DIE ZEITSCHRIFT DES SENATS DER BUNDESFORSCHUNGSANSTALTEN

FORSCHUNGS Report

VERBRAUCHERSCHUTZ · ERNÄHRUNG · LANDWIRTSCHAFT

Langzeituntersuchungen – mit Ausdauer zur Erkenntnis

Mit Kaffee und Toast gesund in den Tag?

15 Jahre Agrarforschung im vereinigten Deutschland

Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft

2/2005

Guten Tag!

Langer Atem, der sich auszahlt

Langzeituntersuchungen – mit Ausdauer zur Erkenntnis. So lautet das Leitthema dieses Heftes und so könnte auch eines der Hauptziele der Ressortforschungseinrichtungen lauten.

Langzeitexperimente werden in unserer komplexen Welt immer bedeutsamer. Das trifft sowohl für unsere Arbeiten mit Boden, Pflanzen und Tieren als auch mit der gesamten Umwelt zu. Was nutzen kurzfristige, zum Beispiel einjährige monokausale Versuchsansätze mit Pflanzen, wenn Fragen der Pflanzen-Umwelt-Interaktionen unberücksichtigt bleiben? Fragen der prä- und postnatalen Prägung oder auch der metabolischen Programmierung bei Tier und Mensch werden heute verstärkt diskutiert und geben uns eine Vorstellung von der Komplexität der Zusammenhänge. Vor diesem Hintergrund relativiert sich auch hier der Wert von kurzfristigen, monokausalen Experimenten.

Viele Fragestellungen lassen sich nur durch langfristige, mehrfaktorielle Versuchsansätze beantworten. Derartige Ansätze sind meist auch sehr personal- und kostenaufwändig. Sie erfordern eine ausgeklügelte Versuchsgestaltung und bereits beim Versuchsansatz die frühzeitige Einbindung möglichst vieler kompetenter Partner.

Bedingt durch ihre Aufstellung haben die Ressortforschungseinrichtungen im Geschäftsbereich des BMVEL noch die nötigen Potenziale für derartige Langzeitexperimente. Mut zu Langzeitversuchen bedeutet demnach langen Atem, ausgereifte Konzepte, aber auch Verlässlichkeit in den Rahmenbedingungen. Selbst wenn verschiedene, in Langzeitexperimenten untersuchte Fragestellungen für das aktuelle Tagesgeschäft der Agrar-, Ernährungs- und Umweltpolitik wenig bedeutsam erscheinen, würde der Abbruch derartiger Versuche einen nicht wieder gut zu machenden Verlust bedeuten, denn die Basis von 10 oder sogar mehr als 100 Versuchsjahren wäre unwiederbringlich verloren. Eine kritische Überprüfung der Fragestellungen ist jedoch in regelmäßigen Abständen nötig. Langzeitexperimente erfordern nicht nur Ausdauer bei den betreuenden Wissenschaftlern, sondern auch bei den politisch Verantwortlichen bzw. den Geldgebern. Langzeitexperimente sind mit Denken und Handeln in Generationen vergleichbar, haben also auch etwas mit Nachhaltigkeit und Generationenvertrag zu tun.

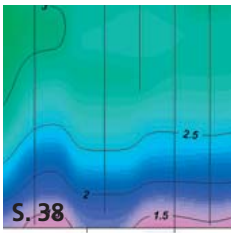
Nicht unerwähnt soll auch der Beitrag in diesem Heft zu 15 Jahren deutscher Einheit bleiben. Auch hier ist eine Art Langzeitexperiment gestartet worden, und wenn wir den friedlichen Übergang und die sich daraus ergebenden Chancen heute schon als selbstverständlich ansehen, ist dies ein erfreuliches Ergebnis. Dabei darf nicht übersehen werden, dass 40 Jahre Trennung – also viel mehr als eine Generation – nicht in 15 Jahren kompensiert werden können.

Tatsächlich ist in diesen 15 Jahren sehr viel geschehen; das betrifft sowohl persönliche Schicksale als auch die Entwicklung der Forschungseinrichtungen. Zur BMVEL-Ressortforschung kamen bedeutsame Forschungsstandorte wie die Insel Riems (FLI) und Quedlinburg (BAZ), Kleinmachnow (BBA) und Jena (FLI) – dazu auch die Leibniz-Institute in Dummerstorf, Großbeeren/Erfurt, Halle, Müncheberg und Potsdam-Bornim, die sich aktiv in den BMVEL-Forschungsbereich einbringen. Durch die neuen Standorte konnte das agrarwissenschaftliche Potenzial wesentlich erweitert werden. Wenn man heute Einrichtungen der BMVEL-Ressortforschung besucht, spielt die Ost/West-Frage eigentlich kaum noch eine Rolle. Vielmehr geht es darum, die Bedingungen für eine qualitativ hochwertige Beratung auf der Basis fundierter Forschung weiter zu verbessern.

Mit freundlichen Grüßen

Ihr

Prof. Dr. Gerhard Flachowsky
Präsident des Senats der Bundesforschungsanstalten



Berichte aus der Forschung

Die Brandenburger Schichtholzhecke
Hecken für das platte Land 4

Apfelzüchtung in Deutschland – vom Samen zur Sorte 10

Versuch macht klug – Dauerversuch macht klüger! 14

Wann reicht die Hälfte?
Langzeitversuche zur Einschätzung des Reduktionspotenzials von Pflanzenschutzmitteln 18

Hochwertiges Getreide durch kontinuierliche Qualitätserhebungen
Besondere Ernte- und Qualitätsermittlung (BEE) als Beratungsinstrument für die Agrar- und Verbraucherpolitik und ihre Zielgruppen 21

Dem Wald die Geheimnisse entlocken 26

Der lange Weg ins Gehirn
BSE-Pathogenesestudie bei Rindern am Friedrich-Loeffler-Institut: aktueller Stand 30

Mit dem Kabeljau durch Raum und Zeit
Langzeitanalysen in der Fischereiforschung – Voraussetzung für eine nachhaltige Bewirtschaftung 34

Warmes Wasser und Eisschmelze bei Grönland 38

Mit Kaffee und Toast gesund in den Tag?
Melanoidine: Bräunungsprodukte mit Gesundheitsaspekt 41

Portrait

15 Jahre Agrarforschung im vereinigten Deutschland 45

Staatliche Ernährungsvorsorge in Krisenfällen 50

Nachrichten 52

Impressum 56

Tagungen 57

Der Forschungsbereich 59

Die Brandenburger Schichtholzhecke

Hecken für das platte Land

Stefan Kühne (Kleinmachnow)

Die mit der Wiedervereinigung Deutschlands veränderten bäuerlichen Besitzverhältnisse, aber auch das wachsende Bewusstsein für Natur- und Umweltschutz, ermöglichten nach Jahrzehnten der Flurbereinigung eine Renaissance der Hecke in der ostdeutschen Landwirtschaft. Die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) startete deshalb 1993 das Pilotprojekt „Brandenburger Schichtholzhecke", mit dem der Weg einer ökonomischen und ökologischen Neuanlage von Saumstrukturen demonstriert werden sollte. Über einen Zeitraum von mehr als 10 Jahren wurde die Etablierung der Hecke dokumentiert und ihre Bedeutung als Lebensraum für Pflanzen und Tiere untersucht.

Die Idee zur Anlage der Schichtholzhecke ist einfach, aber nicht ganz neu. Bereits in den 30er Jahren des vergangenen Jahrhunderts hat der Brandenburger Chirurg und Begründer der naturnahen Waldwirtschaft August Bier (1861–1949) Baum und Strauchschnitt am Waldrand als Windschutz zu hohen Wällen aufgeschichtet. Hermann Benjes hat das Prinzip in Westdeutschland in den 80er Jahren zur Neuanlage von Hecken populär gemacht. Die so genannten Benjeshecken sind aufgeschichtete Totholzwälle, die durch Selbstbegrünung entstehen. Gehölzsamen werden durch Windanflug oder Vogelkot eingetragen und keimen im Schutz der Wälle. Das Totholz gibt gewissermaßen die Starthilfe für das Wachstum der Heckensträucher. Auf Zäune als Verbissschutz gegen hungrige Rehmäuler kann dabei verzichtet werden, da das Gestrüpp den jungen Aufwuchs schützt.

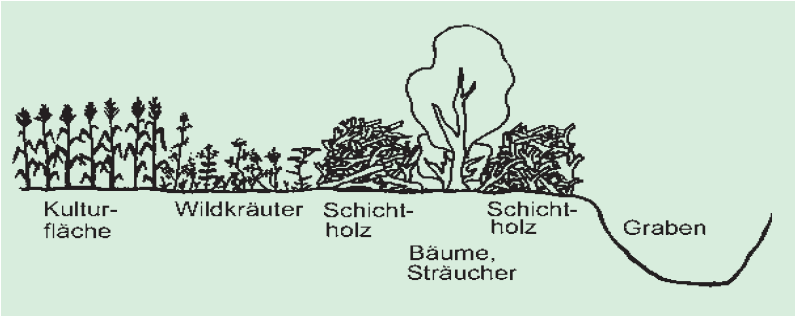


Abb. 1: Querschnitt durch die Brandenburger Schichtholzhecke

Die Brandenburger Benjes-Variante

Ob diese in vielen Teilen Westdeutschlands erfolgreich erprobte Methode auf die Brandenburger Verhältnisse übertragbar war, musste Anfang der 90er Jahre noch geklärt werden, denn die sandigen Böden der Mark sind teilweise von minderer Qualität, und geringe Niederschläge erschweren das Pflanzenwachstum. Die Idee, eine Begrünung der Hecke durch

Pflanzung junger Bäume und Sträucher gezielt zu lenken und zu beschleunigen, war naheliegend und wurde an verschiedenen Orten in Ostdeutschland gleichzeitig praktiziert.

Das Pilotprojekt „Brandenburger Schichtholzhecke" hat neben der einreihigen Bepflanzung der Totholzwälle mit Bäumen und Sträuchern die Anlage von blühenden Krautstreifen in die Konzeption eingeschlossen, um die ökologischen Vorteilswirkungen von Feldhecken und Feldrainen zu kombinieren (Abb. 1). Die Umsetzung des Projekts erfolgte in gemeinsamer Arbeit mit den Berliner Stadtgütern als Bewirtschafter der Flächen, dem Forst und einer örtlichen Naturschutzgruppe auf einer Ackerfläche am südlichen Stadtrand von Berlin in der Gemeinde Osdorf.

Vom Frühjahr bis zum Herbst 1993 wurden auf einer Länge von 575 Metern zwei parallel zueinander verlaufende Gestrüppwälle (3 m breit, 2 m hoch) aus Totholz entlang eines Grabens maschinell aufgeschichtet und dazwischen heimische Bäume und Sträucher (z. B. Feldulme, Vogelkirsche, Eberesche, Traubeneiche, Winterlinde, Holzapfel, Schlehe) einreihig gepflanzt. Den Abschluss der Wälle bildeten große, übereinanderliegende Baumstammabschnitte. Im Frühjahr 1994 wurde entlang der Hecke ein 5 m breiter Wildkrautstreifens angelegt, der im Abstand von 50 bis 60 Metern quer verlaufende, buhnenförmige Totholzwälle aufwies. Diese dienten als Schutz gegen das Überpflügen durch Landmaschinen. Auf den einzelnen Abschnitten des Wildkrautstreifens wurden drei unterschiedlichen Samen-Mischungen ausgesät (Tübinger Mischung, Mischung der Biologischen Bundesanstalt, Nentwig-Mischung; vgl. Kasten auf S. 6), die in den nachfolgenden Jahren mit einer Selbstbegrünungsvariante verglichen wurden.

Krautstreifen ansäen oder selbst begrünen?

Zu dieser Frage gibt es auch heute noch unter Naturschützern und Landwirten ganz unterschiedliche Meinungen. Aus den Ergebnissen der Langzeitbeobach-

1993

1995

1998

2004

Entwicklung der Hecke 1993–2004

Samenmischungen für Wildkrautstreifen

Auf den Wildkräuterparzellen entlang der Brandenburger Schichtholzhecke kamen drei verschiedene Saatmischungen zum Einsatz:

Die „Nentwig-Mischung" wurde in der Schweiz von Prof. Wolfgang Nentwig zur Einsaat von Ackerkrautstreifen innerhalb von Feldkulturen entwickelt. Sie besteht aus einer speziellen Mischung von Deckfrüchten, Bodenbedeckern und Wildpflanzen. Insgesamt enthält sie 32 Arten. Der Anteil an Stauden und Zweijährigen ist dabei mit 23 Arten hoch.

Die „Mischung der Biologischen Bundesanstalt" wurde zur Anlage dauerhafter Wildkräuterstreifen unter Verwendung von 22 Pflanzenarten zusammengestellt. Sie enthält neben ein- und mehrjährigen Wildkräutern eine Grasuntersaat. Die konkurrenzschwachen, horstbildenden Gräser sollen für eine hohe Bodenbedeckung im zweiten Jahr sorgen und so der Ansiedlung von unerwünschten Ackerunkräutern entgegenwirken.

Die „Tübinger Mischung" wurde vornehmlich als Bienenweide mit 12 Pflanzenarten von einer Arbeitsgruppe der Universität Tübingen entwickelt. Sie enthält hauptsächlich Kulturpflanzen und Gartenformen von Wildpflanzen. Die Mischung wird für Rotationsbrachen empfohlen.

tung lassen sich folgende Schlussfolgerungen ableiten:

Die Wildkrautstreifen der Nentwig- und BBA-Mischung sind auch 10 Jahre nach ihrer Etablierung durch die Pflanzen der Ansaatmischung charakterisiert und unterscheiden sich deutlich von der Selbstbegrünung. Auf beiden Flächen hat sich der Rainfarn zwar deutlich ausgebreitet, aber auch die Wiesen-Flockenblume, Moschus-Malve und Gewöhnliche Schafgarbe sind bestandsbildend. Einige Ansaatpflanzen haben sich auch auf Bereiche der Selbstbegrünung ausgebreitet wie z. B. die Großblütige Königskerze oder die Wilde Karde. Während auf den Flächen der Nentwig-Mischung noch 15 der 32 Ansaat-Arten vorhanden sind, wurden auf den Flächen der Tübinger Mischung alle angesäten Arten verdrängt (12 Arten, hauptsächlich Einjährige, u. a. Phacelia, Ölrettich, Gelbsenf, Kornblume). Die höchste Pflanzenartenvielfalt findet sich nach 10 Jahren auf den Selbstbegrünungsflächen (Abb. 2).

Die blütenreichen Streifen lockten eine Vielzahl von blütenbesuchenden Insekten an. Während die Ansaatflächen, insbesondere die Nentwig- und BBA-Mischungen, schon im ersten Jahr eine große Attraktivität auf Schwebfliegen ausübten, traten auf den selbstbegrünten, blütenarmen Flächen wesentlich geringere Individuen- und Artenzahlen auf (Abb. 3). Auch nach 10 Jahren übt die Nentwig-Mischung auf Schwebfliegen die höchste Attraktivität aus.

Ein völlig anderes Bild zeigte sich bei den Heuschrecken. Diese wärmeliebende Insektengruppe meidet die dichten und

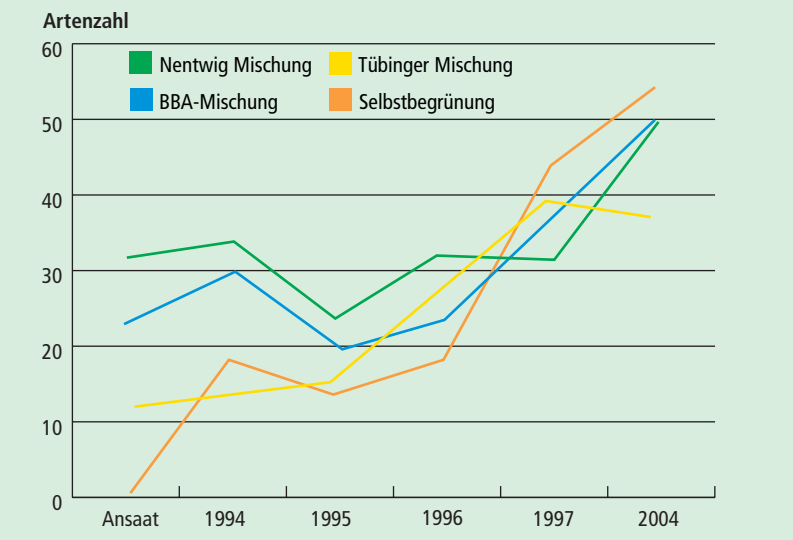


Abb. 2: Entwicklung der Pflanzenartenzahlen in den Wildkrautparzellen

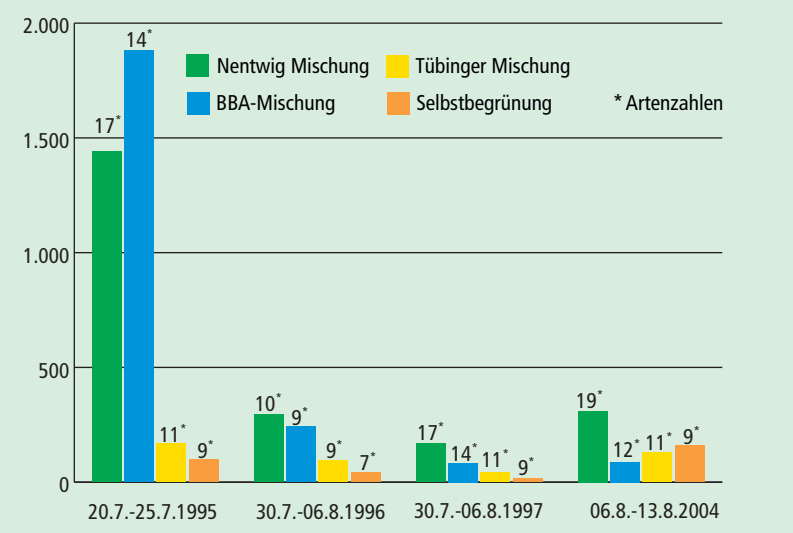


Abb. 3: Arten- und Individuenzahl von Schwebfliegen in den verschiedenen Wildkrautparzellen (Malaisefänge)

hohen Staudenfluren der Ansaatflächen. Sie bevorzugen die grasigen und kurzen Bestände der Selbstbegrünung, die sich durch die Sonnenstrahlung schnell aufwärmen. Im Durchschnitt haben sich 4 Individuen pro Quadratmeter dort angesiedelt, während auf der Nentwig- und BBA-Mischung durchschnittlich weniger als eine Heuschrecke pro Quadratmeter zu finden waren (Abb. 4).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass sich Wildkräuteransaaten aufgrund eines hohen Blütenangebotes positiv auf das Auftreten von blütenbesuchenden Nützlingen in der Feldflur auswirken. Weiterhin erschweren sie die Besiedlung der aus ackerbaulicher Sicht unliebsamen Problemunkräuter wie Acker-Kratzdistel oder Windhalm. In Kombination mit einer selbstbegrünenden Brache kann der Naturschutzwert dieser Flächen aber gesteigert werden, da sich über einen längeren Zeitraum eine höhere Pflanzenartenvielfalt und damit auch andere Tierartengruppen einstellen.

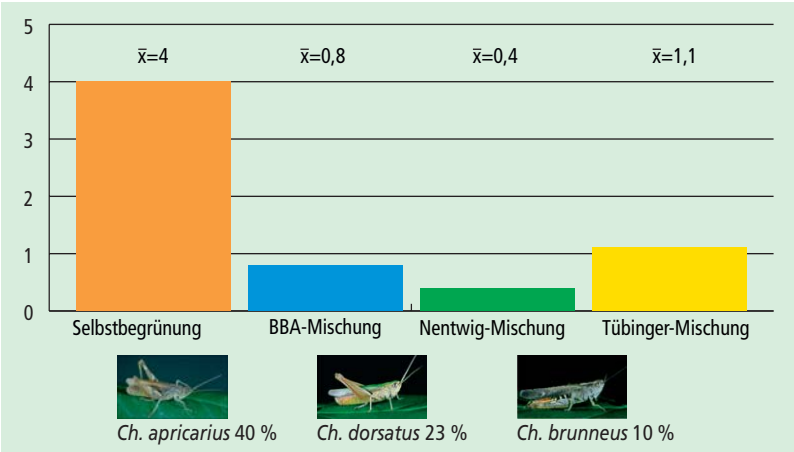


Abb. 4: Mittlere Anzahl Heuschrecken in den verschiedenen Wildkrautparzellen (Aug. 2004)

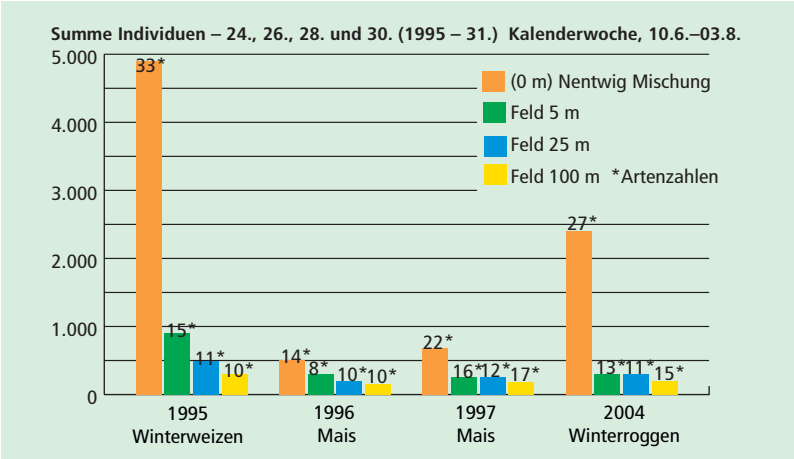


Abb. 5: Arten- und Individuenzahl von Schwebfliegen in unterschiedlichen Feldtiefen vom Rand der Hecke

Nützlinge werden angelockt

Untersuchungen zum Auftreten von Schwebfliegen auf den Wildkräuterstreifen und dem angrenzenden Winterweizen haben ergeben, dass der Krautstreifen wesentlich attraktiver war als das Feld – 1995 wurde dort eine fünffach höhere Aktivität ermittelt als in 5 m Feldtiefe. Mit Hilfe von Malaisefallen wurden in einem vierwöchigen Zeitraum in den Monaten Juni und Juli im Krautstreifen 4.940 Schwebfliegen gefangen, während im 5 m Bereich des Feldes nur 904 Individuen gezählt wurden (Abb. 5). Obwohl im Jahr 2004 im gleichen Fangzeitraum im Krautstreifen nur etwa halb so viel Individuen

(2.413) gefangen wurden wie 1995, erhöhte sich das Aktivitätsverhältnis zum Feld (Winterroggen) um das siebenfache (336 Schwebfliegen). Die Zahlen belegen eindrucksvoll, wie die Insektenvielfalt in der Agrarlandschaft durch blütenreiche Randstreifen belebt wird.

Dass die Zunahme der Schwebfliegen auch zu einem erhöhten Druck auf die Population schädlicher Blattläuse im angren-

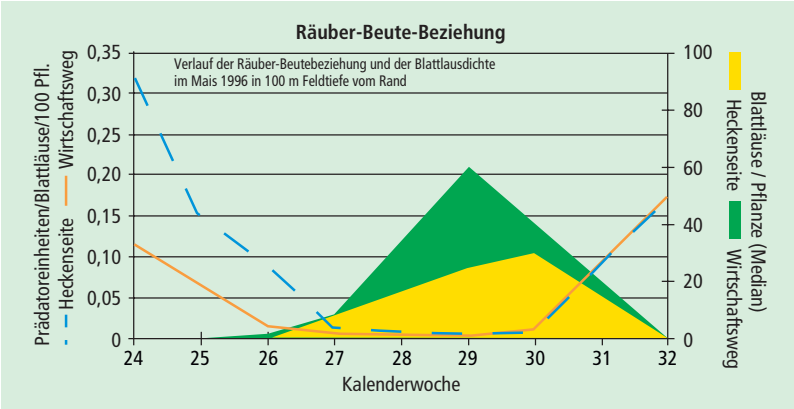


Abb. 6: Verlauf der Räuber-Beutebeziehung und der Blattlausdichte im Mais 1996 in 100 m Feldtiefe vom Rand der Hecke

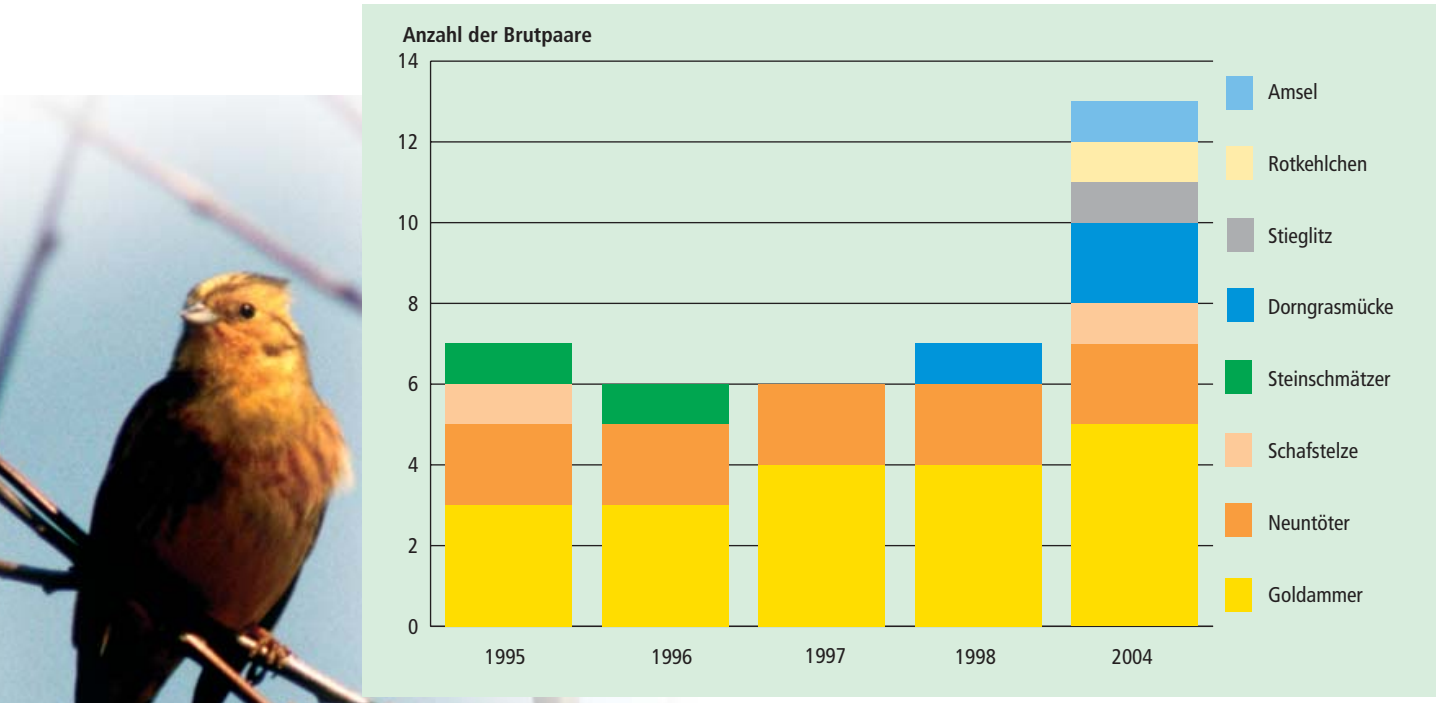
zenden Feld führen kann, haben dreijährige Untersuchungen von 1995 bis 1997 gezeigt. Dabei wurde das Räuber/Beuteverhältnis im Feldbereich entlang der Hecke mit der gegenüberliegenden Feldseite (Entfernung 1.300 m) verglichen, die an einen strukturarmen Wirtschaftsweg mit einem etwa einen Meter breiten, grasigen Saum grenzte. Von Ende Juni bis Anfang August erfolgten in zunehmendem Abstand vom Feldrand (5 m, 25 m und 100 m) wöchentliche Bonituren von jeweils 10 x 10 Pflanzen pro Linie. Die Zahlen der erfassten Marienkäfer, Marienkäferlarven, Schwebfliegenlarven, Florfliegenlarven und Spinnen wurden zur besseren Vergleichbarkeit des Räuber-Beuteverhältnisses in Prädator-Einheiten umgerechnet. Damit wird es möglich, die Leistung der verschiedenen Nützlingsgruppen vergleichbar zu bewerten. Während 1995 im Winterweizen nur geringfügige Unterschiede zwischen der Entwicklung der Blattlauspopulation in beiden Feldbereichen zu beobachten waren, zeigten sich in der Kultur Mais 1996 und 1997 deutliche Unterschiede. Während der gesamten Untersuchungsdauer waren die Blattlausdichten auf der Heckenseite in allen drei Feldtiefen geringer. Das Räuber-Beuteverhältnis (Prädator-Einheiten/Blattläuse/100 Pflanzen) gestaltete sich 1996 und 1997 bereits vor dem Beginn der Blattlaus-Massenvermehrung auf der Feldseite mit der strukturreichen Hecke günstiger als in dem gegenüberliegenden Feldbereich. Dies kann als Ursache für die geringeren Blattlausdichten angenommen werden (Abb. 6).

Die Gehölze – wichtiger Lebensraum für Vögel

Der Gehölzbestand hat sich mit insgesamt 354 gepflanzten Gehölzen 1994 über 506 Gehölze im Jahr 1998 auf 460 Gehölze im Jahr 2004 stabilisiert. Die Artenzahl der Gehölze ist um das fünffache gestiegen, von 12 angepflanzten Arten 1993 auf 55 Arten im Jahr 2004. Vor allem die durch das Totholz eingebrachten Gehölzsamen (insbesondere verschiedene Wildrosenarten – *Rosa* spp.) haben schon 1994 zu diesem Artenanstieg beigetragen. Die Totholzwälle sind nach 10 Jahren zum großen Teil verrottet und nicht mehr vorhanden. Die einreihig gepflanzten Gehölze dominieren nun das Erscheinungsbild der Hecke. Die Abbildung 7 verdeutlicht die Größenzunahme der Traubeneiche (*Quercus petraea*) und die Abnahme der Gestrüppwälle innerhalb von 10 Jahren. Eine Selbstbegrünung der Totholzwälle aus der Mitte der Schichtholzpackungen

Abb. 7: Nach 10 Jahren dominieren Gehölze wie die Traubeneiche das Erscheinungsbild der Hecke

Abb. 8: Die Brutvögel der Hecke



heraus ist nicht erfolgt. Nur am unmittelbaren Außenrand der Gestrüppwälle ist es insbesondere den Wildrosen und Weiden gelungen, sich selbst anzusiedeln. Die Ansiedelung ist aber nur dort erfolgt, wo die Totholzpackungen auf den gepflügten Ackerboden abgelegt wurden. Hier hatten die ausfallenden Sämlinge die Möglichkeit, sich im Schutz der Wälle zu etablieren. Der westliche Gehölzwall ist auf den mit Gräsern bewachsenen Grabenrand abgelegt worden und deshalb ohne nennenswerten Gehölzzuwachs. Aus diesem Grund hat sich keine durchgehende dreireihige Heckenstruktur herausgebildet, wie bei der Konzeption erhofft. Vielmehr wird der einreihige Bewuchs durch dicht zusammenstehende Gehölzgruppen zum Beispiel von bis zu 10 Weidengehölzen (*Salix* spp.) aufgegliedert, die entlang der buhnenförmigen Querwälle bis an den Rand der Ackerfläche reichen. Die ursprünglich geradlinige Anlage der Hecke mit ihrer strengen Aufteilung in Kraut- und Gehölzstreifen ist dadurch aufgebrochen. Die Strukturvielfalt hat sich durch viele verschiedene, räumlich abgetrennte Lebensräume enorm erhöht.

Bereits im Sommer 1994, nachdem die Anlage der Hecke mit der Aussaat der Krautstreifen beendet war, konnte ein Brutpaar des Neuntöters bei der Aufzucht der Jungvögel in den Totholzwällen beobachtet werden. Damit hat eine Leitart für Heckenbiotope die entstandene Habitatstruktur sofort als Brutplatz genutzt. In den Folgejahren haben jeweils zwei Brutpaare dieser Art die Hecke besiedelt. Bis 1998 blieb die jährliche Zahl der Brutpaare pro 100 lfd. Meter auf gleichbleibend geringem Niveau (1,0 bis 1,2). Erst im Jahr 2004 hatte sie sich auf 2,3 Brutpaare pro 100 lfd. Meter verdoppelt (13 Brutpaare). Damit entsprechen diese Dichten den Erfahrungen für 10 m breite und strukturreiche Hecken (Abb. 8).

Info-Material:

Dokumentarfilm begleitet die Heckenanlage
In Zusammenarbeit mit der Humboldt-Universität zu Berlin ist ein 15-minütiger VHS-Videofilm entstanden, der die Anlage der Brandenburger Schichtholzhecke begleitet. Die Bedeutung des Wildkräuterstreifens als Lebensraum für Nützlinge wie Marienkäfer, Schwebfliegen und Florfliegen sowie ihre Entwicklungsbiologie werden im Film dargestellt.

Multimedia CD-ROM
Die Langzeitstudie hat belegt, wie Interessen der Landwirtschaft mit denen des Naturschutzes verknüpft werden können. In Zusammenarbeit von BBA, Naturschutzbund Deutschland e. V. und dem aid-Infodienst ist eine multimediale CD-ROM entstanden, die über die Bedeutung verschiedener Saumbiotope für die Landwirtschaft und als Lebensraum für Pflanzen und Tiere informiert. Verschiedene Möglichkeiten der Neuanlage und Pflege von Hecken und Rainen werden vorgestellt. Ein Pflanzenarten-Lexikon und umfangreiche Adressenlisten ergänzen das Angebot.

