DIE ZEITSCHRIFT DES SENATS DER BUNDESFORSCHUNGSANSTALTEN

FORSCHUNGS Report

VERBRAUCHERSCHUTZ · ERNÄHRUNG · LANDWIRTSCHAFT

Schwerpunkt: Agrarökologie

Weidehaltung und Fleischqualität

Functional Food

Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft

1/2001

Guten Tag!

Bücher und Zitronen

Nachdem wir in den letzten Ausgaben des ForschungsReports mit den Schwerpunkten „Lebensmittelsicherheit" (Heft 2/2000) und „Mykotoxine" (Heft 2/1999) ausgesprochene Verbraucherthemen in den Mittelpunkt gestellt und damit die neuen Schwerpunktsetzungen unseres Ministeriums quasi schon vorweggenommen hatten, steht jetzt mit dem Titelthema „Agrarökologie" die Umwelt stärker im Blickfeld. Doch auch hier ergeben sich direkte Brückenschläge zum Verbraucherschutz. Denn wie sich zum Beispiel die radioaktive Belastung unserer Umwelt durch den Tschernobyl-Unfall vor 15 Jahren noch heute im Lebensmittel Fleisch widerspiegelt, interessiert auch den Käufer an der Ladentheke. Auch die Frage, ob wir durch den Treibhauseffekt in Europa mit besseren oder mit schlechteren Ernten rechnen müssen, wird für die Zukunft auch aus Verbrauchersicht an Bedeutung gewinnen.

Einige Beiträge dieses Heftes werden sicherlich für Diskussionen sorgen. Das ist gut so, denn Diskussionen tragen dazu bei, auch die eigenen Denkweisen und Meinungen zu reflektieren. Über die Bedeutung und die Aufgaben der Ressortforschung wird auch im Senat der Bundesforschungsanstalten intensiv diskutiert. Gerade in Umbruchphasen wie der derzeitigen wird klar, dass wir auf eine vorausschauende, sachorientierte und unabhängige Forschung bei der Politikberatung nicht verzichten können. Mehr dazu im Interview mit dem Senatspräsidium ab Seite 46.

In Diskussion treten möchten wir auch mit Ihnen, unseren Leserinnen und Lesern. Welche Themen kommen bei Ihnen an? Schreiben unsere Autoren für Sie verständlich oder fließt doch noch zuviel Wissenschaftsjargon in die Beiträge ein? Am Beispiel dieses Heftes möchten wir gern von Ihnen wissen: Welcher Beitrag gefällt Ihnen vom Thema und von der Aufmachung her am besten? Mit welchem Artikel konnten Sie gar nichts anfangen, sei es, dass das Thema zu abseitig oder der Stil zu abgehoben war.

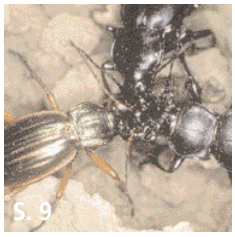
Sie sind die Jury, die die Beiträge bewertet. Der Autor (oder die Autoren) des Artikels, den Sie am besten und interessantesten finden, wird von uns mit einem Buchpreis belohnt. Sie können aber auch Zitronen verteilen: für einen Artikel, über den Sie wirklich sauer waren. Auf der letzten Seite des ForschungsReports finden Sie eine Auflistung sämtlicher Forschungsbeiträge dieses Heftes. Sie können bis zu zwei Artikel ankreuzen, die Ihnen preiswürdig erscheinen und bis zu zwei Beiträge mit einer Zitrone bedenken.

Und damit es auch für Sie etwas spannender wird, verlosen wir unter allen Einsendern, die uns bis zum 30. Juni 2001 antworten, fünf Buchpreise. Einzelheiten zum Preisausschreiben finden Sie auf Seite 58.

Die Redaktion des ForschungsReports und das Senatspräsidium sind gespannt auf Ihre Bewertungen!

