.

der Tollwutbekämpfung. „Anfang Februar mussten wir den bislang letzten Fall von Fuchstollwut in Deutschland melden, aber wird sind optimistisch, dass auch wir die Tollwutfreiheit bald erreicht haben", so Müller. Interessant ist dabei, dass die Köder durch Georeferenzierung punktgenau vom Flugzeug abgeworfen werden. High-Tech also bei der Tierseuchenbekämpfung.

Blaue Zungen in aller Munde

Man muss in der Tierseuchenbekämpfung auf alles vorbereitet sein. „Emerging Diseases", also neu auftretende Krankheiten, sind eine große Herausforderung. So tauchte im August dieses Jahres in Holland, Belgien und Deutschland zum allerersten Mal eine bisher in unseren Breiten nie diagnostizierte Tierseuche auf: die Blauzungenkrankheit. Diese exotische Seuche befällt Wiederkäuer, also Rinder, Schafe und Ziegen sowie Wildtiere wie Hirsche oder Rehe (Abb. 5). Die ursprünglich aus Südafrika stammende Virusinfektion wird nicht von Tier zu Tier, sondern nur durch bestimmte Mückenarten übertragen. Sie führt unter anderem zu krankhaften Veränderungen der Schleimhäute, die bei Schafen die Namen gebende blaue Zunge verursachen können. Die gute Nachricht: Auf den Menschen geht die Krankheit nicht über, Produkte wie Fleisch oder Milch stellen ebenfalls keine Gefahr dar. Die schlechte Nachricht ist aber, dass betroffene Länder weitreichende Verbringungs- und Exportbeschränkungen für Wiederkäuer hinnehmen müssen. Die moderne molekulare Diagnostik am FLI hilft, Erkrankungsherde schnell zu identifizieren.

Abb. 5: Symptome der Blauzungenkrankheit beim Schaf.

Quelle: Istituto Zooprofilattico Sperimentale Della Sardegna

Das Blauzungenvirus hat sich zwar in den letzten Jahren mit seinen Überträgern, den Mücken, von Afrika bis in einige Mittelmeerstaaten ausgebreitet. So weit nördlich wurde der Erreger aber noch nie gefunden. Wie kam das Virus zu uns?
Diese Frage beschäftigte vor allem die Epidemiologen des FLI. Das Blauzungenvirus kommt in 24 unterschiedlichen Typen vor, bei dem hier aufgetretenen Typ handelt es sich um Nummer 8. Da dieser Typ bisher nur in afrikanischen Ländern südlich der Sahara auftrat, liefert die Einschleppung über den Import infizierter Tiere die wahrscheinlichste Erklärung. Bei uns beheimatete Mücken könnten bei den anhaltend hohen Temperaturen im Juli zu Überträgern geworden sein. Ob in den betroffenen Gebieten tatsächlich infizierte Mücken unterwegs waren, klären die Wissenschaftler des FLI derzeit in Zusammenarbeit mit Insektenforschern vor Ort.

National und international bedeutend

Tierseuchen halten sich nicht an Ländergrenzen. Daher ist das FLI als zentrales Kompetenzzentrum der Bundesregierung für die Tierseuchenbekämpfung auch über nationale Grenzen hinweg tätig. Die Spitzenforschung, die am Friedrich-Loeffler-Institut betrieben wird, ist nötig, um die Bundesregierung sachgerecht zu beraten. Dies ist die im Tierseuchengesetz festgeschriebene Aufgabe des FLI. ■ *ER*

» **Kontakt:**
Friedrich-Loeffler-Institut, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit (FLI), Elke Reinking (Presse- und Öffentlichkeitsarbeit), 17493 Greifswald-Insel Riems; E-Mail: info@fli.bund.de

Obst und Gemüse frisch auf den Tisch

Qualitätssicherung durch Sensortechnik

Frisches, reifes Obst und Gemüse sind ein Genuss. Vieles kann ohne Zubereitung direkt von der Hand in den Mund verzehrt werden, und als Zugabe ist es auch noch gesund und macht nicht dick. Um aber frisches Obst und Gemüse ganzjährig anbieten zu können, ist ein enormer Aufwand vom Erzeuger über den Handel bis zum Verbraucher notwendig. Innovative technische Lösungen tragen dazu bei, die Qualität zu bestimmen und den Konsumenten mit frischer, wohlschmeckender Ware zu versorgen.

Was nicht jeder Verbraucher weiß: Der Gesetzgeber hat europaweit Qualitätsstandards für Obst und Gemüse festgelegt. So darf der Handel Obst und Gemüse nur dann vermarkten, wenn es den Ansprüchen der EU-Qualitätsnorm gerecht wird. Bei der Reife der Früchte werden allerdings nur Mindestreifekriterien gefordert. So wird der Verbraucher häufig enttäuscht: Pfirsiche oder Birnen sehen zwar ansprechend aus, sind aber noch unreif und hart. Kiwis sind sauer, Tomaten fad im Geschmack oder Radieschen bereits welk. Dies muss jedoch nicht sein.

Es ist beispielsweise gar nicht so schwierig, geschmackvolle Pfirsiche zu erzeugen. Man muss sie nur genügend lange am Baum reifen und Zucker einlagern lassen. Reife Pfirsiche sind jedoch weicher und empfindlicher und lassen sich nur noch mit höherem Aufwand verpacken und transportieren. Für den Handel ist dies deutlich aufwändiger und mit größeren Verlusten verbunden, was zu höheren Preisen führt. Derzeit ist in Deutschland aber – im Gegensatz etwa zu Südeuropa – nur ein kleiner Kundenkreis bereit, für bessere Qualität wirklich mehr zu bezahlen.

» Info:

Mehr Informationen zu „Obst und Gemüse nach der Ernte" finden Sie im aid-Heft 1495/2006, zu beziehen über den Medienshop des aid-Infodienstes (**www.aid.de/shop/**).

Um dem Verbraucher hervorragenden Geschmack und Frische zu gewährleisten, müssen demnach zwei Voraussetzungen erfüllt sein und mit vertretbarem Aufwand kontrollierbar werden:

- Optimaler Reifezustand zum Zeitpunkt der Ernte und
- optimale Bedingungen auf dem Weg bis zum Verbraucher.

Inhaltsstoffe zerstörungsfrei messen

Die erste Schwierigkeit liegt darin, dass es bisher nicht möglich war, schnell und zerstörungsfrei – das heißt von außen – die innere Qua-

Abb. 1: Rucksack-Spektrometer: Bereits am Baum kann der Reifezustand von Äpfeln zerstörungsfrei von außen bestimmt werden.

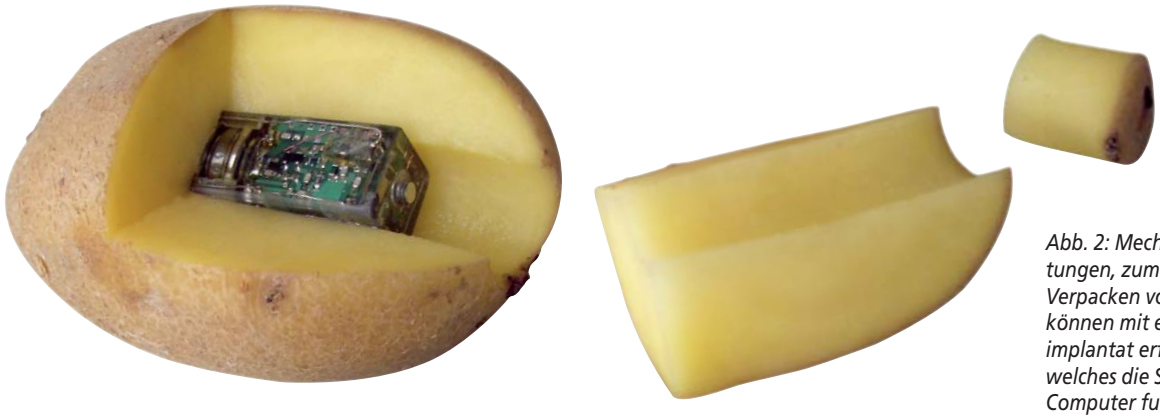


Abb. 2: Mechanische Belastungen, zum Beispiel beim Verpacken von Kartoffeln, können mit einem Messimplantat erfasst werden, welches die Stoßdaten zum Computer funkt.

lität objektiv vorherzusagen. Seit wenigen Jahren befassen sich jedoch weltweit Forschungsinstitute mit dieser Thematik.

Auch am Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB) wird an solchen Fragestellungen geforscht. Um den Obstbauern bei der Reifebestimmung zu helfen, wurde ein Spektral-Photometer weiterentwickelt, das direkt am Baum in der Obstanlage eingesetzt werden kann (Abb. 1). Die Äpfel werden mit weißem Licht angeleuchtet und das von der Oberfläche reflektierte, jetzt farbige Licht wird wieder aufgefangen und analysiert. Gemessen wird dabei der Abbau des Chlorophylls, der ein guter Parameter für den Reifezustand der Äpfel ist. Allerdings verhält sich jede Sorte anders, sodass bis zur Praxisreife noch umfangreiche Kalibrierungen notwendig sind.

Obst und Gemüse sind auch deshalb so wertvoll, weil sie Vitamine und andere für die Gesundheit relevante Substanzen enthalten – und diese in der richtigen Dosis und Zusammensetzung. Mit Hilfe der so genannten Laser-Fluoreszenz-Spektrometrie versuchen die Forscher, diese Substanzen zu bestimmen. Dabei wird das Frucht- oder Blattgewebe mit einfarbigem, meist blauem Licht angestrahlt. Trifft dieses Licht auf fluoreszierende Stoffe, absorbieren diese einen Teil und geben es nach kurzer Zeit, jedoch in einer anderen Farbe wieder ab. Aus der Zeitverschiebung von wenigen Mikrosekunden und der Farbveränderung (Wellenlänge) lassen sich wertvolle Inhaltsstoffe, beispielsweise Karotinoide, qualitativ und quantitativ unterscheiden.

Druckbelastungen während des Transports sind häufig die Ursache für vorzeitigen Verderb. Ein am ATB entwickelter implantierbarer Sensor (Abb. 2) misst mechanische Belastungen, die zum Beispiel beim Umladen von Kisten oder dem Verpacken der Waren auftreten. Auf diese Weise lassen sich die einzelnen Transportschritte optimieren.

Klima und Haltbarkeit

Mindestens ebenso wichtig für die empfindlichen Waren sind optimale klimatische Bedingungen. Denn auch nach der Ernte leben frisches Obst und Gemüse weiter. Sie nehmen Sauerstoff aus der Luft auf und geben Kohlendioxid, Wärme und Wasser ab. Hohe Temperaturen verringern den Gehalt an Vitaminen und biologisch aktiven Substanzen; hohe Luftgeschwindigkeit (Zugluft) und geringe Luftfeuchte beschleunigen den Wasserverlust – die Produkte beginnen zu welken.

Zum Aufzeichnen des Temperaturverlaufs sind verschiedene Lösungen verfügbar. Dagegen gibt es bisher keine vernünftige Möglichkeit, die Wassersituation am Produkt zu überwachen. Insbesondere die Luftströmung an der Produktoberfläche – sie ist der wichtigste Grund für Welke – konnte bisher mit vertretbarem Aufwand nicht bestimmt werden.

Wissenschaftler am ATB haben jetzt einen Sensor entwickelt, mit dessen Hilfe es möglich ist, Schwachstellen in Produktions- und Handelsketten aufzudecken. Um beispielsweise den Wasserverlust bei Tomaten zu bestimmen, werden hohle, perforierte Kunststoffkugeln („Phantome") mit einem Wasser speichernden Granulat gefüllt. Lochzahl und Lochdurchmesser der Kugeln sind genau auf die Verdunstungseigenschaften der jeweiligen Früchte abgestimmt. Die Kugeln

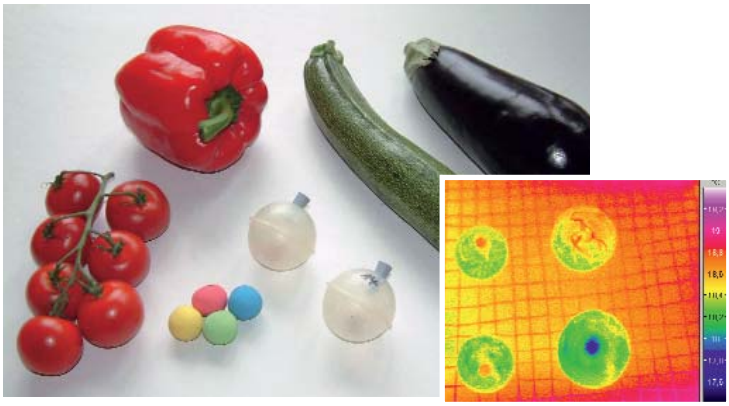


Abb. 3: Frische-Sensor: Die Messphantome haben das gleiche Verdunstungsverhalten wie die jeweiligen Früchte, was am Beispiel von Tomaten (kleines Bild) durch das Temperaturprofil kenntlich wird. (links Phantome, rechts Tomaten)

werden zwischen die Produkte gelegt, und aus der Gewichtsdifferenz der Kugeln kann exakt auf den Wasserverlust geschlossen werden (Abb. 3).

Für andere Früchte wird die Lochzahl entsprechend angepasst. Der Sensor kann überall dort eingesetzt werden, wo ungünstige Luftströmungen auftreten können, beispielsweise beim Entwerfen von Verpackungen oder beim Präsentieren frischer Ware in Verkaufsräumen. Mit dem Sensor lässt sich auch der Zustand von anderen Frischprodukten wie Schnittblumen oder Gebäck überwachen, sofern vorher entsprechende Berechnungsformeln entwickelt worden sind.

Durch technische Lösungen dieser Art erhält der Verbraucher künftig Gelegenheit, sich mit noch frischeren und qualitativ hochwertigeren Lebensmitteln zu versorgen. ■ *MW*

» **Kontakt:**
Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim, Abteilung Technik im Gartenbau, Dr. Martin Geyer, 14469 Potsdam.
E-Mail: geyer@atb-potsdam.de

Jeder Krümel für die Statistik

Lebensmittelverzehr und Ernährungsgewohnheiten werden untersucht

Was essen die Deutschen? Derzeit gibt es keine aktuellen Informationen über unsere Ernährungsgewohnheiten. Dabei ist die Frage durchaus wichtig, denn die Ernährung wirkt sich nicht nur auf das allgemeine Wohlbefinden aus, sondern auch auf die Gesundheit. Die erste und bisher größte gesamtdeutsche Studie zu den Ernährungsgewohnheiten soll nun Antworten geben. „Was esse ich – Die Nationale Verzehrsstudie“ erhebt repräsentative Daten zum aktuellen Ernährungsverhalten der 14- bis 80-Jährigen. Auftraggeber dieser Studie ist das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz.

Ob Döner oder Kohlroulade, aus dem Bioladen oder Discounter, als schneller Snack zwischendurch oder gemeinsam am Tisch: das Lebensmittelangebot und unsere Ernährungsgewohnheiten haben sich in den letzten Jahren deutlich geändert. Die letzte repräsentative Erhebung liegt fast 20 Jahre zurück und betraf nur die alten Bundesländer. Wie sieht also die Ernährungssituation heute zwischen Flensburg und Konstanz, Saarbrücken und Dresden aus:

- Welche Nährstoffe werden zuviel und welche zuwenig aufgenommen?
- Welche Unterschiede zwischen den Altersgruppen lassen sich dabei feststellen?
- Gibt es bestimmte Mahlzeitenmuster, die sich günstig oder ungünstig auf die Gesundheit auswirken?

Aktuelle Daten als Grundlage für konkrete Ernährungsempfehlungen und die Verbraucheraufklärung in Deutschland sind dringend notwendig. Das Bundesernährungsministerium hat deshalb die Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BfEL) in Karlsruhe beauftragt, die zweite Nationale Verzehrsstudie (NVS II) durchzuführen. Rund 20 000 Personen in 500 Städten und Gemeinden aus dem gesamten Bundesgebiet werden dafür eingehend nach ihren Essgewohnheiten befragt.

Neues Datenmaterial für Fachkräfte und Entscheidungsträger

„Das Essen im Alltag ist eine komplexe Angelegenheit. Es hat mit Gewohnheiten, Herkunft, Bildung und Einkommen zu tun. All das spiegelt sich auf dem Teller wieder", erläutert Projektkoordinatorin Christine Brombach von der BfEL. Aus diesem Grund stehen zu Beginn der Erhebung Fragen nach dem Alter, der Schulbildung und dem Gesundheitszustand der Teilnehmer. Danach folgen ein detailliertes Interview zu den Ernährungsgewohnheiten und das Ausfüllen eines Fragebogens. Im Anschluss werden die Testpersonen noch zweimal an zufällig ausgewählten Tagen angerufen und gefragt, was sie am Tag vor dem Telefon-Interview gegessen und getrunken haben. Als Anerkennung fürs Mitmachen erhalten die Teilnehmer auf Wunsch eine schriftliche Auswertung ihrer persönlichen Ernährungsgewohnheiten mit Kommentaren und Empfehlungen.

Die ermittelten Verzehrsdaten geben Aufschluss über Art und Menge der konsumierten Lebensmittel. Mit Hilfe des Bundeslebensmittelschlüssels – Europas größter Nährstoffdatenbank – kann dann festgestellt werden, welche Nährstoffe über diese Lebensmittel aufgenommen wurden. Untersucht wird damit beispielsweise, wie hoch der Fettanteil in der täglichen Kost ist und welche Vitamine oder Mineralstoffe mit der Nahrung aufgenommen werden. Mit den Ergebnissen hoffen Fachkräfte, Risikogruppen besser zu erkennen, Präventionsmaßnahmen überprüfen und die Ernährungsberatung erfolgreicher gestalten zu können. Insofern kann jeder Bürger von den Ergebnissen und ihrer Umsetzung profitieren.

Ernährungsmonitoring

Es ist geplant, im Anschluss an die Basiserhebung Befragungen in kürzeren Zeitabständen mit kleineren Stichproben durchzuführen (Ernährungsmonitoring). Mit einer solchen kontinuierlichen Dokumentation des Ernährungsverhaltens lassen sich Trends in der Ernährung erkennen und verfolgen. Politische Entscheidungsträger sowie Verantwortliche in der Ernährungsaufklärung können dadurch zeitnah auf aktuelle Veränderungen reagieren.