Bestellmöglichkeit
aid-Vertrieb DVG,
53340 Meckenheim,
Servicetelefon: 0 22 25/92 61 46,
bestellung@aid.de oder www.aid-medienshop.de

VHS-Video „Die Brandenburger Schichtholzhecke"
(Bestell-Nr. 8975; 15,50 €)
CD-ROM „Hecken und Raine in der Agrarlandschaft"
(Bestell-Nr. 3424; 20,50 €)

Abb. 9: Vermüllung von Schichtholzhecken

Menschen verursachen Probleme

Dem Beispiel des Pilotprojektes Brandenburger Schichtholzhecke folgend sind eine Vielzahl ähnlicher Hecken in Brandenburg entstanden. An Stellen, wo mit Fahrzeugen ein direkter Zugang zu den Gestrüppwällen möglich war, gab es immer wieder Probleme mit Vermüllung. Regelmäßig mussten solche Hecken von Kühlschränken, Autobatterien, alten Fahrrädern oder aber auch Gartenabfällen gereinigt werden (Abb. 9). Teilweise kam es auch zu mutwilligen Zerstörungen durch Feuer. Aus diesem Grund sollte bei der Auswahl der Flächen für die Heckenanlage solche Gebiete bevorzugt werden, zu denen man den Zugang mit Fahrzeugen verwehren kann. ■

PD Dr. habil. Stefan Kühne, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für integrierten Pflanzenschutz, Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow. E-mail: s.kuehne@bba.de

Apfelzüchtung in Deutschland – vom Samen zur Sorte

Andreas Peil und Magda-Viola Hanke (Dresden-Pillnitz)

Abb. 1: Bestäubung der Narbe mit Pollen des Vaters

Die Züchtung neuer Apfelsorten wird in Deutschland am Institut für Obstzüchtung der Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen (BAZ) in Dresden-Pillnitz betrieben und kann dort auf eine lange Tradition zurückblicken. Im Mittelpunkt steht die Entwicklung mehrfach resistenter Apfelsorten, deren Anbau die Umwelt ökologisch nicht belastet und gleichzeitig ökonomische Vorteile bringt. Bevor jedoch aus einem Samen eine neue Apfelsorte wird, ist ein langer Weg zurückzulegen. Dieser Weg wird seit 80 Jahren kontinuierlich beschritten, es ist in Pillnitz gelungen, ein Sortiment sowohl von ertragreichen und wohlschmeckenden als auch resistenten Apfelsorten für den Markt zur Verfügung zu stellen. Aber was noch wichtiger ist: Es werden jährlich neue Zuchtklone erstellt, die das Ausgangsmaterial für eine notwendige Weiterentwicklung von Apfelsorten darstellen.

Vom Samen zur Sorte

Am Anfang der Züchtung steht das Zuchtziel, das sich beim Apfel aus einer Vielzahl von Merkmalen zusammensetzt. Dies sind zum einen Fruchtmerkmale wie Aussehen, Geschmack, Saftigkeit, Knackigkeit, Lagerfähigkeit und Haltbarkeit, zum anderen Ertrags- und Wuchsmerkmale des Baumes und die Widerstandsfähigkeit gegenüber biotischen und abiotischen Stressfaktoren. In den letzten Jahren haben vor allem Fruchtmerkmale an Bedeutung gewonnen. Dazu zählen Festigkeit, Saftigkeit und Lagerfähigkeit. Die Lagerfähigkeit ist besonders für die Vermarktung von Bedeutung, da Handelsketten eine Apfelsorte möglichst lange, am besten das ganze Jahr über, im Angebot haben möchten. Die Merkmale Festigkeit und Saftigkeit entsprechen den Verbraucheransprüchen, hier ist darüber hinaus eine stärkere Nachfrage nach süßlichen Äpfeln zu verzeichnen.

Die Auswahl der Zuchtziele bestimmt, welche Elternsorten ausgewählt werden, aus denen man dieses Zuchtziel zu kombinieren erhofft. Eine Ausnahme stellt hier die Einkreuzung von Resistenz aus einer Wildart dar, da es dabei im ersten Schritt nur um die Vererbung eines einzelnen Merkmales geht. Zusammen mit dem erwünschten Merkmal – der Fähigkeit zur Abwehr von Schaderregern – werden aber auch viele negative Eigenschaften der Wildart vererbt, die durch Rückkreuzungen wieder eliminiert werden müssen.

Wie geht die Kreuzung vor sich?

Nach der Auswahl der Elternsorten werden von der gewählten Vatersorte Blüten im Ballonstadium geerntet, aus denen dann die Antheren (Staubgefäße) präpariert werden. Nach zwei Tagen Trocknung können die Pollen ausgeschüttelt, mit einem Pinsel aufgenommen und auf die Narben der Blüten der Muttersorte appliziert werden (Abb. 1). Zum Schutz vor Fremdbestäubung durch Insekten werden die bestäubten Blüten mit Tüten überzogen (Abb. 2). Sobald die Äpfel reif sind, werden die Kerne ausgepult und in einem Sandsäckchen für ungefähr 90 Tage bei 4 °C stratifiziert.[1]

1 = Apfelsamen benötigen eine Kälteperiode, um auskeimen zu können. Die Brechung der Keimruhe durch Kälteeinwirkung wird Stratifizierung genannt.

Abb. 2: Kreuzungsbaum mit Tüten

Nach der Aussaat im Januar werden die Pflanzen mit Licht angezogen und in die Generationsbeschleunigung im Gewächshaus überführt. Generationsbeschleunigung bedeutet, dass der Sämling durch Licht zu schnellem Wachstum angeregt und so die Bildung von adultem Holz beschleunigt wird, welches in der Lage ist, Blüten hervorzubringen. Die Sämlinge der Kreuzungen, in denen auf Schorfresistenz selektiert werden soll, werden darüber hinaus im 3–5-Blatt-Stadium im Gewächshaus mit Konidien des Schorfpilzes inokuliert. Nach Bonituren, die sich über vier Wochen erstrecken, werden die anfälligen Sämlinge verworfen und nur die resistenten Sämlinge in die Generationsbeschleunigung gegeben. Nach ein oder zwei Jahren kann im Gewächshaus im Februar adultes Holz von den Sämlingen gewonnen werden; diese Edelreiser werden dann im Frühjahr im Freiland auf Unterlagen veredelt. Dazu wird eine Unterlage, die im Herbst vorher ins Freiland gepflanzt wurde, auf ungefähr 40–50 cm Höhe zurückgeschnitten und das Edelreis auf die Unterlage kopuliert.

In den nächsten fünf Jahren erfolgt der erste, bei resistenten Sämlingen der zweite Selektionsschritt. Von Klonen mit ansprechendem Wuchs und guter Fruchtqualität werden dann durch Veredelung auf Unterlagen drei Bäume hergestellt und die Ausprägung der Blüh-, Frucht-, Ertrags- und Wuchseigenschaften werden innerhalb von drei bis fünf Fruchtperioden bonitiert, aber auch das Verhalten gegenüber Pathogenen. Zuchtklone, die hier überzeugen und dem gewünschten Zuchtziel entsprechen, können dann in eine Leistungsprüfung überführt werden, in der vor allem die obstbauliche Eignung der Zuchtklone gegenüber Standardsorten geprüft wird. Die Leistungsprüfung dauert acht bis fünfzehn Jahre. Dieser Zeitraum ist notwendig, um beurteilen zu können, wie stabil das Ertragsverhalten und wie groß der Einfluss der Umweltbedingungen ist.

In die Leistungsprüfungen werden auch Landesanstalten für Landwirtschaft einbezogen, um den Einfluss unterschiedlicher Standorte in ganz Deutschland und damit die Eignung des Klons für den Anbau unter unterschiedlichen Bedingungen zu prüfen. Während der Leistungsprüfung wird dann entschieden, ob es zur Anmeldung des Zuchtklons für eine Registerprüfung beim Bundessortenamt kommt.

Pinova – der lange Weg zum Erfolg

Mitte der 70er Jahre wurde am damaligen Institut für Obstforschung in Dresden-Pillnitz ein Zuchtklon selektiert, der später den Namen einer neuen Apfelsorte – 'Pinova' (Abb. 3) – erhielt. Der Zuchtklon geht auf einen Sämling zurück, der 1965 aus Samen der Kreuzung 'Clivia' mit 'Golden Delicious' am Institut für Acker- und Pflanzenbau der Deutschen Akademie für Landwirtschaftswissenschaften in Müncheberg herangezogen wurde.

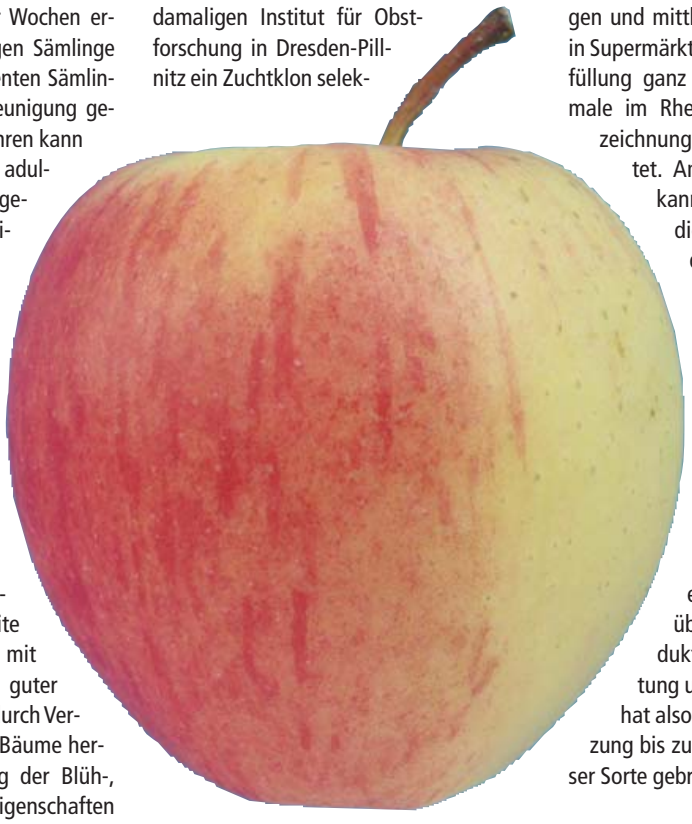


Abb. 3: 'Pinova' (Foto: H.G. Levin, BLE)

1971 gelangte dieser Sämling zusammen mit anderem Apfelzuchtmaterial in die Versuchsgärten nach Dresden-Pillnitz. Nach der Auslese des Sämlings kamen Verklonungen im Jahre 1980 in die Leistungsprüfung. 'Pinova' erhielt im Jahre 1986 Sortenschutz und die Sorte wurde in die Produktion eingeführt, mehr als 20 Jahre nach der Aussaat der Sämlinge. Damit gelangte 'Pinova' zu den Obstbauern und in den Verkauf. Der langsame Aufstieg als Sorte und damit die Anerkennung der unbestrittenen Qualitäten von 'Pinova' begann aber erst nach Anerkennung des EU-Sortenschutzes im Jahre 1996.

Etwa ab dem Jahr 2000 ist europaweit ein zunehmendes Interesse an dieser Sorte zu verzeichnen; die Anbauflächen stiegen und mittlerweile wird 'Pinova' sogar in Supermärkten angeboten oder unter Erfüllung ganz bestimmter Qualitätsmerkmale im Rheintal unter der Markenbezeichnung 'Rheintal Pinova' vermarktet. Am Werdegang dieser Sorte kann man ermessen, wie lange die klassische Apfelzüchtung dauert, bevor mit einem „Return of Investment" gerechnet werden kann.

Bei 'Pinova' hat es mehr als 20 Jahre von der Kreuzung bis zur Erteilung des Sortenschutzes gedauert. Dazu kommt noch die Zeit, bis Baumschuler, Anbauer, Vermarkter und Verbraucher ebenfalls von dieser Sorte überzeugt sind, bis die Produktion und damit die Vermarktung und der Verkauf beginnen. Es hat also rund 40 Jahre von der Kreuzung bis zum weiträumigen Anbau dieser Sorte gebraucht.

Resistenzzüchtung beim Apfel

Ein Hauptanliegen der Sortenzüchtung des Instituts für Obstzüchtung im Rahmen der Ressortforschung ist die Entwicklung von Obstsorten mit natürlicher Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten und Schädlinge sowie mit Frosttoleranz. Ziel beim Apfel ist die Züchtung mehrfach resistenter Sorten, die es erlauben, den intensiven Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im Apfelanbau drastisch zu reduzieren. Damit wird eine ökologische, nachhaltige Produktion ermöglicht, die gleichzeitig den Verbraucherschutz fördert. Hin-

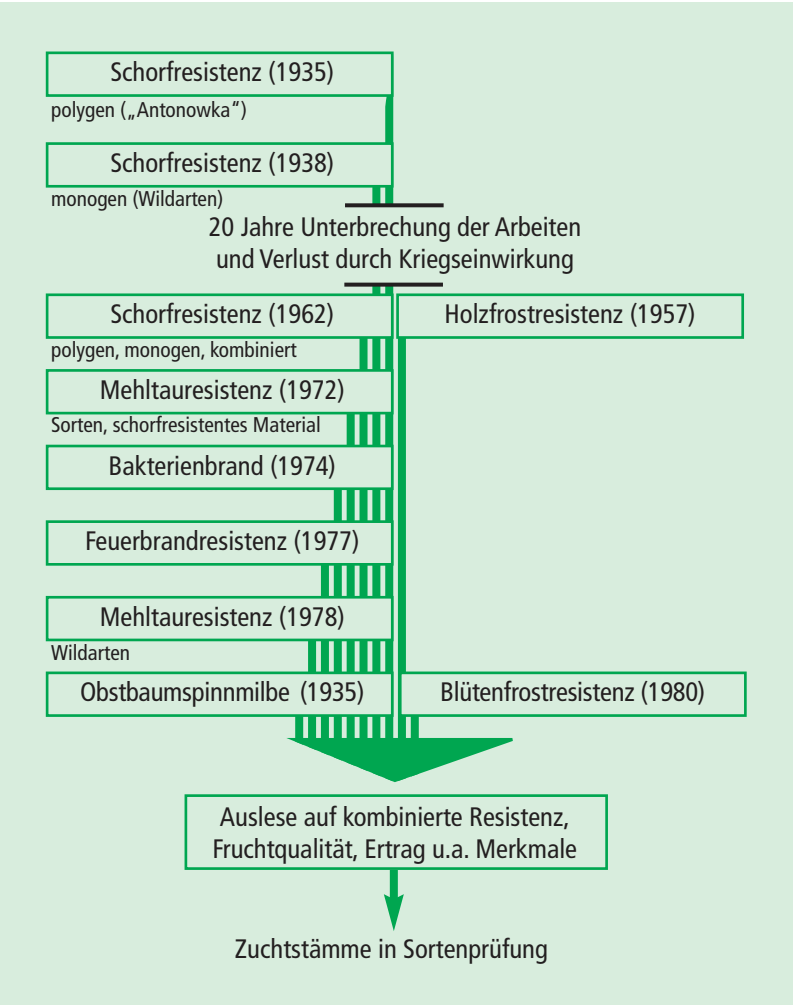


Abb. 4: Resistenzzüchtung beim Apfel – Entwicklung und Zuchtetappen des Züchtungsprogramms (aus: Physiologische Grundlagen des Obstbaues)

sichtlich des Geschmacks, der Qualität und der sonstigen Anbaueigenschaften müssen resistente Sorten jedoch mindestens ebenso so gut sein wie bereits etablierte Sorten, um am Markt eine Chance zu haben. Gerade beim Geschmack werden resistente Sorten noch von vielen Verbrauchern als nicht ebenbürtig erachtet.

Die Resistenzzüchtung an Apfel in Dresden-Pillnitz geht auf die Anfänge der systematischen Obstzüchtung in den 30er Jahren in Deutschland zurück. Ausgehend von diesem Material, das kontinuierlich fortentwickelt wurde (Abb. 4), wird am Institut für Obstzüchtung weitergearbeitet. Dabei steht der Apfelzüchter immer wieder vor neuen Herausforderungen. So ist zum Beispiel die Schorfresistenz „Vf", die aus der Wildart *Malus floribunda* stammt, mittlerweile durchbrochen – vormals widerstandsfähiges Material ist wieder anfällig. Andere, neue Schorfresistenzgene müssen Eingang in das Züchtungsprogramm finden. Um dauerhafte Schorfresistenz in Apfelsorten zu manifestieren wird versucht, unterschiedliche Resistenzquellen in einer Sorte bzw. einem Zuchtklon zu bündeln.

Dies gelang bei der Sorte 'Recolor' (Abb. 5), die zurzeit im Bundessortenamt geprüft wird. In ihr vereinigen sich die Resistenzen der Elternsorten 'Regine' (Vf-Gen) und 'Reglindis' (VA-Gene), die ebenfalls aus dem Pillnitzer Resistenzzüchtungsprogramm stammen.

Die Züchtung auf das Merkmal Widerstandsfähigkeit erfordert entsprechende Test- und Selektionsverfahren, um dieses Merkmal zuverlässig zu bestimmen (Abb. 6). Ein Teil der Züchtungsarbeit besteht also aus dem Entwickeln, Testen und Anwenden von Methoden zur Resistenzprüfung. Durch die Etablierung molekularer Marker für Resistenzgene können Selektionsschritte beschleunigt werden. Molekulare Marker bieten auch die Möglichkeiten, in Populationen gezielt nach Klonen zu suchen, die zum Beispiel mehrere Schorf- oder Mehltauresistenzgene in sich vereinigen. So stehen dem Institut für Obstzüchtung unter anderem selbst entwickelte Marker für das Schorfresistenzgen „Vr" und das Mehltauresistenzgen „Pl1" zur Verfügung.

Abb. 5: 'Recolor'

Abb. 6: Schorf an Apfelsämlingen nach künstlicher Inokulation im Schorfresistenztest

Die zurzeit wichtigsten biotischen Schaderreger sind die pilzlichen Krankheiten Apfelschorf, Mehltau und Obstbaumkrebs sowie die Bakteriose Feuerbrand. Beim abiotischen Stress zählen Winter- und Spätfrost zu den bedeutendsten Schadfaktoren. Die Apfelzüchtung versucht, diese Merkmale mit Qualität zu kombinieren und kontinuierlich neue Zuchtklone zu erstellen, die als Ausgangmaterial für neue Sorten verwendet werden können. Dazu zählt auch die Suche nach neuen Resistenzquellen, um die Widerstandsfähigkeit von Sorten auf eine breitere genetische Basis zu stellen.

Die „Genbank Obst" und die Apfelzüchtung

Im Jahr 2003 wurde die Genbank Obst, die sich am gleichen Standort befindet, wieder an das Institut für Obstzüchtung angegliedert, nachdem sie bei der Neuorganisation des Standortes nach der deutschen Wiedervereinigung vom Institut getrennt wurde. Sie enthält eine einzigartige Sammlung genetischer Ressourcen beim Apfel. So zählen ungefähr 860 Apfelsorten (Eine Auswahl von Äpfeln ist in Abb. 7 zu sehen) und 365 Abstammungen von Wildapfelarten zu ihrem Bestand. Dies eröffnet der Apfelzüchtung die einmalige Möglichkeit, nach neuen Merkmalen, neuen Resistenzen zu suchen und diese gezielt in das Apfelzüchtungsprogramm einzubringen.

Die Einkreuzung von Wildarten hat das Ziel, nur ein bestimmtes Merkmal zu übertragen. Zwangsläufig werden dabei aber auch viele unerwünschte Merkmale übertragen, die durch Rückkreuzungsschritte wieder eliminiert werden müssen. Wenn man sich als Beispiel das Merkmal Fruchtgröße anschaut (manche Wildapfelarten haben Früchte von nur wenigen Millimetern Durchmesser), so wird deutlich, dass innovative Resistenzzüchtung extrem langwierig ist (Abb. 8).

In der Sortenzüchtung werden aktuell Zuchtklone verwendet, die vor Generationen erstellt worden sind. Ebenso wird heute Ausgangsmaterial erstellt, dessen Bedeutung sich unter Umständen erst in den kommenden Jahrzehnten offenbart. Diese langfristige und zukunftsweisende Aufgabe kann private Züchtung nicht leisten. Die Zeiträume, die bei Obstgehölzen für die Züchtung nötig sind, sprengen den Rahmen privaten Engagements. Für die Entwicklung mehrfach resistenter Apfelsorten, die an das deutsche Klima angepasst sind, sowie die Weiterentwicklung des Zuchtmaterials ist eine öffentlich finanzierte Forschung unabdingbar. ■

Abb. 7: Äpfel verschiedener Sorten aus der Genbank Obst

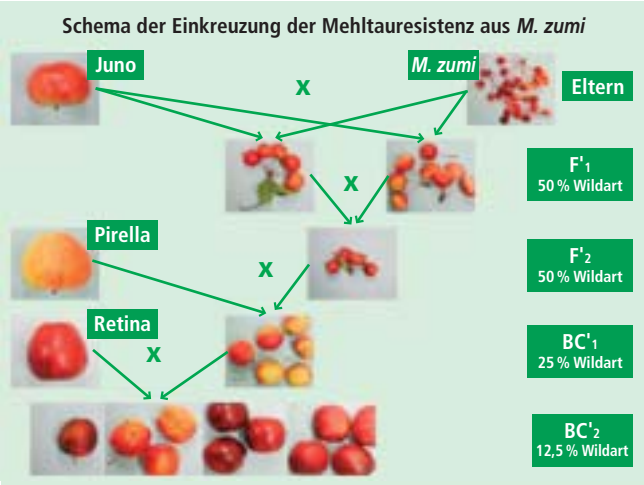


Abb. 8: Entwicklung der Fruchtgröße bei der Einkreuzung von Wildarten

Dr. Andreas Peil, Dr. Magda-Viola Hanke, Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen, Institut für Obstzüchtung, Pillnitzer Platz 3a, 01326 Dresden-Pillnitz.
E-mail: a.peil@bafz.de

Versuch macht klug – Dauerversuch macht klüger!

Jutta Rogasik, Holger Lilienthal und Ewald Schnug (Braunschweig)

Der besondere und unwiederbringliche Wert von Dauerversuchen liegt in ihrem über lange Zeiträume akkumulierten Erkenntnisstand. Böden reagieren sehr langsam auf Veränderungen ihrer Eigenschaften, insbesondere der Kohlenstoff- und Stickstoff-Gehalte, aber auch der Bodenmikrobiologie. Bevor sich infolge von Nutzungsänderungen ein neues Gleichgewicht eingestellt hat, vergehen oft mehrere Jahrzehnte. Vor diesem Hintergrund sind die bestehenden Dauerfeldversuche ein Glücksfall für die Agrar- und Umweltwissenschaften. Sie liefern Grundlagen für den experimentellen Nachweis langfristiger Wirkungen der Stoffkreisläufe auf unsere Böden, die naturnahen Ökosysteme und die landwirtschaftliche Produktion.

Der Ursprung der Dauerversuche

Zwischen 1843 und 1856 begründeten Sir John Lawes und Sir Henry Gilbert die „Rothamsted Classical Experiments". Sie untersuchten, wie sich anorganische Materialien, die beträchtliche Mengen an Stickstoff, Phosphor, Kalium, Natrium und Magnesium enthielten, auf die Ertragshöhe auswirken. Zu diesen Materialien zählte „Superphosphat", das durch schwefelsauren Aufschluss von Knochen hergestellt wurde. Makaber die Herkunft der Knochen zur damaligen Zeit! Am 18. November 1822 berichtete die britische Zeitung „The Observer": „…the Napoleonic battlefields of Leipzig, Austerlitz and Waterloo had been swept alike of the bones of the hero and of the horses which he rode, and that hundreds of tons of the bones had been shipped to Yorkshire bone-grinders to make fertilizers for farmers."[1)]

Die Effekte dieser „Handelsdünger" wurden in unterschiedlichen Kombinationen mit denen von Stalldung verglichen. Schon Lawes (1814–1900) und Gilbert (1917–1901) archivierten Pflanzen- und Bodenproben für die chemische Analytik. Diese Proben sind heute von unschätzbarem Wert, erlauben sie uns doch, mit moderner Messtechnik in den Boden von vor mehr als 150 Jahren zu schauen. Die Mehrzahl dieser Versuche ist bis heute, wenn auch modifiziert, erhalten geblieben.

In Deutschland waren es vor allem die Agrikulturchemiker Max Maercker (1842–1901) und Wilhelm Schneidewind (1860–1931), die die Bedeutung der Langzeitexperimente sowohl für Wissenschaft als auch landwirtschaftliche Praxis erkannten und Anfang des 20. Jahrhunderts umsetzten (Ewiger Roggenbau Halle, Statischer Versuch Bad Lauchstädt). Die damaligen Erkenntnisse waren von großem Interesse für die Landwirte, zeigten sie doch, mit welchen Nährstoffen die größten Ertragseffekte erzielt werden konnten.

Heute untersuchen die Wissenschaftler ganz andere Effekte der Düngung: die Wirkungen auf die Umwelt und die Produktqualität stehen im Mittelpunkt ihrer Forschungen. Diese neuen Fragestellungen können nur auf der Basis von Dauerfeldversuchen zutreffend beantwortet werden. Aktuell existieren weltweit etwa 600 Dauerversuche mit einer Laufzeit von mehr als 20 Jahren, davon 186 mit mehr als 50 Jahren (Tab. 1).

1) Die Schlachtfelder der Napoleonischen Kriege bei Leipzig, Austerlitz und Waterloo waren förmlich übersät mit den Knochen der Krieger und ihrer Reitpferde, sodass Hunderte von Tonnen Knochenmaterial in die Knochenmühlen nach Yorkshire transportiert wurden, um daraus Dünger für die Farmer zu machen.

Der C-Dauerversuch in Braunschweig

1952 wurde von der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) in Braunschweig auf einer ehemaligen Waldfläche ein Kohlenstoff-Dauerversuch angelegt (Tab. 2; Abb. 1). Heute ist dieser Versuch einer der 24 in Deutschland noch verbliebenen Dauerversuche mit einer Versuchsdauer von mehr als 50 Jahren. Der Versuchsstandort Braunschweig liegt im maritim und kontinental beeinflussten Übergangsklima mit 618 mm Niederschlag im langjährigen Mittel und einer mittleren Jahrestemperatur von 8,8 °C. Der Versuch wird in einer Hackfrucht-Getreide-Rotation ohne Landwechsel geführt. Die organische Düngung erfolgt zu Hackfrüchten. Getreide erhält nur mineralische Düngung.

Geprüft wird der Einfluss langjähriger organischer und mineralischer Düngung auf wichtige Parameter der Bodenfrucht-

Tab. 1: Dauerfeldversuche mit einer Laufzeit von mehr als 20 Jahren (nach Debreczeni & Körschens 2003)

Kontinent		20–50 Jahre	50–100 Jahre	> 100 Jahre
Europa,		**292**	**81**	**20**
darunter in	Großbritannien	6	2	11
	Deutschland	70	22	2
	Ungarn	75	2	
	Russland	32	30	
Afrika		**32**	**37**	
Asien		**28**	**7**	
Australien		**7**	**14**	
Nord-Amerika,		**41**	**21**	**5**
darunter in	Kanada	8	4	
	USA	33	17	5
Süd-Amerika		**9**	**1**	

barkeit. Außerdem wird bewertet, wie viel CO_2 im Boden in Abhängigkeit von der Bewirtschaftungsintensität gespeichert wird bzw. in die Atmosphäre verloren geht.

Langjährig praktizierte Düngungsintensitäten – von „Luxuskonsum" bis 50 Jahre lang ungedüngt – erlauben Schlussfolgerungen zur Entwicklung der Humusbilanz und des Humusgehaltes, aber auch physikalischer Bodeneigenschaften. So konnte anhand der langfristigen Beobachtungsreihen nachgewiesen werden, dass die Humusversorgung eng mit der Fähigkeit des Bodens zur Wasseraufnahme (Wasserinfiltration) korreliert ist – eine wesentliche Voraussetzung für die Erhaltung der Ackerflächen in einem guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand. In der Versuchsvariante „NPK + Stallmist" und einer Bewirtschaftungsdauer von nur 50 Jahren wurde eine deutlich höhere Infiltrationsrate gemessen als in der Variante „NPK" (Abb. 2). Entscheidend dafür ist der höhere Humusgehalt (1,4 % C_{org} bzw. 2,4 % Humus) sowie das dadurch verbesserte Makroporensystem. Die Bewirtschaftung seit mehr als 100 Jahren reduzierte den Humusgehalt und die Wasser-Infiltrationskapazität der Böden.

Tab. 2: Kennwerte des Dauerversuches in Braunschweig

Parameter	C-Dauerversuch Südfeld
geographische Lage	52° 18' N; 10° 27' E
Höhe über NN	81 m
Bodenformenvergesellschaftung	Braunerde-Podsol, Parabraunerde
FAO-Bodenklassifikation	Dystric Cambisol, Orthic Luvisol
Körnungsart	schluffig-lehmiger Sand (Slu)

Abb. 1: Blick auf den C-Dauerversuch des Institutes für Pflanzenernährung und Bodenkunde der FAL in Braunschweig (Größe der Versuchsfläche ca. 3.000 m²)

Die durch ein unterschiedliches Nährstoffmanagement erreichte Differenzierung im Bodenfruchtbarkeitsniveau dokumentiert sich auch im Ertragsverhalten. Humusgehalt (C_{org}), P-Konzentration und pH-Wert sind eng korreliert mit der Ertragshöhe (Abb. 3). Dies zeigt einmal mehr, dass nur durch eine optimale Kombination bodenfruchtbarkeitsbestimmender Parameter ein hohes Ertragsniveau erreicht wird.

Nach 50 Versuchsjahren erreicht die ungedüngte Variante im Braunschweiger C-Dauerversuch mit 40 dt pro Hektar Korn bei Winterweizen immerhin noch 50 % des Ertragsoptimums, das bei einer Düngung von 140 kg Stickstoff pro Hektar erreicht wird (Abb. 4).

Ergebnisse aus den Dauerversuchen bilden heute die experimentelle Basis, um Richtwerte für die organische Bodensubstanz abzuleiten oder um den Einfluss der Düngungsintensität auf die Freisetzung klimarelevanter Spurengase zu beurteilen. Mit Hilfe von Dauerversuchen wurde erkannt, dass es durch phosphathaltige Düngemittel zu einer langfristigen Uran-Anreicherung in Böden und Pflanzen kommen kann. Und auch neu entwickelte Computermodelle zur Simulation von witterungsabhängigen Boden- und Ertragsbildungsprozessen lassen sich nur mit Dauerversuchen überprüfen.

Fernerkundliche Dauerbeobachtung mit LASSIE

Zur Beobachtung der Versuchsfläche und als Hilfsmittel für eine effiziente Bestandesführung wurde 2002 an der FAL das bodengestützte Sensorsystem LASSIE (Low Altitude Stationary Surveillance Instrumental Equipment) installiert. LASSIE ist eine weltweit einzigartige Entwicklung des Instituts für Pflanzenernährung und Bodenkunde. Mit diesem System sind zeitnahe Aufnahmen der Versuchsflächen zur Unterstützung der Versuchsdurchführung und zur Interpretation der Versuchsergebnisse möglich.

LASSIE besteht aus fernsteuerbaren digitalen Kameras, die exponiert an der Spitze eines Mastes angebracht sind (Abb. 5). Im Gegensatz zu Flugzeug- oder Satellitenaufnahmen ist das System nahezu unabhängig von der Witterung. Die Bilddaten werden automatisch geometrisch entzerrt und auf eine Kartengrundlage angepasst, so dass sie mit anderen Versuchsdaten direkt verglichen werden können. Dadurch werden Unterschiede im Bestand sehr leicht erkennbar, und Bonituren oder pflanzenbauliche Maßnahmen können zielgerichtet durchgeführt werden. Mit Hilfe der digitalen Bildverarbeitung lassen sich beispielsweise exakte Angaben über den Pilzbefall treffen. Das Auflösungsvermögen reicht bis auf den Maßstab eines einzelnen Blattes.

Das LASSIE-System ermöglicht eine detaillierte Dokumentation aller räumlichen und zeitlichen Veränderungen innerhalb der beobachteten Dauerversuche.

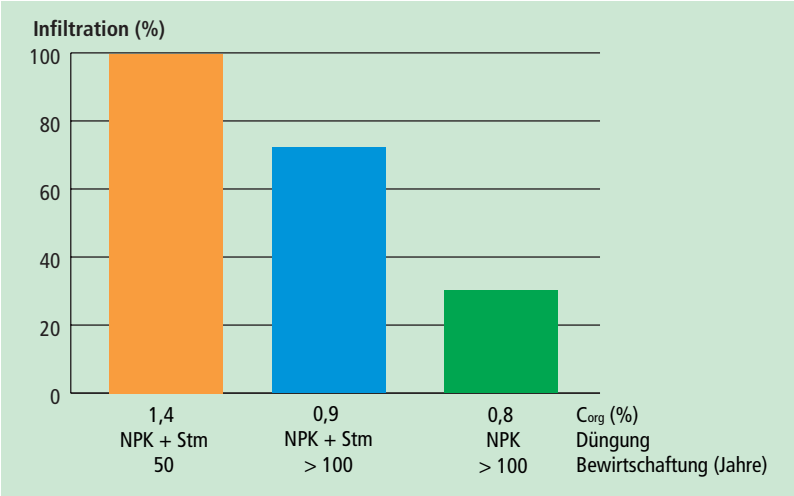


Abb. 2: Einfluss von Humusgehalt (C_{org}), Düngungsintensität und Dauer der Bewirtschaftung auf die Infiltration (100 % = 332 mm/h). Stm = Stallmist

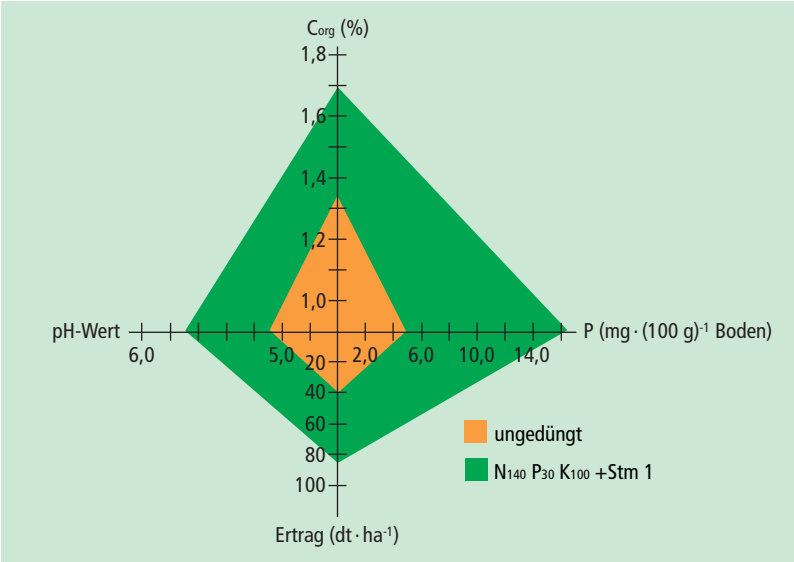


Abb. 3: Einfluss langjähriger organisch-mineralischer Düngung auf C_{org}- und P(CAL)-Gehalte und pH-Wert im Boden sowie den Ertrag von Winterweizen (C-Dauerversuch Braunschweig, 2000)

Was wäre, wenn es keine Dauerversuche gäbe?

Wir wüssten nicht, dass

- der Humusverlust von Böden beim Anbau von Hackfrüchten etwa 700–1.000 kg Humus-Kohlenstoff je ha und Jahr beträgt.
- der Humusgewinn beim Anbau von Körnerleguminosen und mehrjährigem Futter 200–800 kg Humus-Kohlenstoff je ha und Jahr beträgt.
- für eine hohe Ertragssicherheit bei geringem Verlustrisiko und standortangepassten Humusgehalten ein Humussaldo von -75 bis 100 kg Humus-Kohlenstoff je ha und Jahr kalkuliert werden muss.
- auf langfristig ungedüngten Versuchsparzellen sich ein nahezu inerter Kohlenstoffgehalt einstellt.
- reduzierte Bearbeitungsintensität, optimale Humusgehalte und Kalkung die Infiltration von Wasser in das Bodenprofil deutlich erhöhen.
- die P-Mineraldüngung den Boden mit Uran anreichert.