Ihr

Dr. Meinolf G. Lindhauer
Präsident des Senats der Bundesforschungsanstalten


S. 9

S. 14

S. 19

S. 24

S. 46

S. 56

Berichte aus der Forschung

Saumstrukturen in der Landwirtschaft
Berücksichtigung im Zulassungsverfahren von Pflanzenschutzmitteln 4

Alles Vielfalt oder was?
Probleme der Anwendung des Vielfaltsbegriffs bei der Bewertung von Produktionsflächen und Ansätze zu Alternativen 9

Zwischen Himmel und Erde
Dem Kohlenstoff aus der Atmosphäre auf der Spur 14

Der lange Schatten von Tschernobyl
15 Jahre nach dem GAU ist die Radiocäsiumbelastung noch immer ein Thema 19

Gefährliche Verwandtschaft
Schwarzwild – ein natürliches Reservoir für Infektionserreger und Ansteckungsquelle für Hausschweine? 24

Genetische Ressourcen als essenzieller Bestandteil der biologischen Vielfalt
Erhaltung, Dokumentation, Information, Nutzung 29

Functional Food
Funktionelle Lebensmittel – Zukunft der Ernährung oder Marketing-Strategie? 32

Robinie – Pionierbaum und Wertholz
Erfahrungen bei der In-vitro-Vermehrung geradschaftiger Robinien 36

Weidehaltung und Fleischqualität 39

Die Chance zu überleben
Das Schicksal der „Discards" in der Ostsee 42

Impressum 45

Interview

„Wir sind ein wichtiger Teil der deutschen Forschungslandschaft"
Das Senatspräsidium im Gespräch mit dem ForschungsReport 46

Portrait

Institut für Agrarökologie, Braunschweig 50

Institut für Forstökologie und Walderfassung, Eberswalde 52

Nachrichten 54

Tagungen 56

Preisausschreiben 58

Der Forschungsbereich 59

Saumstrukturen in der Landwirtschaft

und ihre Berücksichtigung im Zulassungsverfahren von Pflanzenschutzmitteln

Stefan Kühne, Bernd Freier, Siegfried Enzian (Kleinmachnow) und Rolf Forster (Braunschweig)

Die heiße Sommerluft flimmert über dem Getreidefeld und der Gesang der Feldlerche begleitet den Wanderer auf seinem Weg entlang der Hecke mit duftenden Wildrosen und dem blühenden Rain. Solche Bilder verbinden sich mit den Vorstellungen von einer intakten Landbewirtschaftung, die nicht nur das Ziel verfolgt, Nahrungsmittel zu produzieren, sondern auch einen Beitrag leistet für den Schutz der Natur und die Gestaltung der gesamten Agrarlandschaft. Erstmals ist für ganz Deutschland eine Analyse der Saumstrukturen, hinsichtlich ihrer Ausdehnung und Beschaffenheit, durchgeführt worden. Die von der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) vorgenommene Untersuchung soll in ein Konzept zum Schutz der Flora und Fauna der ökologisch wertvollen Strukturen münden, das bei der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln berücksichtigt werden kann.

Vielfalt der Saumbiotope

Die Entstehung der verschiedenen Saumbiotope in Nachbarschaft zu Agrarflächen ist in der Kulturgeschichte des Menschen eng mit dem Wandel der landwirtschaftlichen Produktion verbunden. Besonders am Beispiel der Hecken ist ihre Entstehung nachvollziehbar. So berichtete bereits Caesar (100–44 v. Chr.) im zweiten Buch seines Werkes „De bello Gallico" von Dornenhecken bei den Nerviern, einem Stamm der Belgen. Durch das Nie-

Typisierung von Kleinstrukturen in Nachbarschaft zu Agrarflächen

Linienhafte Kleinstrukturen = Saumbiotope	Flächige oder punktuelle Kleinstrukturen
■ Waldränder ■ Hecken ■ Feld-, Wiesen- und Wegraine ■ Straßenränder u. ä. Verkehrswegränder ■ Uferränder ■ Gräben ■ Ackerrandstreifen ■ Lesesteinriegel	■ Kleine Wälder ■ Feldgehölze ■ Gebüsche ■ Gehölzfreie Habitatinseln ■ Lesesteinhaufen ■ Kleingewässer ■ Kleine Sümpfe und Moore ■ Solitärbäume

Abb. 1: Unterscheidung von Kleinstrukturen in der Agrarlandschaft

derbiegen und Verflechten junger Bäume sowie die Bepflanzung der Zwischenräume mit Dornen- und Brombeersträuchern versuchten sie, Eindringlinge und wilde Tiere abzuwehren.