In der EU wird ein europäisches Gesundheits- und Ernährungsmonitoring vorbereitet. Dafür werden derzeit in europäischen Forschungsprojekten Methoden und Nährstoff-Datenbanken für Ernährungserhebungen zwischen den europäischen Ländern harmonisiert.

Begleitforschung

Welche Bedeutung hat der Außer-Haus-Verzehr und wie wird er sich entwickeln, wenn zunehmend Kenntnisse zur Zubereitung der Mahlzeiten verloren gehen? Und wie sieht die Nährstoffversorgung bei Alleinerziehenden oder anderen Bevölkerungsgruppen aus?

Diese und weitere Fragen anzustoßen und mit anderen Forschungsgruppen zu koordinieren, wird im Mittelpunkt der Begleitforschung stehen. Dabei werden sich die exakten Fragestellungen zum Teil erst aus den Ergebnissen der Basiserhebung ableiten lassen.

Mit ersten Ergebnissen aus der Nationalen Verzehrsstudie II rechnen die Projektverantwortlichen im Frühjahr 2007. ■ *MW*

» Kontakt:
Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel,
Dr. Christine Brombach, 76131 Karlsruhe.
E-Mail: nvs.karlsruhe@bfel.de

M. Welling (8)

Abb. 1: Eine Blumenwanze attackiert eine Blattkäferlarve mit Hilfe ihres langen Stechrüssels.

Sechsbeinige Chemiker helfen im Pflanzenschutz

Neue Bedeutung von Drüsensekreten bei Insekten entdeckt

Insekten haben im Laufe der Evolution ausgeklügelte Verteidigungsstrategien gegen ihre Fressfeinde entwickelt. Das Repertoire reicht von Dornen oder Panzerungen bis hin zu einem ganzen Waffenarsenal der chemischen Kriegsführung. Einige Insekten produzieren hochwirksame antimikrobielle Substanzen, um sich gegen Krankheitserreger zu schützen. In der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) ist man diesen Wirkstoffen auf der Spur. Lassen sie sich womöglich auch gegen Erreger von Pflanzenkrankheiten einsetzen? Das könnte neue Perspektiven für den Pflanzenschutz der Zukunft eröffnen.

Wandelnde chemische Fabriken

Insekten fressen sich gegenseitig oder stehen auf dem Speisezettel von Vögeln, Reptilien und manchmal sogar von uns Menschen. So erscheint es nicht verwunderlich, dass sich die potenziellen Opfer durch die unterschiedlichsten Verteidigungsmechanismen schützen.

Viele Insekten haben sich dabei zu wandelnden chemischen Fabriken entwickelt. In speziellen Drüsen wird eine große Vielfalt an giftigen oder übel riechenden chemischen Verbindungen wie Alkoholen, Alkaloiden, Herzglykosiden oder gar Blausäure produziert. Diese Substanzen werden häufig zur Verteidigung gegen angreifende Räuber eingesetzt. Dazu werden sie entweder auf der eigenen Körperoberfläche verteilt (z. B. Wanzen, manche Käfer), direkt auf die Angreifer gespritzt (Ameisen) oder in deren Körper injiziert (Bienen, Wespen). Der Bombardierkäfer erzeugt durch chemische Reaktionen in speziellen Kammern des Körpers sogar kochend heiße Sekrete und verspritzt diese bei Bedrohung unter deutlich hörbarem Knallen. Die mit Verteidigungsstoffen gefüllten Drüsenreservoire einiger Blattkäferlarven werden luftballonartig auf kleinen Erhebungen des Körpers ausgestülpt. Hungrige Marienkäfer oder Ameisen, die mit den aggressiven Sekreten in Kontakt kommen, lassen sich dadurch meist abschrecken. Allerdings sind die Sekrete häufig wirkungslos gegen räuberische Wanzen, die aufgrund ihres langen Stechrüssels den direkten Kontakt mit der Körperoberfläche weitgehend vermeiden können (Abb. 1).

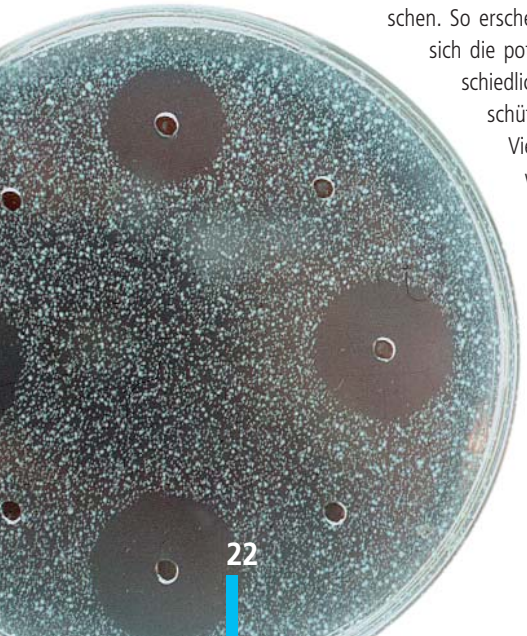
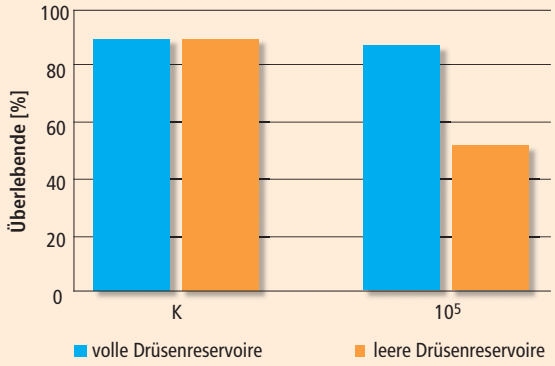


Abb. 2: Versuchsplatte mit Bakterienrasen: In der klaren Zone verhindert das Insektensekret das Wachstum von Bakterien.

Abb. 4: Überlebensrate von Blatttkäferlarven der Art Phratora vitellinae, die mit Sporen des insektenpathogenen Pilzes Beauveria bassiana besprüht wurden (10^5 Sporen pro ml). In der Kontrolle (K) wurden die Larven mit einer pilzfreien Lösung besprüht.



Sekrete töten Pilze und Bakterien

Eine weitere, bisher unbekannte Wirkung dieser Drüsensekrete konnte Jürgen Gross von der Biologischen Bundesanstalt in Dossenheim bei Heidelberg nachweisen. Der Biologe beimpfte Versuchsplatten mit insektenpathogenen Bakterien oder Pilzen – also Erregern, die Insekten krank machen – und trug dann die Drüsensekrete verschiedener Schädlinge punktförmig auf die Platten auf. Nach kurzer Entwicklungszeit bildete sich ein gleichmäßiger Bakterien- bzw. Pilzrasen. Nur rund um die Auftragungsstellen der Sekrete war das Wachstum der Mikroorganismen mehr oder weniger stark gehemmt (Hemmhof, Abb. 2). Mit Hilfe dieser Methode konnte die antimikrobielle Wirkung der Sekrete verschiedener Blattkäfer- und Blattwespenlarven nachgewiesen werden.

Die biologische Bedeutung

In Experimenten mit lebenden Larven, die von dem Wissenschaftler mit insektenpathogenen Pilzen kontaminiert wurden, konnte nachgewiesen werden, dass deutlich mehr Tiere überlebten, wenn sie über ihre vollen Drüsenreservoire verfügten, als wenn die Reservoire zuvor entleert worden waren (Abb. 3). Die Sekrete schützen ihre Erzeuger also tatsächlich vor Infektionen (Abb. 4). Dies geschieht offenbar dadurch, dass die leicht flüchtigen Drüsensekrete die Tiere in eine Wolke aus antimikrobiellen Wirkstoffen einhüllen. So wird die Keimung von Pilzsporen, die auf die Körperoberfläche der Insekten gelangen, verhindert und in der Folge auch das Eindringen der Pilze in den Körper. Zusätzlich werden durch die antimikrobielle Wolke wahrscheinlich auch Bakterien abgetötet, die sich auf den Futterpflanzen befinden, bevor sie gefressen werden. Somit werden die Schädlinge durch ihre Drüsensekrete vor Infektionen mit insektenpathogenen Pilzen und Bakterien geschützt. Es handelt sich dabei um einen bisher unbekannten Verteidigungsmechanismus, der dem Immunsystem vorgeschaltet ist und erstmalig bei den Insekten nachgewiesen wurde.

Konsequenzen für den biologischen Pflanzenschutz

Gerade für den biologischen Pflanzenschutz haben die geschilderten Ergebnisse Konsequenzen. Will man etwa Schädlinge wie Sägewespen oder Blattkäfer mit insektenpathogenen Pilzen bekämpfen, so muss man davon ausgehen, dass solche Präparate aufgrund der besonderen Verteidigungsstrategie dieser Schädlinge relativ schlecht wirken. Neue Pilzstämme, die gegen diese tierischen Abwehrstoffe resistent sind und damit den Wirkungsgrad der Präparate erhöhen, können aber im Labor selektiert werden.

Es ist davon auszugehen, dass die beschriebenen Schutzmechanismen weiter verbreitet sind als bisher bekannt. Ein weites Feld also für künftige Forschungsarbeiten.

Neue Wirkstoffe für den Pflanzenschutz

Obwohl die Untersuchungen erst am Anfang stehen, konnten die Wissenschaftler nachweisen, dass einige dieser von den Insekten produzierten antimikrobiellen Substanzen auch gegen Erreger von Pflanzenkrankheiten wirken. Jürgen Gross: „Einige der Komponenten aus den Sekreten der Sägewespe hemmten im Labor das Wachstum des Feuerbranderregers. Ein interessanter Befund, denn Feuerbrand verursacht jedes Jahr beim Kernobst Schäden in Millionenhöhe und ist schwer bekämpfbar." Auch die Keimung von Sporen des Apfelschorfes, eine der bedeutendsten Pilzkrankheiten des Apfels, wird durch Insektensekrete gehemmt.

Bis sich zeigen wird, ob diese Naturstoffe auch unter Praxisbedingungen wirken, ist es noch ein langer Weg. Das Studium der chemisch-ökologischen Beziehungen zwischen Insekten und Pflanzen könnte aber eine neue Tür zur Pflanzenschutzforschung des 21. Jahrhunderts öffnen. ■ *SK*

Abb. 3: Einer Blattkäferlarve werden mit einer Glaskapillare die Drüsenreservoire entleert. Die Drüsensekrete sind als weiße Tröpfchen erkennbar.

» **Kontakt:**
Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,
Dr. Jürgen Gross, Institut für Pflanzenschutz im Obstbau,
69221 Dossenheim. E-Mail: dossenheim@bba.de

„Ressortforschung – eine Säule der deutschen Wissenschaft“

Die Ressortforschung in Deutschland ist in den letzten Jahren häufig kritisch hinterfragt worden. Wo steht sie heute? Welche Rolle nimmt die Arbeit der wissenschaftlichen Einrichtungen der Bundesministerien ein? Dazu ein Gespräch mit dem Präsidenten des Senats der Bundesforschungsanstalten des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV), Thomas C. Mettenleiter.

ForschungsReport: Herr Professor Mettenleiter, wie muss man sich die Aufgaben der Ressortforschung vorstellen? Was leisten die Einrichtungen?

Mettenleiter: Das Motto der Ressortforschung ist 'Forschen-Prüfen-Beraten'. Dies zeigt schon die Breite der wissenschaftlichen Arbeit: Durch Forschung werden wissenschaftliche Entscheidungshilfen für die Fachministerien der Bundesregierung geliefert. Welchen hohen Stellenwert die Politikberatung einnimmt, wird in der Öffentlichkeit vor allem bei brisanten Ereignissen wie beispielsweise dem Auftreten von BSE oder Vogelgrippe deutlich. In solchen Situationen benötigen die Ministerien innerhalb kürzester Zeit detaillierte Informationen, um richtig reagieren zu können. Die Einrichtungen

„Wissenschaftliche Politikberatung nimmt hohen Stellenwert ein“

sind aber nicht nur im Krisenfall aktiv. Sie übernehmen hoheitliche Aufgaben wie Prüfungen und Zulassungen, ihre Ergebnisse fließen in Regelwerke und Gesetze ein. Das alles geht nicht ohne eine gute Forschungsbasis. Die Ergebnisse stehen der Wissenschaftsgemeinschaft und der Öffentlichkeit zur Verfügung, und zwar breit gefächert – im Ressortforschungsbereich des BMELV zum Beispiel von der Lebensmittelsicherheit bis hin zu Pflanzenschutz und Tiergesundheit. Die Einrichtungen der Ressortforschung können außerdem, im Gegensatz zu vielen universitären Arbeitsgruppen, auf Jahre angelegte Langzeitstudien durchführen, aus denen die Wissenschaftler umfangreiches Spezialwissen gewinnen. Insgesamt gesehen bildet die Ressortforschung somit

eine wichtige Säule der Wissenschaft in Deutschland.

ForschungsReport: In den Berichten über die Ressortforschung war zuletzt häufig von Überalterung oder Arbeit fernab der wissenschaftlichen Gemeinschaft zu lesen. Ist diese Kritik gerechtfertigt?

Mettenleiter: Diese Kritik kann pauschal so nicht stehen bleiben. Natürlich macht uns die Überalterung zu schaffen. Dies hängt aber unmittelbar mit Personalkürzungen in den Ressortforschungseinrichtungen zusammen. Viele Forschungseinrichtungen versuchen dies unter anderem durch die Einwerbung von Drittmitteln für befristete Projekte so gut wie möglich auszugleichen. Aber wir brauchen ein klares Bekenntnis der Ministerien zu ihrer Ressortforschung und auch einen adäquaten personellen und finanziellen Rahmen für unsere Arbeiten.

„Die Wertung über Ressortforschung nicht den Urteilen Einzelner überlassen“

Abgesehen davon ist die Ressortforschung gar nicht so schlecht, wie sie von einigen geredet wird. Ich erinnere nur an die Situation im Frühjahr, als in Deutschland die Vogelgrippe auftauchte. Da waren die Experten aus der Ressortforschung rund um die Uhr von Ministerien und Öffentlichkeit gefragt! Und Antworten konnten nur gegeben werden, weil schon lange vorher Forschungen zu diesem Thema durchgeführt wurden. Das ist ja gerade das Wesen der Ressortforschung: langfristig Probleme zu bearbeiten, bevor sie im aktuellen Bewusstsein auftauchen!

ForschungsReport: Das heißt, Sie sehen in der Struktur der Bundesforschungsanstalten auch Vorteile?

Mettenleiter: Durchaus. Wir können nicht nur das beforschen, was gerade 'in' ist, sondern das, was möglicherweise morgen oder übermorgen relevant werden könnte. Wie können nachwachsende Rohstoffe dazu beitragen, uns unabhängiger von teuren Importen zu machen? Wie können wir sicherstellen, dass auch in Jahrzehnten die Meere nicht leergefischt sind? Welche Maßnahmen sollten bei plötzlich auftretenden Tierseuchen ergriffen werden? Wie können wir bei der Nahrungssicherung weltweit helfen?
Es gilt also, breit angelegte Vorlaufforschung zu betreiben. Und das gelingt auch: Im internationalen Wettbewerb ist die Ressortforschung gut vertreten, und viele deutsche Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus der Ressortforschung arbeiten mit internationalen Institutionen zusammen. Ausländische Gastwissenschaftler kommen für Forschungsaufenthalte in unsere Institute. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Ressortforschung agieren als Mitglieder internationaler Gesellschaften und engagieren sich als Lehrende an Universitäten und Fachhochschulen. Auch wenn diese Einsicht einigen immer noch schwer fällt: zur wissenschaftlichen Gemeinschaft gehören die Ressortforschungseinrichtungen ebenso wie die Universitäten oder Forschungsorganisationen wie die Max-Planck-Gesellschaft.

ForschungsReport: Wie sehen Sie die Zukunft, wird die Ressortforschung eine Säule der deutschen Wissenschaft bleiben?

Mettenleiter: Daran zweifle ich nicht! Ohne die Ressortforschung würde ein bedeutender Teil der Wissenschaft fehlen. Die Ressortforschungseinrichtungen müssen sich aber effizienter organisieren, um auch in der Öffentlichkeit besser wahrgenommen zu werden. Ein erster Schritt dazu war die Gründung der „Arbeitsgemeinschaft der Ressortforschungseinrichtungen“ vor einigen Jahren. Bündelung der Kräfte ist die Devise. Und dies dient dann auch dazu, die Arbeit der Ressortforschung insgesamt deutlicher herauszustellen und eine Wertung nicht plakativen Pauschalurteilen Einzelner zu überlassen. Übrigens hat der Wissenschaftsrat eine Reihe von Ressortforschungseinrichtungen sehr gut beurteilt! Bei allen – notwendigen – Bestrebungen zu Einsparungen schätzen natürlich auch die

„Einrichtungen werden den veränderten Rahmenbedingungen angepasst“

Bundesministerien die Arbeit ihrer Forschungseinrichtungen. Dies zeigt auch der Ausbau einzelner Bereiche. Die Ressortforschung des BMELV wird derzeit den veränderten Rahmenbedingungen und neuen Fragestellungen angepasst. So wird zum Beispiel am Hauptsitz des Friedrich-Loeffler-Instituts bis zum Jahr 2010 eines der weltweit modernsten Tierseuchenforschungszentren gebaut. Bedeutende Infrastrukturmaßnahmen wurden bzw. werden auch an anderen Einrichtungen getätigt, so in Rostock für das Institut für Ostseefischerei oder in Quedlinburg für die Züchtungsforschung bei Pflanzen. Insgesamt wird damit deutlich: Ressortforschung ist notwendig und sie stellt sich auf neue Herausforderungen ein.

ForschungsReport: Herr Professor Mettenleiter, vielen Dank für das Gespräch!

■ *ER*

Zur Person:

Prof. Dr. Thomas C. Mettenleiter ist Präsident des Friedrich-Loeffler-Instituts (FLI) und leitet dort gleichzeitig auch das Institut für Molekularbiologie. Für die Amtsperiode 2006/07 ist er zum Präsidenten des Senats der Bundesforschungsanstalten im Geschäftsbereich des BMELV gewählt worden. Mettenleiter ist Biologe und war vor seiner Zeit am FLI u. a. als Gastwissenschaftler in den USA tätig.