Diese Beispiele für wertvolle Wissensfragmente verdanken wir überwiegend den Ergebnissen von Dauerfeldversuchen. Darüber hinaus hätten wir keine Richtwerte

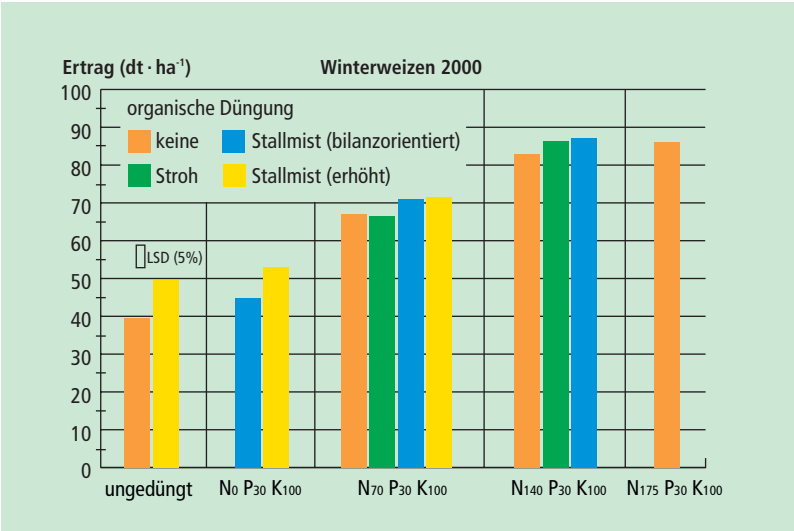


Abb. 4: Langfristiger Einfluss verschiedener organischer und mineralischer Düngungsvarianten auf den Winterweizenertrag (C-Dauerversuch Braunschweig)

für die Gehaltsklassen bei Phosphor, Kalium und Magnesium und keine Richtwerte für anzustrebende Mikronährstoffgehalte im Boden.

Teuer, aber unentbehrlich

Dauerversuche sind teuer, denn der Boden ist keine homogene Masse. Die Bodeneigenschaften weisen eine hohe zeitliche und räumliche Variabilität auf. Proben müssen regelmäßig gezogen und für lange Zeiträume sicher konserviert und verwaltet werden. Der Aufwand für Probenahme, Analytik und Dokumentation ist dementsprechend groß. Veränderungen können oft erst nach Jahrzehnten quantifiziert werden.

Die Durchführung von Dauerversuchen ist sehr personalaufwändig und kostet pro Hektar etwa 30.000 Euro im Jahr. Der Ertrag für Publikationen lässt aber oft Jahre auf sich warten! Dennoch werden Dauerfeldversuche auch künftig unentbehrlich sein, um Langzeitwirkungen und Zusammenhänge erkennen und quantifizieren zu können.

Das Gedächtnis des Bodens

Dauerversuche sind eine realistische und praxisnahe Prüfmethode um zu erkennen, ob wir nachhaltig wirtschaften.

Dauerfeldversuche geben Antworten darauf, wie wir die natürliche Ressource Boden für nachfolgende Generationen bewahren können. Sie zeigen deutlich, wie Böden sich verändern, wenn sie über Jahrzehnte mit unterschiedlicher Intensität genutzt werden.

Sorge um die Gesundheit und Funktionalität von Böden ist elementare Grundlage einer nachhaltigen Entwicklung. In diesem Sinne unterzeichneten verantwortliche Wissenschaftler aus 14 Ländern schon 1997 ein Memorandum „Für den Erhalt und die umfassende Nutzung der Dauerfeldversuche"[2], das mit folgendem Appell schließt:

- Tragen Sie dazu bei, dass die Dauerfeldversuche als eine unentbehrliche Basis für die Agrar- und Umweltforschung erhalten werden!
- Unterstützen Sie die Bemühungen, die Dauerfeldversuche als Grundlage der experimentellen Forschung zur nachhaltigen Bodennutzung gemeinschaftlich besser zu nutzen!
- Helfen Sie mit, anhand der Dauerfeldversuche wissenschaftliche Erkenntnisse zu gewinnen, mit denen zum dauerhaften Erhalt der Bodenfunktionen und Schutz der natürlichen Ressourcen beigetragen wird!
- Leisten Sie einen Beitrag, um Dauerversuche als Wissenschaftserbe für künftige Generationen zu erhalten!

2) veröffentlicht in: Einfluss der Bodennutzung auf die langfristige Entwicklung von Fruchtbarkeit und Ertragsfähigkeit. Dokumentation der wichtigsten Dauerfeldversuche in Berlin-Dahlem und Thyrow. Humboldt-Universität zu Berlin 06/1997. ISBN 3929603667

Dr. Jutta Rogasik, Dr. Holger Lilienthal, Prof. Dr. Dr. Ewald Schnug, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig.
E-mail: jutta.rogasik@fal.de.

Die Autoren danken Herrn Prof. Dr. Martin Körschens, Bad Lauchstädt, für die fachliche Unterstützung.

Abb. 5: Stationäres Beobachtungssystem LASSIE: Oben der Mast mit den digitalen Überwachungskameras, unten die entzerrte Aufnahme der Versuchsflächen des Instituts für Pflanzenernährung und Bodenkunde

Wann reicht die Hälfte?

Langzeitversuche zur Einschätzung des Reduktionspotenzials von Pflanzenschutzmitteln

Bernhard Pallutt, Marga Jahn, Bernd Freier (Kleinmachnow)

Langzeitversuche, bei denen ständig auf demselben Feld dieselben Varianten geprüft werden, sind seit mehr als 100 Jahren eine Domäne der acker- und pflanzenbaulichen Forschung. In diesen Dauerversuchen werden vorrangig die Langzeitwirkungen von Düngung und Fruchtfolge ermittelt. In Deutschland ist der bereits 1878 von Julius Kühn angelegte „Ewige Roggenbau" auf dem Versuchsfeld der Martin-Luther-Universität Halle ein herausragendes Beispiel. Langzeitversuche speziell zu Fragen des Pflanzenschutzes erfolgen erst seit den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts (z. B. das Lautenbach-Projekt in Baden-Württemberg oder Versuche in Thüringen zur Unkrautbekämpfung im Rahmen der Fruchtfolge). Seit 10 Jahren führt die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) auf ihren Versuchsflächen in Dahnsdorf (Brandenburg) einen Langzeitversuch zur Wirkung von verschiedenen Pflanzenschutzstrategien durch.

Wie sich Pflanzenschutzstrategien langfristig auswirken, lässt sich häufig erst nach Ablauf einer Dekade oder eines noch längeren Zeitraums abschätzen. Unterschiedliche Strategien der Unkrautregulierung zum Beispiel führen zu einer sich allmählich verändernden Unkrautflora – unter Umständen kann es zur Selektion von schwer bekämpfbaren Unkräutern kommen.

Auch aus anderen Gründen sind Langzeitversuche unverzichtbar. Herbizid-, Fungizid- und Insektizidresistenzen bilden sich erst in längeren Zeiträumen heraus. Mehrere Vegetationsperioden sind nötig, um den Einfluss der jährlich wechselnden Witterungsbedingungen beurteilen zu können. Gleiches gilt für die Ermittlung der Ertragsentwicklung und der Wirtschaftlichkeit von Pflanzenschutzstrategien.

Besonders unter dem Aspekt der steigenden Energiekosten und der Umweltbelastung ist die Frage nach dem Einfluss des Pflanzenschutzes auf die Energie- und Stickstoffeffizienz von großem Interesse. Die Ermittlung dieser Parameter setzt allerdings annähernde Fließgleichgewichte im Humusgehalt voraus, die sich erst nach einem längeren Zeitraum einstellen.

Langzeitversuch zum umweltverträglichen Pflanzenschutz

Auf dem Versuchsfeld Dahnsdorf (Fläming, Brandenburg) wurde 1995 ein Langzeitversuch zur Wirkung von Pflanzenschutzstrategien mit folgenden Fragestellungen angelegt:

- Wie hoch ist das Einsparpotenzial von Pflanzenschutzmitteln und welches Maß der Anwendung ist langfristig notwendig, um die Schaderregerdichte nicht überhand nehmen zu lassen?
- Welche Pflanzenschutzstrategien sind nachhaltig in Bezug auf Schaderregerauftreten, Ertrag, Wirtschaftlichkeit und Ressourceneffizienz?

Als Versuchsbasis dienen modellhaft zwei Bewirtschaftungssysteme: Zum einen ein Marktfruchtbau mit der Fruchtfolge Winterraps-Winterweizen-Winterroggen-Erbsen-Winterweizen-Wintergerste; zum anderen ein Futterbau mit der Fruchtfolge Winterraps-Wintergerste-Luzerne/Klee/Gras-Winterroggen-Mais-Winterweizen.

Prüfglieder innerhalb einer 2-faktoriellen Spaltanlage mit 4 Wiederholungen im Getreide und Raps sind:

- Faktor A: Intensität der Pflanzenschutzmittelanwendung
  - situationsbezogene Mittelwahl und Dosierung (= 100 %)
  - 50 % von situationsbezogen
- Faktor B: Pflanzenschutzmittelgruppen
  - ohne Pflanzenschutzmittel
  - nur Herbizid
  - Fungizid im Getreide; Insektizid im Raps
  - Herbizid + Fungizid bzw. Insektizid

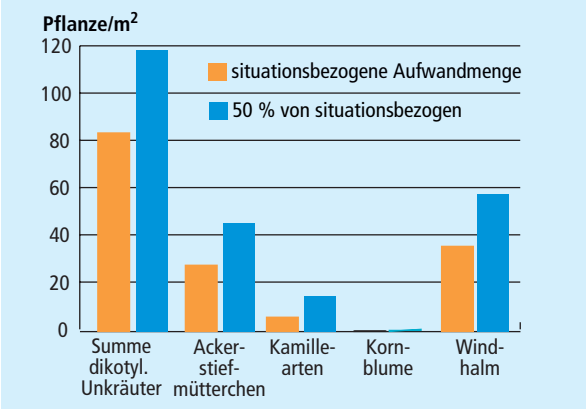


Abb. 1: Nachwirkungen der Herbizidaufwandmenge auf den Unkrautauflauf im Getreide (Dahnsdorf, Mittelwert des 8.–10. Jahres von Winterroggen, Winterweizen, Wintergerste)

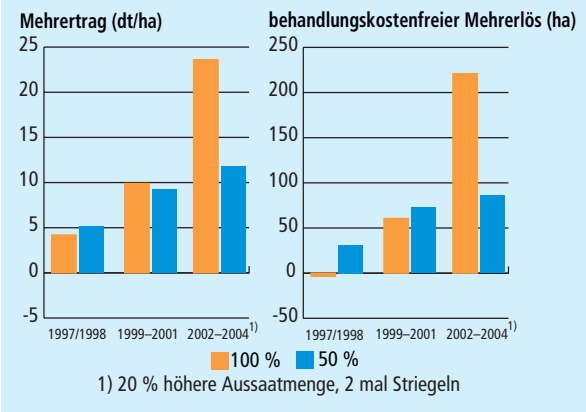


Abb. 2: Mehrertrag (dt/ha) und behandlungskostenfreier Mehrerlös (EUR/ha) in Winterweizen in Abhängigkeit von der Herbizidaufwandmenge, (Dahnsdorf, 1997–2004)

Langzeitwirkungen von Pflanzenschutzmitteln

Nach zehnjähriger Laufzeit sind erste Langzeitwirkungen bei der Entwicklung der Verunkrautung, der herbizidbedingten Getreidemehrerträge und der Wirtschaftlichkeit der Herbizidanwendung nachzuweisen.

Verunkrautung

Die ständige Halbierung einer situationsbezogenen Herbizidanwendung führt zu einer nunmehr deutlich stärkeren Ausgangsverunkrautung (Abb. 1). Dies zeigt sich besonders im Auflauf von Windhalm, Ackerstiefmütterchen und Kamille-Arten. Eine stärkere Differenzierung auch bei der Kornblume, die in den ersten Jahren nur sporadisch auftrat, ist zu erwarten.

Getreideerträge und Wirtschaftlichkeit

Die durch die Herbizidanwendung bedingten Mehrerträge in Winterweizen zeigten in der ersten Fruchtfolgerotation (1997–2001) keine Beziehung zur Herbizidaufwendung (Abb. 2), obwohl der Erfolg Unkrautbekämpfung durch Halbierung der Herbizidaufwandmenge um 10–30 % niedriger lag und die Restverunkrautung insbesondere bei den schwer zu bekämpfenden Unkrautarten entsprechend anstieg.

Hingegen hatte die Variante mit der halbierten Aufwandmenge im Mittel des 7.–9. Jahres einen eindeutig geringeren Mehrertrag und einen geringeren behandlungskostenfreien Mehrerlös als die Vergleichsvariante mit der vollen Aufwandmenge. Eine Halbierung der Herbizidaufwandmenge ist somit im Winterweizen aus wirtschaftlicher Sicht nicht dauerhaft möglich. In Abhängigkeit von der Ausgangsverunkrautung dürfte die ständige Halbierung nach ca. fünf Jahren mit erheblichen Ertrags- und Einkommenseinbußen für den Landwirt verbunden sein.

Im wesentlich konkurrenzstärkeren Winterroggen führte die Herbizidbehandlung im Versuchsverlauf ebenfalls zu deutlichen Mehrerträgen (Abb. 3). Ein Unterschied im herbizidbedingten Mehrertrag zwischen den Herbizidaufwandmengen zeichnete sich aber erstmals im Jahr 2005 ab; auf den Flächen mit situationsbezogener Herbiziddosis wurden ca. 8 dt/ha mehr geerntet als auf den Flächen mit halbierter Aufwandmenge. In wirtschaftlicher Hinsicht war es bis zum neunten Jahr günstiger, die Herbizidaufwandmenge zu halbieren.

Krankheiten

Bei der Anwendung von Fungiziden gegen Blatt- und Ährenkrankheiten in Getreide, zum Beispiel Braunrost und Septoria-Blatt- und -Spelzenbräune, wurden erwartungsgemäß keine Langzeiteffekte festgestellt.

Die Ergebnisse des Versuches erlauben aber eine Klassifizierung nach der Stärke des Krankheitsauftretens und den Witterungsbedingungen. Erwartungsgemäß führte eine Fungizidbehandlung in Jahren mit mittlerem Krankheitsdruck wie auch in Jahren mit extremer Trockenheit nur zu wesentlich geringeren Mehrerträgen als in Jahren mit starkem Krankheitsauftreten. Wurde die Fungizidaufwandmenge halbiert, verringerte sich stets der Mehrertrag (Abb. 4).

Die ökonomische Auswertung zeigt, dass reduzierte Fungizidanwendungen im Roggen nur in Jahren mit geringerem Krankheitsdruck bzw. in Jahren mit niedriger Ertragserwartung zu empfehlen sind.

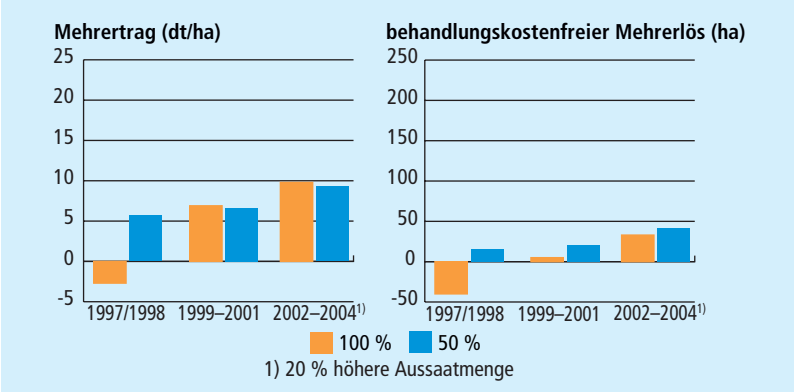


Abb. 3: Mehrertrag (dt/ha) und behandlungskostenfreier Mehrerlös (EUR/ha) in Winterroggen in Abhängigkeit von der Herbizidaufwandmenge, (Dahnsdorf, 1997–2004)

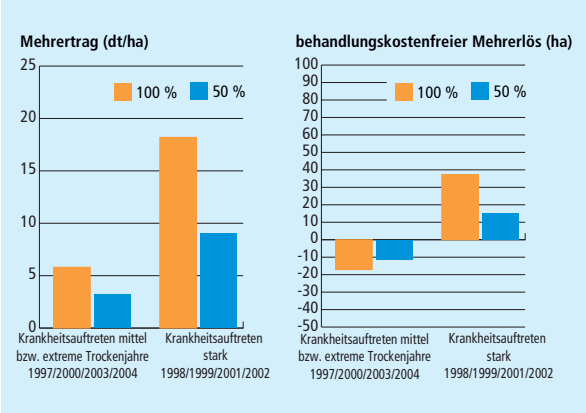


Abb. 4: Mehrerträge (dt/ha) und behandlungskostenfreier Mehrerlös (EUR/ha) in Winterroggen in Abhängigkeit von der Fungizidaufwandmenge (Dahnsdorf, 1997–2004, Sorten ‚Esprit', `Avanti´, `Hacada´)

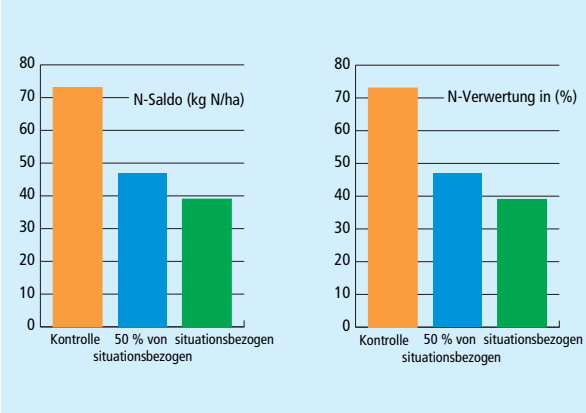


Abb. 5: Stickstoffeffizienz in Abhängigkeit von der Herbizid- und Fungizidaufwandmenge im Getreidebau (Dahnsdorf, Mittelwert 2003 und 2004 von Winterroggen, Winterweizen, Wintergerste)

In Jahren mit starkem Befallsdruck – insbesondere von Braunrost am Winterroggen – führt die Halbierung der Fungizidaufwandmenge zu einer geringeren Wirtschaftlichkeit.

Beim Anbau von Sorten, die gegen pilzliche Schadorganismen resistent sind, wie der Winterweizensorte `Pegassos´, waren diese Zusammenhänge nicht nachweisbar. In Jahren mit starkem Befallsdruck war hier die reduzierte Aufwandmenge wirtschaftlicher.

Effizienz der Stickstoffdüngung

Der Stickstoffsaldo und die Stickstoffverwertung im Getreidebau wurden durch eine gezielte Anwendung von Pflanzenschutzmitteln beträchtlich verbessert (Abb. 5).

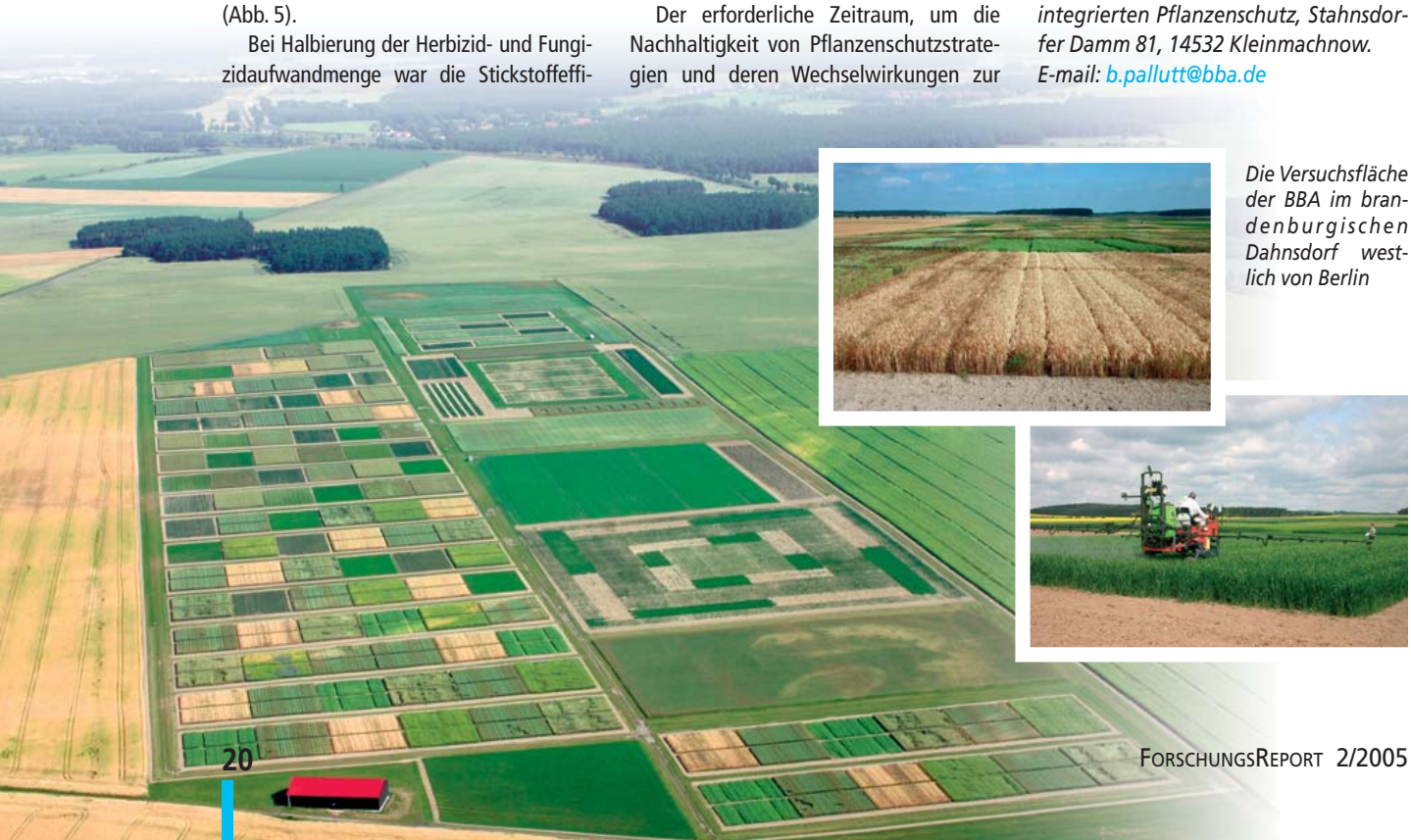
Bei Halbierung der Herbizid- und Fungizidaufwandmenge war die Stickstoffeffizienz geringer. Ein niedriger N-Saldo und damit eine höhere N-Verwertung sind aus ökologischer und ökonomischer Sicht positiv zu bewerten. Dadurch nimmt die potenzielle Gefahr der Auswaschung von Nitraten in das Grundwasser ab und die Wirtschaftlichkeit steigt infolge höherer Erträge.

Ausblick

Langzeiteffekte bei der Verunkrautung infolge unterschiedlicher Bewirtschaftungsstrategien sind frühestens nach fünf Jahren als Trend zu erkennen. Für eine ausreichend sichere Beurteilung dieser Veränderungen ist eine Versuchsdauer von deutlich mehr als 10 Jahren anzustreben.

Der erforderliche Zeitraum, um die Nachhaltigkeit von Pflanzenschutzstrategien und deren Wechselwirkungen zur Ressourceneffizienz, zum Beispiel der Stickstoff- und Energieeffizienz sicher beurteilen zu können, geht sogar noch darüber hinaus. Ohne Langzeitversuche wird es kaum möglich sein, nachhaltige Bewirtschaftungsstrategien zu entwickeln und das Reduktionspotenzial bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln sicher einschätzen zu können. Die seit 10 Jahren in Dahnsdorf laufenden Untersuchungen werden daher weiter fortgeführt. ■

Dr. Bernhard Pallutt, Dr. Marga Jahn, Dr. Bernd Freier, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für integrierten Pflanzenschutz, Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow.
E-mail: b.pallutt@bba.de



Die Versuchsfläche der BBA im brandenburgischen Dahnsdorf westlich von Berlin

Hochwertiges Getreide durch kontinuierliche Qualitätserhebungen

Besondere Ernte- und Qualitätsermittlung (BEE) als Beratungsinstrument für die Agrar- und Verbraucherpolitik und ihre Zielgruppen

Meinolf Lindhauer[1], Klaus Münzing[1], Simone Seling[1]; Thomas Betsche[2], Hans-Josef Kersting[2], Sandra Masloff[2] und Mathias Seifert[2] (Detmold)

Die Agrar- und Verbraucherpolitik der Bundesregierung benötigt fortlaufend repräsentative Daten, um die politischen Rahmenbedingungen für einen funktionierenden Markt und für die Versorgung mit gesundheitlich einwandfreien Lebensmitteln setzen zu können. Die Besondere Ernte- und Qualitätsermittlung (BEE) liefert frühzeitig verlässliche Angaben über die Menge und Qualität der Ernte ausgewählter Ackerkulturen. Sie ist damit wesentlicher Bestandteil des landwirtschaftlichen Informationssystems. Die Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel am Standort Detmold ist seit fast 40 Jahren mit den Qualitätsuntersuchungen im Rahmen der BEE beauftragt.

Aufgaben und Ziele

Die Besondere Ernte- und Qualitätsermittlung (BEE) ist wesentlicher Bestandteil eines vielfältig nachgefragten Informationssystems über die Produktion von Getreide und Kartoffeln. In Verbindung mit der Bodennutzungshaupterhebung liefert die BEE zum frühesten Zeitpunkt exakte Daten über die quantitativen und qualitativen Aspekte der Ernte. Rechtsgrundlagen für diese jährlich durchzuführende Erhebung sind neben § 47 des Agrarstatistikgesetzes auch entsprechende Verordnungen der EU. Die erarbeiteten Informationen und wissenschaftlichen Erkenntnisse werden für die Agrar- und Wirtschaftspolitik sowie den Verbraucher- und Umweltschutz benötigt und dienen betriebs- sowie marktwirtschaftlichen Zwecken. Die frühe Nutzbarkeit der Daten wird durch erntenahe Publikationen gewährleistet.

Die Notwendigkeit der BEE ergibt sich aus folgenden Zusammenhängen:

- Getreide und Kartoffeln stellen nach wie vor wichtige Grundnahrungsmittel für die Bevölkerung sowie eine bedeutende Futtergrundlage für die Veredlungsproduktion dar.
- Eine quantitativ und qualitativ zufriedenstellende Versorgung setzt eine ausreichende Markttransparenz voraus.
- Durch ihren Beitrag zur Marktinformation wirkt die BEE extremen Preisentwicklungen entgegen.
- Für den vorsorgenden Verbraucherschutz haben die Daten der BEE über das Vorkommen von gesundheitlich nicht erwünschten Stoffen im Getreide ein erhebliches Gewicht.

Langjährige Ressortforschungsaufgabe

Erste Qualitätserhebungen über die Ernten der deutschen Brotgetreide Weizen und Roggen wurden Anfang der 60er Jahre in Anlehnung an bereits früher durchgeführte Untersuchungen im damaligen Reichsgebiet durchgeführt. Die Nutzung der Daten war aber durch mangelnde Probenrepräsentanz und nicht ausreichende statische Absicherung eingeschränkt. Daher wurde 1967 der Vorschlag gemacht, die Qualitätsuntersuchungen an die alljährliche Ertragserhebung der Besonderen Ernteermittlung zu koppeln.

Dabei werden nach Vorgabe des Statistischen Bundesamtes sowie der Landesämter für Statistik aus der Gesamtheit der

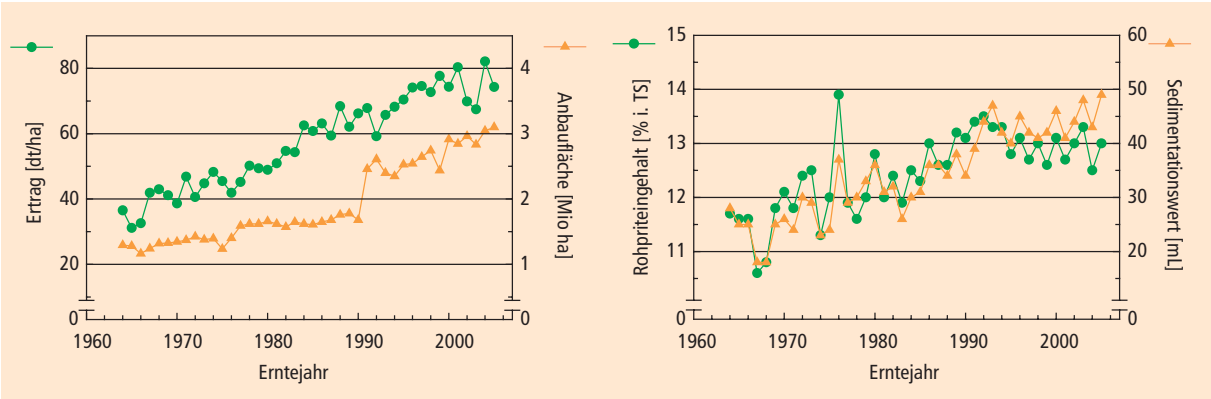


Abb. 1: Quantität (Ertrag und Anbaufläche) und Qualität (Proteingehalt und Sedimentationswert) der deutschen Winterweizenernte von 1965–2005

auskunftspflichtigen Betriebe von ausgewählten Feldern Getreidemuster gezogen.

Für die Untersuchung der Qualität werden die aus dem gesamten Bundesgebiet stammenden Muster an die Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BfEL), Standort Detmold, gesandt. So kommen jährlich fast 3.000 Proben zusammen, die von den beiden damit betrauten Instituten in insgesamt mehr als 12.000 Einzeluntersuchungen aufbereitet werden. Bereits während der Ernte werden dem Bundesverbraucherschutzministerium (BMVEL) in Zwischenberichten Daten zur Erntequalität übermittelt. Ende September folgt ein vorläufiges Ergebnis anhand der bis dahin ausgewerteten Untersuchungen. Die endgültigen Ergebnisse der flächen-, mengen- und sortenrepräsentativen Ernteermittlung werden vom BMVEL in der Reihe „Daten-Analysen" veröffentlicht.

Qualität der Weizenernte

Der Anbau von Winterweizen hat von je her eine große Bedeutung in Deutschland. Mittlerweile wird eine Fläche von mehr als 3 Mio. ha für den Anbau von Winterweizen genutzt (≈ 43 % der Getreideanbaufläche) (Abb. 1). Der Rückblick auf die letzten 15 Jahre zeigt, dass die Winterweizenfläche jährlich durchschnittlich um 40.000 ha erweitert wurde. Auch die Flächenerträge stiegen im Verlauf der letzten vier Jahrzehnte jährlich um 1,1 dt/ha.

Bei der Beurteilung, wie sich der Weizen zur Herstellung von Brot und anderen hefegelockerten Backwaren eignet, stehen der Eiweißgehalt und die Eiweißqualität im Mittelpunkt, da beide Größen das Backverhalten wesentlich beeinflussen.

Der zeitliche Verlauf der durchschnittlichen Eiweißgehalte der Weizenernte von 1965 bis 2005 (Abb. 1) zeigt für die ersten 30 Jahre eine deutliche Zunahme und spiegelt damit die Entwicklung in der Pflanzenzüchtung, der Düngung sowie anderer pflanzenbaulicher Maßnahmen wider. Die stetige Zunahme der Eiweißqualität, charakterisiert durch den Sedimentationswert, liegt vor allem im Züchtungsfortschritt begründet. Vor dem Hintergrund dieser Entwicklung beteiligen sich Wissenschaftler der BfEL in Detmold an der Diskussion über künftige Strategien im Qualitätsweizenanbau, um den Züchtungsfortschritt in einem effektiven Umwelt- und Ressourcen-schonendem Anbaumanagement verstärkt zu nutzen.Die relative Konstanz dieser beiden Parameter in den letzten 10 Jahren deutet auf das mittlerweile erreichte hohe Qualitätsniveau des deutschen Weizens hin, wodurch Deutschland seinen Export von Qualitätsweizen sichern kann. Da die Weizenqualität in hohem Maße genetisch verankert ist (neben Umwelteinflüssen und Anbaumaßnahmen), müssen die ermittelten Qualitätsdaten

stets in Zusammenhang mit der Sorte gesehen werden. Dem trägt die BEE durch eine detaillierte Aufstellung der Anbauhäufigkeit der verschiedenen Sorten sowie Qualitätsgruppen Rechnung.

Qualität der Roggenernte

Roggen stellt die Basis für die Vielfalt des deutschen Brotsortiments. Seit Beginn der 60er Jahre – hier wurden noch 1,5 Mio. t vermahlen – ist die Herstellung von Roggenmahlprodukten stetig rückläufig gewesen, bis sie sich in den letzten Jahren auf rund 950.000 t stabilisierte. Parallel dazu ist auch der Roggenanbau rückläufig. Mit der deutlichen Rücknahme der Roggenanbauflächen in den Jahren 2003 und 2005 erhöhte sich wieder der Nachfragedruck seitens der Mühlen; teilweise waren die gewünschten Qualitäten regional nicht verfügbar. Hier stellt die BEE wichtige Informationen bereit.

Wichtiges Kriterium für die Backfähigkeit von Brotroggen ist die Stärkebeschaffenheit, die sich mit ihren Verkleisterungseigenschaften und der Fallzahl – als Maß für die Wirkung der α-Amylase – beschreiben lässt (Fallzahl > 120 s, Amylogramm-Maximum > 200 AE; Verkleisterungstemperatur > 63 °C). Die Stärkebeschaffenheit wird besonders dann nachgefragt, wenn in Jahren mit feucht-warmer Witterung zur Ernte auswuchsbedingt Engpässe in der Versorgung der Mühlen auftreten können (wie zuletzt 2005). Dass künftig eine Mangelsituation an Brotroggen auftreten könnte, ist vorstellbar, da nicht alle modernen Sorten eine verbesserte Auswuchsresistenz aufweisen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt bei Roggen ist der Anteil an Mutterkorn. So wird die für Tier und Mensch giftige Überdauerungsform des Pilzes *Claviceps purpurea* genannt (Abb. 2). Nach den von der BfEL in Detmold jährlich durchgeführten Untersuchungen an repräsentativem Probenmaterial stagnieren bei Roggen seit Jahren bundesweit die Mutterkornkontaminationen auf einem Niveau von durchschnittlich 0,11 Gewichtsprozenten. Dabei können klimatische und witterungsbedingte Einflüsse wie auch die unterschiedliche Anfälligkeit der Sorten regional zu beträchtlichen Unterschieden im Mutterkornaufkommen führen (Abb. 3). Vor diesem Hintergrund wurden von der BfEL für die Betriebe der Getreidewirtschaft und Mühlen Empfehlungen zur Risikominimierung erarbeitet.