Im Mittelalter dienten Hecken vor allem in küstennahen wie auch gebirgigen Regionen als lebende Zäune, um das Vieh von den Ackerflächen fern zu halten. Zudem lieferten sie Nutz- und Brennholz, Flechtwerke sowie Laubheu für die Winterfütterung des Viehs. Die verstärkte Holznutzung der Wälder im 16. und 17. Jahrhundert führte zu einer starken Öffnung der Landschaft, in deren Folge es besonders in Nordwestdeutschland durch Überweidung zu erhöhter Bodenerosion kam. Als Gegenmaßnahmen wurden bereits im 17. und besonders ab der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts Hecken angepflanzt, so genannte Knicks. Der Name rührt vom periodischen Abschlagen (knicken) der Gehölze her.

Neben den Hecken, die man entsprechend ihrer morphologischen Struktur weiter differenzieren kann (Niederhecke, Hochhecke, Wallhecke, Schichtholz- oder Benjeshecke), hat sich auch eine Vielzahl anderer naturnaher Kleinstrukturen entwickelt, die in der Nachbarschaft von Agrarflächen zu finden sind bzw. von Feldern eingeschlossen werden (Abb. 1).

Aufgrund ihrer Artenvielfalt gelten Saumstrukturen heute als hohes Schutzgut. Sie stellen naturnahe Habitate der Kulturlandschaft dar und sind Lebensraum für Nützlinge wie Marienkäfer und Schwebfliegen, die zu den wichtigsten Leistungsträgern der natürlichen Kontrolle von Schädlingen in den angrenzenden

Feldern gehören. Auch eine Vielzahl anderer Organismen – häufig mit hohem naturschutzbezogenen Wert – finden hier einen Lebensraum. Diese Lebewesen tragen zur ökologischen Stabilität von agrarischen Ökosystemen bei und können durch die Abdrift von Pflanzenschutzmitteln gefährdet werden. Allerdings sollte aufgrund der starken Heterogenität der Strukturen das Risiko differenziert bewertet werden.

Schwierigkeiten bei der Flächenberechnung der Säume

Mit Hilfe präziser digitaler Karten des **A**mtlichen **T**opographischen **K**arten-**I**nformations-**S**ystems (ATKIS-Daten) im Maßstab 1 : 25.000 ist es möglich, für die Gesamtfläche Deutschlands die Länge der Grenzlinien zwischen landwirtschaftlichen Flächen und angrenzenden Flächen wie Wald, Feuchtbiotope, Gewässer, Straßen, Wege oder Bahnlinien zu berechnen. Bei den Analysen kann

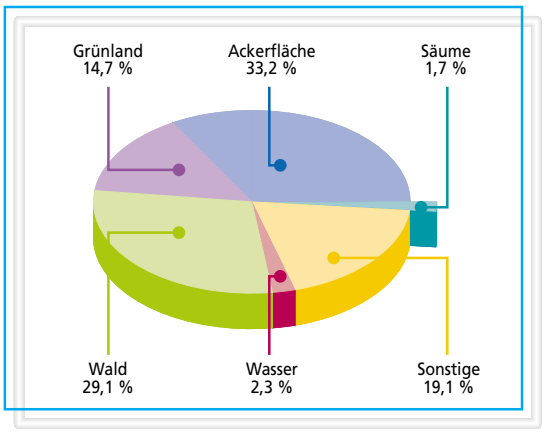


Abb. 3: Prozentualer Flächenanteil von Klein- und Großstrukturen an der Gesamtfläche der Bundesrepublik Deutschland von insgesamt 35.685.395 ha (angenommene Saumbreite 4 m)

man davon ausgehen, dass nahezu alle landwirtschaftlichen Nutzflächen über Saumstrukturen mit den angrenzenden Gebieten in Verbindung stehen. Um welche Arten von Saumbiotopen es sich im Einzelnen handelt, wird aus den ATKIS-Daten aber nicht immer deutlich: Während man zum Beispiel zwischen einem Feld und einem Gewässer den Uferrand als Saumstruktur klar zuordnen kann, fällt die Klassifizierung der Säume an Straßen und Wegen schwer, da die Daten keine Unterscheidung zwischen Hecken und Feldrainen erlauben. Dies wäre nur durch Biotopkartierungen in Verbindung mit Luftbildaufnahmen möglich.