Gel mit angefärbtem Proteinmuster

Der toxikologische Fingerabdruck

Molekularbiologische Musterveränderungen durch chemische Stoffe

In welcher Dosis ist ein Stoff giftig, und welches Organ wird geschädigt? Gibt es spezifische Eigenschaften wie krebsauslösend oder erbgutschädigend? Das sind wichtige Fragen bei der Prüfung von Chemikalien, die entweder neu auf den Markt gebracht werden und deshalb zu bewerten sind oder die sich als so genannte Altstoffe auf dem Markt befinden und bewertet werden müssen.

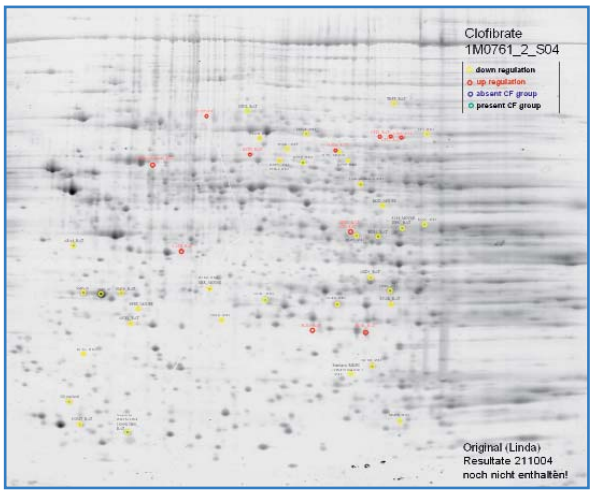
Daten zum gesundheitsgefährdenden Potenzial von Stoffen werden noch immer überwiegend aus klassischen Tierexperimenten gewonnen. Das ist zum einen zeitraubend, zum anderen erfährt man wenig über die eigentlichen Wirkmechanismen. Auch muss man berücksichtigen, inwieweit das Ergebnis beim Tier auch auf den Menschen übertragbar ist.

Toxikogenomics

Die Fortschritte in der Molekularbiologie erlauben es heute, Methoden einzusetzen, mit denen man schneller und präziser erkennt, wie Stoffe auf zellulärer Ebene wirken. So hat sich die molekulare Toxikologie als neue Disziplin inzwischen etabliert. Ein Teilgebiet der molekularen Toxikologie ist Toxikogenomics. Dabei geht es im Prinzip darum zu untersuchen, wie die Struktur und die Aktivität der Erbanlagen (des Genoms) durch von außen zugeführte Stoffe beeinflusst werden. Im Blick sind dabei immer Zellen des Gewebes, auf das der Stoff bevorzugt einwirkt, zum Beispiel Leberzellen. Das kann man auf verschiedene Weise tun. Da die Erbsubstanz DNA die Informationen für den Aufbau von Eiweißen (Proteinen) bereitstellt, lässt sich zum Beispiel analysieren, welche Proteine unter dem Einfluss des Stoffes in der Zelle in welchen Mengen hergestellt werden. Veränderungen gegenüber dem Normalzustand deuten auf Störungen beim Ablesen der DNA, beim Zusammenbau der Proteine oder auch auf Veränderungen der DNA selbst hin. Dieser methodische Ansatz, in der Fachwelt als Proteomics bezeichnet, wird am Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) in Berlin verfolgt.

Dazu wird zunächst aus dem Gewebe unbehandelter Kontrolltiere ein typischer „Protein-Fingerabdruck" gewonnen, der im Computer als Bild hinterlegt wird. Dieser Fingerabdruck wird mit einem Proteinmuster des gleichen Zelltyps nach der Behandlung des Tiers mit einem bestimmten Stoff verglichen. Die Unterschiede zwischen den beiden Mustern ergeben den so genannten „toxikologischen Fingerabdruck".

Untersuchungsobjekt ist derzeit vor allem Lebergewebe von Mäusen und Ratten. Daraus isolieren die Wissenschaftler die Eiweiße und trennen sie mit Hilfe der so genannten zweidimensionalen Gel-Elektrophorese in einzelne Fraktionen (s. Kasten). Anschließend analysieren sie, um welche Proteine es sich konkret handelt und in welchen Mengen diese Proteine von den Zellen hergestellt wurden. Auf diese



Typisches Proteinmuster einer Zelle. Die farblich markierten Protein-Spots werden ausgeschnitten und bestimmt.

Weise ergeben sich Einblicke in den toxikologischen Wirkmechanismus verschiedener Stoffe.

Ein sehr empfindliches Verfahren

In einer Pilotstudie zeigten die Forscher am BfR, dass in den Leber- und Thymuszellen von Versuchtieren bei einer sehr geringen Dosis des Dioxins TCDD das Proteinmuster deutlich verändert ist. Insbesondere im Thymus, einem Organ, welches für die körpereigene Abwehr große Bedeutung hat, war dies der Fall. Aus langjährigen Tierstudien war bereits bekannt, dass geringe Mengen TCDD das Immunsystem schädigen können. Die Ergebnisse waren also ein erster Hinweis darauf, dass mit dieser neuen Methode auch bereits bei niedrig dosierten Stoffen Veränderungen erfasst werden können, die Informationen zum toxischen Wirkungsmechanismus liefern.

Gegenwärtig arbeiten Wissenschaftler des BfR in der Abteilung von Ursula Gundert-Remy daran, für krebsauslösende Stoffe typische toxikologische Fingerabdrücke in den Leberzellen von Versuchstieren sichtbar zu machen. Die gewonnenen Daten fließen in eine Datenbank, in der die toxikologischen Fingerabdrücke verschiedener Stoffe gesammelt und der Wissenschaft zur Verfügung gestellt werden.

Andere Wissenschaftler am BfR in der Abteilung von Alfonso Lampen planen, die Wirkung bestimmter Inhaltsstoffe von funktionellen Lebensmitteln in menschlichen Zellen mit dieser Technik zu untersuchen. So sollen zum Beispiel Wirkungen und mögliche Risiken bestimmter Fettsäuren frühzeitig erkannt werden.

Ziel der Proteomics-Forschung am BfR ist es, bessere Methoden für die Risikobewertung von Stoffen zu entwickeln und präzisere Informationen über die Dosis-Wirkungsbeziehungen zu erhalten. Schließlich besteht ein Fernziel darin, Tierversuche durch Tests mit Zellkulturen menschlicher Gewebe und Organe zu ersetzen.

Noch sind die Methoden der molekularen Toxikologie teuer und sehr aufwändig. Doch die Fortschritte in der apparativen Technik und der Auswertungs-Software versprechen mittelfristig einen breiten Einsatz bei der toxikologischen Prüfung von Stoffen. ■ *MW*

» Kontakt:
Bundesinstitut für Risikobewertung, Jürgen Kundke,
Prof. Dr. Ursula Gundert-Remy, PD Dr. Dr. Alfonso Lampen,
Thielallee 88, 14195 Berlin. E-Mail: pressestelle@bfr.bund.de

Vergleichen und Markieren der Protein-Spots auf einem Gel am Computer.

Eiweißtrennung durch Gel-Elektrophorese

Das aus den Zellen isolierte Proteingemisch wird zunächst auf einen schmalen Gelstreifen aufgetragen, an den eine Gleichstromspannung angelegt wird. Man muss sich so ein Gel wie eine dünne Schicht Wackelpudding vorstellen. Je nach ihrer elektrischen Ladung wandern die Proteine durch das Gel und ordnen sich bandenförmig an. In einem zweiten Schritt wird dieser Streifen auf ein anderes Gel aufgebracht. Abhängig von ihrer Masse wandern die Proteine nach Anlegen eines elektrischen Feldes unterschiedlich schnell in diesem Gel von oben nach unten. Große, sperrige Moleküle wandern langsam, kleine Moleküle schnell, und es erfolgt eine Trennung der Banden in Punkte. Wenn die kleinen Proteine nahe am unteren Ende der Platte angekommen sind, wird das Gel angefärbt. Danach sind die einzelnen Proteine als Punkte, so genannte Spots, sichtbar.

Das Gel von der Größe einer DIN A4 Seite wird in einem Lesegerät ausgewertet. Je nach Größe und Menge der vorhandenen Proteine entstehen unterschiedlich große und intensiv gefärbte Spots, die als Schwarz/Weiß-Bild im Computer gespeichert werden. Auf dem Bildschirm kann man die Bilder unterschiedlich behandelter Gewebe miteinander vergleichen und statistisch auswerten.

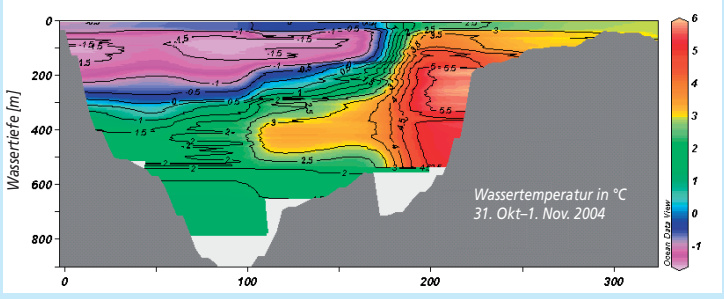
Fisch und Klima

Die Fischbestände der Meere unterliegen nicht nur zunehmend dem Einfluss des Menschen durch Fischerei und Umweltbelastungen, auch natürliche Veränderungen können Fischbestände verändern. Für Fischereibiologen ist es wichtig, solche Einflüsse – zum Beispiel durch Klimaänderungen – rechtzeitig zu erkennen, damit sie für ein nachhaltiges Bestandsmanagement berücksichtigt werden können. Zwei aktuelle Fallbeispiele sollen das zeigen: die Auswirkungen des Klimas auf den Grönland-Kabeljau und auf die Fischfauna der Nordsee.

Grönland-Kabeljau

Seit 1963 arbeitet das Institut für Seefischerei der Bundesforschungsanstalt für Fischerei jährlich im Herbst in den Gewässern vor Ost- und Westgrönland. Ziel der Reisen ist die Erforschung der Grundfischbestände auf dem Kontinentalsockel (Schelf) dieser größten Atlantikinsel. Neben den fischereibiologischen Untersuchungen werden ozeanographische Messungen durchgeführt, um in der Zusammenschau beider Datensätze mögliche Klimaeinflüsse, zum Beispiel auf den Kabeljau, abzuleiten.

Im Oktober 2004 erkundete das Fischereiforschungsschiff „Walther Herwig III" in einer Kette von ozanographischen Messstationen zwischen Holsteinsborg (Westgrönland) nach Baffin-Island (Kanada) den Aufbau der Wassermassen und ihre klimatischen Veränderungen in der Davis-Straße zwischen Grönland und Kanada. Hier, in der etwa 300 km breiten Passage, treten der warme, nordwärts fließende Westgrönlandstrom und der kalte, oberflächennahe und südwärts fließende Baffinstrom in Wechselwirkung. Auffallend waren ungewöhnlich hohe Temperaturen in den grönländischen Gewässern.



Grafik: M. Stein

Abb. 1: Temperaturschichtung in der Tiefe von 0–700 m in einem „Schnitt" durch die Davis-Straße zwischen Holsteinsborg (Westgrönland) und Baffin Island (Kanada). Zu erkennen ist der kalte Baffinstrom (blau-violett) und der warme Westgrönlandstrom (gelb-rot). Die Temperaturen im Westgrönlandstrom haben sich seit 1995 um bis zu 2,5 °C erhöht. Kleine Karte: Messstationskette für den Schnitt durch die Davis-Straße.

BFAFi

Abb. 2: Derzeit bestehen die typischen Kabeljau-Bestände vor Grönland aus ein bis drei Jahre alten Tieren.

Dieses Phänomen tritt bereits seit Mitte der 1990er Jahre auf und hat zu Wassertemperaturen geführt, die zurzeit um bis zu 2,5 Grad über dem klimatischen Mittel liegen (Abb. 1).

Die kräftige Erwärmung erreichte 2003 ihren vorläufigen Höhepunkt, als die Temperaturen im Westgrönlandstrom auf über 7 °C stiegen. Auf die Fischfauna des west- und ostgrönländischen Schelfs scheint sich der Temperaturanstieg durch ein günstigeres Nahrungsangebot und verbesserte Aufwuchsbedingungen positiv ausgewirkt zu haben. Seltene Gäste wie Schellfisch und Seelachs, die wärmere Wassertemperaturen bevorzugen, wanderten aus isländischen in grönländische Gewässer ein.

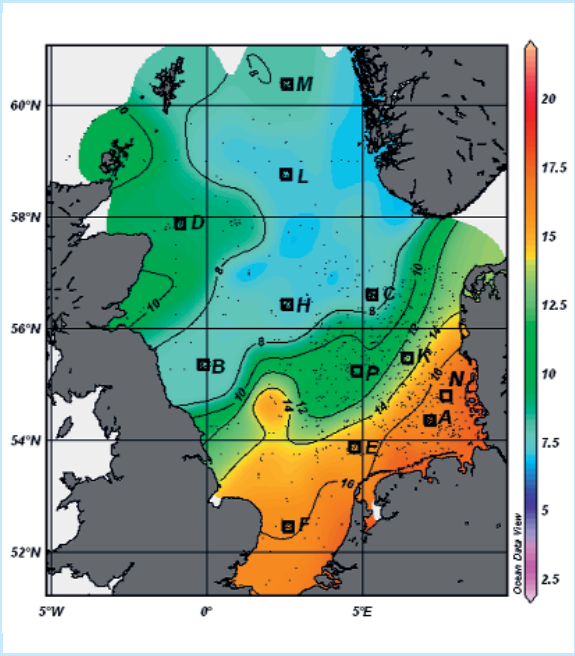
Wie eigene fischereibiologische Untersuchungen belegen, hat auch der Atlantische Kabeljau den klimatischen Wandel genutzt: Seine Bestandsgröße vor Grönland nimmt langsam zu. Momentan wird der grönländische Bestand von ein- bis dreijährigen Tieren dominiert (Abb. 2). Wenn sich der Klimatrend fortsetzt, besteht sogar die Hoffnung, dass sich der Kabeljaubestand um Grönland mittelfristig erholt und in den nächsten Jahren wieder eine nachhaltige Befischung möglich sein wird.

Nordsee-Fischfauna

Die Fischfauna der Nordsee ist im Norden mit der Fauna des Nordatlantiks, durch das Kattegat mit der Ostsee-Fauna und durch den Ärmelkanal mit der südlichen Fauna verbunden. Durch diese Zugänge findet gewöhnlich ein Austausch statt, der von der Jahreszeit, von kurzfristigen Sturmlagen und von langfristigen Klimaänderungen abhängt. In den Zeitungen häufen sich in den letzten Jahren Meldungen von sensationellen Funden von Tieren in der Nordsee, die tropisch-subtropischen Faunenkreisen zuzurechnen sind. Einzelfunde von Meeresschildkröten oder Strandungen von Mondfischen werden als Beleg für eine globale Erwärmung angeführt. Derartige Ereignisse sind allerdings eher Folgen von gelegentlichen Extremwetterlagen und sind auf einen starken Einstrom von Oberflächenwasser aus der Biskaya und dem Ärmelkanal in die südliche Nordsee zurückzuführen, bedingt durch schnell aufeinander folgende starke Südweststürme.

Echte Faunenverschiebungen als Ursache von Klimaveränderungen verlaufen weniger spektakulär und lassen sich nur anhand von Langzeitdatenserien dokumentieren. Eine derartige Serie wurde 1987 von der Bundesforschungsanstalt für Fischerei in der Nordsee begonnen. Diese zeigt, dass der Anteil der südlichen Fischarten an der Bodenfischfauna in der zentralen Nordsee mit 13 Prozent gering ist (Abb. 3, Beobachtungsgebiet H). Dort ist auch das Tiefenwasser am kühlsten (6 °C), da aufgrund der vertikalen Wasserschichtung die sommerliche Erwärmung auf die ca. 20 m dicke Deckschicht begrenzt bleibt. In den flacheren, südlichen Beobachtungsgebieten A, E und F hingegen waren südliche Arten wesentlich häufiger vertreten (47 bis 48 %). Hier ist das Wasser nicht geschichtet und erwärmt sich im Sommer auf bis zu 18 °C.

Betrachtet man die Fischfauna der Deutschen Bucht (Gebiet A) näher, so fällt in den letzten 18 Jahren eine verstärkte Einwanderung von südlichen Arten aus dem Gebiet der Biscaya auf, während die Arten aus dem atlantischen Faunenkreis unverändert blieben. Im gleichen Zeitraum nahm auch die Wassertemperatur im Mittel um 2 °C zu.



Grafik: G. Wegner

Abb. 3: Nordsee: Verteilung der Bodentemperatur im Sommer im Zeitraum 1995-2004 (gemittelt über die Jahre). Eingezeichnet sind die Dauerbeobachtungsgebiete A bis M.