Gesundheitlich nicht erwünschte Stoffe

Während die verarbeitungsrelevanten Qualitätseigenschaften des Brotgetreides vom Detmolder BfEL-Institut für Getreide-, Kartoffel- und Stärketechnologie untersucht werden, erhebt das Institut für Biochemie von Getreide und Kartoffeln der BfEL repräsentative Daten über das Vorkommen gesundheitlich nicht erwünschter Stoffe.

Diese analytischen Daten und die Beobachtung von Entwicklungen über einen langjährigen Zeitraum leisten einen wichtigen Beitrag zum vorsorgenden gesundheitlichen Verbraucherschutz. Sie sind damit wesentliche Entscheidungshilfen für gesetzgeberische Maßnahmen – auch auf europäischer Ebene (z. B. Festlegung von gesetzlichen Höchstmengen). Einige besonders prägnante Ergebnisse der im Rahmen der BEE durchgeführten Untersuchungen sollen das verdeutlichen.

Abb. 2: Mutterkorn im Roggen

Mykotoxine

Eine Reihe getreidepathogener Pilze produziert unter bestimmten Bedingungen toxische Substanzen, die Mykotoxine. Zwar sind akute Vergiftungserscheinungen beim Menschen durch Mykotoxine selten, aber auch die kontinuierliche tägliche Aufnahme kleiner Mengen an Mykotoxinen mit der Nahrung kann ein Risiko für die Gesundheit von Mensch und Tier darstellen. Getreide als Grundnahrungsmittel steht hier besonders im Fokus.

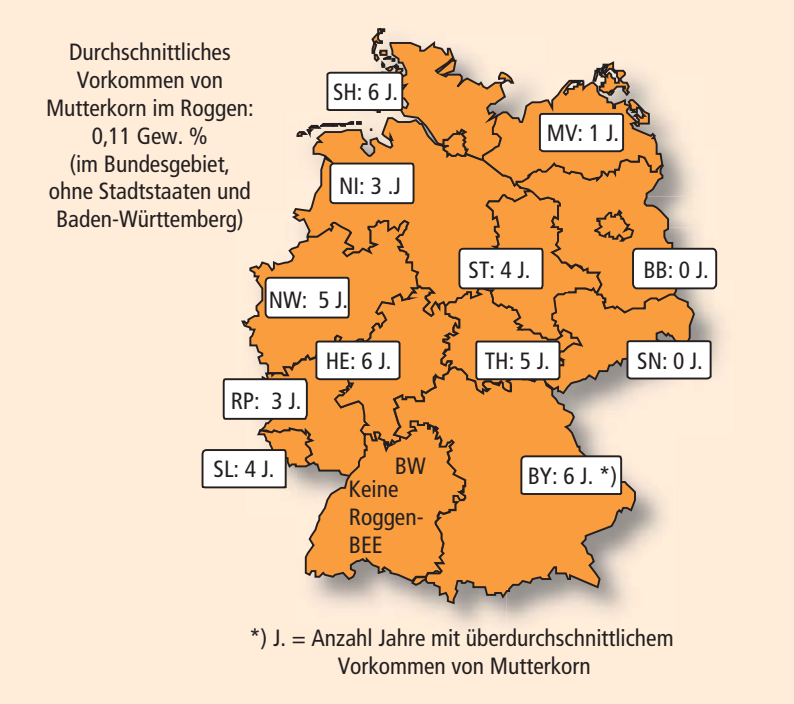


Abb. 3: Vorkommen von Mutterkorn in Roggen der BEE von 1995–2004

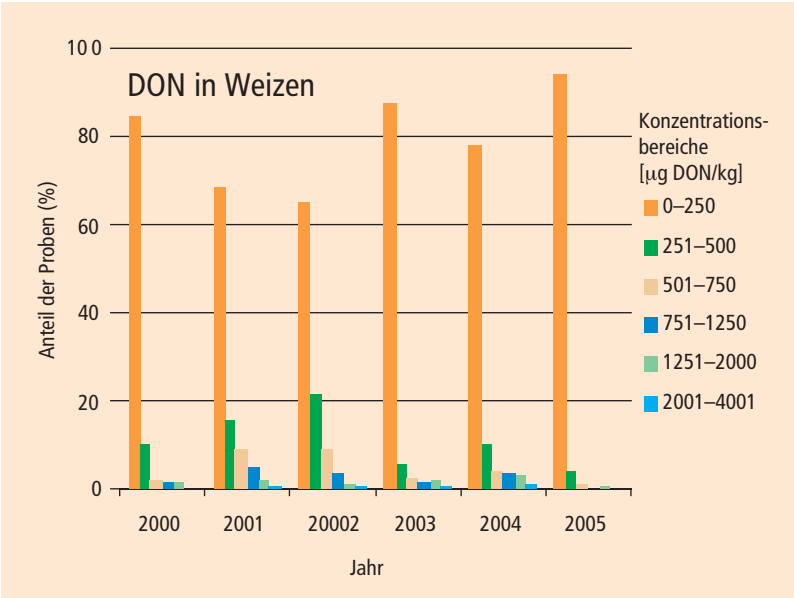


Abb. 5: Verteilung der DON-Gehalte in Weizen der BEE von 2000–2005 (Probenanzahl: 253–505)

Abb. 4: Fusariumbefall im Weizen

Um beurteilen zu können, in welchem Maße der Rohstoff Getreide mit Mykotoxinen belastet ist, sind die Muster der BEE von besonderem Wert, da sie einen statistisch abgesicherten Überblick erlauben. Das Vorkommen der durch Feldpilze gebildeten Mykotoxine (Abb. 4) hängt stark von klimatischen Bedingungen sowie pflanzenbaulichen Maßnahmen ab. Die jährlich durchgeführten Analysen auf die Mykotoxine Deoxynivalenol (DON) und Zearalenon (ZEA) ergaben, dass auch in klimatisch ungünstigen Jahren wie 2002 genügend Getreidepartien zur Versorgung des Verbrauchers mit gesundheitlich unbedenklichem Getreide zur Verfügung stehen (Abb. 5). Der Datenpool aus den BEE-Proben ist eine hervorragende Grundlage für die Beurteilung und Festlegung von nationalen und EU-weit geltenden Höchstwerten. Dies ist zum Beispiel für Fusarien-Toxine durch entsprechende Verordnungen geschehen.

Schwermetalle

Cadmium kommt natürlicherweise im Gestein und in Böden vor, wird aber auch über mineralische Phosphatdünger und durch industrielle Prozesse in die Umwelt eingetragen. In höheren Konzentrationen ist Cadmium gesundheitsgefährdend. Die BEE-Untersuchungen zum Cadmiumgehalt im Getreide in den 90er Jahren zeigten, dass bei einem für die menschliche Gesundheit unbedenklichen Höchstwert für Weizen von 0,2 mg/kg genügend deutsche Getreidepartien für den Handel zur Verfügung stehen würden. Diese Konzentration wurde nach Abstimmung mit den anderen EU-Ländern festgelegt. Vor dem Hintergrund der zwischenzeitlich erfolgten Verbesserungen im Umweltschutz wird eine Absenkung auf 0,1 mg Cadmium/kg diskutiert. Die entsprechenden Untersuchungen an BEE-Proben im Jahr 2001 und 2002 kommen zu dem Ergebnis, dass die Cadmium-Konzentrationen in Weizen weiter abgenommen haben (Abb. 6). Cadmium ist danach so verteilt (Tab. 1), dass eine Absenkung auf 0,1 mg/kg keine Versorgungsprobleme mit Weizen nach sich ziehen würde.

Anhand eines anderen Schwermetalls, nämlich Blei, wird auch deutlich, wie

Tab. 1: Verteilung der Cadmiumgehalte in Weizen der BEE aus dem Jahr 2001 (Probenanzahl = 260)

Gehaltsbereich (mg Cadmium/kg)	Anteil der Muster (%)
< 0,02	23,6
0,02–0,09	75,6
0,10–0,20	0,8
> 0,20	0

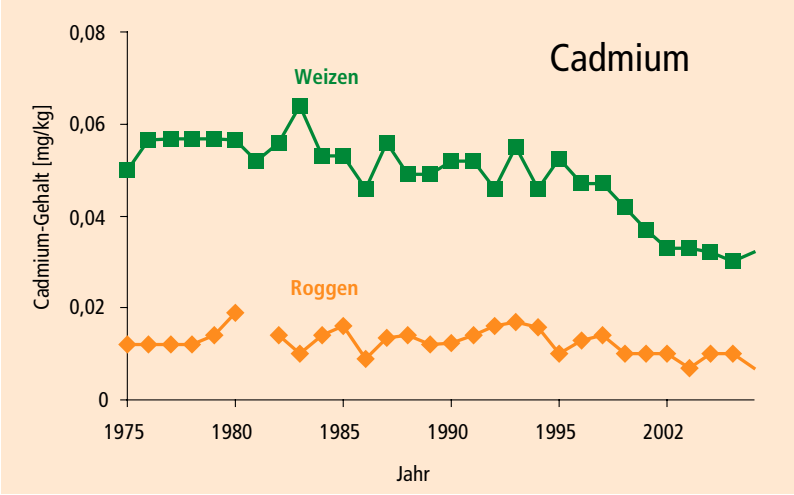


Abb. 6: Durchschnittliche Cadmium-Gehalte in Weizen und Roggen der BEE von 1975–2004

wichtig Langzeituntersuchungen sind, um die Wirkung politischer Entscheidungen im Bereich des Verbraucher- und Umweltschutzes überprüfen zu können. Abbildung 7 zeigt die durchschnittlichen Bleigehalte in Weizen und Roggen der letzten 30 Jahre. Die schrittweise ab dem Jahr 1972 greifende Reduzierung des Bleigehalts von Normalbenzin im Zuge des Benzin-Blei-Gesetzes, die mit dem EU-weiten Verbot jeglichen verbleiten Benzins ab dem Jahr 2000 ihren Höhepunkt fand, spiegelt sich sehr deutlich in den sinkenden Bleigehalten von Roggen und Weizen wider. In den letzten Jahren liegen die Werte auf einem vernachlässigbar niedrigen Niveau. Die im Rahmen der BEE gewonnenen Daten zeigen somit, dass es gelungen ist, durch die Verringerung der Blei-Emissionen von Kraftverkehr und der Industrie „Bleifreies Getreide" zu erreichen.

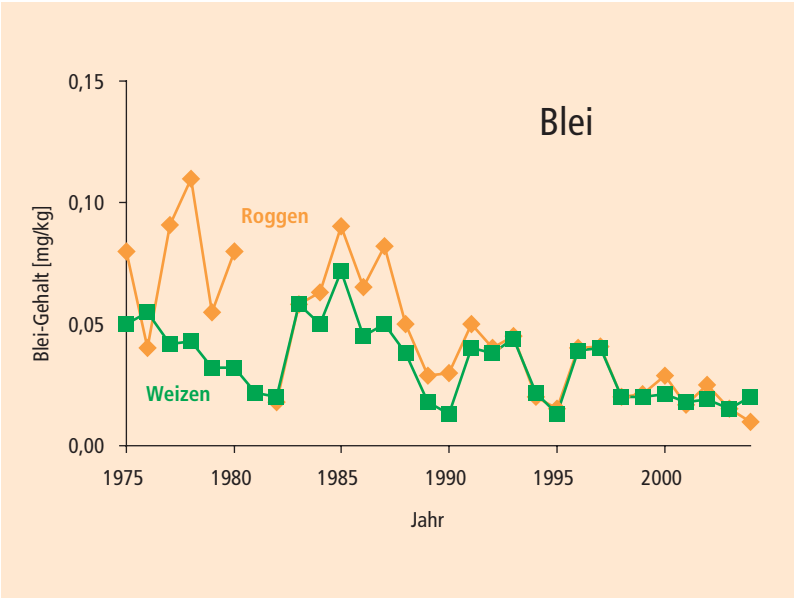


Abb. 7: Durchschnittliche Blei-Gehalte in Weizen und Roggen der BEE von 1975–2004

Pflanzenschutzmittel-Rückstände

Im Oktober 2004 stellte das Bundesverbraucherschutzministerium der Öffentlichkeit das Reduktionsprogramm chemischer Pflanzenschutz vor. In diesem Konzept ist die Beobachtung von Pflanzenschutzmittel-Rückständen im Grundnahrungsmittel Getreide von besonderer Bedeutung.

Im Rahmen der BEE wurde festgestellt, dass sich das Vorkommen (die Nachweishäufigkeit) verschiedener Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffgruppen im Weizen aus deutschem Anbau deutlich verändert hat: In den 90er Jahren nahmen Insektizidrückstände ab, Fungizid- und Herbizidrückstände hingegen zu (Abb. 8). In den vergangenen zehn Jahren war dann wenig Veränderung festzustellen. In zwei Dritteln aller Proben wurden seither trotz hochempfindlicher Analytik überhaupt keine Rückstände von den mehr als 250 erfassten Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffen festgestellt. In fast allen Proben mit Rückstand waren die Gehalte sehr niedrig, meistens nahe der Nachweisgrenze, und nur äußerst selten über den gesetzlich festgelegten Höchstwerten.

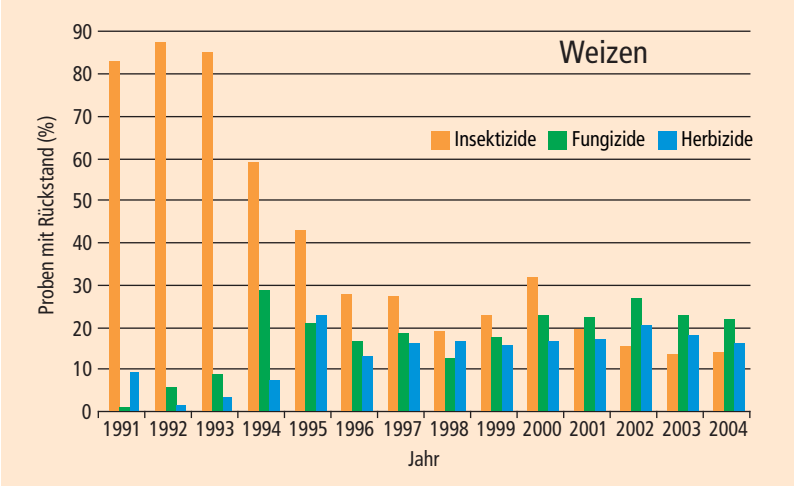


Abb. 8: Veränderung der Nachweishäufigkeit (prozentualer Anteil der Proben mit Rückstand) an Insektiziden, Fungiziden und Herbiziden in Weizen der BEE von 1991–2004

Fazit

Die Besondere Ernte- und Qualitätsermittlung (BEE) liefert neben Ergebnissen zur Erntemenge an Getreide und Kartoffeln eine zuverlässige Datenbasis zur Qualität der Brotgetreidearten Weizen und Roggen und damit zur Lebens- und Futtermittelsicherheit. Die gewonnenen Erkenntnisse sind wesentliche Entscheidungshilfen für das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft. Durch Veröffentlichung kurz nach der Ernte sind die Ergebnisse auch für die Agrar-, Getreide- und Mühlenwirtschaft von besonderem Interesse. Damit liefert die alljährlich durchgeführte BEE eine Datengrundlage, die zu einer ausgewogenen Versorgung mit Brotgetreide beiträgt und einen wichtigen Beitrag zur Erhaltung der Vielfalt und der Qualität des deutschen Brot- und Backwarensortiments leistet. ■

BfEL *Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel;*
1 = Institut für Getreide-, Kartoffel- und Stärketechnologie;
2 = Institut für Biochemie von Getreide und Kartoffeln;
Schützenberg 12, 32756 Detmold.
E-mail: standort.detmold@bfel.de

Dem Wald die Geheimnisse entlocken

Heino Polley (Eberswalde)

Der Wald birgt viele Geheimnisse. Weil er so vielfältig ist und sich langsam, aber doch stetig verändert, kann er nur mit großflächig und langfristig angelegten Beobachtungen überwacht werden. Informationen über die großräumigen Waldverhältnisse werden benötigt, um die Waldpolitik von Bund und Ländern zu gestalten und internationale Berichtspflichten zu erfüllen. Auch für Investitions- und Standortentscheidungen der Holzindustrie sind sie eine wichtige Basis. Entsprechende Informationen zu liefern ist Aufgabe der Bundeswaldinventur, die nach 1987 nun zum zweiten Mal durchgeführt wurde. Die Bundeswaldinventur erbringt vielfältige Angaben über die Waldfläche und den Holzvorrat, über Holzzuwachs und Holzeinschlag, zur Baumartenzusammensetzung und Altersstruktur sowie zu vielen weiteren Merkmalen.

Die Bundeswaldinventur

Die Bundeswaldinventur ist eine gesetzliche Aufgabe gemäß Bundeswaldgesetz §41a. Sie ist eine auf das gesamte Bundesgebiet bezogene forstliche Großrauminventur auf Stichprobenbasis und soll einen Gesamtüberblick über die großräumigen Waldverhältnisse und forstlichen Produktionsmöglichkeiten in Deutschland liefern. Die dafür erforderlichen Daten sind von den Ländern nach einem einheitlichen Verfahren zu erheben. Bei Bedarf ist die Inventur zu wiederholen. Für die Koordinierung der Inventur sowie die Zusammenstellung und Auswertung der Daten ist das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft zuständig, das viele damit zusammenhängende Aufgaben der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft (BFH) übertragen hat.

Die erste Bundeswaldinventur mit Stichtag zum 1.10.1987 wurde noch vor der deutschen Wiedervereinigung durchgeführt und bezieht sich deshalb nur auf das damalige Bundesgebiet. Die zweite Bundeswaldinventur mit dem Stichtag 1.10.2002 ist deshalb im früheren Bundesgebiet eine Wiederholungsaufnahme, in den neuen Ländern jedoch eine Erstinventur.

Um zu flächendeckenden Aussagen zu kommen, wurde über das gesamte Bundesgebiet ein Gitternetzraster von 4 x 4 km Maschenweite gelegt. Jeder Kreuzungspunkt der Rasterlinien markiert den Ort einer Stichprobe. Diese besteht aus einem Quadrat (Trakt) mit einer Seitenlänge von 150 m, an dessen Ecken die Daten erhoben wurden. Zur Erhöhung der Aussagefähigkeit wurde das Stichprobennetz auf Wunsch der Länder in einigen Regionen verdichtet, so dass schließlich auf 21 % der Fläche die doppelte und auf weiteren 26 % die vierfache Stichprobendichte zur Anwendung kam. Insgesamt wurden an 19.000 Probepunkten etwa 375.000 Probebäume vermessen und rund 150 weitere Merkmale erfasst. Dafür haben die Länder zwischen Oktober 2000 und Dezember 2002 insgesamt etwa 50 Inventurtrupps eingesetzt.

Erhalt der Waldfläche gesichert

Die Bundeswaldinventur hat eine Waldfläche von insgesamt 11.075.799 Hektar ermittelt. Das ist mit 31 % rund ein Drittel der Gesamtfläche Deutschlands. In den alten Bundesländern ist zwischen 1987 und 2002 auf 135.288 Hektar neuer Wald entstanden, und 81.754 Hektar bisherige Waldfläche wurden in eine andere Landnutzungsform umgewandelt. Damit ergibt sich eine positive Flächenbilanz von 53.534 Hektar. Das ist eine Zunahme von 0,7 % in 15 Jahren.

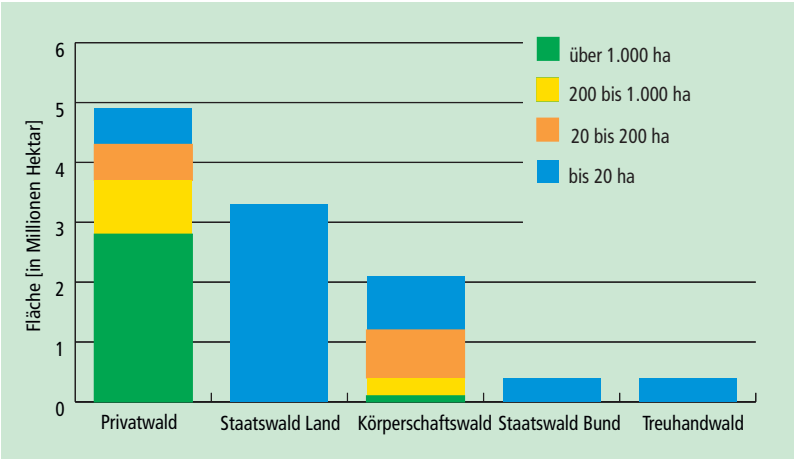


Abb. 1: Waldfläche nach Eigentumsarten und Eigentumsgrößenklassen

Wem gehört der Wald?

Wie Abb. 1 zeigt, ist das Waldeigentum in Deutschland breit gestreut. Fast die Hälfte der Fläche ist Privatwald oder zur Privatisierung vorgesehener Treuhandwald in den neuen Bundesländern. Etwa ein Viertel der Fläche ist Kleinprivatwald bis 20 ha Eigentumsgröße. Insgesamt verteilt sich der Wald auf mehr als 1,3 Millionen Eigentümer. Nur etwa ein Drittel der Waldfläche ist Eigentum der Länder oder des Bundes. Das muss bei der Wahl der Mittel zur Durchsetzung forstpolitischer Zielstellungen berücksichtigt werden.

Laubbäume nehmen zu

Um den mit der Industrialisierung enorm angestiegenen Bedarf an Nutzholz zu befriedigen und auch zur raschen Wiederaufforstung nach den Waldzerstörungen im Mittelalter und durch die beiden Weltkriege des 20. Jahrhunderts sind in der Vergangenheit vielerorts bevorzugt Nadelbäume angebaut worden. Zur Verbesserung der Stabilität der Wälder bemüht sich die Forstpolitik seit einigen Jahrzehnten jedoch, den Laubbaumanteil wieder zu erhöhen. Die Bundeswaldinventur hat für die alten Bundesländer gezeigt, dass der Anteil der Laubbäume im Zeitraum zwischen 1987 und 2002 um 5 Prozentpunkte zugenommen hat. Heute stehen Laubbäume auf 41 % der Waldfläche. Am weitesten verbreitet sind die Baumarten Fichte, Kiefer, Buche und Eiche. Die 13 in Abb. 2 genannten Baumarten nehmen zusammen 95 % der Waldfläche ein.

Alters- und Durchmesserstruktur im Wandel

Die Alterstruktur unserer Wälder (Abb. 3) zeigt gegenwärtig einen ausgeprägten Schwerpunkt bei etwa 50 Jahren. Darin spiegeln sich die umfangreichen Aufforstungen nach dem Zweiten Weltkrieg wieder. Dieser „Flächenberg" verschiebt sich allmählich in höhere Altersbereiche. Deshalb ist das Durchschnittsalter der Wälder zwischen 1987 und 2002 um fünf Jahre angestiegen. Damit verbunden ist auch eine Zunahme der Holzvorräte und Veränderung der Durchmesserstruktur.

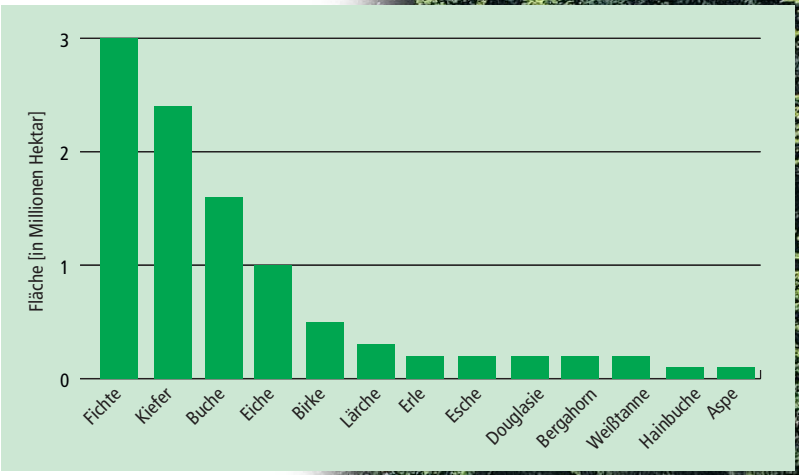


Abb. 2: Die häufigsten Baumarten in Deutschland

Während noch vor 20 Jahren die Verwertungsmöglichkeiten für Schwachholz ausgebaut wurden, stehen Forst- und Holzwirtschaft heute vor der Herausforderung, die enorm angewachsenen Starkholzvorräte sinnvoll zu nutzen. Auch in dem gewinnträchtigen Durchmesserbereich zwischen 30 und 50 cm Brusthöhendurchmesser haben sich die Vorräte weiter aufgebaut (Abb. 4).

Holzvorräte auf Rekordniveau

Der Holzvorrat in unseren Wäldern ist gegenwärtig mit 320 Kubikmetern pro Hektar im historischen und europäischen Vergleich sehr hoch. In den alten Bundesländern ist der Holzvorrat innerhalb von 15 Jahren um 17 % angestiegen. Zu dieser Vorratsanreicherung ist es gekommen, weil 28 % weniger Holz eingeschlagen wurde als zugewachsen ist. Das ist bei der gegenwärtigen Altersstruktur, die erheblich vom „Normalwaldmodell" mit einer gleichmäßigen Flächenausstattung aller Altersklassen abweicht, jedoch auch zu erwarten. Mit der vorhersehbaren Entwicklung der Altersstruktur wird der Holzvorrat, wenn keine gravierenden Schadereignisse eintreten,

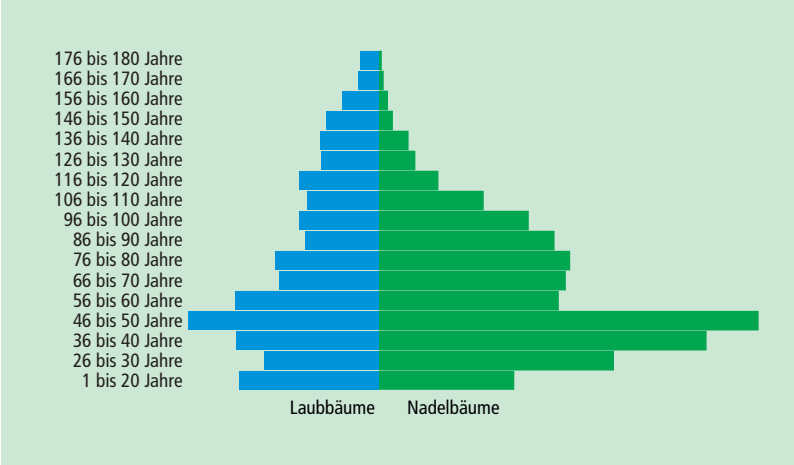


Abb. 3: Altersstruktur der Laub- und Nadelbäume in Deutschland

noch weiter ansteigen. Das birgt Chancen und Risiken.

Der Holzzuwachs ist mit durchschnittlich 12,6 Kubikmetern pro Hektar und Jahr höher als bisher vermutet wurde. Eine Ursache dafür ist die gegenwärtige Altersstruktur der Wälder mit einem ausgeprägten Schwerpunkt im Altersbereich zwischen 40 und 60 Jahren, in dem besonders die Nadelbaumarten sehr schnell wachsen. Jedoch ist auch eine allgemeine Wachstumsbeschleunigung feststellbar. Bei gleichem Alter sind die Bäume heute um durchschnittlich ein bis zwei Meter höher als vor 15 Jahren.

Mit 354 Kubikmetern pro Hektar ist der Holzvorrat im Kleinprivatwald besonders hoch. Damit wird von den Waldbesitzern mit Waldflächen bis 20 Hektar ebenso viel Holzvorrat bewirtschaftet wie von den Landesforsten. Die hohen Vorräte im Kleinprivatwald ergeben sich vor allem aus der Tatsache, dass die Eigentümer deutlich weniger Holz in ihren Wäldern nutzen. Für Kleinprivatwaldbesitzer hat der Wald als Einkommensquelle häufig nur eine geringe Bedeutung.

Mehr Totholz als erwartet

Erstmals wurde auch das Vorkommen von Totholz im Wald bundesweit erfasst. Ein hoher Totholzvorrat in verschiedenen Zerfallsstadien wertet den Wald als Lebensraum für viele spezialisierte Tier- und Pflanzenarten wie Specht, Wildbiene oder Hirschkäfer sowie Flechten, Moose und Pilze auf. Wegen der Gefahr von Borkenkäfer-Massenvermehrungen sind zu hohe Totholzmengen im Wirtschaftswald jedoch auch ein Produktionsrisiko.

In intensiv bewirtschafteten Wäldern gibt es zumeist weniger Totholz als in Naturwäldern. Infolge von Sturmschäden, bewusstem Nutzungsverzicht und zunehmender Alterung ist mit durchschnittlich 11,5 Kubikmetern pro Hektar heute jedoch mehr Totholz in den Wäldern vorhanden als bisher geschätzt wurde. Dabei ist nur das dickere Totholz ab 20 cm Durchmesser berücksichtigt. Knapp 60 % der Totholzmenge sind liegende Stücke, der Rest verteilt sich zu etwa gleichen Teilen auf stehendes Totholz und Wurzelstöcke. Aus dem hohen Totholzvorkommen darf nicht auf eine erhöhte Mortalität der Bäume geschlossen werden, denn in Wirtschaftswäldern steuert vor allem der Waldbesitzer durch seine Entscheidung, abgestorbene Bäume zu entfernen oder im Wald zu belassen, die Totholzmenge.

Waldränder – ein wichtiges Strukturelement

Ein optimal aufgebauter Waldrand hat sowohl für den Wald als auch für das angrenzende Land positive Effekte und ist ein besonderer Lebensraum für viele Tiere und Pflanzen. Insgesamt gibt es in Deutschland rund 0,5 Millionen Kilometer Waldränder. Die Waldrandlänge je Hektar Waldfläche ist ein Indikator für die Größe zusammenhängender Waldgebiete. Mit weniger als 30 Metern Waldrandlänge je Hektar Waldfläche sind die Wälder in den Ländern Brandenburg und Hessen besonders kompakt und mit über 90 Metern pro Hektar in Schleswig-Holstein besonders klein parzelliert.

Bezogen auf die gesamte Landfläche ist die Waldrandlänge eine Kennziffer für die Fragmentierung der Landschaft durch den Wechsel von Wald und Offenland. Diese ist mit 16 bis 17 Metern Waldrandlänge

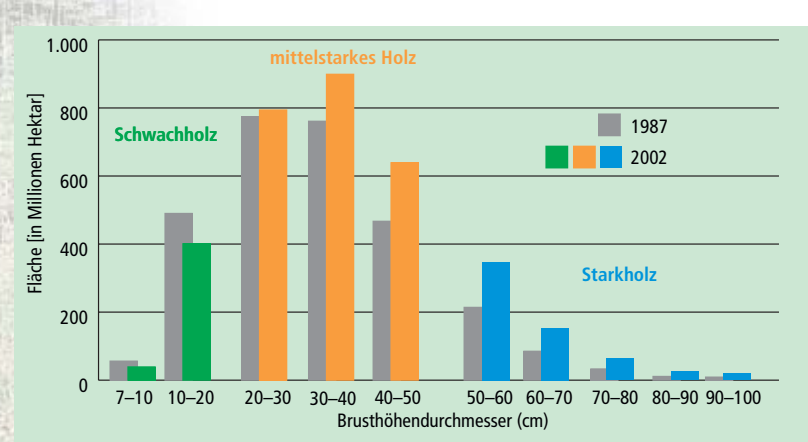


Abb. 4: Durchmesserstruktur (früheres Bundesgebiet)

je Hektar Landesfläche in Niedersachsen, Bayern, Rheinland-Pfalz sowie dem Saarland besonders ausgeprägt und mit weniger als 10 Metern pro Hektar in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein besonders gering.

Naturnähe der Baumarten-zusammensetzung

Aus dem Vergleich zwischen der aktuellen und der heutigen potenziell natürlichen Baumartenzusammensetzung wird die Naturnähe auf einer fünfstufigen Skala abgebildet. Die höchste Naturnähestufe wird zum Beispiel vergeben, wenn mindestens 90 % der Bedeckung an einem Probepunkt von Baumarten eingenommen wird, die dort als Haupt-, Neben- oder Pionierbaumarten auch natürlich vorkommen würden. Dabei darf keine Hauptbaumart der natürlichen Waldgesellschaft fehlen. Der Anteil von außereuropäischen Baumarten darf 10 % nicht überschreiten. Weitere Merkmale, wie die Ausprägung der Bodenvegetation, konnten wegen des hohen Aufnahmeaufwandes nicht in die Inventur einbezogen werden.

Danach haben 35 % der Wälder eine naturnahe oder sehr naturnahe Baumartenzusammensetzung. 41 % der Wälder sind in der dritten der fünf Naturnähestufen eingeordnet („bedingt naturnah").

Wald und Wild – keine Entwarnung

Überhöhte Schalenwildbestände können durch den Verbiss der Terminalknospe die Verjüngung des Waldes behindern. Davon sind nach den vorliegenden Ergebnissen besonders die Laubbäume, aber auch die Douglasie betroffen. Deshalb werden Verjüngungsflächen vielerorts eingezäunt. Das betrifft 3 % der gesamten Waldfläche.

Außerhalb der gezäunten Fläche ist an fast jedem fünften der gefährdeten Bäume (20 bis 130 cm Höhe) die Terminalknospe innerhalb der letzten 12 Monate verbissen worden. Dabei gibt es große regionale Unterschiede. Die Bewertung dieses Befundes ist schwierig, da die Verjüngung des Waldes nur dann gefährdet ist, wenn nicht mehr genügend unverbissene Pflanzen verbleiben. Außerdem kann die Verbisssituation von Jahr zu Jahr stark schwanken. Bundesweit hat sich die Anzahl der unverbissenen Bäume im gefährdeten Höhenbereich in den vergangenen 15 Jahren mehr als verdoppelt und der Verbissanteil hat um 8 %-Punkte abgenommen. Wildverbiss ist somit kein generelles, aber durchaus ein regionales Problem für die Verjüngung des Waldes.

Wald mit Geheimnissen

Natürlich hat die Bundeswaldinventur nicht alle Geheimnisse über den Wald gelüftet. So beschränken sich zum Beispiel alle Informationen über Veränderungen, Zuwachs und Holznutzung bislang auf das frühere Bundesgebiet. In den neuen Bundesländern können diese Informationen erst mit der nächsten Bundeswaldinventur ermittelt werden.

Die Bundeswaldinventur enthält auch keine Informationen über die Waldböden oder den Kronenzustand. Das wird durch die Bodenzustandserhebung, deren zweite Aufnahme im Jahr 2006 beginnt, und durch die jährlich stattfindende Kronenzustandserhebung erfasst. Auch die Untersuchung der im Wald ablaufenden ökologischen Prozesse kann wegen des hohen Messaufwandes nur wenigen Intensivmessflächen vorbehalten bleiben.