Dass südliche Arten in der Deutschen Bucht häufiger vorkommen, liegt aber nicht vorrangig an den steigenden Wassertemperaturen im Sommer, sondern eher an den häufigen milden Wintern, die es den Arten ermöglichen, in der Deutschen Bucht zu überwintern. Ein typischer Vertreter dieser Gruppe ist der Rote Knurrhahn (Abb. 4). Diese Art war zu Beginn der Zeitserie selten in den wissenschaftlichen Fängen vertreten, jetzt kommt er in über 80 Prozent der Fänge vor. Für den kälteliebenden Nordsee-Kabeljau haben sich dagegen die klimatischen Bedingungen verschlechtert. Durch intensive Befischung und geringen Nachwuchs ist sein Bestand auf ein historisches Minimum gesunken. Leider hat bisher keine kommerziell interessante Fischart aus südlichen Gebieten diese Lücke füllen können. ■ *WK*

M. v. Klinkowström

» Kontakt:
Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Institut für Seefischerei, Dr. Siegfried Ehrich und Dipl.-Oz. Manfred Stein, 22767 Hamburg. E-Mail: info@bfa-fisch.de

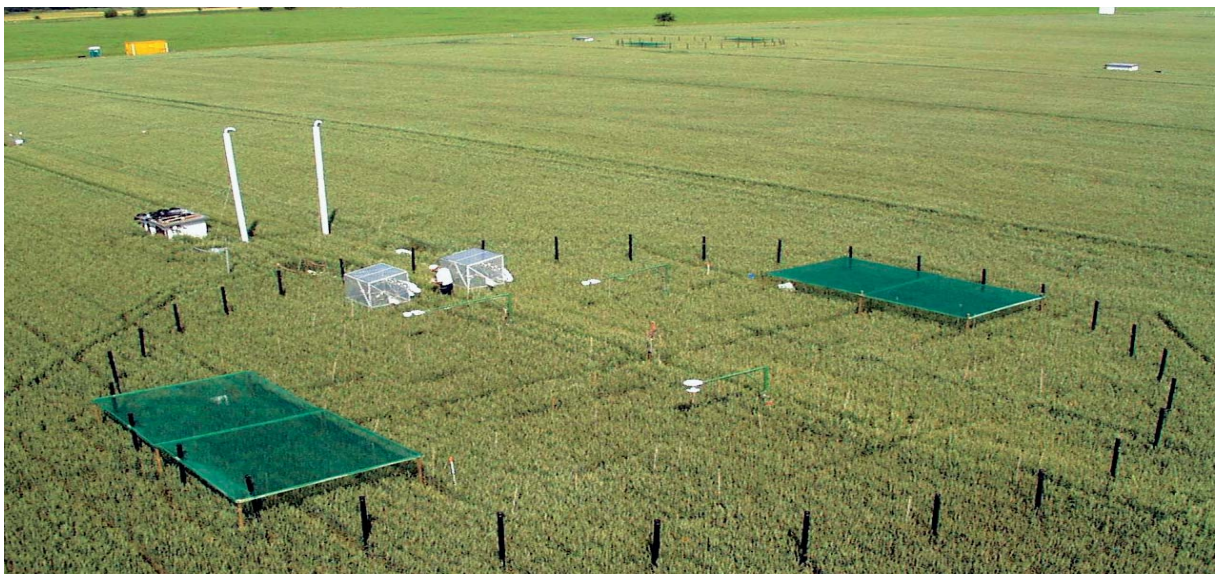
Landwirtschaft im Zeichen des Klimawandels

Durch die steigende Konzentration von Kohlendioxid und anderen Treibhausgasen in der Atmosphäre ändert sich das Klima auch in Mitteleuropa. Neben einem allgemeinen Temperaturanstieg prophezeien Klimaforscher, dass extreme Wetterbedingungen wie Starkregen oder Dürreperioden bei uns zunehmen werden. Die Landwirtschaft bekommt die Folgen des veränderten Klimas ganz besonders zu spüren, da sie direkt von den natürlichen Umweltbedingungen abhängt. Was kommt auf die Bauern zu?

Hans-Joachim Weigel, Leiter des Instituts für Agrarökologie der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), wollte es ganz genau wissen: Wenn sich die Konzentration des Treibhausgases Kohlendioxid (CO_2) in der Atmosphäre erhöht, würde dies nicht ohne Auswirkungen auf die angebauten Kulturpflanzen bleiben – schließlich benötigen alle Pflanzen CO_2 zur Photosynthese und damit zum Wachstum. In der Fachliteratur spricht man von einem CO_2-Düngeeffekt. Wäre für die Landwirtschaft das veränderte Klima vielleicht sogar prima?

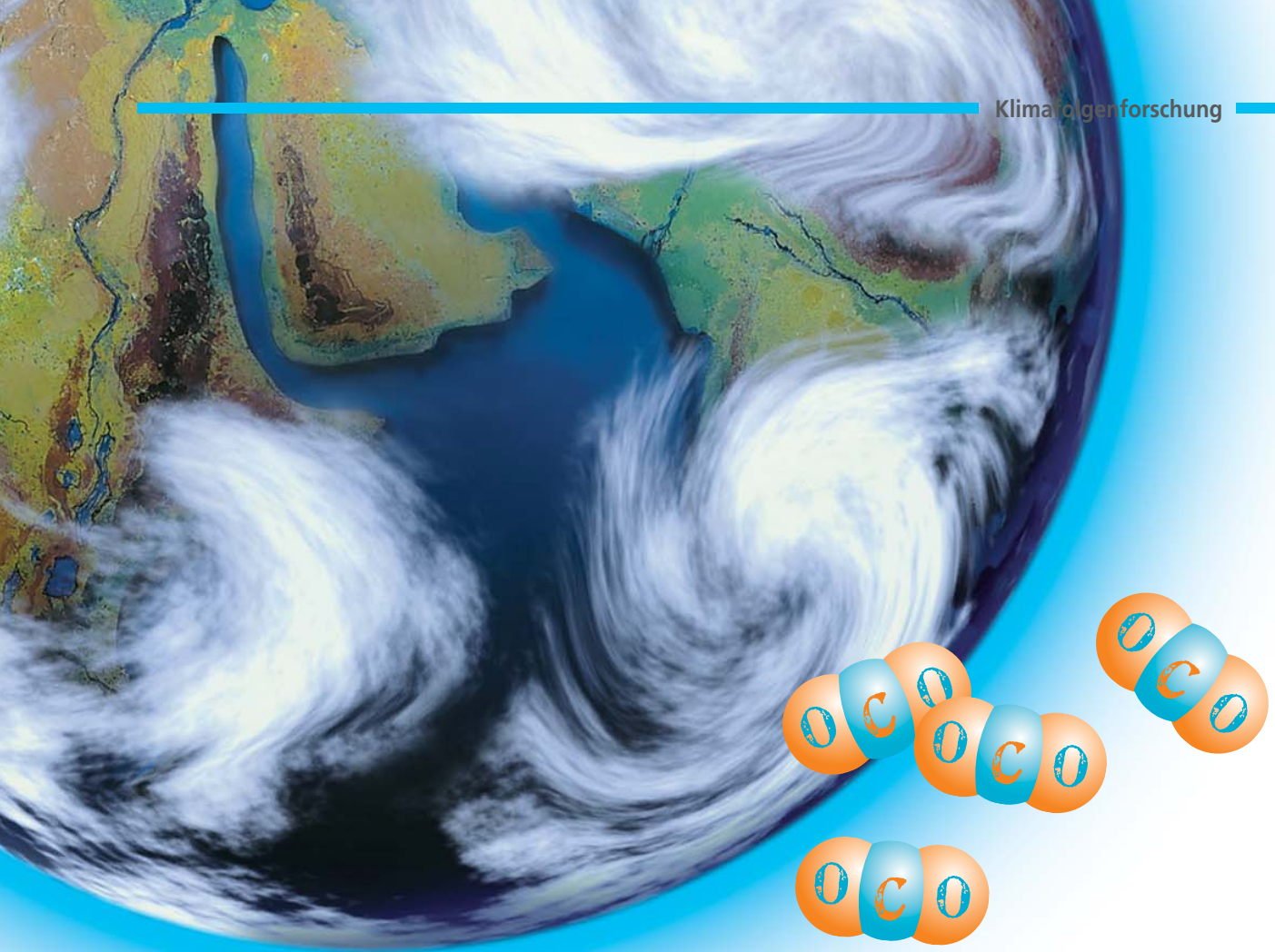
Zahlreiche Versuche – auch aus dem Braunschweiger FAL-Institut für Agrarökologie – haben gezeigt, dass bei einer erwarteten CO_2-Erhöhung von 200 ppm (parts per million) gegenüber den heutigen Verhältnissen mit Ertragszuwächsen von 20–30 Prozent zu rechnen wäre. Doch wurden diese Effekte alle unter „unnatürlichen" Bedingungen beobachtet, das heißt in Kammern mit Einzelpflanzen. Ließen sich diese Ergebnisse überhaupt auf die realen Bedingungen im Agrarökosystem übertragen?

Das Beste wäre es, über mehrere Jahre Untersuchungen auf einem realen Acker durchzuführen, über dem die Atmosphäre bereits verändert ist. Unmöglich? Nein! Seit dem Jahr 2000 läuft auf den Versuchsflächen der FAL das „Braunschweiger Kohlenstoffprojekt". Dabei wird die Luft über definierten Bereichen eines Ackers mittels einer gesteuerten Begasung permanent mit Kohlendioxid angereichert – und zwar auf einen Wert, den man in 50 Jahren erwartet: 450–550



FAL / AOE

Abb. 1: FAL-Versuchsgelände in Braunschweig: Ansicht eines Begasungsringes für CO_2-Anreicherungsversuche im Feld (Durchmesser 20 m).



ppm (heute: 375 ppm). Derartig aufwändige Versuchsanordnungen bei Ackerkulturen (Abb. 1) gibt es nur an einigen wenigen Stellen auf der Welt, so in den USA, in China und eben auf dem Gelände der FAL in Braunschweig.

Neben dem Wachstum ließen sich auch andere Parameter wie der Wasserhaushalt der Pflanzen verfolgen (Abb. 2). Die mehrjährigen Untersuchungen ergaben Überraschendes: Konnte man theoretisch davon ausgehen, dass der erhöhte CO_2-Anteil in der Luft die Photosynthese der Pflanzen beflügeln würde, so zeigte sich in der Praxis ein differenziertes Bild: Die Biomasseproduktion legte bei Getreide und Zuckerrüben nur um relativ geringe 6–14 Prozent zu. Gleichzeitig sank der Wasserverbrauch. Zudem verringerte sich bei den untersuchten Pflanzen der Proteingehalt, in den Körnern der Wintergerste zum Beispiel um rund 10 Prozent. Das heißt: Die Qualität des Ernteguts verändert sich – mit Auswirkungen nicht nur für den Landwirt und die weiterverarbeitenden Betriebe, sondern möglicherweise auch für Schädlinge und die Erreger von Pflanzenkrankheiten.

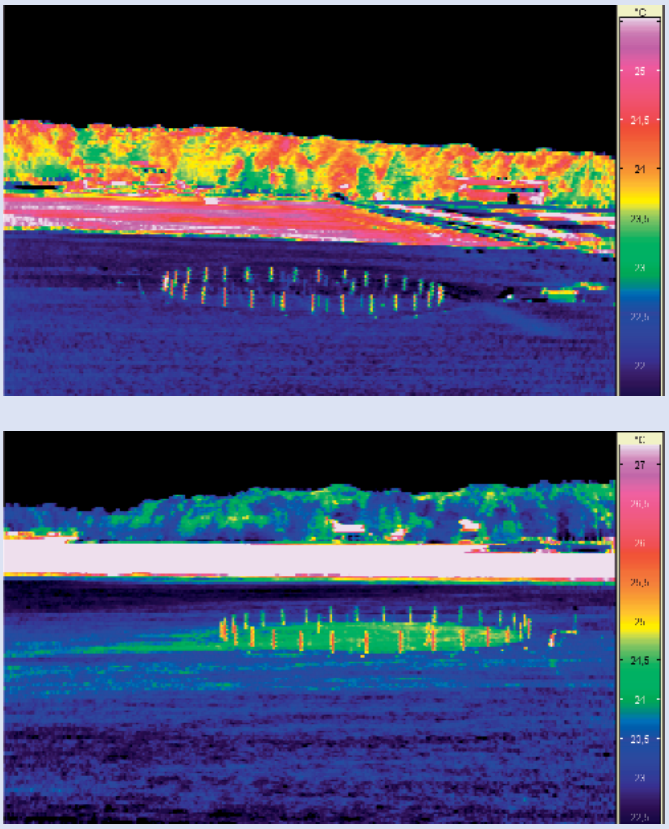
Antworten der Züchtung

Auch die Züchtung reagiert auf die Szenarien der Klimatologen. In der Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen (BAZ) im mecklenburgischen Groß Lüsewitz analysiert Christiane Balko die genetischen Mechanismen, die es Pflanzen erlauben, unter den veränderten Bedingungen zu wachsen. Wie ist es zum Beispiel möglich, Kulturpflanzen zu züchten, die Trockenheit tolerieren und gleichzeitig hohe, stabile Erträge liefern?

M. Welling

Projektkoordinator Hans-Joachim Weigel auf dem Braunschweiger Versuchsgelände.

Zu den Pflanzen, die besonders sensibel auf ausbleibende Niederschläge reagieren, gehören die Kartoffel und die Ackerbohne. Welchen Ertrag die Pflanzen unter Trockenstress bilden können, hängt wesentlich davon ab, wieviel Wasser sie aus dem Boden aufnehmen und wie effizient sie es nutzen. Hier verfügen die beiden Kulturpflanzenarten über unterschiedliche Strategien. In Feldversuchen mit künstlich erzeugter Trockenheit (Abb. 3) und in begleitenden Gefäßversuchen zeigte sich, dass bei Ackerbohnen mit zunehmendem Ertragsniveau die Stabilität der Erträge leidet. Das hat zur Folge, dass eine alleinige Selektion auf hohe Erträge schnell zu Bohnen mit geringer Ertragsstabilität führen kann und umgekehrt. Bei Kartoffeln



FAL / AOE

Abb. 2: Infrarot-Aufnahme der Oberflächentemperaturen eines Weizenbestandes unter heutigen (375 ppm; oben) und künftigen (550 ppm; unten) CO_2-Gehalten in der Atmosphäre. Die Oberflächentemperatur hängt direkt mit dem Wasserhaushalt der Pflanzen zusammen.

hingegen gibt es Pflanzen, die in der Lage sind, bei Trockenheit das wenige verfügbare Wasser effizienter zu nutzen. Folglich scheint es bei Kartoffeln eher möglich, Sorten zu züchten, die bei Trockenheit nicht nur hohe, sondern auch stabile Erträge liefern.

Christiane Balko versucht nun, im Labor und Gewächshaus Testsysteme zu entwickeln, mit denen man die Trockenheitstoleranz verschiedener Pflanzenlinien relativ schnell – ohne langwierige Freilandversuche – abschätzen kann.

Rinder als Produzenten von Treibhausgas

Neben dem Kohlendioxid sind auch andere, nur in Spuren vorhandene Gase für den Treibhauseffekt verantwortlich – unter anderem Methan. Rund 15 Prozent des weltweiten Methan-Ausstoßes gehen auf das Konto von Nutztieren, speziell Rindern und anderen Wiederkäuern. In deren Pansen bauen Mikroorganismen die im Futter enthaltenen Kohlenhydrate ab – als Beiprodukt entsteht Methan. Hier gibt es allerdings gewisse Spielräume, wie Gerhard Flachowsky vom Institut für Tierernährung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) weiß: „Durch eine gezielte Gestaltung der Futterrationen lässt sich die Methanbildung im Pansen reduzieren. Dadurch ist die Tierproduktion in gewissem Maße in der Lage, aktiv Beiträge zum Klimaschutz zu leisten."

Die Methanausscheidung bei Wiederkäuern schwankt zwischen 15 Prozent der aufgenommenen Bruttoenergie bei faserreicher Fütterung und 2 Prozent bei kraftfutterreicher Nahrung. Durch bestimmte Fette und Zusatzstoffe in den Futterrationen können die methanbildenden Bakterien in ihrem Wachstum gehemmt und Stoffwechselwege verändert werden. Allerdings geht dies nur mit Augenmaß, da bei allzu massiven Eingriffen in die mikrobielle Lebensgemeinschaft des Pansens unerwünschte Nebenwirkungen auf die Tiergesundheit oder die Leistungsfähigkeit nicht auszuschließen sind.

A propos Leistungsfähigkeit: Auch durch die verstärkte Nutzung leistungsfähiger Rassen ließe sich die Methan-Emission senken. Bei Kühen mit einer Milchleistung von 4 000 Litern pro Jahr beträgt die Methanausscheidung pro Liter Milch rund 28 Gramm, bei Hochleistungskühen mit 10 000 Litern pro Jahr sind es nur noch 13 Gramm. Würden die Konsumenten deutlich weniger Milchprodukte und Rindfleisch verzehren, ließe sich der Methanausstoß natürlich noch weiter reduzieren. Doch Gerhard Flachowsky warnt vor allzu großen Erwartungen bei solchen Planspielen: „Selbst wenn wir die Methan-Ausscheidung durch Wiederkäuer um ein Viertel senken könnten, würde dadurch die weltweite Methan-Emission etwa um 4 Prozent und der Treibhauseffekt um nur rund 0,5 Prozent reduziert." ■ *MW*

» Kontakt:
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL),
Prof. Dr. Hans-Joachim Weigel, Institut für Agrarökologie,
E-Mail: aoe@fal.de; Prof. Dr. Gerhard Flachowsky, Institut
für Tierernährung, E-Mail: te@fal.de, 38116 Braunschweig.
Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen (BAZ),
Dr. Christiane Balko, Institut für abiotische Stresstoleranz,
E-Mail: bafz-st@bafz.de, 18190 Groß Lüsewitz.

BAZ

Abb. 3: Wie können Kartoffeln mit Trockenheit umgehen? Freilandversuche der BAZ mit Regenschutz geben Auskunft.

Bio-Boom ohne Grenzen?

Der Ökologische Landbau hat seine Nische endgültig verlassen. Heutzutage findet man in jedem Supermarkt Bioprodukte. Seit der Einführung des Biosiegels wächst der Öko-Markt in Deutschland zweistellig – 2005 wurden für rund vier Milliarden Euro Bioprodukte gekauft. Doch es ist nicht alles Sonnenschein: Schädlinge und Krankheiten setzen auch auf Ökobetrieben den Kulturpflanzen und Nutztieren zu; die zunehmende Konkurrenz verursacht Preisdruck. Hier ist die Forschung gefragt.

Der Ökologische Landbau zeigt in den neuen mittel- und osteuropäischen Mitgliedstaaten der EU dynamische Zuwachsraten: Die ökologisch bewirtschaftete Fläche hat sich dort zwischen 2000 und 2004 mehr als verdoppelt und beträgt heute über 800 000 Hektar (zum Vergleich: Deutschland 807 000 Hektar). Neben der verstärkten staatlichen Förderung sind es vor allem die Erwartungen der dortigen Landwirte auf neue Absatzmöglichkeiten auf dem expandierenden Biomarkt, die diesen Boom ausgelöst haben. Deutsche Öko-Landwirte sehen die Entwicklung mit Sorge. Berechtigt? Wissenschaftler des Instituts für Betriebswirtschaft der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) in Braunschweig sind dieser Frage nachgegangen.

Ein Großteil der ökologischen Fläche in den mittel- und osteuropäischen Ländern wird – anders als bei uns – als Weideland genutzt, auf dem Schafe, Milch- und Mutterkühe gehalten werden. Für tierische Produkte ökologischer Herkunft fehlen dort aber ausreichende Verarbeitungs- und Vermarktungsstrukturen. Eine ungünstige Situation! Anders sieht es im bislang weniger bedeutsamen ökologischen Ackerbau aus: Getreide, Sonnenblumen und Raps, zum Teil aber auch Gemüse und Obst können in einigen Ländern kostengünstig und qualitativ hochwertig erzeugt werden, und die erforderlichen Exportstrukturen sind teilweise vorhanden.

Von einer „Produktschwemme" mittel- und osteuropäischer Bio-Erzeugnisse auf dem deutschen Markt ist dennoch vorläufig nicht auszugehen: Zum einen ist die Produktivität in den neuen Mitgliedsländern teilweise noch so niedrig, dass die Kostenvorteile nicht zum Tragen kommen. Zum anderen muss deutlich mehr in eine effektive Öko-Verarbeitung und -Vermarktung investiert werden. Zusätzlich ist davon auszugehen, dass in den neuen Mitgliedstaaten infolge der wirtschaftlichen Entwicklung auch die Binnennachfrage steigen wird, was den Exportdruck in die übrige EU reduziert. Darüber hinaus ist zu beachten, dass sich durch den Beitritt zur EU die Exporte in die neuen Mitgliedstaaten vereinfacht haben. Und so überrascht es nicht, dass verarbeitete Ökoprodukte aus Deutschland zum Standardsortiment in osteuropäischen Bioläden gehören.

Kampf dem Kartoffelkäfer

Im Ökolandbau kann das Auftreten von Schadorganismen durch vorbeugende Maßnahmen wie eine vielfältige Fruchtfolge oder den Anbau resistenter Sorten reduziert werden. Dennoch vermehren sich einige Schädlinge immer wieder massenhaft und zeigen die Grenzen dieser Maßnahmen auf. Dazu zählt der aus Amerika stammende Kartoffelkäfer, der sich besonders in der Nachkriegszeit deutschlandweit ausgebreitet hat. Wer kennt nicht die Geschichten der Großeltern, die als Kinder die schädlichen Käfer von den Feldern ablesen mussten und vom Bauern dafür eine Schmalzstulle erhielten. Heute kaum noch vorstellbar!

S. Kühne

Abb. 1: Kartoffelkäferlarven machen sich über die Blätter einer Kartoffelpflanze her.

Wissenschaftler der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) untersuchen deshalb auf ökologisch bewirtschafteten Versuchsfeldern in Brandenburg die optimale Anwendung von biologischen Pflanzenschutzmitteln. Getestet wurden das tropische Neembaumöl, das aus Chrysanthemen gewonnene Pyrethrum und das insektenpathogene Bakterium Bacillus thuringiensis tenebrionis. Die insektentötende Wirkung der beiden Pflanzenpräparate ist schon lange bekannt. In Indien stellen sich die Bauern Extrakte aus den Samen des Neembaums selbst her, indem sie die Kerne der Früchte zermahlen und in einem Tuch über Nacht in ein mit Wasser gefülltes Gefäß hängen. Schon am nächsten Tag kann der Extrakt gegen Kohlmotten oder Melonenkäfer eingesetzt werden. Die Blütenköpfe der Chrysanthemen wurden in China bereits vor 2 000 Jahren zermahlen und in als Insektenpulver zerstäubt. Der insektenpathogene Bakterienstamm ist hingegen eine Neuentdeckung aus den 80er-Jahren durch das BBA-Institut für biologischen Pflanzenschutz in Darmstadt.

Da alle drei Wirkstoffe auf unterschiedliche Weise wirken, sollte geprüft werden, ob die Kombination der Mittel effektiver ist als die alleinige Anwendung eines Mittels. Stefan Kühne vom BBA-Institut für integrierten Pflanzenschutz, der die Versuche leitet, fasst die dreijährigen Ergebnisse zusammen: „Die besten Erfolge wurden durch das Neemöl und das Bakterienpräparat erzielt. Eine Kombination beider Präparate erhöht die Wirkung insbesondere dann, wenn zuerst das Neemöl und zwei Tage später das Bakterienpräparat gespritzt wird." An den Kartoffelpflanzen konnte der Wissenschaftler räuberische Florfliegenlarven beobachten, die sowohl Eier als auch Larven der Kartoffelkäfer aussaugten (Abb. 2). Bislang waren Florfliegenlarven vor allem als Blattlausgegenspieler bekannt. Die Nützlinge wurden durch die Spritzung mit den selektiv wirkenden biologischen Mitteln nicht geschädigt und konnten dazu beitragen, den Schädling auf natürliche Weise zu regulieren. Als alleiniges Mittel gegen den Kartoffelkäfer wären sie aber nicht in der Lage gewesen, den Kahlfraß der Pflanzen zu verhindern.

Interessante Fachbücher zum Thema Ökolandbau

Das 2006 erschienene, von Wissenschaftlern der BBA herausgegebene Fachbuch **„Biologischer Pflanzenschutz im Freiland"** (Verlag Eugen Ulmer) beschreibt Alternativen zum chemischen Pflanzenschutz und erschließt für den Ökologischen Landbau neben modernen Forschungsergebnissen auch den alten bäuerlichen Erfahrungsschatz.

Das 2004 im Verlag Eugen Ulmer erschienene Buch **„Ökologische Tierhaltung"** von Gerold Rahmann, dem Leiter des Instituts für Ökologischen Landbau der FAL, beschreibt die Grundlagen, die Richtlinien und die Praxis der ökologischen Haltung von Rindern, Schweinen, Hühnern, Pferden, Schafen und Ziegen.

Tiergesundheit

Auch im Ökologischen Landbau werden Nutztiere krank oder verletzen sich. Einige Krankheiten treten sogar häufiger auf als in der kon-

S. Kühne (2)

Abb. 2: Die Larve der Florfliege saugt Eier (links) und eine Larve des Kartoffelkäfers aus.

FAL / OEL

Abb. 3: Muttergebundene Kälberaufzucht im Ökologischen Milchvieh-Versuchsstall der FAL in Trenthorst

ventionellen Tierhaltung. Auf der Weide infizieren sich Rinder, Schafe oder Ziegen mit Parasiten, die dort häufig vorkommen. Ein Problem sind auch Durchfallerkrankungen bei Jungtieren, die vor allem durch Coli-Bakterien verursacht werden. Besonders in den ersten Lebensmonaten können diese lebensbedrohlich sein.

Im Ökologischen Landbau dürfen Medikamente nicht vorbeugend, sondern nur bei Krankheit unter Anleitung eines Tierarztes verabreicht werden. Eine der größten Herausforderungen in der Ökologischen Tierhaltung ist es deshalb, Krankheiten der Nutztiere von vornherein zu vermeiden.

Normalerweise werden Kälber auch im Ökologischen Landbau bereits nach fünf Tagen von der Kuh getrennt, da die heute üblichen Ställe es nicht zulassen, die Milchkühe zusammen mit den Kälbern zu halten. In dem neu errichteten Milchviehstall des FAL-Instituts für Ökologischen Landbau in Trenthorst (Schleswig-Holstein) können die Kälber bis zu drei Monate bei ihrer Mutter bleiben (Abb. 3). In dieser Zeit bekommen sie ausreichend Milch und sind mit ihrer Mutter in der Herde integriert. Die Wissenschaftler interessiert die Frage, ob Kälber, die so aufgezogen werden, später gesünder sind als Kälber, die nicht bei der Mutter bleiben konnten.

BLE

Abb. 4: Institutsleiter Gerold Rahmann mit einem Eichenzweig, der von den Trenthorster Schafen gern angenommen wird.

Hecken helfen heilen

Damit Tierarzneimittel so wenig wie möglich eingesetzt werden müssen, wird intensiv über natürliche Heilmethoden und -stoffe geforscht. Von besonderem Interesse sind dabei Inhaltsstoffe von Pflanzen, die der Gesundheit von Tier und Mensch dienen. Immerhin wurden auch viele der heute chemisch hergestellten Medikamentenwirkstoffe ursprünglich in Pflanzen entdeckt.

In Trenthorst werden deshalb auch neue Futtermittel gesucht, die als „Nebenwirkung" einen positiven Gesundheitseffekt aufweisen. Früher haben die Bauern ihre Tiere besonders in Trockenjahren mit dem Laubheu der Hecken gefüttert. Ist mit dem Verlust dieser Tradition vielleicht auch eine natürliche Heilmethode verloren gegangen? Besonders die Entwurmungsfähigkeit verschiedener Inhaltsstoffe von Laub (z. B. kondensierte Tannine) wird immer wieder diskutiert. In Trenthorst stehen deswegen Gehölze im Mittelpunkt der Untersuchungen. Schafe und Ziegen mögen Laub gerne (Abb. 4). Ziel ist es, ein artgerechtes Laubfutter zu finden, das den Tieren nicht nur schmeckt, sondern auch hilft, mit parasitischen Würmern besser umzugehen. ■ *SK*

» Kontakt:
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Dr. Hiltrud Nieberg, Dr. Frank Offermann und Dr. Katrin Zander, Institut für Betriebswirtschaft, 38116 Braunschweig, E-Mail: bw@fal.de;
PD Dr. Gerold Rahmann, Institut für ökologischen Landbau, 23847 Trenthorst/Wulmenau, E-Mail: oel@fal.de
Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA), PD Dr. Stefan Kühne, Institut für integrierten Pflanzenschutz, 14532 Kleinmachnow; E-Mail: ip@bba.de.

M. Welling

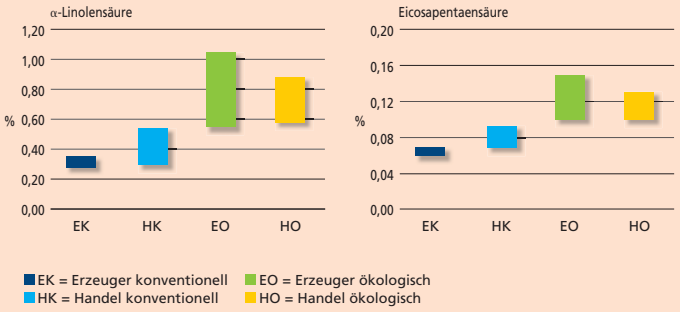
Der „kleine Unterschied“

Laboranalysen liefern Hinweise auf ökologische Erzeugung der Milch

Die Nachfrage nach ökologisch erzeugten Lebensmitteln steigt. Allein die Biomilchproduktion ist seit Ende 2003 jährlich um 20 Prozent gewachsen. Dies hat in einigen Regionen bereits zu Angebotsknappheit und Lieferengpässen geführt. Doch ist tatsächlich überall „Bio“ drin, wo „Bio“ draufsteht? Die instrumentelle Analytik bietet viel versprechende Ansätze für den Einsatz in der Lebensmittelüberwachung.

Eine wesentliche Voraussetzung für die ökologische Milcherzeugung sind geschlossene Stoffkreisläufe. So muss das gesamte Futter aus ökologischer Erzeugung – vorwiegend vom gleichen Betrieb – stammen und ohne Kunstdünger und Pestizide angebaut werden. Im Sommer besteht das Grundfutter der Milchkühe überwiegend aus frischem grünem Weidefutter. Auch im Winter enthält das Futter einen hohen Anteil von Gras-/Kleesilage. Kraftfutter und Maissilage werden nur eingeschränkt eingesetzt. Insgesamt verwenden ökologische Betriebe im Vergleich zur konventionellen Milcherzeugung über das ganze Jahr hinweg einen höheren Anteil an Weidefutter. Genau hierin liegt der „kleine Unterschied“, den man sich bei Laboranalysen zunutze machen kann.

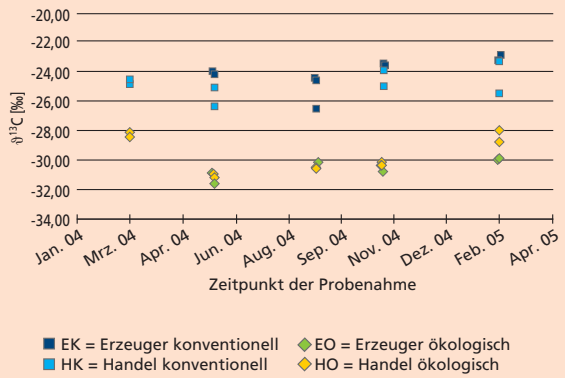
Abb. 1: Ganzjährige Schwankungsbereiche von Fettsäuren in Milchfett



Vom Gras ins Glas

Wissenschaftler der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BfEL) am Standort Kiel haben untersucht, ob die unterschiedlichen Haltungsformen zu charakteristischen Unterschieden einzelner Milchbestandteile führen. Die Analyse dieser Bestandteile könnte die Basis eines Testverfahrens liefern, um die Herkunft der Milch zu kontrollieren. Hierzu untersuchten die Wissenschaftler das

Abb. 2: Jahreszeitliche Variation des δ^{13}C-Wertes in Milchfett



Fett pasteurisierter Vollmilchproben beiderlei Herkunft über einen Zeitraum von einem Jahr. Die Milch stammte sowohl aus dem Handel (Sammelmilch), als auch direkt von zwei benachbarten Milcherzeugern ab Hof.

Das Futter der Kühe beeinflusst die Zusammensetzung der Milch, insbesondere des Milchfettes. So bewirkt ein erhöhter Anteil von Weidefutter typische Veränderungen der Milchfettzusammensetzung. Weidegras enthält einen hohen Anteil der ungesättigten Fettsäure α-Linolensäure, einer so genannten Omega 3-Fettsäure. Obwohl ein Großteil dieser Fettsäure im Pansen der Kuh in andere Fettsäuren umgewandelt wird, enthält das Milchfett von Kühen aus extensiver Weidehaltung immer noch deutlich mehr Omega 3-Fettsäuren, Ölsäure und weitere ungesättigte Fettsäuren als dasjenige von Kühen aus leistungsorientierter Stallfütterung.

Mehr Omega 3-Fettsäuren in Biomilch

Die Analysen des Milchfetts aus den verschiedenen Haltungsformen ergaben, dass der Gehalt der Omega 3-Fettsäuren α-Linolensäure und Eicosapentaensäure über das Jahr gesehen deutlich schwanken kann. In der Biomilch waren die Werte für beide Omega 3-Fettsäuren aber grundsätzlich höher als in der konventionell erzeugten Milch (Abb. 1). Der Gehalt an Omega 3-Fettsäuren gibt aufgrund von Unterschieden im vorrangig eingesetzten Futter demnach auch einen Hinweis auf die Haltungsform.

Die Kieler Wissenschaftler nutzten aber auch noch einen anderen Ansatz: Elemente wie Kohlenstoff oder Stickstoff existieren jeweils in Form verschiedener, natürlich vorkommender stabiler Isotope, das heißt die Atomkerne eines Elements habe eine unterschiedliche Masse. So besitzt das Kohlenstoffatom normalerweise 6 Protonen und 6 Neutronen im Kern und hat ein Atomgewicht von 12. Man schreibt dies als ^{12}C. In der Natur kommt aber auch das schwerere Kohlenstoff-Isotop ^{13}C mit 7 Neutronen vor. Pflanzen eines bestimmten Stoffwechseltyps, so genannte C4-Pflanzen wie Mais und Zuckerrohr, reichern das ^{13}C-Isotop in ihrem Gewebe an. Im Vergleich dazu enthalten C3-Pflanzen wie Weidegras weniger ^{13}C. Die Verschiebung des ^{13}C/^{12}C-Verhältnisses gegenüber einem Vergleichswert wird als δ^{13}C-Wert angegeben. Mais hat daher einen höheren δ^{13}C-Wert als Gras.

Ohne Mais mehr Preis

Zwischen dem im Futter vorhandenen Isotopenverhältnis und dem der Milch besteht ein direkter Zusammenhang. Daher sollte sich bei unterschiedlicher Haltung auch ein Unterschied im δ^{13}C-Wert der Milch ergeben. Um dies zu überprüfen, analysierte man an der BfEL wiederum das leicht zugängliche Milchfett.

Während das Grundfutter im konventionellen Einzelbetrieb ganzjährig zu rund 60 Prozent aus Maissilage bestand, setzte der benachbarte Biobetrieb nur geringe bis keine Maisanteile ein. Wie zu erwarten wies die Milch aus dem konventionellen Betrieb im Verlauf des gesamten Untersuchungsjahres einen höheren δ^{13}C-Wert auf als die des Biohofes. Auch bei den Handelsproben war die Milch das ganze Jahr über unterscheidbar (Abb. 2). Bei Betrachtung über den Jahresverlauf fällt tendenziell eine Zunahme der δ^{13}C-Werte vom Frühjahr zum Winter auf – in der Zeit, wo Grünfutter knapp ist, wird mehr Mais eingesetzt. Es zeigt sich aber, dass zur Produktion der höherpreisigen Biomilch generell weniger Mais verwendet wird.

Reif für die Praxis?

Mit den Omega 3-Fettsäuren und dem δ^{13}C -Wert im Milchfett fanden die Wissenschaftler an der BfEL zwei mögliche Parameter, um die Produktionsart von Milch festzustellen. Sie lassen Rückschlüsse über die eingesetzten Futtermittel zu, die für die verschiedenen Haltungsformen charakteristisch sind, und somit auch auf die Art der Herstellung. Momentan prüft die BfEL anhand weiterer Milchproben, ob sich die Parameter generell als zuverlässiges Werkzeug der Lebensmittelüberwachung eignen. Die neu entwickelten Analysemethoden können die bisherigen Kontrollen der Ökobetriebe zwar nicht ersetzen, aber wertvolle ergänzende Hinweise geben. ■ *ER*

» **Kontakt:**
Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Dr. Joachim Molkentin, Institut für Chemie und Technologie der Milch, 24103 Kiel. E-Mail: joachim.molkentin@bfel.de

„Züchtungsforschung liefert wichtige Bausteine für den modernen Weinbau“

Die Weinlese, die schönste Zeit des Winzerjahres, ist in vollem Gange. Sie zieht zahlreiche Gäste in die Weinbauregionen – in sonnendurchflutete Kulturlandschaften mit malerischen Dörfern. Inmitten einer dieser Landschaften, in Siebeldingen an der Deutschen Weinstraße (Südpfalz), liegt das Institut für Rebenzüchtung Geilweilerhof, das zur Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen (BAZ) gehört. Der ForschungsReport sprach mit dem Institutsleiter Reinhard Töpfer über die Herkunft des Weins und die Entwicklung neuer Rebsorten.