Der Schlüssel für das weitere Verständnis der Wälder liegt in der Zusammenführung von Strukturinformationen aus den verschiedenen Waldinventuren und Prozessinformationen aus der ökologischen Forschung. Eine wichtige Basis dafür sind Erhebungen, die teilweise mehrere Jahrzehnte andauern. Mit einer ausgewogenen Mischung von Tradition und Innovation muss dabei die Vergleichbarkeit der Daten gewährleistet werden, ohne den wissenschaftliche Fortschritt zu vernachlässigen. Es braucht einen langen Atem, um dem Wald seine Geheimnisse zu entlocken. ■

Dr. Heino Polley, Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Institut für Forstökologie und Walderfassung, Alfred-Möller-Str. 1, 16225 Eberswalde.
E-mail: h.polley@holz.uni-hamburg.de

Weiterführende Informationen

Vielfältige Informationen über das Verfahren und die Ergebnisse der Bundeswaldinventur stehen auf **www.bundeswaldinventur.de** im Internet. Das umfasst Darstellungen für den interessierten Laien und auch eine umfangreiche Datenbank mit Ergebnissen zu sehr speziellen Fragestellungen. Vom Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft wurde die Informationsschrift „Die zweite Bundeswaldinventur – BWI2: Das Wichtigste in Kürze" sowie ein umfangreicher Tabellenband mit dem Titel „Die zweite Bundeswaldinventur – BWI2: Der Inventurbericht" herausgegeben. Einige Bundesländer haben eigene Inventurberichte gedruckt oder im Internet veröffentlicht.

Der lange Weg ins Gehirn

BSE-Pathogenesestudie bei Rindern am Friedrich-Loeffler-Institut: aktueller Stand

Ute Ziegler, Bärbel Wagenschwanz, Artur Weber, Christine Hoffmann, Anne Buschmann und Martin H. Groschup (Insel Riems)

Der „Rinderwahnsinn" bewegte seit Mitte der 1980er Jahre zunächst Großbritannien, spätestens ab der Jahrhundertwende aber auch die Menschen in Kontinentaleuropa. Alle Anzeichen sprechen dafür, dass die Erreger der Bovinen Spongiformen Enzephalopathie (BSE) mit dem Futter aufgenommen werden. Bei erkrankten Rindern finden sich die Erreger vor allem im zentralen Nervensystem, also im Gehirn und Rückenmark. Als Auslöser der Krankheit gelten Prionen, falsch gefaltete Eiweißmoleküle, die in einer Art Kettenreaktion bestimmte körpereigene Eiweiße dazu bringen, sich ebenfalls umzufalten und zu verklumpen. Eine der zentralen Fragen lautet: Wie gelangen die Prionen vom Verdauungstrakt in das Hirn? Im Dezember 2002 startete dazu am Friedrich-Loeffler-Institut auf der Insel Riems (damals noch Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere) ein auf mehrere Jahre angelegtes Experiment.

Nachdem im November 2000 der erste einheimische BSE-Fall in Deutschland festgestellt wurde und die BSE-Fallzahlen in fast allen EU-Mitgliedstaaten durch die intensivierte Überwachung deutlich anstiegen, beherrschte der „Rinderwahnsinn" für mehrere Monate die Berichterstattung in den Medien. Das gehäufte Auftreten einer neuen Variante der Creutzfeldt-Jakob-Krankheit, die in Zusammenhang mit BSE gebracht wurde (bislang rund 175 Fälle, davon 156 im Vereinigten Königreich), machte die mysteriöse Krankheit auch für den Menschen zu einer diffusen Bedrohung. Gleichzeitig realisierten die Verbraucher, dass in der Vergangenheit nicht alle Maßnahmen ergriffen worden waren, die zu ihrem gesundheitlichen Schutz möglich gewesen wären. Dieser Vertrauensverlust führte zu einer erheblichen Verunsicherung, die sich auch in einer dramatischen Kaufzurückhaltung bei vom Rind stammenden Lebensmitteln und anderen Produkten niederschlug.

Die Verbraucher forderten von der Politik, effektive und wissenschaftlich fundierte Schutzmaßnahmen zu ergreifen. Dabei wurde aber auch klar, dass die Wissenschaft vielfach nicht alle aufgeworfenen Fragen eindeutig beantworten konnte und dass bei dieser Problematik noch erheblicher Forschungsbedarf besteht. So ist es nach wie vor nicht möglich, BSE-Infektionen bei lebenden Rindern, die keine klinisch auffälligen Symptome zeigen, nachzuweisen. Auch ist bis heute nicht bekannt, wo nach der Aufnahme der BSE-Erreger über das Futter tatsächlich die Ein-

Abb. 1: Kälber vor der Infektion (Quarantänehaltung)

trittspforte in den Körper liegt und auf welchem Weg die Erreger vom Magen-Darm-Trakt in das zentrale Nervensystem gelangen. Zwar weiß man, dass bei Scrapie, einer BSE-ähnlichen Prion-Erkrankung beim Schaf, das Lymphsystem für die Wanderung der Prionen eine bedeutende Rolle spielt. Bei BSE scheint dies aber nicht der Fall zu sein. Bei natürlich infizierten Rindern konnte der BSE-Erreger bisher während der mehrjährigen Inkubationszeit nirgendwo im Körper nachgewiesen werden; selbst bei klinisch erkrankten Tieren scheint sein Auftreten auf das zentrale und periphere Nervensystem beschränkt zu sein. Daher bleibt die Frage: Wo ist der Erreger in den Jahren, die zwischen der Aufnahme der Prionen und dem Ausbruch der Krankheit vergehen?

Experiment soll Aufschluss geben

Seit nunmehr rund drei Jahren (Start 18.12.2002) wird am Institut für neue und neuartige Tierseuchenerreger des Friedrich-Loeffler-Instituts (FLI) ein groß angelegtes tierexperimentelles Projekt durchgeführt, um den Weg der BSE-Infektion im Rind von der Erregeraufnahme bis zum Ausbruch der Krankheit zu erforschen und die Körperorgane und -gewebe zu ermitteln, die bei infizierten Tieren BSE-Erreger enthalten. Die Ergebnisse dieser Pathogenesestudie sollen auch dazu beitragen, detaillierter auf das mögliche Risiko für den Menschen beim Verzehr von Rindfleisch schließen zu können. Zwar ist nach gegenwärtigem Kenntnisstand davon auszugehen, dass nur die als Risikomaterial identifizierten Gewebe wie etwa Gehirn und Rückenmark bei erkrankten oder kurz vor der Erkrankung stehenden Tieren infektiös sind. Trotzdem sollte der Erreger im Laufe der rund 5-jährigen Inkubationszeit auf dem Weg vom Darm ins Rückenmark bzw. Gehirn auch in anderen Geweben nachweisbar sein.

Abb. 2: Entnahme einer Blutprobe. Von allen Tieren werden regelmäßig das Blut, der Harn und der Liquor untersucht.

Abb. 3: BSE-sterile Entnahme von Organ- und Gewebeproben

Das Design des Experiments: 56 Kälbern (2 x 28 Tiere, Abb. 1) aus einer ökologisch geführten Mutterkuhherde wurden je 100 Gramm eines Gehirnbreis aus BSE-positiven Rindern verabreicht (Gruppe A Ende Januar 2003 und Gruppe B ein Vierteljahr später). Das BSE-Material (rd. 5,7 kg) stammte von BSE-erkrankten Rindern aus dem Vereinigten Königreich. Weitere 18 Rinder dienen als nicht infizierte Kontrolltiere. Von den lebenden Tieren werden seit Versuchsbeginn regelmäßig alle acht Wochen Blut- und Harnproben (Abb. 2) sowie alle vier Monate Rückenmarkflüssigkeit entnommen.

Alle vier Monate werden vier infizierte Tiere und ein Kontrolltier eingeschläfert und von jedem Rind bei der anschließenden Sektion über 1.400 Einzelproben aus mehr als 150 Organen und Geweben, wie etwa Gehirn, Rückenmark, Speicheldrüse, Mandel, Netzhaut, Leber, Milz, Niere, Darm und Knochen sowie verschiedenste Körperflüssigkeiten entnommen und in die nationale BSE-Probenbank (s. u.) eingestellt. Die Entnahme der Proben erfolgt unter BSE-sterilen Bedingungen, das heißt für jedes Gewebe werden eigene, dafür vorbehaltene Instrumente verwendet, um eine Kontamination der Proben durch Verschleppung des Erregers von einer zuvor entnommenen Probe zu verhindern (Abb. 3).

Darüber hinaus werden die Rinder genau beobachtet. Denn wenn auch ein verlässlicher Test am lebenden Tier bislang nicht zur Verfügung steht, so kann eine gründliche klinische Untersuchung bereits Hinweise auf eine BSE-Erkrankung geben – besonders wenn neben der Körperhaltung und dem Bewegungsablauf auch die Reaktionen der Tiere auf optische, akustische und taktile Reize getestet werden. Bei Rindern mit nur schwacher oder untypischer Ausprägung der klinischen BSE-Symptomatik ist jedoch ein erhebliches Maß an Erfahrung notwendig, um die vergleichsweise unspezifischen Symptome erkennen zu können. Deshalb werden die Tiere der Riemser BSE-Pathogenesestudie alle acht Wochen nach einem festgelegten Untersuchungsschema eingehend untersucht, um bereits erste klinische Zeichen zu erkennen. Hierbei wird nicht nur das Verhalten beurteilt, sondern auch die Sensibilität der Tiere (Prüfung der Überempfindlichkeit auf Berührung, Manipulation an Kopf und Hals (Abb. 4), Reaktion auf Lärm und Licht) sowie die Bewegungsabläufe (Lahmheit/Koordinationsstörungen).

Schwieriger Nachweis

Eine Prion-Infektion verläuft auf sehr ungewöhnlichem Wege, denn bei den Erregern handelt es sich nicht um die „üblichen Verdächtigen": Es sind offenbar weder Viren noch Bakterien, sondern reine Eiweiße, die in ihrem Aminosäuremuster körpereigenen Prion-Eiweißen entsprechen, aber anders gefaltet sind, also eine andere Struktur auf-

Abb. 4: Sensibilitätsprüfung am Kopf des Rindes

weisen. Die pathogenen Prionen lagern sich an die „normalen" Prion-Proteine an und falten sie ebenfalls um – ein sehr langwieriger Prozess.

Pathogene Prionen sind, wenn sie in geringen Konzentrationen vorliegen, sehr schwer nachzuweisen. Methode der Wahl sind Mäuse-Infektionsversuche: Mäusen werden die zu untersuchenden Proben injiziert. Waren in einer Probe BSE-Erreger vorhanden, so zeigen die Mäuse nach überschaubarer Zeit (1–2 Jahre) typische BSE-Symptome. Allerdings unterscheiden sich die körpereigenen Prion-Proteine der Maus – da es sich um eine andere Tierart handelt – von denen des Rindes. Dies führt zu einer erheblich geringeren Empfindlichkeit mit der Folge, dass der konventionelle Maustest bei gering kontaminierten Proben rasch an seine Grenzen stößt.

Um die Artbarriere zu überwinden und Mäuse ähnlich empfindlich gegenüber BSE-Erreger zu machen wie die Rinder selbst, wurden am Friedrich-Loeffler-Institut Mäuse gentechnisch verändert: Im Erbgut der Tiere wurde das Gen für die Bildung des Prion-Proteins der Maus gegen das Gen für das Prion-Protein des Rindes ausgetauscht.

Diese transgenen Mäuse sind 10.000mal empfänglicher für BSE-Erreger als normale Mäuse. Mit diesen Versuchstieren (Bioassay) können selbst geringste BSE-Erregerspuren in ausgewählten Proben von den Rindern aus der BSE-Pathogenesestudie entdeckt werden.

Die nationale BSE-Probenbank

Im Rahmen der Pathogenesestudie werden Zehntausende Proben von BSE-infizierten, aber noch nicht klinisch erkrankten Tieren gewonnen. Solche Proben standen der deutschen Wissenschaft bisher nicht zur Verfügung. Sie sind jedoch eine wichtige Voraussetzung für viele Forschungsarbeiten, die darauf abzielen, Prionenkrankheiten zu verstehen oder bessere BSE-Tests zu entwickeln.

Aus diesem Grund ist am Friedrich-Loeffler-Institut parallel zu der Pathogenesestudie eine nationale BSE-Probenbank etabliert worden. Alle im Rahmen dieser Studie zu einem definierten Zeitpunkt der Inkubationszeit entnommenen Gewebeproben sowie alle Körperflüssigkeiten werden in das Archiv der Probenbank (Abb. 5) überführt, wobei eine computergestützte Datenbank und ein Etiketten-Barcodesystem die Archivierung und Lagerung der einzelnen Proben standardisiert (Abb. 6). Im Rahmen der nationalen TSE-Forschungsplattform (eine Selbstorganisation der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die über BSE und andere Prionenkrankheiten forschen) wird dieses Material auf Antrag Wissenschaftlern anderer Institute sowie der Industrie, die an Test- und Therapieverfahren arbeiten, zur Verfügung gestellt. Über die Gewebeabgabe entscheidet der interne wissenschaftliche Beirat der TSE-Forschungsplattform.

Nachgewiesene BSE-Fälle in ausgewählten europäischen Ländern (Stand: Sept. 2005)

Vereinigtes Königreich	184.266
Irland	1.526
Frankreich	945
Niederlande	77
Belgien	129
Dänemark	14
Deutschland	363
Polen	34
Schweiz	459
Österreich	2
Portugal	978
Spanien	587
Italien	127

Diese standardisierten Proben sind für die Entwicklung und Bewertung neuer BSE-Schnelltests von größter Bedeutung. Auch so genannte Lebendtests, also Tests, die durch die Untersuchung von Körperflüssigkeiten lebender Tiere eine mögliche BSE-Infektion anzeigen sollen, können somit entwickelt und evaluiert werden.

Tausende Proben hat das Friedrich-Loeffler-Institut inzwischen den BSE-Testentwicklern zur Verfügung gestellt. Erste Ergebnisse aus deren Untersuchungen stimmen optimistisch; bisher ist allerdings noch kein Lebendtest in einem Stadium, das eine praktische Anwendung in nächster Zukunft ermöglichen würde.

Abb. 5: Archiv der nationalen BSE-Probenbank, Lagerung der Proben bei –20 °C (links) und bei –70 °C (rechts)

Warten auf die ersten Symptome

Zum momentanen Zeitpunkt (Juli 2005) – 28 Monate nach Infektion der ersten Rinder – sind noch bei keinem Tier aus der Pathogenesestudie klinische BSE-Symptome aufgetreten. Nach den Erfahrungen der britischen Kollegen sollten bei den am FLI infizierten Rindern die ersten klinischen Symptome ungefähr 32 Monate nach der Infektion, also im Spätherbst 2005, auftreten.

BSE-Sicherheitsstall auf der Insel Riems

Für die über einen Zeitraum von mindestens fünf Jahre gehende BSE-Pathogenesestudie wurde auf der Insel Riems ein Versuchsstall errichtet, der den besonderen Sicherheitsanforderungen Rechnung trägt. Er gliedert sich in einen Stallbereich für Rinder sowie einen Funktionsbereich. Beide Bereiche werden ausschließlich über ein System von Schleusen betreten und ver- bzw. entsorgt. Alle Tierhaltungsbereiche werden natürlich be- und entlüftet. Die Fenster sind mit Windschutznetzen versehen, die auch Vögel von den Stallungen fernhalten.

Das anfallende Abwasser, einschließlich der Gülle, wird einer thermischen Sterilisation bei 136 °C für 2 Stunden unterzogen. Die Tierkadaver aus den regelmäßigen Sektionen werden über die betriebseigene Tierkörperbeseitigungsanlage entsorgt.

Wenn auch die Rinder am Ende für den wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn ihr Leben lassen müssen, so sind ihre Haltungsbedingungen doch sehr gut: Die Liegeplätze in dem lichten Stall sind aus weichen „Komfort-Gummimatten". Das für die Rinder stets vorrätige Futter besteht aus bestem Heu bzw. Mais.

Das Gebäude ist eingebettet in die Sicherheitskonzeption des Friedrich-Loeffler-Instituts, die Labor- und Stallbereiche bis zur höchsten Sicherheitsstufe L4 vorsieht. Damit werden auf der Insel auch Arbeiten mit gefährlichsten, hochinfektiösen Erregern möglich.

Abb. 6: Archivierung und Lagerung von Probenmaterial mit Hilfe eines Etiketten-Barcodesystems

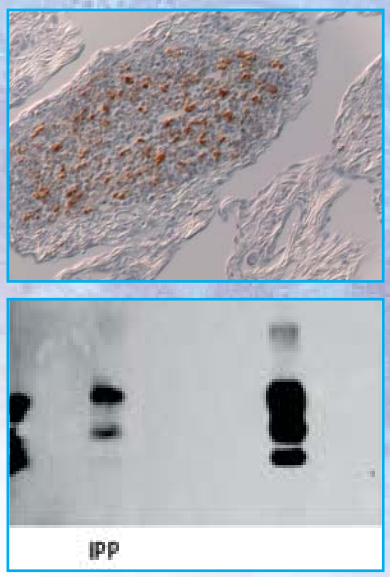


Abb. 7: Nachweis von PrPSc in den Peyerschen Platten des distalen Ileums durch Immunhistochemie (oben) und durch Immunoblot (unten)

Mit immunhistologischen und Immunoblot-Untersuchungen[1] konnte das Vorhandensein von pathologischem Prion-Protein im Darmbereich geschlachteter Kälber (in den Peyerschen Platten des distalen Ileums) 12 Monate nach der Infektion belegt werden (Abb. 7). Dies ist ein deutlicher Hinweis darauf, dass die orale BSE-Infektion bei den Tieren erfolgreich war.

In den Gewebeproben aus dem Zentralnervensystem der bisher sezierten Rinder wurden bislang noch keine eindeutigen Ablagerungen des pathologischen Prion-Proteins nachgewiesen. Es bleibt abzuwarten, wann der Erreger dort erstmals auftritt. Die Untersuchungen der entnommenen Gewebeproben stehen erst am Anfang.

FRIEDRICH-LOEFFLER-INSTITUT
FLI
Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Federal Research Institute for Animal Health

Korrespondierender Autor: PD Dr. Martin H. Groschup, Institut für neue und neuartige Tierseuchenerreger, Friedrich-Loeffler-Institut, Boddenblick 5a, 17498 Greifswald-Insel Riems.
E-mail: martin.groschup@fli.bund.de

1 Diese Untersuchungsmethoden sind nicht so empfindlich wie die beschriebenen Maustests, benötigen aber wesentlich weniger Zeit

Mit dem Kabeljau durch Raum und Zeit

Langzeitanalysen in der Fischereiforschung – Voraussetzung für eine nachhaltige Bewirtschaftung

Anne Sell (Hamburg)

Jedes Jahr gibt der Internationale Rat für Meeresforschung (ICES) Empfehlungen zum Bestandsmanagement wichtiger Speisefische, so auch des Kabeljaus. Grundlage hierfür sind langfristige Surveys, die von den Fischereiforschungseinrichtungen der beteiligten Nationen durchgeführt werden. Die Resultate werden anschließend mit Fangdaten aus der kommerziellen Fischerei verknüpft. Daraus errechnete Populationsmodelle arbeiten mit Datensätzen von bis zu 40 Jahren, um Zusammenhänge zwischen den Bestandsgrößen und der Befischung bestmöglich interpretieren zu können. In den letzten Jahrzehnten hat sich gezeigt, dass gerade im Fall des Kabeljaus ein weiterer wichtiger Faktor die Größe der Bestände beeinflusst: der Klimawandel. Die Erwärmung der Nordsee beeinträchtigt die Aufwuchsbedingungen für diesen Fisch. Um verlässliche Aussagen über die weitere Entwicklung der Bestände machen zu können, müssen daher neben den Fischereidaten auch die relevanten Umweltfaktoren berücksichtigt werden. Die gestiegene Komplexizität der Analysen macht hochwertige Langzeitdatensätze noch wichtiger als zuvor – und erfordert die Verzahnung von Datenserien aus der Fischereiforschung mit der Klimaforschung bzw. Hydrographie, der Planktonforschung sowie Untersuchungen an den Bodenorganismen.

Entwicklung des Kabeljaufangs in der Nordsee

Die Kabeljaufischerei war nicht immer ein bedeutender Wirtschaftszweig in der Nordsee. Noch bis Mitte des 20. Jahrhunderts spielte der Kabeljau etwa gegenüber dem Hering eine untergeordnete Rolle. Dennoch lagen die Anlandungen aller Anrainerstaaten stetig bei etwa 100.000 t – mit Ausnahmen der Kriegs- und Nachkriegsjahre der beiden Weltkriege, in denen teils gar nicht, dann in der Folge vermehrt gefischt wurde (Abb. 1). Die Bedeutung des Kabeljaus wuchs jedoch ab Mitte der 1960er Jahre rapide. Noch in den Jahren 1960–64 bestanden die Nordsee-Anlandungen der deutschen Fischer nur zu rund 3 % aus Kabeljau; 1970–74 lag der Anteil bei durchschnittlich 39 %, im Maximum 1972 sogar bei 63 %. In den 80er Jahren kam es aber fast ebenso schnell zu einem Rückfall auf die typischen Anlandungsmengen der Vorjahre.

Dieses Niveau hielt sich bis Mitte der 90er, als die Kabeljau-Anlandungen aus der Nordsee insgesamt wieder um die 100.000 t lagen. Seither sind sie stetig gefallen und haben inzwischen ein Rekordtief von 31.000 t erreicht (Fänge von 2003) – allerdings bei einer seit 2002 geltenden wissenschaftlichen Empfehlung für einen kompletten Fangstopp!

Bestandsgröße und Sterblichkeit durch Befischung

Die Empfehlungen des Internationalen Rats für Meeresforschung (ICES) für das Management der Fischbestände basieren auf populationsdynamischen Berechnungen, die von wissenschaftlichen Arbeitsgruppen – mit Beteiligung der Bundesforschungsanstalt für Fischerei in Hamburg – jährlich mit der neusten Fangstatistik aktualisiert werden.

Zur Beschreibung der Bestandsentwicklung dienen zwei wichtige Kenngrößen: Erstens die Einschätzung, ob die Biomasse des Bestandes eine ausreichende Reproduktionskapazität garantiert, das heißt ausreichend erwachsene Tiere umfasst, um den Bestand zu erhalten. Diese Größe wird in zwei Stufen angegeben: B_{lim} gibt den Grenzwert an, unter den die Bestandsgröße auf keinen Fall sinken darf, soll eine Reproduktion noch gesichert sein. B_{pa} bildet einen Pufferwert, bei dem im Rahmen des Vorsorgeansatzes bereits jede weitere Bestandsabnahme vermieden werden soll (Abb. 2). Ob bei ausreichender Biomasse der Bestand aber tatsächlich gesichert ist, hängt zusätzlich auch von der Größe des Fischereidrucks ab. Der zweite Grenzwert F_{lim} gibt das Maximum der durch die Fischerei verursachten Sterblichkeit an, bei dem bei einer Biomasse von mindestens B_{lim} ein Weiterbestehen des Bestandes unter Befischung noch gesichert ist (nachhaltige Bewirtschaftung). Der schon vorher erreichte Vorsorge-Grenzwert F_{pa} markiert wiederum den Befischungszustand, ab dem ein definierter Management-Plan in Kraft treten soll, um eine spätere Überschreitung der Grenzwerte zu verhindern.

Vorhersagen im Grenzbereich nahe dem bestandserhaltenden Limit sind noch immer dadurch erschwert, dass man keine genauen Daten zu den ungenutzten Rückwürfen hat, also zu den Fängen von Kabeljau, die nicht angelandet, sondern sofort

wieder über Bord geworfen werden. Häufig entstehen diese Rückwürfe, weil die gefangenen Fische unter den zulässigen Mindestlängenmaßen liegen oder die erlaubten Höchstanlandungszahlen überschritten wurden. Die meisten zurückgeworfenen Fische überleben die Prozedur nicht, gehen für den Bestand also verloren.

Für den Nordsee-Kabeljau liegt die vorsorglich empfohlene Sicherheitsgrenze für den Laicherbestand bei einer Biomasse von B_{pa} = 150.000 t. Sinkt die Biomasse der laichreifen Fische unter diesen Wert, nimmt die Wahrscheinlichkeit niedriger Nachwuchsproduktion zu. Dies ist seit 1983 der Fall. In den letzten zehn Jahren liegt die Bestandsgröße bei oder unterhalb von 100.000 t, seit dem Jahr 2000 inzwischen sogar unter 50.000 t (Abb. 3b).

Dass ein Bestand in seiner Reproduktionskapazität gefährdet ist bedeutet zwar nicht, dass die Art vom Aussterben bedroht ist. Sie steht aber unmittelbar in der Gefahr, für die fischereiliche Bewirtschaftung an Bedeutung zu verlieren oder sogar in der Bedeutungslosigkeit zu verschwinden.

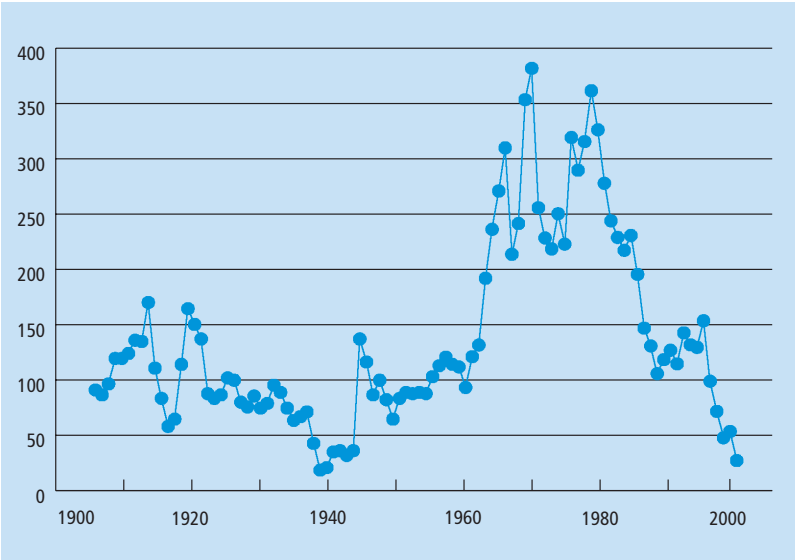


Abb.1: Kabeljau-Anlandungen aus der Nordsee von 1906 bis 2004.

Kabeljaubestände – die Entwicklung der letzten 40 Jahre

Die Bestandsentwicklung des Nordsee-Kabeljaus wird unter Mitwirkung der Bundesforschungsanstalt für Fischerei seit über 40 Jahren kontinuierlich erfasst. Nach der starken Populationszunahme in den 1960er und frühen 1970er Jahren ist der Bestand in den letzten zwei Jahrzehnten zunächst auf das alte Niveau der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts gesunken. In der Folge hat sich die Artenzusammensetzung der Nordseefische insgesamt verschoben – zu Lasten einiger kommerziell besonders wichtiger Arten. Als eine der ersten Managementmaßnahmen wurde daher 1986 in der Deutschen Bucht ein Gebiet festgelegt, in dem innerhalb der zweiten Jahreshälfte für die gezielte Rundfisch-Fischerei nur Netze mit einer großen Maschenweite (100 mm) verwendet werden durften. Dadurch sollten die Jungfische aus dem vorangegangenen Winter und Frühjahr geschont werden.

In den folgenden Jahren wurden auch für die übrigen Jahreszeiten die zulässigen Maschenweiten schrittweise erhöht. 1992 wurde überall ganzjährig eine Maschenweite von über 100 mm vorgeschrieben, unter gleichzeitiger Reduzierung des Fischereiaufwandes. Seit 2003 ist von der Europäischen Kommission für den direkten Kabeljaufang (Fanggewichtsanteile >5 %) eine Mindestmaschenlänge von 120 mm vorgeschrieben. Doch leider führte die Vielzahl der technischen Vorschriften nicht zu einer effektiven Schonung der Jungfische.

Inzwischen haben die Bestände des Kabeljau alle bislang bekannten Zahlen un-

Ein Fang des arktischen Kabeljaus vor Nord-Norwegen. Wird es solche Fänge auch in der Nordsee wieder geben?

Charakteristisch für den Kabeljau ist seine Kinnbartel

terschritten (Abb. 3). Der Nordseebestand liegt weit außerhalb sicherer biologischer Grenzen, das heißt er ist in seiner Reproduktionskapazität deutlich reduziert – eine Erholung ist nicht feststellbar. Seit 1996 hat es nur schwache Nachwuchsjahrgänge gegeben. Zur Vorhersage der Bestandsentwicklung lassen sich kaum noch sichere wissenschaftliche Aussagen machen, da keine Erfahrungen mit einer derart niedrigen Laicher-Biomasse vorliegen. Für die Nordsee (inklusive Skagerrak und östlichem Ärmelkanal) empfiehlt ICES deshalb seit 2002, die gezielte Fischerei auf Kabeljau einzustellen und ebenfalls auf alle Fischereien zu verzichten, in denen regelmäßig Kabeljau als Beifang auftritt. Dennoch lag noch 2003 die Befischungsintensität deutlich über dem Vorsorgerichtwert F_{pa}, auch wegen der erheblichen Beifänge in den so genannten Gemischten Fischereien.

Der geltende Wiederaufbauplan für den Nordseekabeljau sieht vor, nur so viel zu fangen, dass die Bestandsgröße der laichreifen Fische jährlich um 30 % anwachsen kann. Diese Maßnahme wird als einzige Möglichkeit gesehen, den ehemals hoch produktiven Bestand zu regenerieren. Leider deuten Hinweise auf hohe Schwarzmarkt-Anlandungen und eine nur geringe Rücknahme des tatsächlichen Fischereiaufwandes darauf hin, dass diese Managementpläne nur unzureichend befolgt werden.

Bestandsentwicklung als Multi-Faktoren-Geschehen

Welche Ursachen waren für den Gipfel der Kabeljau-Anlandungen in den 60er/70er Jahren verantwortlich? Aus heutiger Sicht war es ein Zusammenwirken mehrerer Faktoren: Erstens hat sich die Populationsdynamik des Kabeljaus geändert, zweitens wurden seine Nahrungskonkurrenten Hering und Makrele dezimiert und drittens wurde er verstärkt angelandet, weil der Ausbau der Fangflotte durch Erweiterung und Einführung der Heckfänger eine effektivere Befischung ermöglichte.

Der verstärkte Fischereidruck wurde aber zunächst abgepuffert durch die verstärkte Rekrutierung des Kabeljaus. Hierfür waren zwei für die Fische günstige Veränderungen im Zooplankton Ausschlag gebend: In den 50er Jahren ersetzte der Ruderfußkrebs Calanus, die bevorzugte Beute junger Kabeljaus, die zuvor dominierenden Populationen kleinerer Krebsarten (z. B. Pseudocalanus). Etwas später, Anfang der 60er Jahre, führte eine veränderte Einstromsituation atlantischen Wassers in die nördliche Nordsee zu einer Absenkung der Temperaturen. Dies wirkte sich stark positiv auf den Kabeljau-Nachwuchs aus: Nach Analysen des britischen Fischereiwissenschaftlers Cushing entwickelte sich ab 1962 die planktische Beute der jungen Kabeljaus – speziell Calanus – jeweils einen Monat später als in den Jahren zuvor. Damit waren der Nahrungsbedarf und das Beuteangebot zeitlich optimal synchronisiert. Die Anlandungen spiegelten also nicht nur den verstärkten Fischereiaufwand wider, sondern auch die starken Wachstumsraten des Kabeljaus aufgrund sehr günstiger Umweltbedingungen.

Die Situation veränderte sich Ende der 70er Jahre. Das Gleichgewicht zwischen fischereibedingter Sterblichkeit und Rekrutierung destabilisierte sich, und während sich im Laufe der 80er Jahre die Lebensbedingungen für den Kabeljau verschlechterten, hielt der zu starke Fischereidruck an – bis auf den heutigen Tag.

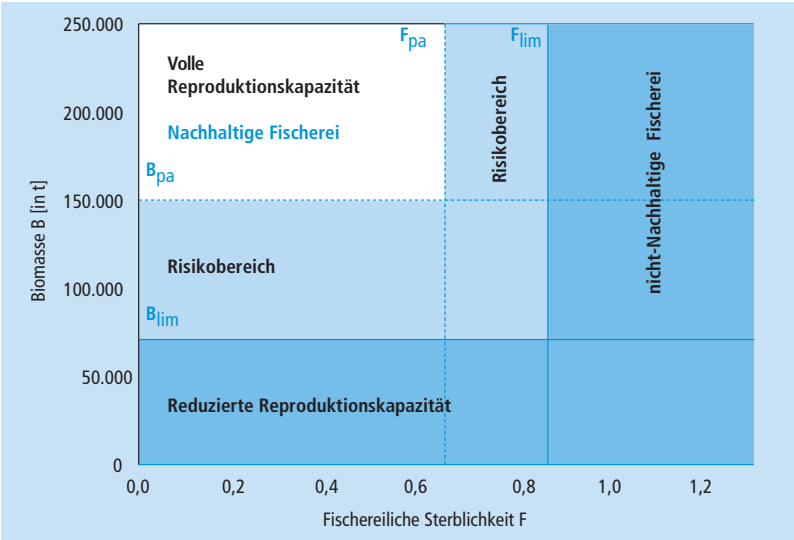


Abb. 2: Schematische Darstellung der Grenzwerte für die Beurteilung von Fischbeständen am Beispiel des Nordsee-Kabeljaus.

Wozu Langzeitdaten?