ForschungsReport: Herr Professor Töpfer, die Weinrebe ist eine uralte Kulturpflanze, die schon bei den alten Griechen und Römern eine große Rolle spielte. Wo kommt der Wein eigentlich her?

Töpfer: Die Anfänge der Rebkultur lassen sich bereits in der Jungsteinzeit in Vorderasien ausmachen, in der Region des fruchtbaren Halbmondes. Dort begann man vor etwa 10 000 Jahren mit der Kultivierung der Rebe. Neue genetische Studien belegen, dass auch unsere Vorfahren in Süd- und Mitteleuropa Wildreben nutzten und aus ihnen Kulturformen domestizierten. Durch den aufkommenden Handel in der Bronzezeit breitete sich das Wissen um den Weinbau im gesamten Mittelmeerraum aus. Durch die Römer gelangte die Weinkultur schließlich nach Germanien. Hier liegt auch die nördliche Grenze ihrer Anbauwürdigkeit.

ForschungsReport: Sind damals schon gezielt Sorten gezüchtet worden?

Töpfer: Eine gezielte Züchtung im heutigen Sinne hat es zur Römerzeit und im Mittelalter wohl noch nicht gegeben. Aber aus Zufallssämlingen sind immer wieder Varianten ausgelesen worden, die neue Sorten begründet haben. Im Jahr 1283 wird der Weiße Heunisch urkundlich erwähnt. Er ist damit eine der ältesten bekannten Sorten. Auch der Riesling ist schon sehr alt.

„Die Anfänge des Weinbaus liegen in der Jungsteinzeit“

Die systematische Züchtung neuer Rebsorten begann in Europa erst vor gut 100 Jahren. Ursache war die Einschleppung von Schaderregern aus Nordamerika: Die Reblaus und die Mehltaupilze brachten im 19. Jahrhundert das Ende für den althergebrachten Weinbau. In Frankreich vernichtete die Reblaus innerhalb von 15 Jahren über 800 000 Hektar Rebfläche und dehnte sich rasch weiter aus. Der Mehltau tat ein Übriges, sodass der Weinbau in Europa fast zum Erliegen gekommen wäre. Pflanzenschutz und Rebenzüchtung konnten dieses Schicksal zum Glück noch abwenden.

ForschungsReport: Besonders Ihr Institut hat sich mit einer neu entwickelten mehltauresistenten Rebsorte – dem Regent – einen Namen gemacht.

Töpfer: Mit dem Regent haben wir in der Tat ein neues Kapitel im Kampf gegen die Schadpilze aufgeschlagen. Wie heute bekannt ist, besitzt die Kulturrebe, Vitis vinifera, keine Resistenzen gegenüber den Mehltaupilzen. Kreuzungen bekannter Kulturreben untereinander hatten in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts zwar zu neuen, attraktiven Rebsorten wie Müller-Thurgau, Scheurebe oder Morio Muskat geführt, jedoch ohne Resistenz. Erst die Nutzung von amerikanischen oder auch asiatischen Wildreben konnte hier Besserung bringen. Dieses Wissen setzten die Züchter am heutigen Institut für Rebenzüchtung Geilweilerhof systematisch um. Aus einer Kreuzung im Jahr 1967 ging ein hochinteressanter Zuchtstamm hervor, der sowohl von der Qualität als auch von den Resistenz- und Ertragsleistungen überzeugte. Der damalige Institutsleiter Gerhardt Alleweldt meldete diesen Stamm mit dem Namen ‘Regent’ 1994 zum Sortenschutz an. Heute wird Regent bereits

auf mehr als 2 000 Hektar Fläche angebaut. Regent-Rotweine zeichnen sich durch ihre Farbtiefe, schöne Beerenfruchtaromen und gute Tanninstruktur aus und erfreuen sich steigender Beliebtheit. Erst kürzlich hat sich im 3. Internationalen Regent-Forum wieder das volle Potenzial der Sorte gezeigt.

ForschungsReport: Regent ist eine Rotweinsorte. Gibt es ähnliche Entwicklungen auch beim Weißwein?

Töpfer: Der Regent ist in der Tat nur ein wichtiges Etappenziel gewesen. 2004 haben zwei Weißweinsorten den Sortenschutz erhalten: 'Felicia', ein Wein von der Art eines Müller-Thurgaus, und 'Villaris', der burgunderähnliche Weine liefert. Beide zeichnen sich durch deutliche Züchtungsfortschritte in Qualität und Resistenz aus. Darüber hinaus gibt es mit 'Calandro' und 'Reberger' auch zwei neue Rotweinsorten, die auf 'Regent' zurückgehen. Diese neuen Sorten markieren ein zweites Etappenziel: eine weitere Steigerung von Weinqualität bzw. Resistenz. Es sind Weine der Zukunft, die erst am Beginn der Markteinführung stehen, an unserem Institut aber bereits verkostet werden können. Diese neue Sortengeneration erlaubt es, den Pflanzenschutz deutlich zu reduzieren. Sie entspricht damit den Anforderungen an einen modernen, umweltverträglichen Weinbau.

„Die Sorte Regent ist nur ein Etappenziel“

ForschungsReport: Wo geht in der Züchtungsforschung an Rebe die Reise hin?

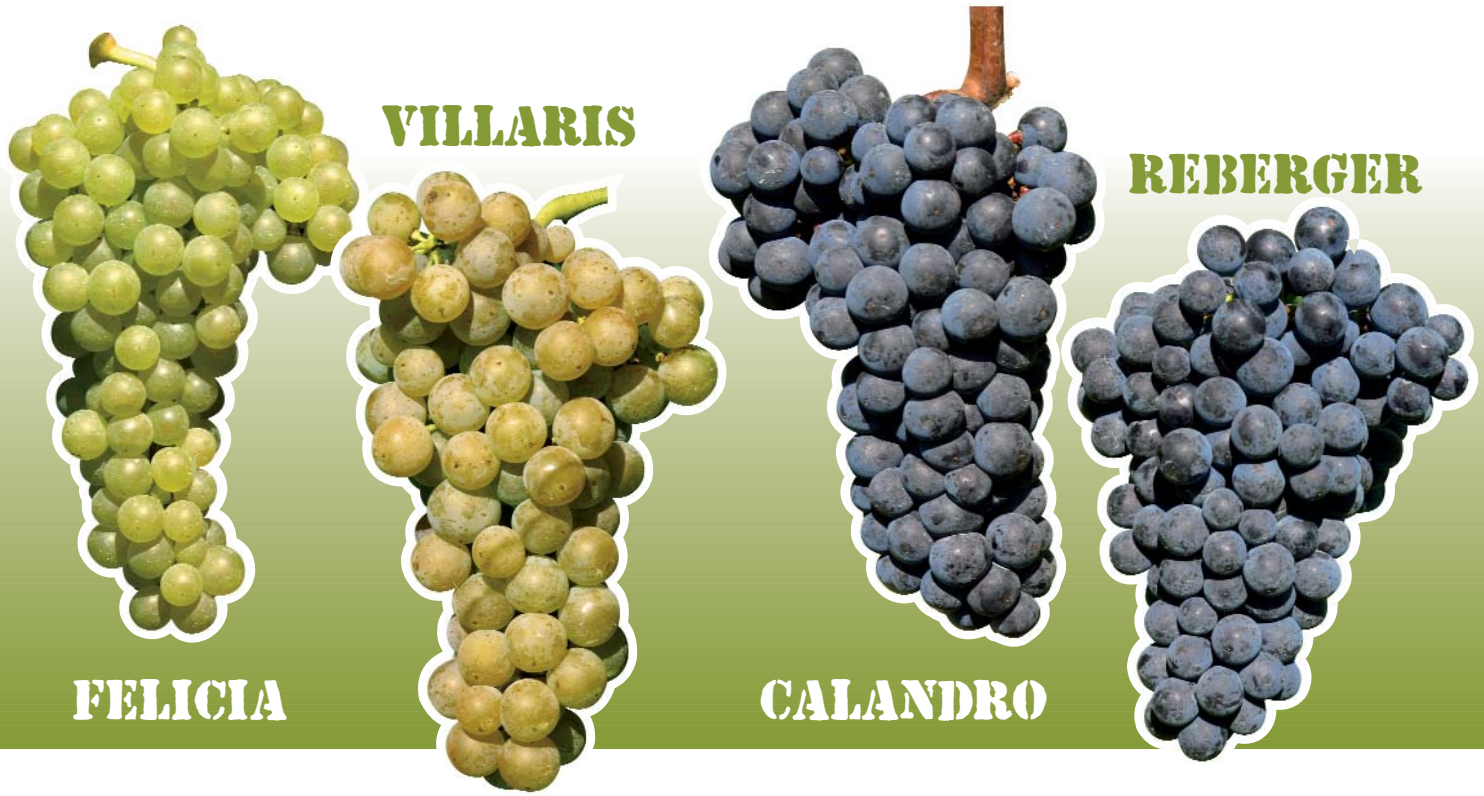
Töpfer: In den kommenden Jahren werden die Rebenzüchter mit dem genetischen Fingerabdruck ein Werkzeug erhalten, mit dem sie unterschiedliche Resistenzgene kombinieren können. Ziel ist die dauerhafte Widerstandsfähigkeit der Reben. Die Züchter werden zudem recht bald vor der Frage stehen, Resistenzgene aus Reben auf unsere traditionellen Sorten – zum Beispiel den Riesling – zu übertragen, um deren Widerstandskraft zu erhöhen. Gänzlich ohne Pflanzenschutz wird es im Weinbau jedoch auch langfristig sicher nicht gehen, dafür ist die Zahl der verschiedenen Schaderreger zu groß. Die Winzer benötigen an unser Klima angepasste Rebsorten, die mit moderatem Pflanzenschutz umweltverträglich angebaut werden können und gleichzeitig höchste Qualitäten bieten. Nur auf dieser Grundlage kann Deutschlands Weinbau auch weiterhin sein Können und die Einzigartigkeit seiner Erzeugnisse unter Beweis stellen.

„Ziel ist die dauerhafte Widerstandfähigkeit der Reben“

ForschungsReport: Herr Professor Töpfer, vielen Dank für dieses Gespräch. ■ *MW*

Zur Person:

Dr. habil. Reinhard Töpfer leitet seit 1995 das Institut für Rebenzüchtung Geilweilerhof. Davor war er am Max-Planck-Institut für Züchtungsforschung in Köln beschäftigt. Der Biologe mit Schwerpunkt Molekulargenetik nimmt an der Universität Gießen einen Lehrauftrag wahr.



Holz aus heimischen Wäldern

Wer durch Deutschland reist und einen Blick auf die Landschaft wirft, bekommt einen Eindruck von der Größe und Vielfalt unserer Wälder. Junge und alte Bestände, Laubwälder, Nadelwälder, chaotische Wildnis und wie mit dem Lineal ausgerichtete Anpflanzungen wechseln einander ab. Um diese Ressource der Natur zu schützen und nachhaltig zu nutzen, braucht es vielfältige Informationen. Diese werden durch die Bundeswaldinventur und das Waldmonitoring bereitgestellt.

Stichproben liefern die Daten

In den Jahren 2001 und 2002 wurde im gesamten Bundesgebiet eine forstliche Großrauminventur durchgeführt, die so genannte Bundeswaldinventur. Zu diesem Zweck wurde ein Stichprobenetz über ganz Deutschland ausgelegt, auf dem an rund 19000 Probepunkten etwa 375 000 Probebäume vermessen und viele weitere Merkmale erhoben wurden. Bereits 1987 hatte es eine ähnliche Inventur gegeben, damals allerdings nur auf dem Gebiet der alten Bundesrepublik.

Zwar ist der Wald in Deutschland mit Satellitendaten erfasst und flächendeckend kartiert, doch für präzise Informationen über die Zusammensetzung der Wälder, die Struktur der Holzvorräte, die Höhe des Holzzuwachses und des Holzeinschlages sowie für viele andere Merkmale sind Messungen direkt im Wald immer noch unverzichtbar.

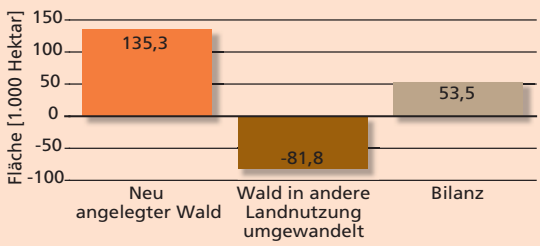
Viele wissenschaftliche und organisatorische Arbeiten zur bundesweiten Koordinierung und zur Aufbereitung der Ergebnisse für die Politikberatung werden von der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft (BFH) wahrgenommen.

Gesamtbilanz positiv

Deutschland ist zu knapp einem Drittel (11,1 Millionen Hektar) mit Wald bestanden. In den alten Bundesländern hat die Waldfläche seit 1987 um 53.500 Hektar oder 0,7 Prozent zugenommen (Abb. 1). Fast die Hälfte der Waldfläche ist Privatwald – wobei die Waldbesitzer mit jeweils weniger als 20 Hektar (Kleinprivatwald) in der Summe über denselben Holzvorrat verfügen wie die Landesforstverwaltungen (Abb. 2).

Der Anteil der Laubbäume hat um 5 Prozentpunkte zugenommen und beträgt heute 41 Prozent. Infolge der umfangreichen Aufforstungen nach dem Zweiten Weltkrieg hat die Altersstruktur einen ausgeprägten Schwerpunkt bei etwa 50 Jahren. In diesem Alter wachsen besonders die Nadelbäume sehr schnell. Der Holzzuwachs ist mit 12,6 Kubikmeter je Jahr und Hektar höher als bisher vermutet (Abb. 3). Weil weniger Holz eingeschlagen wurde als zugewachsen ist, hat der Holzvorrat innerhalb von 15 Jahren um 17 Prozent zugenommen. Mit 320 Kubikmetern je Hektar ist der Holzvorrat in Deutschland heute im historischen wie auch im europäischen Vergleich sehr hoch.

Abb. 1: Änderung der Waldfläche in den alten Bundesländern von 1987 bis 2002
(für die neuen Bundesländer fehlen vergleichbare Daten für 1987)



Die Bundeswaldinventur hat darüber hinaus viele interessante Ergebnisse zum ökologisch wertvollen Totholz in den Wäldern, zur Naturnähe der Baumartenzusammensetzung, zu Waldrändern, zum Einfluss des Wildes auf die Waldverjüngung und zu vielen weiteren Themen geliefert.

Charta für Holz

Um die aus ökologischen und ökonomischen Gründen wünschenswerte Holznutzung anzukurbeln, hat die Bundesregierung im Jahr 2004 eine Charta für Holz veröffentlicht. Darin ist als Ziel formuliert, den Verbrauch von Holz und Holzprodukten aus nachhaltiger Erzeugung in Deutschland in den nächsten zehn Jahren um 20 Prozent zu steigern. Dies soll zusammen mit der Wirtschaft und den Verbänden erreicht werden. In der Charta verpflichten sich die Akteure der Forst- und Holzwirtschaft zu zahlreichen Maßnahmen im Hinblick auf drei Hauptziele: Nachfrage steigern, Holzangebot verbessern, Innovationen fördern.

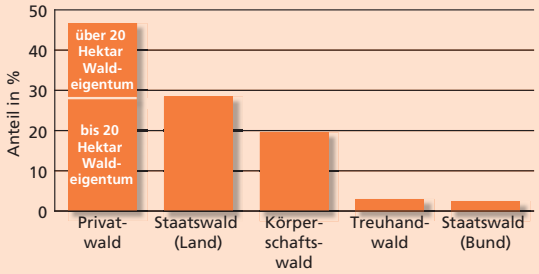
BFH

Abb. 3: „Zuwachswürfel" – in jeder Sekunde wachsen in den alten Bundesländern drei Kubikmeter Holz heran. Das ist ein Würfel mit 1,44 m Kantenlänge.

Auch die BFH ist im Rahmen der Charta für Holz aktiv:

- In einer umfassenden Studie werden die Entwicklungspotenziale der Forst- und Holzwirtschaft aufgezeigt. Damit soll die internationale Wettbewerbsfähigkeit verbessert werden.
- In verschiedenen Forschungsprojekten sollen das Anwendungsspektrum von Holz und Holzwerkstoffen erweitert und neue Einsatzgebiete erschlossen werden (z. B. Wood Plastic Composites oder Werkstoffe auf Basis von modifiziertem Holz).
- Die BFH beteiligt sich intensiv an der Erstellung von Normen sowie an der Entwicklung von Gütekennzeichen. Damit leistet die Forschungsanstalt einen wichtigen Beitrag zur Standardisierung und Qualitätssicherung von Holzprodukten und damit zum Verbraucherschutz.

Abb. 2: Anteil der Eigentumsarten am gesamten Holzvorrat in Deutschland



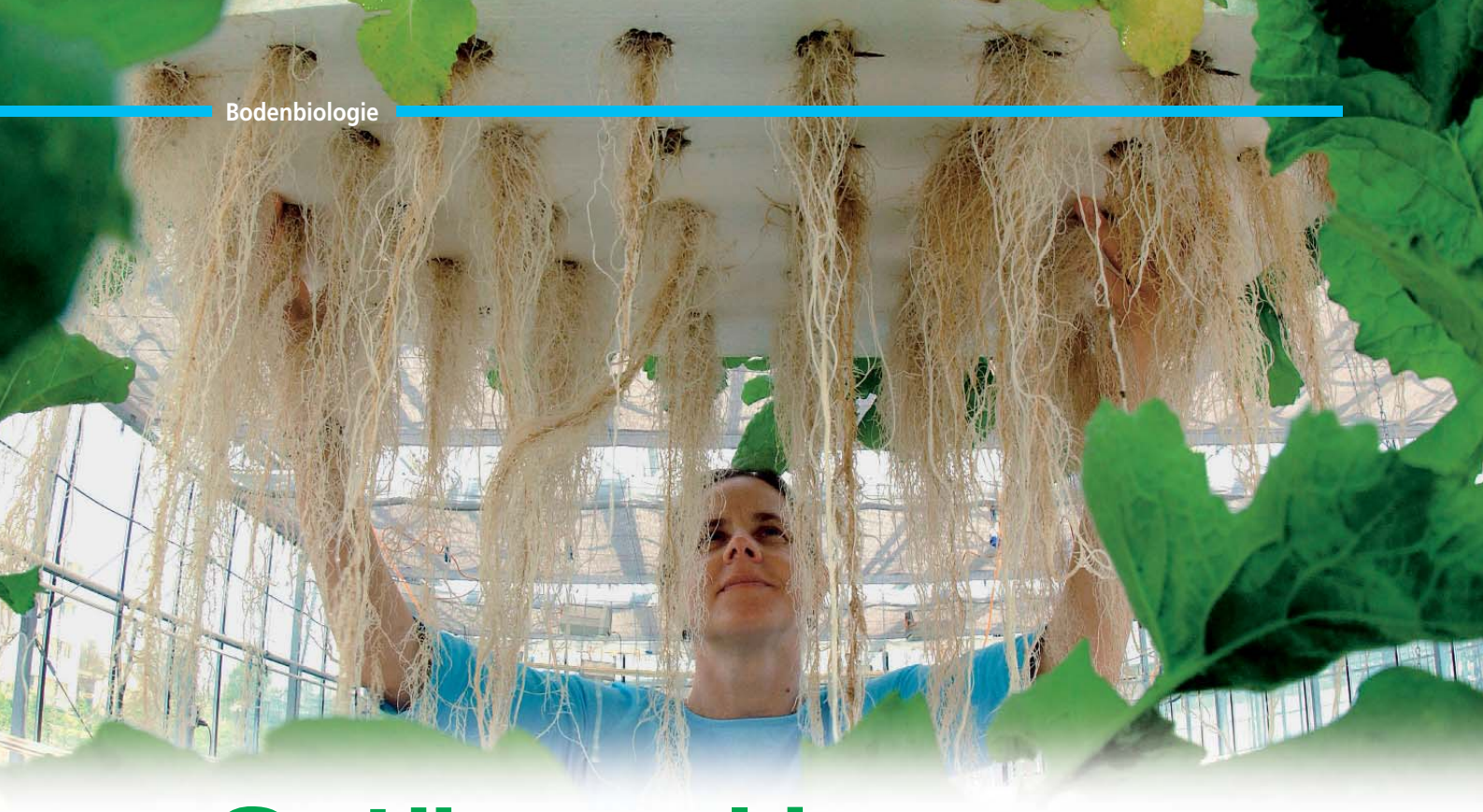
Rohstoff-Funktion der Wälder analysiert

Für die heimische Holzindustrie ist von größtem Interesse, in welchem Umfang die Wälder in der Zukunft den benötigten Rohstoff liefern können. Deshalb haben die Wissenschaftler der BFH auf der Grundlage der Bundeswaldinventur die künftige Waldentwicklung modelliert. Unter der Voraussetzung, dass die Holzvorräte im Wald weiter wie bisher ansteigen, liegt das jährliche potenzielle Rohholzaufkommen bis zum Jahr 2022 um 17 Prozent über der Nutzungsmenge der letzten Jahre. Das bedeutet, dass genügend Ressourcen vorhanden sind, um den Holzmarkt im bisherigen oder auch steigenden Umfang zu beliefern. Jedoch müssen sich Forstwirtschaft und Holzindustrie auf eine veränderte Holzarten-, Durchmesser- und Eigentümerstruktur des Rohstoffs einstellen. In den letzten Jahren hat die Nachfrage nach Holz bereits deutlich zugenommen – unter anderem aufgrund der gestiegenen Preise für fossile Energieträger. Der Wald bleibt also ein dynamischer Wirtschaftsfaktor. *MW*

» Kontakt:
Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft,
Dr. Heino Polley, Dr. Matthias Dieter, Dr. Martin Ohlmeyer,
21002 Hamburg. E-Mail: h.polley@holz.uni-hamburg.de

Die Ergebnisse der Bundeswaldinventur sind in fünf Inventurberichten des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz mit unterschiedlichen Schwerpunkten und Zielgruppen sowie im Internet auf www.bundeswaldinventur.de veröffentlicht. Die Berichte können auf der Homepage kostenlos bestellt werden.

M. Welling (6)



Getümmel im Verborgenen

Das unterirdische Zusammenleben von Mikroorganismen und Pflanzenwurzeln

Tiefgrüne Wälder, goldgelbe Rapsfelder oder blühende Gärten: Die Schönheit und Mannigfaltigkeit der Pflanzenwelt konnte auch im vergangenen Sommer wieder unsere Sinne erfreuen. Für eine Gruppe von Forschern am Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ) in Großbeeren bei Berlin ist der oberirdische Teil einer Pflanze, den die meisten von uns zu sehen bekommen, allerdings weit weniger interessant als der Teil, der im Verborgenen unter der Erde liegt.

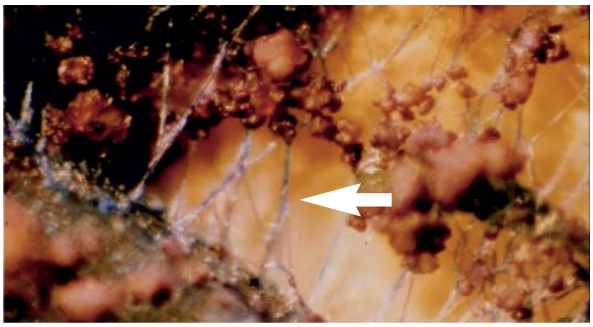
Genau wie die oberirdischen Teile der Pflanzen, weisen auch ihre unterirdischen Organe eine große Formenvielfalt auf. Während die oberirdischen Pflanzenteile das Sonnenlicht und Kohlendioxid zur Herstellung von Zucker nutzen und über die Blüten- und Fruchtbildung für die Vermehrung sorgen, kommt den Wurzeln die Aufgabe zu, Wasser und Nährelemente aus dem Boden aufzunehmen.

Pflanzenwurzeln als Lebensraum

Wer im Sommer die Gelegenheit hatte, einmal durch eine Blumenwiese zu laufen, dem wird die beinahe unüberschaubare Vielzahl an kleinen und großen Tieren aufgefallen sein, die auf und zwischen den Pflanzen lebt. Man kann sich kaum vorstellen, dass unter der Erde ein ähnlich buntes Treiben herrscht. In der Tat aber teilen sich die Pflanzenwurzeln ihren Lebensraum nicht nur mit vielen Bodentieren, sondern auch mit einer überwältigenden Vielzahl an Kleinstlebewesen.

Bis zu zehn Milliarden Mikroorganismen tausender unterschiedlicher Arten finden sich in jedem Gramm Boden. Dass viele von diesen Mikroorganismen in sehr enger Beziehung zu den Pflanzenwurzeln stehen, stellte der Münchner Biologe Lorenz Hiltner bereits vor mehr als 100 Jahren fest. Er fand unter anderem heraus, dass die Anzahl an Bakterien in dem Bodenbereich, der die Wurzel unmittelbar umgibt (‚Rhizosphäre'), um ein Vielfaches höher sein kann als im wurzelfernen Boden. Dies deutet darauf hin, dass die Wurzel den Boden in ihrer unmittelbaren Umgebung chemisch und physikalisch verändern kann.

Heute weiß man, dass Wurzeln nicht nur Stoffe aus dem Boden aufnehmen, sondern auch eine Vielzahl von Substanzen wie Zucker, Enzyme oder organische Säuren in die Rhizosphäre abgeben können.



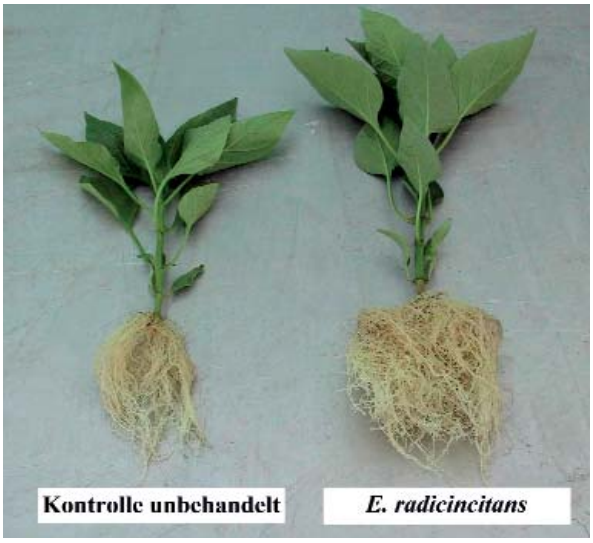
Die hauchdünnen Fäden des Mykorrhiza-Pilzgeflechts durchziehen den Boden nahezu aller Ökosysteme auf der Erde. Unten links im Bild ist die Pflanzenwurzel zu sehen, um die sich die Pilzfäden (Pfeil) radial ausbreiten.

Diese helfen dabei, Nährstoffe aus dem Boden zu lösen oder dienen als Nahrung für Bakterien und Pilze. Die Rhizosphäre kann je nach Pflanzenart eine Ausdehnung von bis zu 8 mm (in der Regel 1-3 mm) um die Wurzel herum haben.

Wechselwirkungen

Für die Großbeerener Forscher sind die winzigen Bewohner der Rhizosphäre von besonderem Interesse. Unter ihnen findet man nämlich neben lästigen Erregern von Pflanzenkrankheiten auch viele äußerst nützliche Vertreter. Letztere können der Pflanze beispielsweise bei der Mobilisierung von Nährstoffen aus dem Boden helfen, die Wurzel vor Krankheitserregern schützen oder pflanzliche Wachstumshormone (Cytokinine, Auxine, Gibberelline) abgeben, die das Pflanzenwachstum fördern.
Am IGZ ist es bereits mehrfach gelungen, Mikroorganismen mit derartigen Eigenschaften aus der Rhizosphäre zu isolieren und im Labor zu vermehren. Diese künstlich vermehrten, nützlichen Mikroorganismen könnten als biologische Düngemittel oder Bodenhilfsstoffe eingesetzt werden. In Versuchen konnte bereits gezeigt werden, dass Pflanzen, die mit künstlich vermehrten Rhizosphärenbakterien beimpft wurden, wesentlich besser wuchsen als nicht beimpfte Kontrollen.
Nicht nur Bakterien, die das Pflanzenwachstum fördern, finden sich in der Rhizosphäre, sondern auch nützliche Pilze. Die prominentesten Vertreter dieser Kategorie stellen die Mykorrhiza-Pilze dar, die in Symbiose mit den Wurzeln von mehr als 80 Prozent aller Landpflanzen leben. Die Böden nahezu aller terrestrischen Ökosysteme sind von einem Netzwerk aus hauchdünnen Mykorrhiza-Pilzfäden durchzogen. Diese Pilzfäden nehmen Nährstoffe aus dem Boden auf, transportieren sie zur Pflanzenwurzel und geben sie dort an die Pflanze ab. Im Gegenzug wird der nützliche Pilz von seiner Wirtspflanze mit Zucker versorgt.

Großbeerener Forscher sehen das Gras von unten wachsen. Die Fotos zeigen Maispflanzen, die in lange, flache Kästen gepflanzt wurden, deren Vorderseite mit einer Glasplatte versehen ist. Stellt man diese Pflanzgefäße schräg auf (Glasplatte zeigt nach unten; Foto unten rechts), so wachsen besonders viele Wurzeln direkt hinter der Glasscheibe und lassen sich gut in ihrem Wachstum beobachten. Für das Foto oben rechts wurde die Glasplatte abgeschraubt.



Paprikapflanzen, die mit dem wachstumsfördernden Rhizosphärenbakterium Enterobacter radicincitans beimpft wurden, sind deutlich größer als nicht beimpfte Kontrollen.

Erkenntnisse umsetzen

Am IGZ werden molekularbiologische Techniken eingesetzt, um mehr über die Regulation dieses Stoffaustausches zwischen Pflanze und Pilz zu erfahren. Die Forscher aus Großbeeren wollen mit ihren Untersuchungen nicht nur zu einem besseren Verständnis der Funktion natürlicher Ökosysteme beitragen, sondern hoffen auch, Möglichkeiten zum gezielten Management der Mikroorganismen-Population in der Rhizosphäre zu finden. Derartige Technologien könnten dazu beitragen, den Einsatz von Mineraldünger und Pflanzenschutzmitteln im Gartenbau zu reduzieren. ■ *MW*

» **Kontakt:**
Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt e.V.; Dr. Elke Neumann und Dr. Silke Ruppel, Abteilung Pflanzenernährung, 14979 Großbeeren. E-Mail: igzev@igzev.de

Forschung bei Windstärke sechs

Ein Tag an Bord eines Forschungsschiffes

Die Meeresbiologie-Studenten Robert Petersen und Annette Scharnberg waren im Februar 2006 drei Wochen mit dem Fischereiforschungsschiff Walther Herwig III auf hoher See. Ein Abenteuer, aber auch harte wissenschaftliche Arbeit! Und alles andere als ein 8-Stunden-Tag.

Frühmorgens in Bremerhaven: Die Walther Herwig III, das größte der drei Forschungsschiffe der Bundesforschungsanstalt für Fischerei, ist fertig zum Auslaufen in die Nordsee. An Bord: 21 Mann Besatzung und 12 Mitarbeiter des wissenschaftlichen Teams, hauptsächlich Wissenschaftler und Techniker der Bundesforschungsanstalt sowie Studenten, die an Bord helfen und ein Praktikum absolvieren.

Nachdem das Schiff ausgelaufen und der Lotse von Bord gegangen ist, bespricht der wissenschaftliche Fahrtleiter mit dem Kapitän der Walther Herwig III letzte Einzelheiten zu den Fangstationen und dem Arbeitsprogramm. Die Reise ist Teil des regelmäßig durchgeführten Umweltüberwachungsprogramms der Bundesforschungsanstalt zum Zustand der Meeresumwelt in Nord- und Ostsee. Bei dieser Forschungsreise stehen Untersuchungen zum Gesundheitszustand und zu Auswirkung von Umweltschadstoffen auf die häufigsten Fischarten auf dem Programm. Dazu werden vorher festgelegte Planquadrate angefahren, die sich erfahrungsgemäß in Schadstoffbelastungen und Fischbesiedlungen unterscheiden. Hier soll umfangreiches Probenmaterial genommen werden, das zum Teil sofort an Bord, aber auch später im Labor auf Schadstoffrückstände untersucht wird.

Weiter draußen auf der Nordsee hat sich der Nebel verzogen. Mit 12 Knoten geht es in voller Fahrt dem ersten Fanggebiet entgegen. Die Fahrtteilnehmer richten sich inzwischen häuslich ein, machen sich mit dem Schiff vertraut und erhalten die obligate

Sicherheitsbelehrung über das Verhalten im Notfall.

Am nächsten Morgen bei Sonnenaufgang erreicht die Walther Herwig III ihren ersten Fangplatz. Das „Stundenglas“, das Fischereizeichen, das geschleppte Fanggeräte signalisiert, ist bereits gezogen. Alles ist bereit zum Aussetzten. Der 2. Offizier steuert von der Brücke aus die notwendigen Winden, während die Matrosen das Grundschleppnetz über die Heckslippe zu Wasser lassen. Zum Schluss werden die Scherbretter ausgesetzt, die das Netz weit öffnen, indem sie die Netzflügel kräftig zur Seite spreizen.

Der untere Rand des Schleppnetzes wird durch das mit schweren Gewichten und Rollen bestückte Grundtau am Boden gehalten, Schwimmkörper heben das Kopftau an. Hier, am oberen Rand des Netzes, ist eine von mehreren Netzsonden befestigt, die die Menge der gefangenen Fische erfasst und auf die Brücke funkt. Der Weg der Fische endet im Netzbeutel, dem so genannten Steert.

Nach einstündigem Schleppvorgang – Standardzeitraum bei wissenschaftlichen Fängen – hieven die Winden das Netz an Bord. Wieder packen helfende Hände zu und bald poltert und klatscht der Fang durch eine Klappe im Fangdeck auf die Förderbänder des darunter gelegenen Arbeitsdecks. Hier steht bereits das wissenschaftliche Team zur Aufarbeitung des Fanges bereit.

Spezielle Fischarten, an denen Untersuchungen durchgeführt werden sollen, werden aus dem Fang heraussortiert: Klieschen und Flundern, beides Plattfische, sowie Dorsche werden auf dieser Reise intensiv untersucht. Sie reagieren besonders empfindlich auf Schadstoffe. Ihr Gesundheitszustand und ihre Schadstoffbelastung geben Aufschluss über den Zustand der Meeresumwelt.

Von einem Teil des Fangs werden sorgfältig alle Fischarten voneinander getrennt und bestimmt, gezählt, gewogen und danach genauestens vermessen. Mit diesen Daten können statistische Berechnungen über die Bestandszusammensetzungen und die Biodiversität, also die Artenvielfalt, durchgeführt werden. Seit mehr als 30 Jahren werden die Erhebungen regelmäßig vorgenommen; daher können die Daten mit denen vergangener Jahre verglichen werden und erlauben so Rückschlüsse auf Bestands- und Umweltveränderungen.

Während an Deck das Netz erneut ausgesetzt wird, werden die sortierten Fische auf die Labors verteilt und dort weiter untersucht. Bei den Klieschen stehen Untersuchungen zum Gesundheitszustand auf dem Programm. Geschlecht, Länge und auftretende Krankheitsbilder werden registriert. Zwischen den Kiemen, den Flossen und auf der Haut wird sorgfältig nach Parasiten, Tumoren oder anderen Krankheiten geschaut. Die routinemäßigen Untersuchungen der Bundesforschungsanstalt dienen dem Verbraucherschutz, der heutzutage eine wichtige Rolle spielt. Vorrangig gilt es, die Qualität des Lebensmittels Fisch sicherzustellen.