Die Frage, welchen Einfluss der weltweite Klimawandel auf die Entwicklung der Fischbestände hat, gewinnt zunehmend an Interesse. Aber woher wissen wir, welches die Folgen klimatischer Änderungen sind und was auf das Konto anderer Ursa-

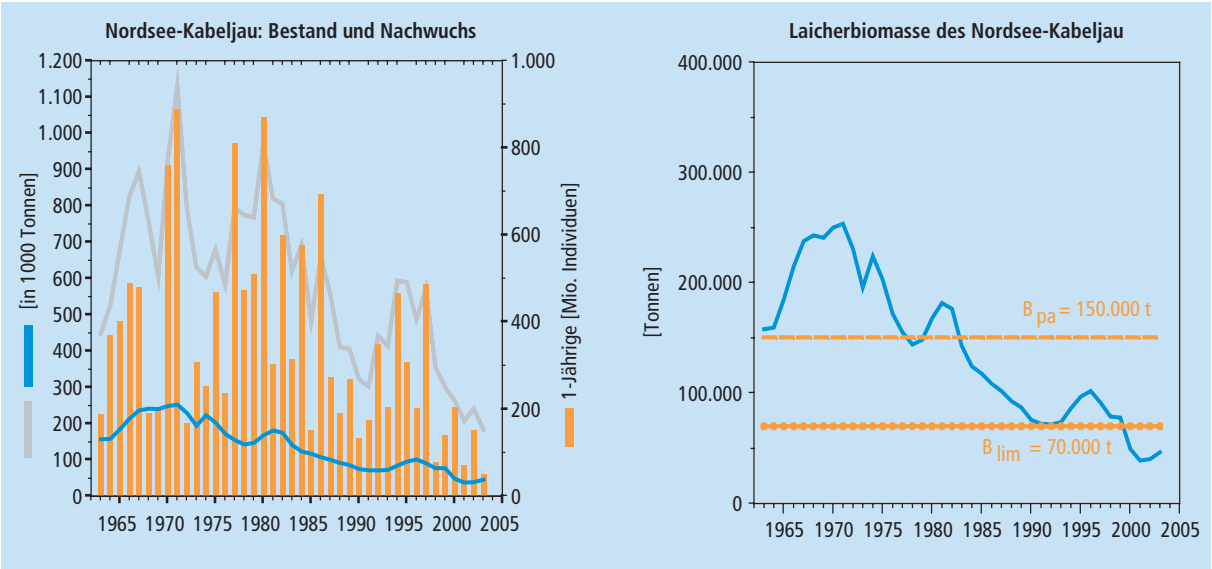


Abb. 3: Entwicklung des Kabeljaubestandes der Nordsee in den letzten 40 Jahren. (A) Gesamtbiomasse (grau), Biomasse des Laicherbestandes (dunkelblau) und Nachwuchs (orange), (B) Laicherbestand. (Quelle: Bericht der ICES-Arbeitsgruppe für demersale Fische)

chen geht? Um die Wirkungen des Klimas von anderen Effekten, insbesondere denen der Fischerei selbst, trennen zu können, brauchen wir Datensätze, in denen sich diese beiden Faktoren bestmöglich unterscheiden lassen.

Idealerweise würde man dafür den traditionellen wissenschaftlichen Ansatz bemühen, indem bewirtschaftete Kabeljaubestände direkt verglichen würden mit einem unbefischten Kontrollbestand, der nur vom klimatischen Wandel beeinflusst wird. Solche unbefischten Bestände gibt es jedoch für den Kabeljau nicht, genauso wenig wie für die meisten anderen ökonomisch interessanten Fischarten. Deshalb brauchen wir eine methodische Alternative – und die liegt in Langzeitanalysen. In der über Jahrzehnte erstreckten Analyse der Fischbestände, die sowohl der Befischung als auch dem klimatischen Wandel mit allen ökologischen Konsequenzen unterliegen, lassen sich durch unterschiedlich große Schwankungen in beiden Faktoren ihre Anteile an der Gesamtveränderung abschätzen. Dabei nimmt die Qualität der Analyse mit der Länge der Zeitreihe deutlich zu.

Nur auf einem derartigen Erfahrungsschatz basierende Analysen können die Basis bilden für wissenschaftlich abgesicherte Empfehlungen bezüglich eines langfristig nachhaltigen Fischereimanagements, das Überfischungen mit hoher Wahrscheinlichkeit vermeidet.

Nur wenige Institutionen können solche Datensätze kontinuierlich erheben, wissenschaftlich auswerten und dem Management zugänglich machen. Universitäten sind in einer Forschungslandschaft mit befristeten Drittmittelprojekten und entsprechenden Kurzzeitverträgen dazu kaum in der Lage. Dasselbe gilt für Forschungsinstitute, die sich vorrangig durch Projektmittel finanzieren müssen und so vor allem attraktive, kurzfristige Themen besetzen. Es ist daher nicht überraschend, dass bei der Erhebung langfristiger Datensätze die überwiegend grundfinanzierten Bundesforschungsanstalten der Ministerien eine herausragende Rolle spielen. Sie sind in der Lage, mit personeller und programmatischer Kontinuität Forschungsansätze über längere Zeitskalen zu verfolgen.

In der neuerdings aufkommenden Debatte über eine stärkere Anlehnung der Ressortforschungseinrichtungen an hochschulähnliche Forschung sollte dieser Aspekt mit berücksichtigt werden, um die notwendige wissenschaftliche Basis für die Zukunftsfähigkeit unserer Gesellschaft in diesem Bereich nicht unnötig aufs Spiel zu setzen. ■

Ein Kabeljaufang an Bord eines kommerziellen Kutters.

Foto: Sakis Kroupis

Dr. Anne Sell, Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Institut für Seefischerei, Palmaille 9, 22767 Hamburg.
E-mail: anne.sell@ish.bfa-fisch.de

Warmes Wasser und Eisschmelze bei Grönland

Manfred Stein (Hamburg)

Langzeitserien ozeanographischer Messungen vor Südwestgrönland, die im Rahmen der Fischereiforschung vorgenommen werden, können auch für die Klimaforschung wichtige Informationen liefern. Auf einer internationalen Tiefwasser-Station mit einer Wassertiefe von 3000 Metern werden seit mehr als 20 Jahren regelmäßig Temperatur- und Salzgehaltsprofile gemessen. Die Daten zeigen signifikante Erwärmungstrends in den oberen 700 Metern der Wassersäule. Das Bodenwasser der Tiefwasser-Station wird von einem Wasserkörper ausgefüllt, der aus dem Nordpolarmeer stammt. Das Abschmelzen des Packeises im Nordpolarmeer dokumentiert sich im abnehmenden Salzgehalt des Bodenwassers.

Seit 1963 fahren das Fischereiforschungsschiff „Walther Herwig III" bzw. seine Vorgängerschiffe jedes Jahr im Herbst in die Gewässer vor Ost- und Westgrönland, um die grönländischen Kabeljaubestände zu untersuchen. 1983 begann die Bundesforschungsanstalt für Fischerei, die klimatischen Veränderungen im Ozean an einer internationalen Tiefwasser-Station (>3000 m) vor Westgrönland jährlich zu erfassen (Abb. 1 und 2). Die Messungen werden mit einer elektronischen Sonde durchgeführt, die an einem Einleiterkabel (Abb. 3) von der Meeresoberfläche bis zum Meeresboden gefiert wird. Die Sonde misst während des Absinkvorganges kontinuierlich Druck, Temperatur, Leitfähigkeit und Sauerstoffgehalt des Meerwassers und sendet diese Daten über das Einleiterkabel an Bord des Schiffes.

Das Klima im Ozean wird an dieser Station im Wesentlichen durch Advektion (horizontales Heranführen von Wasser) bestimmt. Der Westgrönland-Strom transportiert relativ warmes Wasser in die ozeanische Deckschicht. Im Herbst erreicht die Erwärmung des Stromsystems die höchsten Werte. Dabei hat sich das Wasser in den Jahren 2003 und 2004 im Bereich der obersten 500 Meter auf über 6,5 °C erwärmt (Abb. 2). Die mittleren Temperaturen der Wasserschichten 0–300 Meter und 0–700 Meter haben sich seit 1983 – damals litt Grönland unter den extrem kalten Wintern 1983/1984 und 1984/1985 – signifikant erwärmt, und zwar um 0,09 °C/Jahr in den obersten 300 Metern und um 0,05 °C/Jahr in den obersten 700 Metern (Abb. 4). Im Vergleich zu Erwärmungsszenarien für den Nordatlantik, die für den Zeitraum 1955–2003 die Werte 0,007 °C/Jahr bzw. 0,006 °C/Jahr ergeben (also rund eine Zehnerpotenz weniger), scheinen diese Werte Besorgnis erregend hoch. Hierbei handelt es sich einerseits um ein großskaliges Problem – die großräumige Erwärmung des Nordatlantischen Subpolaren Wasserwirbels (siehe Abb. 1) – andererseits spielt bei dem Vergleich der Erwärmungstrends die Historie der Klimazeitreihe eine wesentliche Rolle. Unsere Messungen entstammen einem Zeitraum, der mit extrem kalten Jahren begann und über warme Zeiträume in die sehr warmen Verhältnisse der Zeit nach 1996 überging. In dieser Zeitreihe gibt es also nur einen Trend, der aufwärts gerichtet ist. Die Langzeitserie vom Nordatlantik (1955–2003) umfasst die warmen 1950er und 1960er, die kalten 1970er, 1980er und frühen 1990er, und die daran anschließenden warmen und sehr warmen Perioden der Mitt-1990er und 2000er. Diese Zeitreihe beinhaltet zwei gegenläufige Trends, zunächst Abkühlung, anschließend Erwärmung. Damit wird der lineare Trend über die Gesamtzeitreihe „flacher".

Während das zweite Problem ein rein technisches ist, zeigen die Untersuchungen über die Temperaturentwicklungen an der Meeresoberfläche bei Grönland, dass sich die Erwärmung des Subpolaren Wasserwirbels weiterhin fortsetzt. Der Subpolare Wirbel hat sich in den letzten Jahren in Verbindung mit bestimmten Phasen des nordatlantischen atmosphärischen Drucksystems, der Nordatlantischen Oszillation, abgeschwächt. Während die Nordatlantische Oszillation in den 1990ern zweimal die Phase gewechselt hat – von einer extrem positiven Phase 1995 zu einer ex-

trem negativen 1996 und zurück zu einer extrem positiven Phase 1999 – hat sich der Subpolare Wirbel weiterhin abgeschwächt. Ob dieser Trend Teil eines natürlichen Zyklus ist oder das Ergebnis anderer Faktoren, die mit der globalen Erwärmung zusammenhängen, ist unbekannt.

Wärmeaustausch beeinflusst Meeresströmungen

Bislang nahm man an, dass die Winde, die aus der Nordatlantischen Oszillation resultieren, die Strömungen des Subpolaren Wirbels beeinflussen. Nach kalten Wintern in der Labrador-See kühlt das Wasser im Subpolaren Wirbel ab, sinkt nach unten und fließt langsam zum Äquator zurück. Dieser Vorgang reagiert empfindlich auf die Zugbahnen der Winterstürme und das an der Meeresoberfläche schwimmende, weniger salzhaltige Wasser von Eisschmelze und Niederschlägen.

Der Wärmeaustausch zwischen Ozean und Atmosphäre scheint allerdings nach neueren Untersuchungen eine größere Rolle in der Abschwächung des Subpolaren Wirbels zu spielen als bisher angenommen. Satellitendaten zeigen, dass sich das Wasser im Kern des Labrador-See-Wirbels in den 1990ern erwärmt hat. Diese Erwärmung verringert den Temperaturunterschied zu den Wassermassen aus südlichen Breiten (rote Strömung in Abb. 1) und reduziert damit auch die antreibende Kraft der Ozeanzirkulation, die sich aus den unterschiedlichen Temperaturen der Wassermassen eines Gebiets speist – möglicherweise mit Folgen für das gesamte Klimasystem.

Der Ozeanograph Peter Rhines von der Washington Universität, Seattle (USA), beschreibt dies besonders anschaulich: „Die Subpolare Zone der Erde ist ein Schlüsselgebiet, um Klima zu studieren. Es ist so etwas wie ein Hauptbahnhof, da viele der ozeanischen Hauptwassermassen durch dieses Gebiet strömen, aus der Arktis und aus wärmeren Gegenden. Computermodelle haben gezeigt, dass Abnahme und Beschleunigung des Subpolaren Wirbels die gesamte ozeanische Zirkulation beeinflussen können."

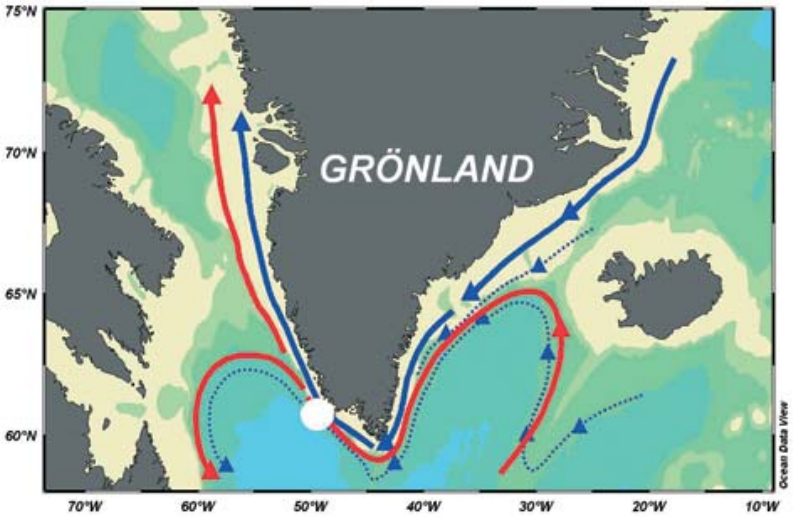


Abb. 1: Oberflächen- und Tiefenströmungen vor Ost- und Westgrönland. Die fett gezeichneten roten (warm) Strömungen beeinflussen das Oberflächenwasser an der Tiefwasser-Station (weißer Kreis). Die gepunktet blau gezeichneten entstammen dem Tiefenwasser des polaren Ozeans, überströmen den Grönland-Island-Schottland Rücken und bewegen sich am Fuß der Kontinentalsockel (> 2.000 m) nach Süden. Im „untersten Stockwerk" der Wassersäule vor Westgrönland (2.800–3.000 m) tritt dieses sog. „Overflow"-Wasser in Erscheinung. Die fett gezeichneten blauen (kalt) Strömungen beeinflussen das Oberflächenwasser auf dem Schelf östlich der Tiefwasser-Station. Die gezeigten Strömungen sind Teil des Subpolaren Wasserwirbels.

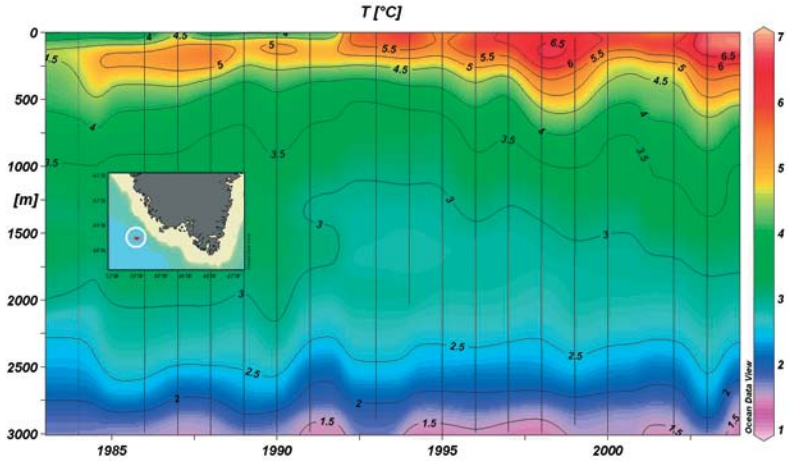


Abb. 2: Langzeittemperaturbeobachtungen (1983–2004) an der Tiefwasser-Station „Kap Desolation 3": In den obersten 500 m ist das warme Wasser des Westgrönland-Stromes erkennbar. Darunter befindet sich das Labrador-See-Wasser (> 2.000 m), gefolgt von dem Nordatlantischen Tiefenwasser. Der Temperaturbereich unterhalb 2 °C (etwa 2.800–3.000 m) markiert den Bereich des „Overflow"-Wassers.

Der Salzgehalt nimmt ab

Unterhalb von etwa 2.800 m findet man an der Tiefwasser-Station das so genannte „Overflow"-Wasser, welches aus dem polaren Ozean nördlich des Rückensystems Grönland-Island-Schottland stammt. Eine deutliche Temperaturabnahme auf weniger als 2 °C markiert diesen Bereich (Abb. 2). Der Salzgehalt dieses Wasserkörpers zeigt über den Beobachtungszeitraum der letzten 20 Jahre (1983–2004) eine hochsignifikante Abnahme (Abb. 5).

Am Beispiel des Skalenbereichs der Abbildung 5 erkennt man, mit welcher Präzi-

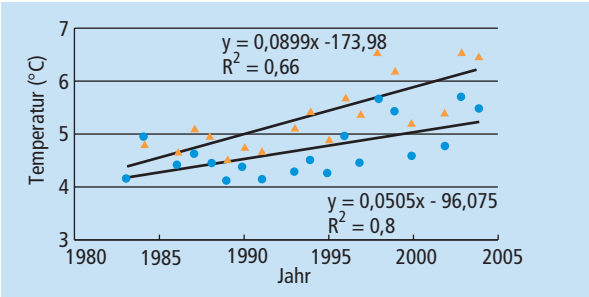


Abb. 4: Mittlere Temperaturen für die Tiefenbereiche 0–300 m (orange Dreiecke) und 0–700 m (grüne Kreise) an der Tiefwasser-Station „Kap Desolation 3" im Zeitraum 1983–2004. Der lineare Trend ist hochsignifikant.

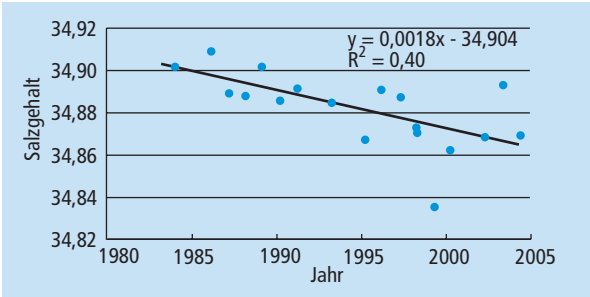


Abb. 5: Salzgehalt in 2.950 m Tiefe an der Tiefwasser-Station „Kap Desolation 3" im Zeitraum 1983–2004. Der lineare Trend ist hochsignifikant.

sion der Salzgehalt im Meerwasser gemessen werden muss, um aussagefähige Daten zu erhalten. Hohe Sauerstoffwerte in diesem Wasser deuten darauf hin, dass diese Wassermasse aus dem Meeresoberflächenbereich hoher nördlicher Breiten stammt. Einige Autoren vertreten die Ansicht, dass dieses Wasser – aus dem Bereich der Grönland-See (bei Nordostgrönland) kommend – etwa 100 Tage benötigt, um aus seinem Entstehungsgebiet in die Labrador-See und damit an den Ort der Tiefwasser-Station zu kommen (vgl. Abb. 1).

Der Trend zur Abnahme des Salzgehalts in 2.950 m Tiefe vor Südwestgrönland deutet darauf hin, dass das Oberflächenwasser vor Nordostgrönland langsam an Salz verliert. Parallel dazu belegen meteorologische Daten, dass die Oberflächentemperatur in der Arktis in den vergangenen 56 Jahren um 1,6 °C angestiegen ist. Temperaturmessungen des Alfred-Wegener-Instituts in verschiedenen Meerestiefen zwischen Grönland und Spitzbergen zeigen seit 1990 eine Erwärmung des Westspitzbergen-Stroms, der warmes Atlantikwasser in das Nordpolarmeer führt. Im Sommer 2004 waren die oberen 500 Meter des Nordpolarmeeres bis zu 0,6 °C wärmer als im Vorjahr, und die Erwärmung war bis in Tiefen von 2.000 Metern nachweisbar. Der Einstrom wärmeren Wassers in das Nordpolarmeer hat Einfluss auf das Meereis. Satellitenaufnahmen aus dem Jahr 2004 zeigen im Bereich zwischen Grönland und Spitzbergen deutlich weniger Meereis als in den beiden Jahren zuvor.

Das vermehrte Abschmelzen von Meereis im Nordpolarmeer verringert den Salzgehalt im Oberflächenwasser dieser Region. Unsere Daten von Südwestgrönland deuten an, dass die Salzgehaltserniedrigung bereits Mitte der 1980er begann. ■

Dipl.-Oz. Manfred Stein, Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Institut für Seefischerei, Palmaille 9, 22767 Hamburg.
E-mail: manfred.stein@ish.bfa-fisch.de

Abb. 3: Die Seabird-Sonde wird mit dem Einleiterkabel der „Walther Herwig III" in die Meeresoberfläche gesenkt, um anschließend mit einer Fiergeschwindigkeit von 1 m/s bis zum Meeresboden gefahren zu werden.

Mit Kaffee und Toast gesund in den Tag?

Melanoidine: Bräunungsprodukte mit Gesundheitsaspekt

Veronika Somoza (Garching)

Der verführerische Duft von frisch gebrühtem Kaffee zieht durch die Küche und zwei golden gebräunte Toastscheiben springen aus dem Toaster. Für viele ist das der Inbegriff eines gelungenen Frühstücks und der Auftakt für ein entspanntes Wochenende. Die Substanzen, die beim Backen, Braten oder Rösten zu der typischen Braunfärbung führen, zählen zu den Hauptbestandteilen des „guten Geschmacks". Andererseits werden Bräunungsprodukte häufig als gesundheitlich abträglich angesehen – unter anderem durch die Assoziation „gebräunt" mit „verbrannt". Definitive Aussagen zu den gesundheitlichen Wirkungen der Bräunungsprodukte – von Fachleuten Melanoidine genannt – sind bisher nur vereinzelt erbracht worden, da die chemische Zusammensetzung dieser Verbindungen sehr unterschiedlich ist. Hinweise auf positive gesundheitliche Wirkungen mehren sich jedoch, sodass es künftig gilt, strukturbasierte Wirkungen nachzuweisen.

Während des Backens, Bratens oder Röstens kommt es zu zahlreichen chemischen Stoffumwandlungen. Bei Lebensmitteln, die Kohlenhydrate und Proteine enthalten, steht dabei eine nach ihrem Entdecker Louis Maillard benannte Reaktion im Mittelpunkt (s. Kasten). Die Maillard-Reaktion führt zur Bildung einer Vielzahl erwünschter wie auch unerwünschter Substanzen. Größte öffentliche Bekanntheit hat in den letzten Jahren Acrylamid erlangt, eine möglicherweise gesundheitsabträgliche Substanz, die bei hohen Temperaturen gebildet wird und verbreitet in Produkten wie Kartoffelchips, Pommes Frites etc. nachgewiesen wurde.

Je nach Zusammensetzung des Lebensmittels und der angewandten Temperaturen entstehen auch Bräunungsprodukte, so genannte Melanoidine. Je länger die Erhitzungszeiten, je höher die Erhitzungstemperatur und je geringer der Wassergehalt im Lebensmittel, desto mehr Melanoidine werden gebildet. Auch bei dieser Stoffgruppe wurden mutagene und kanzerogene Wirkungen diskutiert. In neueren Untersuchungen konnte jedoch gezeigt werden, dass Melanoidine im Vergleich zu bekannten Mutagenen und Kanzerogenen, wie beispielsweise Benzo(a)pyren, eine weitaus geringere Wirkung aufweisen. Es kann nahezu ausgeschlossen werden, dass die mit der Nahrung aufgenommen Melanoidine Konzentrationen erreichen, die sich negativ im Organismus auswirken. Es mehren sich im Gegenteil Hinweise auf gesundheitlich positive Effekte dieser Gruppe der Bräunungsprodukte.

Die Maillard-Reaktion

War der französische Biochemiker Louis Maillard (1878–1936) ein Feinschmecker? Immerhin klärte er auf, wie die aromatischen Düfte entstehen, wenn ein Brot im Backofen backt oder ein Steak in der Pfanne brutzelt. Die chemischen Prozesse der Maillard-Reaktion sind sehr komplex, lassen sich aber auf ein einfaches Grundmuster zurückführen: Unter Hitzeeinwirkung (150–180 °C) reagieren die im Brot oder Fleisch enthaltenen Aminosäuren und Zuckermoleküle miteinander. Über verschiedene Zwischenstufen (Schiff'sche Base, Amadori/Heyns-Produkte) entstehen Melanoidinvorstufen, aus denen sich durch Polymerisation (Verknüpfung) schließlich nieder- und hochmolekulare Melanoidine bilden. Dabei handelt es sich um dunkle Pigmente, die bei gebratenen, gebackenen und gerösteten Lebensmitteln für die Bräunung und die knusprigen Krusten verantwortlich sind. Daneben entstehen auch verschiedene andere Substanzen, unter anderem flüchtige Aromastoffe. Erhitzt man im Experiment zum Beispiel die Aminosäure Cystein zusammen mit Glukose, so entwickelt sich der Geruch von gebratenem Fleisch. Erhitzt man ein Gemisch aus Prolin und Glukose, zieht frischer Brötchenduft in die Nase.

Auch die Entstehung des gesundheitsschädlichen Acrylamids ist auf eine Maillard-Reaktion zurückzuführen. In diesem Fall reagieren nach heutigem Kenntnisstand Asparagin oder Methionin mit Glukose oder Fruktose. Die Zahl der in Maillard-Reaktionen gebildeten Verbindungen ist außerordentlich hoch.

Tab. 1: Tägliche Aufnahme von ausgewählten Lebensmitteln mit hohen Gehalten an Melanoidinen

Lebensmittel	Männer [g/Tag]	Frauen [g/Tag]
Milch & Milchprodukte	178	163
Brot und Backwaren (inkl. feinen Backwaren)	253	191
Kaffeegetränke	411	412
Schokolade	9,5	8,7
Bier	441	100

Gesundheitswirkungen werden erforscht

Während die Bildungsmechanismen, die zur Entstehung der Vorstufen der Melanoidine führen, schon recht gut bekannt sind, existieren bisher nur wenig Kenntnisse über die nieder- und hochmolekularen Produkte der späteren Stadien der Maillard-Reaktionen. Und selbst über die wenigen Verbindungen, die bisher chemisch identifiziert worden sind, liegen nur vereinzelt Daten zur physiologischen Wirksamkeit vor. Bisher wurden die meisten Untersuchungen entweder mit chemisch nicht definierten Substanzen aus erhitzen Modellmischungen von Kohlenhydraten und Aminosäuren bzw. Proteinen oder mit erhitzten Lebensmitteln durchgeführt.

Gegenwärtig wird die gesundheitliche Bedeutung von Bräunungsprodukten in verschiedenen nationalen und internationalen Forschungsprojekten genauer untersucht. Derartige Projekte sind an der Deutschen Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie (DFA) in Garching bei München angesiedelt.

Ziel der gegenwärtigen Forschung auf diesem Gebiet ist es, chemisch definierte Strukturen im Lebensmittel zu identifizieren und für die chemische Struktur eine physiologische Wirkung nachzuweisen. Erste Daten aus Zellkultur-, Tier- und auch teilweise aus Humanstudien weisen darauf hin, dass sich einzelne mit Lebensmitteln aufgenommene Melanoidine positiv auf den Stoffwechsel auswirken. So wurden antioxidative, fremdstoffmetabolisierende und prebiotische Wirkungen beobachtet. Weiterhin erscheint es möglich, dass Melanoidine gesundheitsschädliche Inhaltsstoffe im Darm binden, sodass der Organismus diese Stoffe in geringerem Ausmaß resorbiert.

Melanoidine – unser täglich Brot

Bislang kann nur grob abgeschätzt werden, wieviel Melanoidine täglich mit der Nahrung aufgenommen werden, da keine umfassenden Daten über die Gehalte in Lebensmitteln vorliegen.

Generell sind besonders hohe Melanoidinkonzentrationen in Lebensmitteln zu erwarten, die hohe Gehalte an Eiweiß bzw. an freien Aminosäuren sowie an reduzierenden Zuckern wie Fruktose oder Glukose aufweisen oder diese im Verlauf der Verarbeitung generieren. Diese Voraussetzungen treffen zum Beispiel für Milch und Milchprodukte, für Backwaren, aber auch für Kaffee zu. In Tabelle 1 ist die tägliche Aufnahme von Lebensmitteln aufgeführt, in denen aufgrund ihrer Zusammensetzung und ihres Herstellungsprozesses hohe Gehalte an Melanoidinen zu erwarten sind.

Niedermolekulare Bräunungsprodukte aus der Nahrung werden vom Organismus in größerem Ausmaß aufgenommen und verstoffwechselt als hochmolekulare Verbindungen. Obwohl genaue Daten über die Umsetzungsmechanismen von Melanoidinen fehlen, wird zurzeit davon ausgegangen, dass zumindest bei niedermolekularen Verbindungen zunächst eine Spaltung durch die Enzyme bzw. die Mikroorganismen im Verdauungstrakt erfolgt. Danach können sowohl die niedermolekularen Melanoidine als auch deren Stoffwechselprodukte in die Mucosazellen (= Schleimhautzellen des Darms) und anschließend ins Blut transportiert werden. Es folgt der Transport zu den peripheren Organen und anschließend die Ausscheidung, gegebenenfalls auch eine Speicherung. Ob hochmolekulare Melanoidine in vergleichbarer Weise metabolisiert werden, ist bislang nicht bekannt.

Potenzielle gesundheitliche Wirkungen

Physiologische Effekte wurden bisher für Extrakte aus gerösteten Lebensmitteln bzw. für einige wenige, chemisch charakterisierte niedermolekulare Verbindungen aufgezeigt. Einen Überblick über die diskutierten gesundheitlichen Wirkungen

Tab. 2: Diskutierte gesundheitliche Wirkungen von Melanoidinen

- appetitanregende Wirkung (Beeinflussung von sensorischen Eigenschaften, z.B. Farb- und Aromaprofil)
- Minderung der Bioverfügbarkeit von Nährstoffen, z.B. Aminosäuren
- Minderung der Resorption von anti-nutritiven Inhaltsstoffen, z.B. heterozyklischen Aminen
- Prebiotische Wirkung
- Antioxidative Wirkung
- Chemopräventive Wirksamkeit
- Interaktion mit endogen gebildeten Produkten der nicht-enzymatischen Glykierung, den sog. Advanced Glycation End Products (AGEs)

von Melanoidinen bzw. von deren Vorstufen gibt Tabelle 2.

Für den Konsumenten am ehesten erkennbar ist die mit der Bräunung einhergehende Aromaentwicklung, wobei für das charakteristische „Bräunungsaroma" eine appetitanregende Wirkung diskutiert wird.

Es ist denkbar, dass diese positive Assoziation im Laufe der frühen Menschheitsentwicklung erworben wurde. Denn bereits zu Zeiten der „Jäger und Sammler" war es durchaus vorteilhaft, die Nahrung zu erhitzen. Manche Lebensmittel enthalten in roher Form gesundheitsabträgliche Inhaltsstoffe, wie zum Beispiel Protease-Inhibitoren und Phytohämagglutinine in Hülsenfrüchten. Pathogene Mikroorganismen und Verderbniserreger werden durch das Erhitzen zum großen Teil abgetötet, sodass die Produkte länger haltbar sind. Darüber hinaus nimmt beim Grillen/Rösten der Energiegehalt eines Lebensmittels pro Gewichtseinheit aufgrund des Wasserverlustes zu. Somit bot das Erhitzen von Lebensmitteln in der frühen Entwicklungsgeschichte des Menschen einen evolutionären Vorteil.

Beim Erhitzen von Lebensmitteln können auch antioxidativ wirksame Substanzen entstehen. So ist beispielsweise die antioxidative Wirksamkeit eines Kaffeegetränks nicht allein auf das Vorkommen von bereits bekannten Antioxidantien, wie zum Beispiel den Chlorogensäuren, zurückzuführen. Für Röstkaffee konnte eine Korrelation der antioxidativen Wirksamkeit mit dem Ausmaß der bei der Röstung gebildeten Melanoidine nachgewiesen werden. Ungeklärt ist bisher jedoch, welche chemischen Strukturen für diese antioxidative Wirksamkeit verantwortlich sind.

Dass sich die antioxidative Wirksamkeit von Melanoidinen nach dem Verzehr auch tatsächlich im Organismus auswirkt, zeigten Ergebnisse einer italienischen Humanstudie. Gesunde Probanden nahmen im Rahmen dieser Studie über einen Zeitraum von sieben Tagen täglich fünf Tassen Espresso zu sich. Am Ende der Versuchsdauer fand sich im Blutplasma dieser Personen eine höhere Konzentration von Glutathion, dem quantitativ bedeutsamsten Antioxidans, als in der vorangegangenen sowie der sich anschließenden Espressofreien Periode. Obwohl dieser Befund auch auf die im Espresso enthaltenen Antioxidantien wie Chlorogensäuren zurückgeführt werden könnte, ist eine Beteiligung der Melanoidine an dieser antioxidativen Wirksamkeit naheliegend.

In einer Kooperation der DFA mit dem Institut für Lebensmittelchemie der Universität Münster, Prof. Dr. Thomas Hofmann, konnte anhand von Modellexperimenten und anschließender chemischer Synthese die Substanz Pronyl-Lysin als wirksamstes Antioxidans in Brotkruste identifiziert und quantifiziert werden. Die antioxidative Wirksamkeit von proteingebundenem Pronyl-Lysin wurde in tierexperimentellen Untersuchungen bestätigt. Die Menge an Pronyl-Lysin, die täglich mit Brot bzw. durch ca. 230 g Backwaren aufgenommen wird, kann auf ca. 1 bis 2 mg geschätzt werden. Diese Menge erscheint zwar gering, jedoch ist auch hierdurch ein Beitrag zur Gesamtversorgung mit antioxidantiv wirksamen Verbindungen zu erwarten.

Neben der antioxidativen Wirksamkeit wurde für Pronyl-Lysin auch eine fremdstoffmetabolisierende (chemopräventive) Wirksamkeit nachgewiesen.

Als weitere chemopräventive Verbindung, die während der Erhitzung von Lebensmitteln entsteht, konnte N-Methylpyridinium in Röstkaffee identifiziert und quantifiziert werden. Sowohl in Laboruntersuchungen mit humanen Intestinalzellen als auch nach Verabreichung an Ratten wurde eine erhöhte Aktivität von chemopräventiv wirksamen Enzymen, unter anderem der Glutathion-S-Transferase, festgestellt. Diese Ergebnisse stimmen mit früheren Tierstudien überein, bei denen bereits niedermolekulare Maillard-Reaktionsprodukte als Vorstufen der Melanoidine die Aktivität der Glutathion-S-Transferase steigern konnten.

Eine erhöhte Aktivität von chemopräventiv wirksamen Enzymen nach der Auf-

nahme von Melanoidinen trägt grundsätzlich zum chemopräventiven Potenzial des Organismus bei, indem auch Fremdstoffe, zum Beispiel Kanzerogene, vermehrt ausgeschieden werden und somit der Organismus einer geringen Belastung ausgesetzt ist.

Eine verminderte Belastung mit gesundheitsschädlichen Stoffen durch die Aufnahme von Melanoidinen wird auch über den Mechanismus der Komplexierung im Darm diskutiert. In Modellexperimenten konnte gezeigt werden, dass Melanoidine aus einem erhitzten Glukose/Glyzin-Gemisch die Verfügbarkeit eines Krebs erregenden heterozyklischen Amins, 2-Amino-1-methyl-6-phenylimidazo[4,5]bipyridin (PhIP), infolge einer Komplexierung zu 24 % vermindern. Melanoidine aus einem Röstkaffeegetränk komplexierten PhIP sogar zu 68 %. Infolge einer derartigen Komplexierung wäre die Aufnahme von gesundheitsabträglichen Substanzen aus dem Darm ins Blut verringert.