Doch zunächst gibt es erst mal Essen. Wen wundert's: Fangfrischer Fisch steht auf dem Speisezettel. Doch die Mittagspause ist nur kurz, schon wird das nächste Hieven angekündigt. Gleichzeitig zum Hieven

werden hydrographische Untersuchungen durchgeführt: Die Besatzung lässt eine Sonde zu Wasser, die die Temperatur und die Leitfähigkeit – ein indirektes Maß für den Salzgehalt – automatisch misst. Kurz vor dem Meeresboden sowie kurz vor der Wasseroberfläche nimmt die Sonde je eine Wasserprobe, mit denen der Sauerstoffgehalt des Wassers ermittelt wird. Diese Daten sind für die Wissenschaftler sehr wichtig, denn Temperatur, Salzgehalt und Sauerstoffgehalt stehen im engen Zusammenhang mit der Verbreitung der Fische.

Während der Wind auffrischt und der Seegang spürbar zunimmt, beginnt die Crew unten auf dem Arbeitsdeck mit dem Sortieren des neuen Fangs. Im Labor 2 werden noch die inneren Organe der Tiere des ersten Fangs auf schadstoffbedingte Veränderungen untersucht. Dann werden Proben vom Blut, der Galle, der Leber und der Milz genommen. Auch ein Stück Muskel wird entfernt, Rückstände von Metallverbindungen lassen sich darin gut nachweisen. Die Proben werden sorgfältig beschriftet und in flüssigem Stickstoff tiefgefroren, sie können nur an Land im Labor untersucht werden.

Unterdessen beschäftigen sich auf dem Hauptdeck einige Wissenschaftler mit der Entnahme von Gewebeproben für die Radioaktivitätsbestimmung in Fischen. Auch dies gehört zu den Aufgaben der Bundesforschungsanstalt für Fischerei, die gleichzeitig die Leitstelle für Radioaktivitätsmessungen in Meerestieren in Deutschland ist. Die Proben werden eingefroren und später an Land im Labor untersucht. Sie liefern Hinweise auf mögliche Rückstände der Wiederaufbereitungsanlagen für radioaktive Brennstäbe in Sellafield (England)

22.00 Uhr – ist für die Wissenschaftler erst einmal Feierabend bis früh am nächsten Morgen.

Auf der Brücke und im Maschinenraum ist nie Feierabend. Das Herz des Schiffes, der Hauptdieselmotor mit 1800 Kilowatt Leistung, steht niemals still. Vom Chief bis zum Lagerhalter arbeiten an der Maschine fünf Mann schichtweise rund um die Uhr. Auf der Brücke hat der 1. Offizier seine Schicht begonnen. Die ganze Nacht wird mit Volldampf gefahren, um rechtzeitig am nächsten Morgen das neue Fanggebiet zu erreichen.

Bereits morgens um 4.00 Uhr fängt der Koch an, Brötchen für den kommenden Tag zu backen. In zwei Stunden beginnt dann ein neuer Arbeitstag auf dem Forschungsschiff Walther Herwig III. ■ *WK*

und La Hague (Frankreich). In der Ostsee werden auf diese Weise unter anderem die Spätfolgen des Reaktorsunfalls in Tschernobyl kontrolliert.

In diesem Turnus wird weiter gearbeitet, bis sich der Arbeitstag dem Ende zuneigt. Nach dem letzten Fang wird das „Stundenglas“ wieder eingeholt und die Wissenschaftlercrew versammelt sich hungrig in der Messe, wo der Steward die Tische bereits zum Abendbrot gedeckt hat. Nach dem Essen werden die gesammelten Daten des Tages in den Computer eingegeben. Dann – mittlerweile ist es um die

Forschungsinstitut
für die Biologie
landwirtschaftlicher Nutztiere

Rindfleisch hat's in sich – Qualität durch Weidefütterung

Fleisch liefert als Nahrungsquelle biologisch hochwertiges Eiweiß, essentielle Fettsäuren sowie viele wichtige Vitamine und Mineralstoffe. Maßvoller Fleischgenuss ist notwendiger Bestandteil einer vollwertigen Kost. Verbraucher greifen dabei besonders gern auf Rindfleisch zurück. Die Züchtung, Fütterung und Haltung beeinflussen dessen Gehalt an wichtigen Inhaltsstoffen. Auf der Grundlage dieser Erkenntnisse zeigt das Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere (FBN) in Dummerstorf Möglichkeiten auf, ernährungsphysiologische und für den Verzehr wichtige Eigenschaften zu verbessern.

Der menschliche Körper kann die für den Stoffwechsel wichtigen ungesättigten Fettsäuren nicht selbst herstellen. Tierische Nahrungsmittel, die auf der Basis grüner Pflanzen oder mit Futtermitteln wie Leinsamen oder Raps produziert werden, haben einen hohen Gehalt an diesen Fettsäuren. So besteht Fleischfett zu 50–65 Prozent aus ihnen. Die Fütterungsart kann die Fettsäurezusammensetzung von Fleisch auf natürliche Weise positiv verändern. Gegenüber Getreide, dem maßgeblichen Kraftfutter der intensiven Mast, enthält das Fett der Grünpflanzen etwa das Zehnfache an Linolensäure, einer wichtigen essentiellen Fettsäure.

Das FBN steigerte in einem Versuch mit Weidefütterung von Rindern den relativen Anteil bestimmter ungesättigter Fettsäuren signifikant um mehr als das Dreifache. Obwohl bei Wiederkäuern im Pansen eine teilweise Umwandlung der ungesättigten Fettsäuren stattfindet, wird offensichtlich die im Gras enthaltene Linolensäure zum Teil in den Rindermuskel eingebaut.

Eine weitere wichtige Gruppe von Fettsäuren bilden die konjugierten Linolsäuren (CLA). Diese zeichnen sich durch besondere Eigenschaften in ihrer räumlichen Struktur aus. In Laboruntersuchungen zeigten CLA unter anderen krebshemmende und fettreduzierende Wirkungen. Auch die Konzentration an CLA im Muskel kann durch die Futterzusammensetzung beeinflusst werden. Das FBN konnte in einer Studie bei Lämmern durch gezielte Weidemast den CLA-Gehalt im Fleisch verdoppeln. ■

Friedrich-Loeffler-Institut

Riems wird ausgebaut

FLI als führendes Zentrum für Tiergesundheit in Europa

Die Ostseeinsel Riems bei Greifswald wird bis 2010 zu einem führenden Zentrum für Tiergesundheit in Europa ausgebaut. Das auf der Insel angesiedelte Friedrich-Loeffler-Institut (FLI) erhält dort eine seiner Bedeutung entsprechende Infrastruktur. Unter anderem werden umfangreiche Neubauten für Unterdruck-Labore und Ställe der höchsten Sicherheitsstufe L4 errichtet. Dort sollen neben Experimenten mit hochinfektiösen Tierpathogenen auch Untersuchungen an gefährlichen humanpathogenen Viren (z.B. SARS, Ebola) möglich sein.

Die noch vorhandenen historischen Bauten aus der Gründerzeit der Forschungsanstalt sollen saniert und – zum Teil in neuer Funktion – in den Gesamtkomplex integriert werden. In den Standort werden Gelder in dreistelliger Millionenhöhe investiert. Es ist damit die größte Hochbaumaßnahme des Bundes in den neuen Bundesländern. Im Oktober 2010, zum 100. Jahrestag der Gründung des Forschungsstandorts Riems, sollen die Baumaßnahmen abgeschlossen sein. ■

Vision 2010: So soll der FLI-Hauptsitz auf der Ostseeinsel Riems künftig aussehen.

Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Mittel- und Osteuropa
Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Stifterverband und DFG zeichnen Agrarwissenschaftler aus

Der Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft und die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) haben für 2006 zwei besonders förderungswürdige Projekte in den Agrarwissenschaften ausgezeichnet. Preisträger sind Prof. Dr. Thomas Glauben vom Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Mittel- und Osteuropa (IAMO) in Halle an der Saale und Dr. Jürgen Gross vom Institut für Pflanzenschutz im Obstbau der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) in Dossenheim bei Heidelberg.

Der Agrarökonom Thomas Glauben hat sich in seinem prämierten Projekt mit der Transformation landwirtschaftlicher Familienbetriebe in der Volksrepublik China befasst. Er analysiert darin die Anpassung landwirtschaftlicher Haushalte im Verlauf der drastischen wirtschafts- und agrarpolitischen Reformen der letzten 25 Jahre, vor allem vor dem Hintergrund der andauernden Armut in Chinas ländlichen Regionen. Die Ergebnisse dienen dazu, die Zielgenauigkeit aller relevanten Politiken für die Bekämpfung von Arbeitslosigkeit und Armut in ländlichen Räumen zu verbessern.

Der Biologe Jürgen Gross vom BBA-Institut für Pflanzenschutz im Obstbau wurde für ein Projekt über die vielfältigen chemisch-ökologischen Wechselbeziehungen zwischen den verschiedenen Ernährungsebenen am Apfelbaum ausgezeichnet. Im Mittelpunkt standen zwei Insektenarten, die den Erreger der Apfeltriebsucht – eine von Bakterien ausgelöste Pflanzenkrankheit – übertragen, und die natürlichen Gegenspieler dieser Insekten. Jürgen Gross interessierte, welche chemischen Faktoren bei der Erkennung der Wirtspflanze eine Rolle spielen, und ob sich das Verhalten der Pflanzensauger bei der Wirtswahl ändert, sobald sie selbst die Erreger der Apfeltriebsucht in sich tragen. Die Ergebnisse sollen zu neuen Ansätzen führen, um diese und andere Pflanzenkrankheiten zukünftig innovativ und intelligent zu bekämpfen. ■

Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel

Eigenschaften alter Getreidearten neu bewertet

Emmer und Einkorn zählen zu den ältesten vom Menschen kultivierten Getreidearten. Bis ins Mittelalter war Emmer das wichtigste Nahrungsgetreide. Wegen einer besseren Ertragsperspektive und günstigeren Backeigenschaften wurden die beiden Arten in Deutschland zunehmend vom modernen Weizen verdrängt, bis ihr Anbau im 20. Jahrhundert praktisch vollständig zum Erliegen kam.

Mit dem gestiegenen Interesse an „alten Sorten" und einer breiten Kulturpflanzenvielfalt erleben Einkorn und Emmer derzeit eine kleine Renaissance, vor allem bei Bio-Betrieben. Allerdings unterscheiden sich die Mahl- und Backeigenschaften dieser „Urgetreide" von denen des modernen Weizens, ebenso ihr Geschmacks- und Aromaprofil. So weist Einkorn, aber auch Emmer, im Vergleich zu Weizen ein ausgeprägt süßlich-nussiges Aroma auf. Die Backeigenschaften beider Arten sind aber oft problematisch.

Die heute üblichen Bewertungsmethoden für die Verarbeitungsqualität von Weizen

sind für die alten Kulturen nicht geeignet. In der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BfEL) am Standort Detmold wurde deshalb eine angepasste Bewertungsmethodik entwickelt, bei der die typischen Struktur- und Funktionseigenschaften sowie der Geschmack und das Aroma im Mittelpunkt stehen.

In Mahl- und Backversuchen zeigte sich, dass die Eigenschaftsmerkmale in den einzelnen Mahlfraktionen sehr unterschiedlich ausfallen. Um ein qualitativ hochwertiges Mehl zu erhalten, sollten Mischungskomponenten mit hohem Backpotenzial gewählt werden. Dies wird mithilfe der neuen Bewertungsmethodik erleichtert – ein Schritt hin zu einer Erweiterung der Produktvielfalt im Brotsortiment und zur „Wiederbelebung" von zwei fast vergessenen Kulturarten. ■

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Unkrautbekämpfung auf Gehwegen

Der richtige Mix macht's

Unkräuter auf Geh- und Fahrradwegen sind nicht nur eine Frage der Ästhetik. Rutschige oder unebene Gehwegplatten können gefährlich werden. Geht es um die Sicherheit der Bürger, müssen Städte und Gemeinden handeln. Die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) hat 2005 und 2006 in Braunschweig verschiedene Methoden der Unkrautbekämpfung getestet. Dabei ging es vor allem um den richtigen Methodenmix.

Die Braunschweiger Wissenschaftler arbeiteten mit thermischen Methoden wie Gasflammen („Weedmaster"), Wasserdampf („Weedcleaner") oder heißem Wasserschaum („Waipuna"). Weiterhin kamen eine Unkrautbürste mit rotierenden Stahlborsten und das Walzenstreichgerät „Rotofix" zum Einsatz. Letzteres streicht ein chemisches Herbizid gut dosiert und gezielt über die Pflanzen, ohne dass der Wirkstoff ins Grundwasser gelangen kann.

„Die Vorversuche haben gezeigt, dass alle Methoden ihre Schwächen haben", erläutert Projektleiter Dr. Arnd Verschwele. „Deshalb untersuchen wir, welche Kombinationen bei den verschiedenen Verunkrautungsverhältnissen am sinnvollsten sind." Thermische Verfahren wirken zum Beispiel gegen Moose besonders gut. Das Walzenstreichgerät Rotofix erzielt eine hohe Wirkung, kann aber erst eingesetzt werden, wenn die Unkräuter bereits eine gewisse Größe haben, damit die Walze sie erreicht.

Unkrautbekämpfung auf Gehwegen: Verschiedene Methoden, hier mit Heißdampf, werden bewertet.

Bei der Wahl der Bekämpfungsmethode spielen verschiedene Aspekte eine Rolle. Wie sind die Gehwege beschaffen? Wie stark sind sie verunkrautet und welche Unkrautarten herrschen vor? Auch die Nutzung der Wege beeinflusst das Verhalten der Unkräuter. Deshalb untersucht der BBA-Wissenschaftler auf 50 unbehandelten kleineren Beobachtungsflächen auf Gehwegen in der Stadt, wie sich die Verunkrautung im Laufe des Jahres entwickelt. In die Empfehlungen zum sinnvollen Methodenmix fließen auch ökonomische Aspekte ein. So ist

die chemische Behandlung mit dem Rotofix-Gerät zwar am kostengünstigsten, kann aber wegen der erforderlichen Genehmigung nur begrenzt eingesetzt werden. Thermische Verfahren sind in vieler Hinsicht umweltfreundlicher, aber aufgrund ihres hohen Energiebedarfs teuer. ■

Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere

Immer weniger Spurenelemente im Schweinefleisch

Schweinefleisch enthält weniger Eisen, Zink und Selen als in den gängigen Nährwerttabellen angegeben. Das haben Wissenschaftler am Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere (FBN) in Dummerstorf bei Rostock jetzt festgestellt. Die Tabellen, nach denen sich auch Ernährungstipps für Verbraucher richten, beruhen auf 15 Jahre alten Daten. Durch Züchtung und gezielte Fütterung wurden aber, den Verbraucherwünschen entsprechend, immer fettärmere und damit fleischreichere Schlachttiere produziert.

Die Untersuchungen an über 80 Muskelproben typischer deutscher Schweinerassen ergaben, dass der Eisengehalt um rund zwei Drittel unter den Werten in den Nährwerttabellen liegt. Bei Zink und Selen sind es etwa 40 Prozent weniger. Allein die aktuellen Werte für Kupfer stimmen mit den Angaben in den Nährwerttabellen überein. Ob sich auch die Fettsäurezusammensetzung im Fleisch von Schweinen und Rindern geändert hat, wird derzeit am FBN untersucht. Dass sich das Fettsäurespektrum im Fleisch durch die Fütterung generell beeinflussen lässt, konnte am FBN bereits gezeigt werden.

Die bisherigen Ergebnisse haben möglicherweise einen großen Einfluss auf die Ernährung: Fleisch trägt bis zu einem Drittel zur Eisenversorgung der Bevölkerung bei. Hauptlieferanten von Selen in der menschlichen Ernährung sind ebenfalls Fleisch, Fisch und Hühnereier. Das Institut empfiehlt daher eine schnelle Übernahme der neuen Daten in die Nährwerttabellen. ■

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

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. 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. ■

Impressum

FORSCHUNGSREPORT
Ernährung – Landwirtschaft – Verbraucherschutz
Sonderheft 2006

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

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

Redaktionsbeirat:
Dr. Stefan Kühne (SK), BBA Kleinmachnow
Dipl. Biol. Elke Reinking (ER), FLI Insel Riems
Dr. Walther Kühnhold (WK), BFAFi Hamburg

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

Internet-Adresse:
http://www.bmelv-forschung.de

Bildnachweis:
Wenn nicht anders angegeben, liegen die Rechte bei den jeweiligen Forschungseinrichtungen oder bei AgroConcept.

Erscheinungsweise:
Der ForschungsReport erscheint zweimal jährlich

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

ISSN 0931-2277

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 Gentechnik festgelegten Aufgaben. Beratung der Bundesregierung und Forschung auf dem Gesamtgebiet des Pflanzen- und Vorratsschutzes; wissenschaftliche Bewertung von Pflanzenschutzmitteln und Mitwirkung bei deren Zulassung; 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.: 0345/5008-111, 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**).

Kiel (BfEL)
SCHLESWIG-HOLSTEIN
Rostock (BFAFi)
Dummerstorf (FBN)
Groß-Lüsewitz (BAZ)
Greifswald – Insel Riems (FLI)
Trenthorst (FAL)
Großhansdorf (BFH)
MECKLENBURG-VORPOMMERN
Hamburg (BFH, BFAFi)
BREMEN
NIEDERSACHSEN
Wusterhausen (FLI)
Eberswalde (BFH)
Celle (FAL)
Mariensee (FAL)
Berlin (BBA, BfR)
Waldsieversdorf (BFH)
Müncheberg (ZALF)
Potsdam (ATB)
Großbeeren (IGZ)
Kleinmachnow (BBA)
Braunschweig (FAL, BBA)
SACHSEN-ANHALT
BRANDENBURG
Detmold (BfEL)
Münster (BfEL, BBA)
Quedlinburg (BAZ)
Aschersleben (BAZ)
NORDRHEIN-WESTFALEN
Halle (IAMO)
SACHSEN
Dresden (BAZ)
Erfurt (IGZ)
Jena (FLI)
Bonn (ZADI)
HESSEN
THÜRINGEN
RHEINLAND-PFALZ
Kulmbach (BfEL)
Bernkastel-Kues (BBA)
Darmstadt (BBA)
SAAR-LAND
Dossenheim (BBA)
Siebeldingen (BAZ)
Karlsruhe (BfEL)
BAYERN
Tübingen (FLI)
BADEN-WÜRTTEMBERG
Garching (DFA)
Bundeseinrichtungen
Hauptstandort
Nebenstandorte
Leibniz-Einrichtungen
Hauptstandort
Nebenstandorte

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