Als weitere Wirkung im Darm wird eine prebiotische Aktivität der Melanoidine diskutiert. Nach der Inkubation von menschlichen Stuhlproben mit Melanoidinen konnte unter realitätsnahen, anaeroben Bedingungen ein Wachstum von den in der menschlichen Darmflora erwünschten Lactobazillen und Bifidobakterien festgestellt werden. Weitere Untersuchungen müssen jedoch zeigen, ob diese Wirkungen gezielt auf die erwünschten Mikroorganismen der menschlichen Darmflora zutreffen.

Endogene Glykierungsprodukte

Auch im Organismus selbst finden Bräunungsreaktionen zwischen Kohlenhydraten und Proteinen statt – wenn auch in geringerem Umfang, da die Reaktionstemperatur im Organismus mit 37 °C im Vergleich zu der Temperatur bei Backen oder Braten deutlich niedriger ist. Gegenstand zahlreicher aktueller Untersuchungen ist die Frage, inwiefern die mit der Nahrung aufgenommenen Maillard-Reaktionsprodukte in Wechselwirkung mit den endogenen (= im Körper gebildeten) Glykierungsprodukten, den so genannten Advanced Glycation End Products (AGEs) treten. Diese AGEs sind in erhöhten Konzentrationen im Blutplasma von Patienten mit verschiedenen Erkrankungen wie Diabetes mellitus oder Alzheimer nachweisbar, nehmen aber auch mit zunehmendem Alter in verschiedenen Organen und Geweben zu. Unklar ist jedoch, ob die AGEs ursächlich an der Entstehung von Krankheiten beteiligt sind oder nur in deren Verlauf verstärkt gebildet werden. Unklar ist auch, ob die mit der Nahrung aufgenommenen Maillard-Reaktionsprodukte und Melanoidine die Krankheitsverläufe beeinflussen. Bisherige Ergebnisse aus Humanstudien zeigen, dass Diabetes-Patienten die Maillard-Produkte und Melanoidine aus der Nahrung in veränderter Weise metabolisieren, sodass es gegebenenfalls zu einer vermehrten endogenen Belastung mit AGEs kommen kann.

Bei den beschriebenen gesundheitlichen Wirkungen der Melaniodine handelt es sich vielfach noch um Vermutungen. Insgesamt gilt, dass eine Wirkung nur anerkannt werden kann, wenn der zugrunde liegende strukturbasierte Wirkungsmechanismus geklärt ist. Hierfür ist sowohl die chemische Identifizierung und Quantifizierung der Melanoidinstrukturen als auch die Kenntnis über strukturspezifische Wirkungsmechanismen notwendig. Auf der Basis dieses Wissens wird es möglich sein, die Zusammensetzung der Ausgangsprodukte und die Technologie der Hitzebehandlung so zu optimieren, dass Lebensmittel nicht nur geschmacklich attraktiv sind, sondern einen gesteigerten gesundheitlichen Wert aufweisen. Bezogen auf die Maillard-Reaktion heißt das, Wege zu finden, unerwünschte Reaktionsprodukte wie Acrylamid zu minimieren und gleichzeitig die Entstehung gesundheitsförderlicher Substanzen zu erlauben. ■

PD Dr. Veronika Somoza, Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie, Lichtenbergstraße 4, 85748 Garching.
E-mail: veronika.somoza@lrz.tum.de

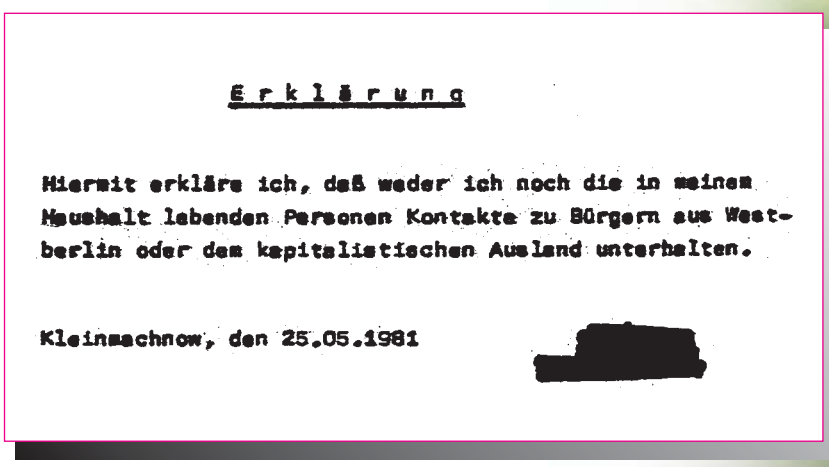
15 Jahre Agrarforschung im vereinigten Deutschland

Es war – neben der Geburt seines ersten Kindes – das emotionalste Erlebnis seines Lebens. So beschreibt ein Wissenschaftler aus dem Umkreis Berlins den Tag, als die Mauer fiel und die innerdeutsche Grenze sich öffnete. Seit dieser Zeit sind 15 bewegte Jahre vergangen – Jahre, in denen sich auch viele Personen bewegt haben: von Ost nach West, von West nach Ost. Wie haben die betroffenen Beschäftigten der Bundesforschungsanstalten und Leibniz-Institute im Geschäftsbereich des BMVEL die letzten anderthalb Jahrzehnte empfunden, wie beurteilen sie die Arbeits- und Lebensbedingungen vor und nach der Wende? Ein Stimmungsmosaik.

Die Forschung in der DDR war weitgehend abgeschottet, die politisch gewollte Kontaktsperre zu Kolleginnen und Kollegen im Westen wirkte lähmend und innovationshemmend, so charakterisieren viele DDR-stämmige Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler die Zeit vor der Wende. Kooperationen mit Arbeitsgruppen im „kapitalistischen Ausland" waren praktisch nicht möglich (Abb. 1), und die Gelegenheit, Tagungen im Westen zu besuchen, hatten nur wenige ausgewählte Reisekader.

Internationale Kontakte beflügeln

Für die Mikrobiologin Dr. Kornelia Smalla ergab sich 1991 die Möglichkeit, vom Landeshygieneinstitut in Magdeburg an die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) in Braunschweig zu gehen. Obwohl sie auch in Magdeburg weiter eine Perspektive gehabt hätte, reizte sie der Wechsel. Schon in der DDR hatte sie auf dem Gebiet der Sicherheitsfor-



Erklärung

Hiermit erkläre ich, daß weder ich noch die in meinem Haushalt lebenden Personen Kontakte zu Bürgern aus Westberlin oder dem kapitalistischen Ausland unterhalten.

Kleinmachnow, den 25.05.1981 [redacted]

Abb. 1: Die politisch gewollte Abgrenzung zur Bundesrepublik zeigte sich u. a. in der sog. Kontakterklärung (hier aus dem Institut für Pflanzenschutzforschung Kleinmachnow von 1981). Wer nicht bereit war, eine solche Erklärung zu unterzeichnen, hatte kaum Chancen, als Wissenschaftler in der DDR Karriere zu machen.

schung mit gentechnisch veränderten Organismen gearbeitet, an der BBA konnte sie ihr Interessensgebiet weiter ausbauen. Bereits kurz nach dem Mauerfall nutzte sie die Gelegenheit für einen längeren Forschungsaufenthalt in den Niederlanden; aktuell ist sie gerade aus einem US-amerikanischen Labor zurückgekehrt, an dem Sie sich in neue Methoden zur genetischen Charakterisierung von Bodenbakterien eingearbeitet hat. Die Möglichkeit, international zu kooperieren, schätzt die engagierte Wissenschaftlerin, deren eigene Arbeitsgruppe stets mit mehreren ausländischen Gastwissenschaftlern besetzt ist, besonders hoch ein – waren ihr doch zu DDR-Zeiten internationale Kontakte oder ein Ausbau ihres Tätigkeitsfeldes als Nicht-Parteimitglied weitgehend verwehrt.

„Wer wirklich aktiv sein will als Wissenschaftler", sagt sie klar, „hat im jetzigen System mehr Möglichkeiten." Mit zunehmender Mängelverwaltung steigerte sich in der DDR die Planungswut – Hilfsmittel wie Enzyme musste Dr. Smalla zwei Jahre im Voraus beantragen, und häufig genug wurden sie, wenn sie endlich eintrafen, gar nicht mehr benötigt. War dies nur typisch für die DDR? „Auch wenn hier insgesamt wesentlich effizienter gearbeitet wird, ist die Tendenz, knapper werdende Ressourcen mit verstärkter Bürokratie zu kompensieren, offenbar doch systemübergreifend", so ihre Erkenntnis.

Weitblick und Fingerspitzengefühl gefragt

Im Herbst 1989, als in Leipzig, Berlin und anderen Städten der DDR immer mehr Menschen auf die Straße gehen, gärt es auch im Institut für Pflanzenschutzforschung in Kleinmachnow, das aus der Biologischen Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft hervor gegangen war. An einem eigens im Hauptgebäude angebrachten Schwarzen Brett übt die Belegschaft schonungslos Kritik an den gesellschaftlichen Missständen und am Führungsstil der Institutsleitung. Auf einer Belegschaftsversammlung am 15. November 1989 – eine Woche nach dem Mauerfall – wird der Direktor des Instituts zum Rücktritt aufgefordert und im Folgenden mit Prof. Ulrich Burth ein neuer Direktor gewählt. Dieser nimmt im Februar 1990 offizielle Kontakte mit der westdeutschen Schwester-Einrichtung, der BBA in Braunschweig, auf. Der dortige Präsident, Prof. Fred Klingauf – selbst aus der DDR stammend und 1958 in den Westen geflohen, war gerade erst seit gut einem Jahr im Amt. Ein reger Austausch auf verschiedenen Ebenen folgt mit dem Ziel, die hoheitlichen Aufgaben beider Einrichtungen (u. a. Zulassung von Pflanzenschutzmitteln) unter einem Dach zusammenzuführen und den Forschungsstandort Kleinmachnow zu erhalten. Mit viel Weitblick und Fingerspitzengefühl müssen beide Seiten gemeinsam unter hohem Zeitdruck ein kompliziertes organisatorisches Konzept entwickeln, das dies ermöglicht.

Am 1. Mai 1991 wird zunächst der mit Hoheitsaufgaben betraute Teil der Kleinmachnower Einrichtung, die mittlerweile wieder in Biologische Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft umbenannt worden ist, in die BBA eingegliedert. Der forschungsorientierte Teil besteht zunächst selbstständig weiter und wird zum 1. Januar 1992 Teil der BBA. Damit sind die Ressortforschungseinrichtungen im Bereich des Pflanzenschutzes, die 40 Jahre lang getrennte Wege gegangen waren, wieder unter einem organisatorischen Dach vereint[1]. Von der 426 Personen umfassenden Belegschaft der Kleinmachnower Einrichtung (Stichtag 1. Januar 1990) werden 184 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter übernommen.

Neue Strukturen mit weniger Beschäftigten

Nach der Wende wurde die Agrarforschung der DDR durch den Wissenschafts-

1 = Einzelheiten über den Forschungsstandort Kleinmachnow und die Ereignisse der Jahre 1989–91 finden sich u.a. in der Publikation „100 Jahre Pflanzenschutzforschung – Die Biologische Zentralanstalt in Kleinmachnow (1949–1991)" von K. Arlt, H. Beer, L. Buhr, U. Burth, B. Jüttersonke. Mitt. BBA, Heft 343 (1998), 71 S.

Tabelle 1: Verteilung der Standorte und des Personals der Bundesforschungsanstalten und Leibniz-Institute im Geschäftsbereich des BMVEL 15 Jahre nach der Wende, aufgegliedert nach West- und Ostdeutschland.

Einrichtung	Institute bzw. Abteilungen West	Institute bzw. Abteilungen Ost	Personal (Dauerstellen) West	Personal (Dauerstellen) Ost
Bundesforschungsanstalten				
FAL	12	0	608,5	0
BBA[a)]	13	2	439	55
BAZ	1	7	66	263
FLI	1	7	78	376,5
BFEL	18	0	537	0
BFH[b)]	5,5	1,5	135	48
BFAFi	3	1	117	37,5
Summe	**53,5**	**18,5**	**1.980,5**	**780**
Leibniz-Institute				
DFA	3	0	30	0
ATB	0	6	0	114
IGZ	0	5	0	100
FBN	0	6	0	229
ZALF	0	7	0	233
IAMO	0	3	0	38,5
Summe	**3**	**27**	**30**	**714,5**

a) Neben 2 Instituten befinden sich am Standort Ost der BBA auch Außenstellen anderer BBA-Institute mit einzelnen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern
b) Ein Institut der BFH ist auf zwei Standorte (Großhansdorf in Schleswig-Holstein und Waldsieversdorf in Brandenburg) aufgeteilt

rat evaluiert. Ein Teil der außeruniversitären Einrichtungen wurde, wie der Standort Kleinmachnow, in den Geschäftsbereich des damaligen Bundeslandwirtschaftsministeriums eingegliedert. Derzeit haben zwei der sieben Bundesforschungsanstalten ihren Hauptsitz in den neuen Bundesländern, drei weitere unterhalten dort Institute (s. Tabelle).

Um ein Fortbestehen auch anderer Standorte zu ermöglichen empfahl der Wissenschaftsrat – zumeist nach struktureller und inhaltlicher Neuausrichtung auf anwendungsorientierte Grundlagenforschung – eine Förderung im Rahmen der so genannten „Blauen Liste" (jetzt: Leibniz-Gemeinschaft), die zu diesem Zweck erheblich erweitert wurde. Die Grundfinanzierung dieser Einrichtungen erfolgt zu gleichen Teilen von Bund und Ländern; dem Geschäftsbereich des BMVEL sind sechs Leibniz-Institute zugeordnet, darunter fünf in den neuen Ländern.

Auch wenn auf diese Weise zahlreiche Arbeitsplätze an den betreffenden Einrichtungen erhalten werden konnten, waren die Unstrukturierungen doch mit einem erheblichen Stellenabbau verknüpft. Viele Beschäftigte aus dem wissenschaftlichen und nicht-wissenschaftlichen Bereich, die nicht übernommen wurden, mussten sich umorientieren – eine neue und ungewohnte Erfahrung, die vielfach zu Enttäuschungen führte.

Umbrüche auch nach dem Umbruch

Turbulente Zeiten für Dr. Jutta Rogasik. Die Agrarwissenschaftlerin arbeitete Ende der 80er Jahre am Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit in Müncheberg östlich von Berlin. Damit war mit Ablauf des Jahres 1991 Schluss. Das Zentrum wurde aufgelöst und die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter erhielten ihre Kündigung. An gleicher Stelle entstanden zwei neue – kleinere – Einrichtungen: Das Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) und das Institut für Agrarrelevante Klimaforschung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL). Dr. Rogasik hatte die Möglichkeit, von beiden Einrichtungen übernommen zu werden. Sie entschied sich für eine Stelle am FAL-Institut, ihr Mann trat als Wissenschaftler ins ZALF ein. Eine folgenschwere Entscheidung, denn Ende 1998 wurde das FAL-Institut in Müncheberg im Zuge von Sparmaßnahmen bei der Ressortforschung wieder aufgelöst, große Teile des wissenschaftlichen und technischen Personals mussten nach Braunschweig, den Hauptsitz der FAL, wechseln. Seitdem führt das Ehepaar Rogasik eine Wochenendbeziehung.

Dennoch ist Jutta Rogasik nicht unzufrieden. Am FAL-Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde in Braunschweig fühlte sie sich sehr gut aufgenommen und hoch motiviert: „Mir hat der Neuanfang großen Spaß gemacht!"

Als Bauernkind war es der Wissenschaftlerin im deutschen Arbeiter- und Bauernstaat nicht schlecht gegangen. Erst

Graffiti an der Berliner Mauer in Anspielung auf den Honecker-Nachfolger Egon Krenz

mit zeitlichem Abstand merkte sie, dass ihre damalige wissenschaftliche Arbeit nur im nationalen Rahmen von Belang war, international war man unbekannt. Auch wissenschaftliche Kontakte in andere Ostblockländer waren eher die Ausnahme. Das heißt aber nicht, dass in der DDR zweitklassige Wissenschaft betrieben wurde. „Von unserer Qualifikation her brauchten wir uns nicht zu verstecken", sagt sie. „Unsere Expertise auf den Gebieten Dauerdüngungsversuche, Nährstoffbilanzierung und Wurzelmorphologie war im neuen Institut sehr willkommen und hoch geschätzt."

Schaufensterauslage in einem Konsum-Geschäft, Quedlinburg 1990

Begegnung mit dem Unbekannten

Szenenwechsel. Am Stadtrand von Potsdam liegt das Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim (ATB), eine Einrichtung der Leibniz-Gemeinschaft. Vor der Wende befand sich hier das Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft. Im Zuge der Umstrukturierung der ostdeutschen Forschungslandschaft wurde es aufgelöst und auf Empfehlung des Wissenschaftsrats 1992 mit fachlich neuer Ausrichtung als ATB neu gegründet. Rund 140 Personen sind hier beschäftigt, viele von ihnen hatten bereits am alten Institut ihren Arbeitsplatz. Zusammen mit „Westimporten" und mit jungen Menschen, die erst nach der Wende ins Arbeitsleben eingetreten sind, ist ein interessanter Mix entstanden.

Professor Christian Fürll arbeitete schon vor der Wende am Standort Bornim, erlebte hautnah den Umbruch mit und leitet heute eine der sechs Abteilungen des ATB. „Viele der jüngeren Kollegen ergriffen Anfang der 90er Jahre die Chance, in den Westen zu gehen. Wer familiär gebunden war versuchte, hier zu bleiben", sagt er. Die ersten fachlichen Kontakte in die Bundesrepublik gestalteten sich unterschiedlich. Es gab mehrere bekannte, meist ältere Kollegen im Westen, die sich stark für den Erhalt des Traditionsstandortes Bornim einsetzten – verschiedene technische Institute reagierten aber angesichts knapper werdender Ressourcen auch zurückhaltend.

Was sich an der Arbeitsausrichtung des Instituts verändert hat? „Ohne die Grundlagenforschung aus den Augen zu verlieren waren die Verbindungen zur Industrie früher doch enger als heute; die Arbeiten waren stärker anwendungsorientiert", sagt Christian Fürll. Gerade in einer agrartechnischen Einrichtung wie dem Forschungszentrum für Mechanisierung war man bestrebt, die wissenschaftlichen Ergebnisse möglichst unmittelbar in praxisrelevante Entwicklungen umzusetzen. Neu war für die Bornimer Wissenschaftler, für geplante Projekte Drittmittel einzuwerben und Forschungsanträge zu schreiben. Zu DDR-Zeiten fungierte die Akademie der Landwirtschaftswissenschaften (AdL) als eine Art Koordinationsstelle, die Forschungsvorhaben begutachtete und zu einer guten Vernetzung zwischen den Arbeitsgruppen in den verschiedenen Instituten der Akademie beitrug. „Das Einwerben von Drittmitteln stärkt den Wettbewerb der besten Ideen, bindet aber auch viel produktive Zeit, die der fachlichen Arbeit verloren geht", relativiert Fürll. Aber auch für ihn eröffneten sich im neu gegründeten Institut neue Perspektiven und gute Möglichkeiten für interessante wissenschaftliche Arbeiten.

Die Aussicht, aufbauen und gestalten zu können, bewog Dr. Martin Geyer, zwei Jahre nach seiner Promotion in Freising/Weihenstephan eine Stelle als Abteilungsleiter am ATB anzutreten. „Ich hatte mit der DDR keinerlei Berührungspunkte gehabt und war neugierig auf das Land, in dem zwar deutsch gesprochen wurde, das mir aber fremder schien als viele Nachbarstaaten, die ich kannte", be-

Landwirtschaft im Schatten der Grenze

schreibt er seine Empfindungen. „Hier in Bornim bestand die einmalige Chance, ein ganz neues Arbeitsgebiet entwickeln zu können. Im Westen waren die Strukturen viel festgezurrter." Als er 1992 mit seiner Familie nach Potsdam kam, war der Empfang offenherzig und ohne Ressentiments. Die ersten zwei Jahre wohnten die Geyers in einem umgebauten Teil des ehemaligen Wohnheims. Weil sie sich bereitwillig auf die neuen Verhältnisse einließen, fanden sie rasch Kontakte. Sie erlebten eine Gesellschaft, in der Männer und Frauen es gewöhnt waren zu arbeiten – wer keine Arbeit hatte, fühlte sich als Mensch zweiter Klasse. Die negative Entwicklung auf dem Arbeitsmarkt, verbunden mit dem schlechter werdenden Betreuungsangebot für Kinder, führte dazu, dass viele familiäre Lebensentwürfe umgeschrieben werden mussten.

Am Institut erkannte Martin Geyer schnell, dass seine Ost-Kolleginnen und -Kollegen eine sehr gute Ausbildung durchlaufen hatten und über eine breite theoretische Basis verfügten. Zurückhaltender waren sie, was die Veröffentlichungen und die Präsentation ihrer Ergebnisse auf Tagungen anging. „Publiziert wurde erst, wenn die Dinge absolut stimmig und abgerundet waren."

… und der Zukunft zugewandt

Ein Ort mit besonderer Geschichte ist das Friedrich-Loeffler-Institut (FLI) auf der Ostsee-Insel Riems. Hier entstand 1910 die erste virologische Forschungsstätte der Welt. Zur Zeit der Wende nimmt das Riemser Institut als Teil des VEB Kombinats Veterinärimpfstoffe Dessau nur noch untergeordnet Forschungsaufgaben wahr, im Vordergrund steht die Produktion von Impfstoffen gegen virale Tierkrankheiten. Nach Senkung der Mitarbeiterzahl empfiehlt der Wissenschaftsrat 1991, das Institut als Forschungsstandort zu erhalten und mit der in Tübingen angesiedelten Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere (BFAV) zu verschmelzen. 1992 wird das Riemser Institut Teil der BFAV, 1997 wird der Hauptsitz der Bundesforschungsanstalt von Tübingen auf die Insel Riems verlegt. 2004 erfolgt die Umbenennung in Friedrich-Loeffler-Institut[2]. Der größte Teil der Belegschaft (s. Tabelle) ist in den Ost-Standorten beschäftigt (neben Riems noch Jena und Wusterhausen), und auch der Standort Tübingen soll in absehbarer Zeit auf die Insel verlagert werden. Bis zum Jahr 2010 fließen insgesamt mehr als 200 Millionen Euro in den Ausbau der Einrichtung auf dem Riems mit dem Ziel, einen modernen und international konkurrenzfähigen Forschungsstandort zu erhalten.

Seit einigen Jahren schon arbeiten auf dem Riems auch Wissenschaftler und technische Kräfte, die aus den alten Bundesländern an die Ostsee gezogen sind. Nach wie vor gibt es Mentalitätsunterschiede. Doch zeichnen sich hier wie auch an anderen Bundesforschungsanstalten neue Entwicklungen ab, die die Ost/West-Betrachtung langsam in den Hintergrund rücken lassen.

So führt das ab Oktober 2005 geltende neue Tarifrecht des Bundes, durch das die Bezahlung und die Arbeitszeit der Bundesangestellten in Ost und West einander angeglichen werden, zu Wettbewerbsnachteilen, da bei Neueinstellungen in vielen Fällen niedrigere Bezüge vorgesehen sind – vor allem bei Führungspositionen. Gesetzliche Bestimmungen machen es den Instituten teilweise schwer, zeitlich befristete Stellen mit geeigneten Kräften zu besetzen. Schließlich bietet zunehmend auch das Ausland attraktive Wirkungsfelder für mobile, ehrgeizige Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die dort häufig bessere Arbeitsbedingungen vorfinden. Diesen neuen Problemfeldern gilt es sich zu stellen. Die Bündelung der Kräfte in Kompetenznetzen und eine verstärkte internationale Zusammenarbeit sind mögliche Antworten auf die Herausforderungen eines dynamisch sich entwickelnden Wissenschaftsbetriebes. Denn im Zeitalter der Globalisierung wird es langfristig nicht darum gehen, ob man in West- oder Ostdeutschland arbeitet, sondern vorne oder hinten. ■

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

J. Pietrzik

2 = Zur Geschichte des Friedrich-Loeffler-Instituts und der Virusforschung auf der Insel Riems siehe die Publikation „Eine kurze Geschichte der Virusforschung auf der Insel Riems" von M. Daubner, K. Depner, K. Krankenhagen, H. Schirrmeier, R. Riebe (2005). FLI Eigenverlag, 32 S.

Staatliche Ernährungsvorsorge in Krisenfällen

In Friedenszeiten und unter normalen Bedingungen ist die Versorgung der deutschen Bevölkerung mit Nahrungsmitteln gewährleistet. Land- und Ernährungswirtschaft produzieren ein reichhaltiges Angebot. Durch außergewöhnliche Umstände kann sich die Situation jedoch verändern und eine Gefährdung der Nahrungsmittelversorgung eintreten. Um solche Versorgungskrisen bewältigen zu können, hat die Bundesregierung sowohl die rechtlichen Grundlagen geschaffen als auch Vorkehrungen im Rahmen der staatlichen Lagerhaltung getroffen.

Unter dem Eindruck der zunehmenden Gefahr eines Ost-West-Konflikts trat im August 1965 das Ernährungssicherstellungsgesetz (ESG) in Kraft. Dieses Gesetz schafft die Voraussetzungen für staatliche Bewirtschaftungsmaßnahmen im – heutzutage unwahrscheinlich gewordenen – Verteidigungsfall. Das Reaktorunglück von Tschernobyl 1986 machte deutlich, dass neben militärischen Risiken auch andere Gefahren für die Nahrungsmittelversorgung bestehen. Diese Erkenntnis führte im August 1990 zur Verabschiedung des Ernährungsvorsorgegesetzes (EVG), das die Voraussetzungen für die staatliche Bewirtschaftung in zivilen Krisenfällen schafft. Beide Gesetze enthalten Ermächtigungen für den Erlass von Rechtsverordnungen, um einerseits im Krisenfall steuernd eingreifen und andererseits die für die Notversorgung mit Nahrungsmitteln erforderlichen Maßnahmen in Nicht-Krisenzeiten vorbereiten zu können.

So sind in Deutschland die Betriebe der Ernährungswirtschaft verpflichtet, den zuständigen Behörden alle vier Jahre Daten zur Anzahl der Beschäftigten, zum Rohstoff- und Energieverbrauch sowie zu Produktions- und Lagerkapazitäten zu melden.

Staatliche Lagerhaltung

Im Rahmen der nationalen Krisenvorräte, für deren Ein- und Verkauf sowie Kontrolle die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) als Verwaltungsbehörde zuständig ist, werden zwei unterschiedliche Reserven gelagert. Dabei handelt es sich um die

- Zivile Notfallreserve und die
- Bundesreserve Getreide.

Die Zivile Notfallreserve besteht aus Reis, Hülsenfrüchten (Erbsen und Linsen) sowie aus Kondensmilch und Vollmilchpulver. Diese Sicherheitsreserve an Grundnahrungsmitteln soll in Krisensituationen vor allem in Ballungsräumen zur Versorgung der Bevölkerung zumindest mit einer täglichen Mahlzeit beitragen. Derzeit werden rund 125.000 Tonnen Nahrungsmittel im Rahmen dieser Reserve gelagert.

Die Bundesreserve Getreide besteht aus Brotgetreide (Weizen) und Hafer. Sie soll in einem Krisenfall dazu eingesetzt werden, die Mehl- und Brotversorgung aufrecht zu erhalten. Diese Reserven, zurzeit rund 540.000 Tonnen, werden wegen der erforderlichen Weiterverarbeitung in der Nähe von Mühlen gelagert.

Getreide, Reis und Hülsenfrüchte werden in Hallen gelagert, die von gewerblichen Lagerhaltern betrieben werden. Bei der Auswahl der Lagerstätten wird darauf geachtet, dass die Lagerung einerseits am Rande der Ballungsgebiete bzw. in der Nähe von Mühlen erfolgt und andererseits über das gesamte Bundesgebiet verteilt ist. Die eingelagerten Waren unterliegen ständigen Kontrollen durch den Außendienst der BLE und werden in einem regelmäßigen Turnus einer Wälzung unterzogen. Wälzung bedeutet: Die lagernde Ware wird verkauft und durch den Einkauf frischer Ware wieder ersetzt. Um im Bedarfsfall eine längere Lagerzeit ohne Qualitätsverluste zu erzielen, muss die Lagerware hohe Qualitätsstandards erfüllen.

Kondensmilch und Vollmilchpulver werden aufgrund ihrer begrenzten Haltbarkeit direkt bei den Herstellern der Ware bevorratet (sog. Werkslagerung). Dadurch wird sichergestellt, dass die im Eigentum des Bundes befindliche Ware einer produktionsbedingten ständigen Wälzung unterliegt. Dies hat den Vorteil, dass der Bevölkerung im Bedarfsfall stets frische Produkte zur Verfügung stehen.

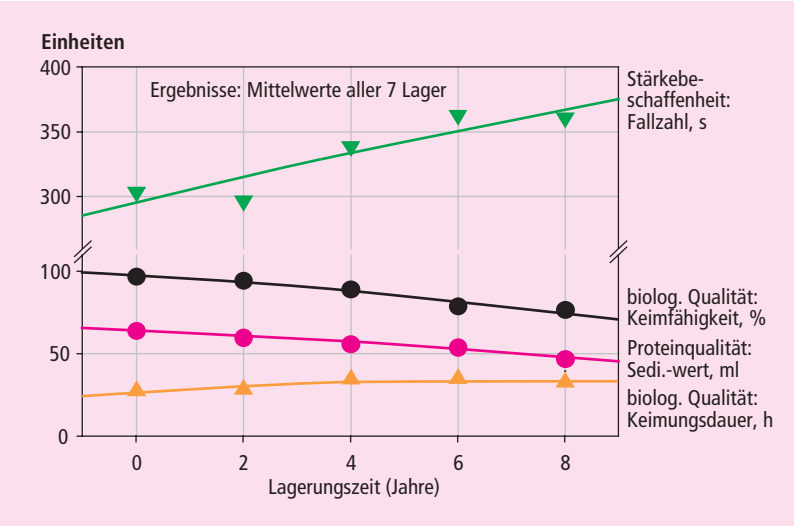


Abb. 1: Veränderungen der Kornqualität bei der Langzeit-Lagerung von Weizen

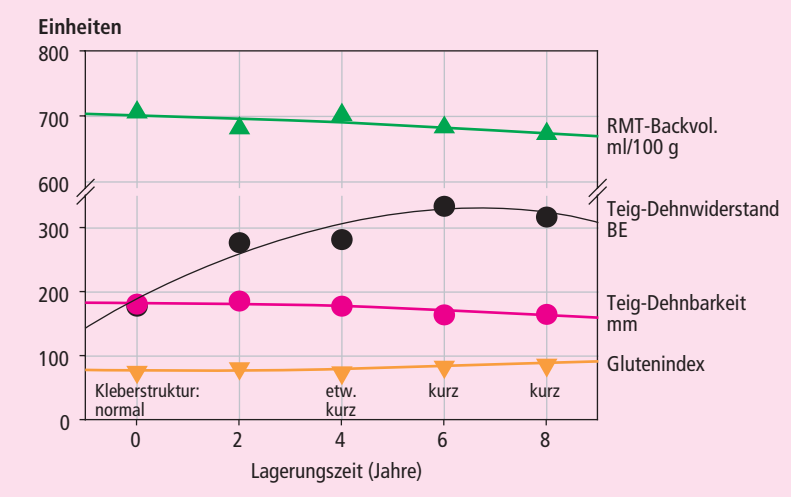


Abb. 2: Veränderungen der Mehl- und Backqualität bei der Langzeit-Lagerung von Weizen

Forschung für die Getreideversorgung

Die heutige staatliche Getreidelagerung steht technisch-organisatorisch auf hohem Stand, da die Grundlagen für lagertechnische Optimierungen von Wissenschaft und Praxis gemeinsam erarbeitet wurden. Besonders zu erwähnen sind die Anfänge der Belüftungstechnik zu Beginn der 70er Jahre. Die öffentliche Getreidelagerung ist strengen Standards unterworfen, und das Kontrollwesen für die Getreideprüfung verzeichnet einen hohen Ausbildungsstand.

Um diesen Status auch unter dem Druck erhöhter Wirtschaftlichkeit zu halten, werden von Zeit zu Zeit in umfassenden Langzeitstudien Daten über das Lagerverhalten von Getreide gesammelt, wissenschaftlich ausgewertet und interpretiert. Eine maßgebliche Rolle spielt dabei die Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BfEL) am Standort Detmold.

Neben der ursprünglichen Mengen- und Qualitätserhaltung geht es bei der Bundesreserve Getreide heute auch um den gesundheitlichen Wert des gelagerten Kornmaterials. Im Zeitraum zwischen Ernte und Verarbeitung können Struktur, Funktion und Zusammensetzung von Einzelkörnern – abhängig von Sorten-, Anbauort- und Lagerungseinflüssen – zwischen absoluter Integrität (Fehlerfreiheit) und vollständiger Desintegration (z.B. Verderb) schwanken. Die heutige Lagertechnik für Getreide aus der Bundesreserve zielt bei wirtschaftlich tragbaren Bedingungen auf den höchsten Grad der biologischen und sensorischen Integrität ab.

Um zu überprüfen, wie lange es möglich ist, Hafer und Brotgetreide bei einer Lagerhaltung nach wirtschaftlichen Grundsätzen ohne nennenswerte Qualitätseinbußen zu lagern, wurde in einem Langzeitversuch das Lagerverhalten von Hafer und Weizen über mehr als 8 Jahre beobachtet (Hafer an einem und Weizen an sieben unterschiedlichen Lagerstandorten).

Es zeigte sich, dass die Feuchtigkeitsverhältnisse innerhalb der Körneraufschüttungen trotz der unvermeidbaren Alterungsvorgänge über acht Jahre vergleichbar stabil bleiben, wenn der Feuchtigkeitsgehalt unterhalb 13,5 % liegt.

Die biologische Kornqualität bleibt unter diesen Umständen über Jahre erhalten, wenn auch eine leichte Abnahme der Keimfähigkeit und eine längere Keimungsdauer zu verzeichnen ist (Abb. 1). Auch die für den Verarbeitungswert von Brotgetreide wichtige innere Kornqualität zeigt Veränderungen. So steigen die Fallzahlen (Maß für die Stärkebeschaffenheit) zeitlinear infolge der inneren Strukturumwandlungen an. In gleicher Weise nimmt die Proteinqualität, ausgedrückt als Sedimentationswert, ab (Abb. 1). Dies sind Funktionseigenschaften, die für die Backqualität von Bedeutung sind.

Entscheidend für die Backfähigkeit der Mehle ist auch die Funktionalität des kleberbildenden Proteins. Im Laufe der mehrjährigen Lagerung nimmt die Kleberfestigkeit unweigerlich zu, was sich sowohl im Gluten-Index als auch im Dehnwiderstand der Teige äußert (Abb. 2). Diese Einschränkungen wirken sich nur minimal im Backvolumen aus, da die hohe Qualität des eingelagerten Weizens diese unvermeidbaren Effekte leicht toleriert. Das heißt, eine Weizenlagerung bis zu 8 Jahren ist ohne gravierende Qualitätseinbußen problemlos möglich. Die Ergebnisse deuten aber an, dass eine Ausdehnung der Lagerung auf mehr als 10 Jahre möglicherweise zu Qualitätsminderungen führen kann. Um in der Frage der maximalen Lagerdauer mehr Klarheit zu gewinnen, werden die Forschungsarbeiten mit Weizen fortgesetzt. ■

Dr. Michael Welling, Senat der Bundesforschungsanstalten, Geschäftsstelle, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig.
E-mail: michael.welling@fal.de
Dr. Klaus Münzing, Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Institut für Getreide-, Kartoffel- und Stärketechnologie, Postfach 1354, 32703 Detmold.
E-mail: klaus.muenzing@bfel.de

Die Autoren danken Dr. Dieter Schneider (BMVEL, Ref. Notfallvorsorge) und LtdVDir Dieter Philipp (BLE) für die kritische Durchsicht des Manuskripts und wertvolle Anregungen.

Leibniz-Institut für Agrartechnik Bornim

Pilotanlage zur Milchsäure-produktion

Brandenburgs Agrar- und Umweltminister Dietmar Woidke hat am 15. August im Leibniz-Institut für Agrartechnik (ATB) in Potsdam-Bornim den Grundstein für den Bau einer Pilotanlage zur Milchsäureproduktion aus Roggen gelegt.

Die Pilotanlage ermöglicht es, Inhaltsstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen wie Roggen zu innovativen Produkten im Non-Food-Bereich zu veredeln. Als Hauptprodukt wird Milchsäure gewonnen, die zu einer Vielzahl von Produkten weiterverarbeitet werden kann, zum Beispiel zu umweltfreundlichen Lösungsmitteln oder biologisch abbaubaren Kunststoffen. Anwendung finden diese Stoffe bei der Herstellung von chirurgischen Implantaten, Folien oder Einweggeschirr.

Das Verfahren zur Herstellung von hochreiner Milchsäure wurde am ATB gemeinsam mit Partnern aus Industrie und Forschung (Uhde Inventa-Fischer, Berlin, und Fraunhofer Institut für Angewandte Polymerforschung, Golm) entwickelt. Gegenüber herkömmlichen Verfahren sind bis zu dreifach höhere Milchsäureausbeuten erreichbar. Aus einer Tonne Roggen können 100 Liter hochreine Milchsäure gewonnen werden.

Foto: Grundsteinlegung in Potsdam-Bornim: Minister Woidke (MLUV), Ministerialrat Schulz (BMVEL), Prof. Brunsch (ATB) und Architekt Ruge

Die Pilotanlage, die Mitte 2006 fertig gestellt sein wird, dient dazu, Forschungsergebnisse unter praxisnahen Bedingungen umzusetzen und ökonomisch zu bewerten. Zudem sollen Produktmuster für die spezifischen Anforderungen der Weiterverarbeiter hergestellt werden.

„Langfristig gilt es, durch den Einsatz innovativer Technologien zusätzliche Absatzmöglichkeiten für die Landwirtschaft zu erschließen", betonte Prof. Reiner Brunsch, der amtierende Wissenschaftliche Direktor des ATB. „Der Betrieb einer Bioraffinerie für die Verarbeitung von Roggen aus einem Umkreis von 20 Kilometern kann etwa 30 Personen Beschäftigung bieten. Auch in strukturschwachen ländlichen Regionen entstehen so zusätzliche Arbeitsplätze."

Die Kosten für die neue Pilotanlage belaufen sich auf insgesamt 3,2 Mio. Euro. Davon wurden 2,4 Mio. Euro aus dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung zur Verfügung gestellt. Das Land Brandenburg sowie das Bundeslandwirtschaftsministerium übernehmen jeweils 12,5 Prozent der Investitionssumme. *(ATB)*

Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel

Was kommt in Deutschland auf den Tisch?

Nationale Verzehrsstudie II geht in die Öffentlichkeit

Was haben Sie heute gegessen und getrunken? Wie ernähren Sie sich normalerweise? Haben Sie auswärts gegessen oder zuhause? Diese und ähnliche Fragen werden in den nächsten Monaten überall in Deutschland gestellt. 20.000 Menschen zwischen 14 und 80 Jahren können an der großen „Nationalen Verzehrsstudie II"

teilnehmen. Diese Studie ist in diesem Umfang in Deutschland bisher einmalig.

Das Lebensmittelangebot und unsere Ernährungsgewohnheiten haben sich in den vergangenen Jahren sehr geändert. Das wirkt sich auch auf die Nährstoffversorgung der Bevölkerung aus. Wir wissen aber wenig darüber, was die Menschen in Deutschland heute wirklich essen, denn die letzte große Verzehrserhebung liegt fast 20 Jahre zurück. Das Bundesverbraucherministerium hat daher die Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BfEL) in Karlsruhe beauftragt, die Nationale Verzehrsstudie II durchzuführen.

Die Studie wird helfen, die Ursachen für ernährungsmitbedingte Erkrankungen genauer zu analysieren: Wie ernähren sich Menschen verschiedenen Alters und unter verschiedenen Lebensumständen? Wie gut sind sie ernährt – welche Personengruppen sind besonders durch Fehl- oder Mangelernährung gefährdet? Gibt es Unterschiede zwischen Ost- und Westdeutschland, Nord- und Süddeutschland? Erst dieses Wissen ermöglicht eine zielgerichtete, wirksame Ernährungsberatung. Die Studienergebnisse werden zeigen, wie man Krankheiten, die durch ungünstige Nährstoffversorgung gefördert werden, besser vorbeugen kann.

Nach einer anerkannten statistischen Methode ausgewählte Frauen und Männer aller Altersgruppen zwischen 14 und 80 Jahren werden eingeladen, sich an der Studie zu beteiligen. In einem persönlichen Gespräch werden die Studienteilneh-

mer um Auskunft über ihre Ernährungsgewohnheiten und Lebensumstände gebeten. In den darauffolgenden Wochen werden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer noch zweimal angerufen und gefragt, was sie in den letzten 24 Stunden gegessen haben.

Die Befragungen erfolgen zwischen Anfang November 2005 und Ende November 2006, um jahreszeitliche Schwankungen der Ernährung mit zu erfassen. In dieser Zeit können 20.000 Personen an der Studie teilnehmen. Die Antworten werden anonym statistisch ausgewertet. Darüber hinaus erhält jeder Teilnehmer eine kostenlose persönliche Auswertung seiner Ernährungsgewohnheiten, die von der BfEL erstellt wird.

Neben der reinen Erfassung der gegenwärtigen Ernährungssituation hat das Projekt zum Ziel, Methoden zu entwickeln und zu testen, mit denen Informationen über die Verzehrsgewohnheiten der allgemeinen Bevölkerung in Deutschland, aber auch von Menschen in besonderen Lebenssituationen wie Senioren oder ausländische Mitbürger regelmäßig und zuverlässig gewonnen werden können. Die Teilnehmer der Nationalen Verzehrsstudie II tragen damit zu einem richtungweisenden Projekt der deutschen Ernährungsforschung bei.

Mehr Informationen über die Nationale Verzehrsstudie II finden Sie unter www.was-esse-ich.de. *(BfEL)*

Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)

Milch nur von gesunden Kühen

Biosensor erkennt Eutererkrankungen frühzeitig

Verluste von 1,4 Milliarden Euro! Das sind die volkswirtschaftlichen Schäden, die allein in Deutschland jährlich durch entzündliche Eutererkrankungen (Mastitis) bei Milchkühen verursacht werden. Schon seit langem wird versucht, einen Schlüssel zur Früherkennung der Mastitis zu finden und damit die Schäden zu verringern. In einem Forschungsprojekt der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) und der Fa. TRACE Analytics GmbH wurde ein Sensorsystem entwickelt, mit dem eine Mastitiserkrankung unmittelbar beim Melken diagnostiziert werden kann. Ein wesentlicher Schritt bei der Entwicklung war ein bei umfangreichen HPLC-Screenings entdeckter hoch sensitiver Mastitisindikator. Dieser Indikator kann mittlerweile wirtschaftlich und zuverlässig durch den Nachweis einer enzymatischen Reaktion mit einem speziellen Biosensor analysiert werden. Damit kann indirekt auf Zellzahlen in der Milch geschlossen werden, auch weit unterhalb der gesetzlichen Grenzwerte.

Parallel dazu wurde eine voll automatisierte Probenahmeeinrichtung entwickelt, die es erlaubt, repräsentative Proben der Viertelgemelke zu gewinnen und an den außerhalb des Melkstands gelegenen Biosensor weiter zu leiten. Im nächsten Jahr soll dieses System in einen Melkroboter implementiert und einem ausführlichen Praxistest unterzogen werden. *(FAL)*

Bundesinstitut für Risikobewertung

Fruchtgummi – Fitmacher oder Dickmacher?

Süßwaren sind bei Kindern wie Erwachsenen gleichermaßen beliebt und werden mitunter in großen Mengen genascht. Ob Speiseeis, Kekse, Schokolade oder würzige Snacks, gemeinsam ist fast allen Produkten, dass sie reichlich Fett und Zucker (Kohlenhydrate) enthalten. Ihr Verzehr wird häufig mit einem erhöhten Risiko für ernährungsabhängige Krankheiten wie Fettleibigkeit, Diabetes und Karies in Verbindung gebracht.

Fruchtgummiwaren zeichnen sich im Gegensatz zu anderen Süßigkeiten dadurch aus, dass sie praktisch kein Fett, sondern hauptsächlich Zucker enthalten. Manche Hersteller werben daher mit Slogans, die suggerieren, dass Fruchtgummi zum Abnehmen geeignet sei oder dieses erleichtern würde. Auf der anderen Seite wird oft behauptet, dass es gerade der Zucker ist, der dick mache.

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) vertritt die Auffassung, dass nicht die Zufuhrmenge einzelner Makronährstoffe (Fett, Eiweiß, Kohlenhydrate) ausschlaggebend für das Risiko einer unerwünschten Gewichtzunahme ist, sondern die Energiebilanz insgesamt. Wer sich kaum bewegt, verbraucht wenig Energie und gerät bei gleichzeitig hoher Energiezufuhr schnell in eine positive Energiebilanz. Das heißt, wenn man seinem Körper über die Nahrung mehr Energie zuführt als der Körper verbrauchen kann, nimmt man an Gewicht zu. Das BfR sieht daher kein spezielles Risiko für Fruchtgummi, durch den enthaltenen Zucker dick zu machen. Fruchtgummierzeugnisse weisen mit 300–400 kcal pro 100 g

M. Welling

ähnlich hohe Energiegehalte auf wie andere Süßwaren. Dennoch sollte man wissen, dass eine Packung Fruchtgummi von 100 oder 150 g circa 20 % des Tagesenergiebedarfs von Kindern und Jugendlichen decken.

Das BfR weist außerdem darauf hin, dass Werbeaufdrucke wie „ohne Fett" überflüssig sind, weil hier mit einer Selbstverständlichkeit geworben wird. Verbraucher werden dadurch unter Umständen in die Irre geführt.

Kritisch sieht das Institut ebenso, dass Fruchtgummi teilweise mit hohen Vitamin- und Mineralstoffmengen angereichert wird. Den Süßigkeiten wird dadurch ein „gesundes" Image verliehen. Doch ein übermäßiger Verzehr von angereichertem Fruchtgummi kann unter Umständen sogar zu unerwünschten gesundheitlichen Effekten führen. *(BfR)*

Friedrich-Loeffler-Institut

Riemser Forscher entwickeln neuartigen Impfstoff gegen Vogelgrippe

Einer Arbeitsgruppe im Institut für Molekularbiologie des Friedrich-Loeffler-Instituts auf der Insel Riems ist es gelungen, einen neuartigen Impfstoff gegen die Geflügelpest (Vogelgrippe) zu entwickeln. Wie das Institut mitteilte, sind entsprechende erste Versuchsreihen erfolgreich abgeschlossen worden.

Die Wissenschaftler griffen bei der Entwicklung des neuen Impfstoffs auf die Ergebnisse molekularbiologischer Grundlagenforschung zurück. Ein Geflügel-Herpesvirus wurde dabei so verändert, dass es seine krankmachenden Eigenschaften für Hühner zwar verlor, aber trotzdem zu einem guten Immunschutz im geimpften Tier führte. In dieses Virus wurde mit Hilfe gentechnischer Methoden die Erbinformation für das Hämagglutinin-Protein des Geflügelpestvirus eingesetzt. Nach der Impfung kommt es daher nicht nur zu einer Immunantwort gegen das Geflügel-Herpesvirus, sondern auch gegen das Geflügelpestvirus und somit zu einem Schutz gegen beide Viren.

Der Vorteil der Nutzung des Herpesvirus als Träger (Vektor) des Fremdgens liegt unter anderem darin, dass Antikörper nur gegen das Hämagglutinin-Protein des Vogelgrippevirus induziert werden, während eine natürliche Infektion zur Ausbildung von Immunreaktionen gegen eine Reihe anderer viraler Eiweißstoffe führt. Damit lassen sich geimpfte Tiere von virusinfizierten Tieren unterscheiden. Auch der Herpesvirusvektor ist entsprechend durch Eliminierung eines Gens 'markiert'. Dies ist von großer praktischer Bedeutung, denn nach EU-Recht ist die Impfung gegen Geflügelpest bislang verboten, weil sich geimpfte und infizierte Tiere nicht auseinander halten lassen. Der neue Impfstoff ermöglicht jedoch diese Unterscheidung. Da sich das Geflügel-Herpesvirus nur im Geflügel vermehren kann, nicht aber in anderen Vogelarten, ist eine Ausbreitung des gentechnisch veränderten Impfvirus in Wildvögeln nicht zu erwarten.

Durch die Möglichkeit der Impfung über Spray oder das Trinkwasser können die Tiere auch in großen Haltungen leicht erreicht werden. Die Versuche haben gezeigt, dass die entwickelten Impfstoffe Hühner gegen Grippeviren der Subtypen H5 und H7, die unter anderem für die Ausbrüche von Geflügelpest in Holland im Jahr 2003 (H7) und derzeit in Südostasien (H5) verantwortlich sind, schützen können. Bevor der Impfstoff in die Zulassung gehen kann, sind allerdings noch weitere Versuche, unter anderem hinsichtlich einer effizienten Produktion in Gewebekultur, notwendig. *(FLI)*

N. Nachtigall

Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau

Odorella-Züchtung erhält Innovationspreis

Aufbauend auf Versuchen zur Art-Kreuzung von *Cyclamen persicum* x *Cylamen purpurascens* vor mehr als 15 Jahren ist am Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ) eine neue Alpenveilchen-Arthybride entwickelt worden, die verschiedene besonders günstige Eigenschaften aufweist. Sie ist winterhart, verströmt einen angenehmen Duft und weist eine hohe Toleranz gegenüber der gefürchteten Cyclamenwelke auf. Die Entwicklungsarbeiten, die zu Alpenveilchen mit der Sortenbezeichnung „Odorella" geführt haben, wurden jetzt vom Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft mit dem Innovationspreis Gartenbau des Jahres 2005 ausgezeichnet.

Die artübergreifende Kreuzung wurde möglich durch Anwendung des so genannten Embryo-Rescue. Die Hybride ist steril und damit ausschließlich durch so-

Das Entwicklungsteam bei der Preisverleihung in Berlin

matische Embryogenese massenvermehrbar. Nach längerer Suche konnten mit der Firma STEVA GmbH (ein kommerzielles Gewebelabor) und dem Jungpflanzenbetrieb Wilkes passende Partner für die Markteinführung gewonnen werden.

Die Preisverleihung an das Team um die IGZ-Wissenschaftlerin Dr. Aloma Ewald erfolgte im Rahmen des Tages der offenen Tür der Berliner Bundesministerien am 27. August 2005. Selbstverständlich war die Bühne mit reichlich Odorella-Pflanzen dekoriert, die den Ort des Geschehens in ein zartes Violett tauchten. *(Senat)*

Senat der Bundesforschungsanstalten

Heftreihe „Einführung in die Biometrie“

Schon seit Ende der 70er Jahre organisiert der Senat der Bundesforschungsanstalten in eigener Regie Fortbildungskurse auf dem Gebiet der Biometrie. Hintergrund ist die Tatsache, dass die universitäre biometrische Ausbildung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des BMVEL-Forschungsbereichs für den tatsächlichen Bedarf häufig unzureichend ist. Um die biometrischen Grundkenntnisse auch im Selbststudium verbessern zu können, hat sich der Senat entschlossen, eine vier Hefte umfassende Reihe „Einführung in die Biometrie“ herauszugeben.

Diese Reihe war vorrangig für Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des eigenen Geschäftsbereichs gedacht. Die Hefte fanden sehr schnell Anklang, da das Wissen in ihnen beispielsorientiert und lesbar vermittelt wird. Software-seitig wird auf SAS und zusätzlich zur Modellwahl und Versuchsplanung auf CADEMO orientiert.

Da die 1. Auflage innerhalb kürzester Zeit vergriffen war und auch außerhalb des Geschäftbereichs Interesse bekundet wurde, ist jetzt eine 2. Auflage erschienen. Die Hefte der Reihe „Einführung in die Biometrie“ befassen sich mit folgenden Themen:

- Bd.1: Richter, Ch.: Grundbegriffe und Datenanalyse, 160 S.
- Bd.2: Sumpf, D. und Moll, E.: Schätzen eines Parameters und Vergleich von bis zu zwei Parametern, 134 S.
- Bd.3: Schumacher, E.: Vergleich von mehr als zwei Parametern, 184 S.
- Bd.4: Rasch, D. und Verdooren, R.: Grundlagen der Korrelationsanalyse und der Regressionsanalyse, 151 S.

Mitarbeiter aus dem Geschäftsbereich des BMVEL erhalten diese Hefte über ihren Biometriebeauftragten. Interessenten außerhalb des Geschäftsbereichs können die Hefte über den Saphir Verlag (www.saphirverlag.de), Gutsstraße 15, 38551 Ribbesbüttel, erwerben. Der Preis beträgt 7 Euro pro Einzelband und 25 Euro für den kompletten Satz (Heft 1–4), jeweils zuzüglich Mehrwertsteuer und Versandkosten. *(E. Moll, Senat)*

Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF)

Im Zeichen der Eule für Laubmischwälder

Auf Gut Wolletz (Uckermark) wurde am 26. Oktober 2005 das Projekt zur „Nachhaltigen Entwicklung von Waldlandschaften im Nordostdeutschen Tiefland“ eröffnet. Das BMBF fördert das Verbundprojekt mit 1,8 Millionen Euro.

Unter den zukünftigen natürlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen gewinnen Laubmischwälder aus Buchen und anderen Laubbaumarten zunehmend an Bedeutung. Sie eröffnen künftigen Generationen vielfältige Handlungsmöglichkeiten im Hinblick auf Erhaltung, Bewirtschaftung und Nutzung dieser Wälder. Im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin und anderen Waldgebieten Nordostdeutschlands fanden Waldökologen Restflächen natürlicher, artenreicher Laubmischwälder, in denen Baumarten wie Linde, Ulme und Vogelkirsche vorkommen. Es sollen in dem Projekt Laubwälder auf anderen geeigneten Standorten mit möglichst geringen Eingriffen und bei weitgehender Nutzung der Naturkräfte im Sinne dieses Ideals entwickelt werden.

In den Untersuchungsgebieten der privaten Stiftung Schorfheide-Chorin, in Waldflächen der Uckermark sowie der Märkischen Schweiz wird untersucht, wie sich diese Art der Waldbewirtschaftung auf den Wasserhaushalt und die Stoffflüsse, die Artenvielfalt des Waldes und auch

der angrenzenden Acker- und Wiesenlandschaften auswirkt.

Um den Leitgedanken des Forschungsvorhabens jungen und im Beruf stehenden Menschen zu vermitteln und das Verständnis der Funktionen des Waldes für die Gesellschaft zu verbessern, ist eines der Teilprojekte der Berufs- und Schulbildung gewidmet.

In den fünf Teilbereichen des Projekts arbeiten sowohl Waldökologen, Sozialwissenschaftler und Landschaftsforscher als auch Vertreter aus Forst- und Holzwirtschaft, der Praxis sowie dem Naturschutz eng zusammen. Die Koordination hat das Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) in Müncheberg übernommen. *(ZALF)*

Senat der Bundesforschungsanstalten

Professor Rudolf Casper verstorben

Am 29. Oktober 2005 verstarb der Pflanzenvirologe Professor Dr. Rudolf Casper nach schwerer Krankheit im Alter von 75 Jahren. Professor Casper war Leiter des Instituts für Biochemie und Pflanzenvirologie der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft und als zugewählter Vertreter der BBA über lange Jahre Mitglied des Senats der Bundesforschungsanstalten. In der Amtsperiode 1989/90 stand er dem Senat als Präsident vor. Diese Zeit war geprägt von der deutschen Wiedervereinigung und der sich abzeichnenden Notwendigkeit, die Agrarforschungsstandorte der DDR in die neu entstandene Forschungslandschaft einzugliedern. Dem Senat der Bundesforschungsanstalten fiel dabei eine wichtige Rolle als Koordinierungsgremium zu, und Professor Casper brachte sich hier mit großem Engagement ein. Vor dem Hintergrund seiner Biographie – in Mitteldeutschland aufgewachsen, in der DDR als politisch Verfolgter über Jahre inhaftiert und 1954 in die Bundesrepublik geflohen – hatten diese Ereignisse für ihn einen großen persönlichen Stellenwert.

Nach seiner Pensionierung 1995 engagierte er sich verstärkt in der Kommunalpolitik und war bis zu seinem Tode Ratsherr der Stadt Braunschweig. Rudolf Casper, Träger des Bundesverdienstkreuzes 1. Klasse, war nicht nur ein weltweit anerkannter Wissenschaftler, sondern auch eine Persönlichkeit, die im Wissenschaftsmanagement wie im gesellschaftlichen Bereich aktiv Verantwortung übernahm und in dessen Lebensweg sich viele Aspekte der deutschen Nachkriegsgeschichte widerspiegelten. *(M. Welling, Senat)*

Prof. Dr. Rudolf Casper †

Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)

Umweltfreundliche Phosphordünger aus Klärschlämmen

Kommunaler Klärschlamm enthält eine Vielzahl wertvoller Pflanzennährstoffe, darunter auch Phosphor, eine in absehbarer Zeit (weniger als 100 Jahre) knapp werdende und nicht erneuerbare Ressource. Daneben finden sich in Klärschlämmen aber auch unerwünschte anorganische und organische Schadstoffe, die gegen eine Verwendung als Dünger in der Landwirtschaft sprechen. Ein internationales Konsortium von Forschungsinstituten und Firmen aus Deutschland, Finnland, den Niederlanden und Österreich will nun im Rahmen eines EU-Projekts die technischen Grundlagen für ein sicheres Recycling des Phosphors aus Klärschlämmen erarbeiten. Koordiniert wird das Projekt namens „SUSAN – Sustainable and Safe Reuse of Municipal Sewage Sludge for Nutrient Recovery (Nachhaltige und sichere Nutzung von Nährstoffen aus kommunalen Klärschlämmen)" von der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) in Berlin. In einem komplexen Verfahren werden bei der Monoverbrennung des Klärschlamms organische Schadstoffe zerstört und anorganische durch Bildung flüchtiger Salze entfernt.

Von der BAM werden thermochemische Untersuchungen zur Abtrennung der Schwermetalle aus den Klärschlamm-Aschen und zur Umwandlung der Phosphor-Anteile in pflanzenverfügbare Verbindungen im Labor- und kleintechnischen Maßstab durchgeführt sowie bestimmte materialtechnische Aspekte bearbeitet. Eine Arbeitsgruppe des Instituts für Pflanzenernährung und Bodenkunde der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) in Braunschweig entwickelt Verfahren zur Qualitätskontrolle, prüft die Pflanzenverfügbarkeit des Phosphors in den Aschen und entwickelt bodenbiologische Verfahren zur Mobilisierung, um die vollständige Ausnutzung des Phosphors durch Kulturpflanzen zu ermöglichen. *(FAL)*

IMPRESSUM

FORSCHUNGSREPORT
Verbraucherschutz – Ernährung – Landwirtschaft
2/2005 (Heft 32)

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

Schriftleitung & Redaktion:
Dr. Michael Welling
Geschäftsstelle des Senats der Bundesforschungsanstalten
c/o Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft,
Messeweg 11/12,
38104 Braunschweig
Tel.: 0531 / 299-3396
Fax: 0531 / 299-3001
E-Mail: senat@bba.de

Redaktionsbeirat:
Dr. Stefan Kühne, BBA

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

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

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

Erscheinungsweise:
Der ForschungsReport erscheint zweimal jährlich

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

ISSN 0931-2277

Druck auf Papier mit Recyclinganteil

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Unkräuter zu Tode streichen

BBA diskutiert neue Bekämpfungsverfahren für öffentliche Plätze und Wege

Unkrautbekämpfung ist nicht nur ein Dauerthema für Kleingärtner, sondern auch für Städte und Gemeinden. Deutsche Kommunen wenden jährlich beträchtliche Mittel auf, um den unerwünschten Pflanzen auf Plätzen, Gehwegen oder Verkehrsinseln Herr zu werden. Wie dies effektiv, aber auch so umweltschonend wie möglich geschehen kann, war Thema eines Fachgesprächs am 22. November 2005 an der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) in Braunschweig. Wissenschaftler aus der BBA und von Universitäten stellten neue Methoden vor und erläutern das „Für und Wider" der verschiedenen Maßnahmen.

„Auf kurze Sicht wären wir schon zufrieden, wenn chemische Unkrautbekämpfungsmittel so eingesetzt würden, dass sie möglichst nicht ins Grundwasser gelangen", erklärt Dr. Arnd Verschwele vom Institut für Unkrautforschung der BBA. Dazu gehört zum Beispiel die Unkrautbekämpfung auf versiegelten Flächen mit Hilfe des Walzenstreichgerätes Rotofix, das an der Bundesanstalt geprüft und zugelassen wurde. Bei dieser Neuentwicklung sorgt eine knapp über den Boden geführte Walze dafür, dass nur die Pflanzen benetzt werden und das Herbizid nicht wie beim herkömmlichen Spritzen auf die komplette Fläche gelangt. Die Prüfung an der BBA hat ergeben, dass dadurch das Risiko einer Abschwämmung in die Kanalisation weitgehend ausgeschlossen wird. In Braunschweig wird das Verfahren bereits eingesetzt.

„Jede der derzeit diskutierten Maßnahmen zur Unkrautbeseitigung hat Stärken und Schwächen", erklärt Verschwele. Herbizide sind effektiv, aber viele Kommunen möchten aus Umweltschutzgründen darauf verzichten. Die mechanische Bekämpfung oder der Einsatz alternativer thermischer Methoden ist teuer und aufwändig. „Langfristig wird sich der größte Erfolg dann einstellen, wenn man mehrere Verfahren kombiniert", meint der BBA-Experte. Um den Städten und Gemeinden praktikable und wirtschaftliche Lösungen empfehlen zu können, sucht die BBA im Rahmen des internationalen CleanRegion-Projektes mit 22 Partnern aus sieben Mitgliedstaaten der Europäischen Union (EU) nach einem geeigneten Methodenmix. Gemeinsam mit der Stadt Braunschweig, die ebenfalls Projektpartner ist, sind bereits in diesem Jahr verschiedene Verfahren auf Gehwegen getestet worden. Vor allem Methoden, die mit Wasserdampf oder heißem Wasserschaum arbeiten, wurden überprüft. Auch ein Abflämmgerät und die so genannte Wildkrautbürste kamen zum Einsatz. Die Versuche sollen im nächsten Jahr wiederholt werden. *(BBA)*

M. Welling

Friedrich-Loeffler-Institut

Notfallübung zur Geflügelpest

Amtstierärzte übten Bekämpfung der Vogelgrippe

Eine besondere Aktualität hatte die Notfallübung, die das Friedrich-Loeffler-Institut und das Bundesverbraucherministerium gemeinsam mit dem Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe im Oktober 2005 für Amtstierärzte absolvierte. Alljährlich wird ein solcher Kurs abgehalten, in dem vor dem Hintergrund eines fiktiven Ausbruchsszenarios die notwendigen Schritte zur Bekämpfung einer Tierseuche geübt werden.

In diesem Jahr wurde ein Ausbruch von Geflügelpest („Vogelgrippe") simuliert. Der aktuelle Bezug war sehr sachdienlich, aber zum Zeitpunkt der Festlegung des Kursinhalts vor einigen Monaten nicht so vorhersehbar. Die Teilnehmer erstellten einen Handlungsplan, der neben der direkten Seuchenbekämpfung auch Schutzmaßnahmen für exponierte Personen, Tier- und Umweltschutzaspekte sowie die übergreifende Zusammenarbeit beteiligter Behörden wie Feuerwehr, Polizei und anderen Katastrophenschutzdiensten beinhaltete. Zur konkreten Planung gehörten Punkte wie Personaleinsatz, Laborkapazität, Logistik und wirkungsvolle Bekämpfungsmaßnahmen.

Die Übung soll zu einer möglichst harmonisierten, länderübergreifenden Bekämpfungsstrategie beitragen. Gerade eine zwischen dem Bund und den Ländern reibungslos funktionierende Vorgehensweise ist für den Erfolg der Tierseuchenbekämpfung von großer Bedeutung. Hierfür bieten die gemeinsamen Notfallübungen die beste Möglichkeit, Kommunikation zu verbessern und Handlungsoptionen zu proben. *(FLI)*

Senat der Bundesforschungsanstalten

Ressortforscher informierten über Sicherheitsthemen

Die Anfang des Jahres gegründete Arbeitsgemeinschaft der Ressortforschungseinrichtungen traf sich am 18. Oktober 2005 im Paul-Ehrlich-Institut in Langen zu ihrer 2. Mitgliederversammlung. Themen waren unter anderem die weitere Entwicklung der Arbeitsgemeinschaft sowie ein Austausch über „best practice" Verfahren zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses.

Im Anschluss an die interne Mitgliederversammlung fand ein öffentliches Symposium zum Thema „Beiträge der Ressortforschung zur Sicherheit" statt. Dabei informierten die Referenten auf anschauliche Weise über Arbeiten zur Sicherheitsbewertung von gentechnisch veränderten Organismen, über die Belastbarkeit von CASTOR-Behältern für den Transport von radioaktivem Material und – aus aktuellem Anlass – über die Möglichkeiten zur schnellen Entwicklung und Produktion eines Influenza-Impfstoffes.

Angeregte Diskussionen im Paul-Ehrlich-Institut auch in den Pausen

In der Arbeitsgemeinschaft der Ressortforschungseinrichtungen haben sich mehr als 30 Bundeseinrichtungen mit Forschungsaufgaben, unter ihnen die Bundesforschungsanstalten des BMVEL, zusammengeschlossen. Sie hat zum Ziel, die besonderen Belange und Stärken der Ressortforschung gegenüber der Politik, der Öffentlichkeit und den übrigen Forschungsorganisationen zu vertreten. Bereits knapp ein Jahr nach ihrer Gründung wird deutlich, dass die Arbeitsgemeinschaft den Informationsfluss zwischen den beteiligten Einrichtungen stärkt und sich zu einer wichtigen Interessensvertretung der Ressortforschung nach außen entwickelt. *(Senat)*

Senat der Bundesforschungsanstalten

Senat tagte in Kulmbach

Zu seiner 63. Sitzung kam der Senat der Bundesforschungsanstalten am 25./26. Oktober 2005 in der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BfEL) in Kulmbach zusammen. Wichtige Diskussionsthemen waren die Evaluation der Ressortforschungseinrichtungen und die internationale Zusammenarbeit im Rahmen der EU.

Mit seiner Tagung in Kulmbach folgte der Senat einer Einladung des amtierenden Senatsvizepräsidenten Dr. Karl-Otto Honikel, der im nächsten Jahr in den Ruhestand geht. Honikel bestimmte maßgeblich die Geschicke des Fleischforschungsstandorts Kulmbach und war über viele Jahre in unterschiedlichen Funktionen Mitglied des Senats. *(Senat)*

Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF)

Extremes Wetter beeinflusste die diesjährige Ernte

ZALF informierte in Dedelow

Zum 30. August 2005 lud die Forschungsstation des Leibniz-Zentrums für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) Landwirte, Wissenschaftler, Firmen und Behörden zur Auswertung ihrer Ernteergebnisse nach Dedelow ein.

Viele Fragen tauchen auf, wenn erste Erträge zu Raps, Winterroggen, Winterweizen und Triticale auf dem Tisch liegen. Warum sind die Erträge in diesem Jahr so hoch oder niedrig? Welche Ursachen gibt es für die schlechte Qualität des Getreides? Waren die Bodenbearbeitung oder die Düngung nicht optimal? Welche Markterlöse können erzielt und welche Sorten empfohlen werden?

Diese und ähnliche Fragen beantworteten die Wissenschaftler der Forschungsstation Dedelow, während sie die Ergebnisse ihrer langjährigen, aber auch einjährigen Bearbeitungs-, Düngungs- und Sortenversuche vorstellten.

Die aufgrund der Frostschäden im April befürchteten Ertragsausfälle bei Winterraps blieben weitestgehend aus. Getestet wurden 50 Rapssorten, die auf dem Dedelower Standort einen Durchschnittsertrag von 47,4 dt/ha mit einem mittleren Ölertrag von 22,0 dt/ha erbrachten.

Die Wintergerste mit ihren guten Ausgangsbedingungen im Herbst 2004 litt unter Frost und Trockenheit, die zu „Laternenblütigkeit" (fehlende Körner in der Ähre) führten. Halm- und Ährenknicken der Gerste, das in diesem Jahr sogar dem Nicht-Landwirt auffiel, wird auf die kurze Wachstumsphase im Mai zurückgeführt. Der Winterweizen hatte mit Pilz-Befall zu Beginn der Vegetationszeit und mit den ausgeprägten Trocken- (April, Juni) und Nässephasen (Juli) zu kämpfen. Dies führte am Standort Dedelow zu durchschnittlichen Erträgen mit einer minderen Qualität. *(ZALF)*

Die Teilnehmer der 63. Senatssitzung in Kulmbach

Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft

Das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) unterhält einen Forschungsbereich, der wissenschaftliche Grundlagen als Entscheidungshilfen für die Verbraucherschutz-, Ernährungs-, und Landwirtschaftspolitik der Bundesregierung erarbeitet und damit zugleich die Erkenntnisse auf diesen Gebieten zum Nutzen des Gemeinwohls erweitert (www.verbraucherministerium.de, Rochusstr. 1, 53123 Bonn, Tel.: 0228/529-0). Dieser Forschungsbereich wird von sieben Bundesforschungsanstalten, der Zentralstelle für Agrardokumentation und -information (ZADI) sowie dem Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) 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.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 BMVEL 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 BMVEL 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 BMVEL vertritt (Geschäftsstelle des Senats der Bundesforschungsanstalten, c/o BBA, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig, Tel.: 0531/299-3396, **www.bmvel-forschung.de**).

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