Leider ist ein solches Datenmaterial lückenhaft und nur für einige Gebiete Deutschlands vorhanden. Weiterhin geht aus den ATKIS-Daten nur die Länge der Grenzflächen, nicht aber deren Breite hervor. Um trotzdem abschätzen zu können,

Abb. 2: Breite von Saumstrukturen am Rande einer Landstraße

welchen Flächenanteil die Saumstrukturen an der gesamten Agrarfläche haben, wurde anhand von Stichprobenkenntnissen (Abb. 2) eine durchschnittliche Breite von 4 Metern angenommen.

Ein weiteres Problem bei der Berechnung der Grenzlinien ergab sich aus der enormen Menge des Datenmaterials, die rechentechnisch derzeit praktisch nicht zu verwalten ist. Die ATKIS-Daten haben einen Umfang von rund 50 Gigabyte. Eine Gesamtauswertung kam daher nicht in Frage. Stattdessen entwickelten wir ein Schätzverfahren, das nur rund 10 % des Datenumfanges benötigt. Mit ihm konnten wir mehr als 300 digitale Messtischblätter – verteilt auf 34 Landschaftseinheiten – auswählen und auswerten. Für jede Karteneinheit (Stichprobe in einem der Gebiete) wurden die potenziellen Nachbarschaftsbeziehungen ermittelt und über eine Hochrechnung auf die Landschaftseinheit übertragen.

Analyse der Saumstrukturen für ganz Deutschland

Die Abbildung 3 veranschaulicht den prozentualen Flächenanteil von Klein- und Großstrukturen an der Gesamtfläche Deutschlands (35,69 Mio. ha). Bei einer angenommenen Breite von 4 Metern ist in Deutschland rund 1,7 % der Fläche mit Saumbiotopen bewachsen (insgesamt 600.000 ha). Die Gesamtlänge der Feldsäume in Deutschland beträgt rund 1,3 Mio. km.

Die Abbildung 4 zeigt, welchen prozentualen Flächenanteil die Saumstrukturen (angenommene Breite 4 m) in den einzelnen Landschaftseinheiten bezogen auf die dort vorhandene Ackerfläche haben: Der Anteil variiert zwischen 2,5 % in der Prignitz und 9,9 % im Alpenvorland. Der größte Teil der Säume liegt an Wegen, Grünland, Wald und Straßen, wenngleich diese in den verschiedenen Landschaften sehr unterschiedliche Bedeutung haben.

Abbildung 5 verdeutlicht die unterschiedliche Länge von Saumstrukturen je Hektar. Die mittlere Feldsaumlänge schwankt dabei zwischen 60 Metern pro Hektar in der Uckermark und 230 Metern im Alpenvorland.

Auch ein anderes wichtiges Ergebnis ließ sich aus den Daten ermitteln: Je mehr Ackerbau in der Landschaft bzw. je großfeldriger die Landwirtschaft, desto kleiner ist der Anteil von Klein- bzw. Saumstrukturen (Abb. 6).

Risikobewertung für Saumstrukturen

Um die Gefährdung der Saumstrukturen und der in ihnen lebenden Organismen durch die Abdrift von Pflanzenschutzmitteln einschätzen zu können, müssen neben ihrer Länge und Ausdehnung auch ihre Struktur und das potenziell gefährdete Arteninventar Berücksichtigung finden. Welche Tiere in den Saumbiotpen vorkommen, hängt – neben den Standortverhältnissen – vor allem von der Struktur und dem Arteninventar der dort wachsenden Pflanzen ab, wobei sich zwischen krautigen Saumbiotopen (z. B. Feld-, Wiesen- und Wegraine) und Gehölzstrukturen (Hecken, Waldränder) deutliche Unterschiede ergeben.

Arthropoden, vor allem Insekten und Spinnen, sind von den höher entwickelten Organismengruppen arten- und zahlenmäßig am häufigsten anzutreffen. Die meisten Arthropodenarten und -individuen kommen in floristisch vielfältigen Rainen und am äußeren Rand von Hecken vor. Sie sind daher bei einer Pflanzenschutzmittelabdrift besonders exponiert. Das dunkle Heckeninnere wird demgegenüber als Nisthabitat von Vögeln und als Versteck für verschiedene Säugetierarten genutzt.

Generell nimmt mit steigender Pflanzenartenzahl das Arteninventar der Fauna zu. Dabei bilden sich mit zunehmender Breite der Saumbiotope, aufgrund der höheren Pufferfähigkeit mit mehr Ausweich- und Versteckmöglichkeiten, stabilere Lebensgemeinschaften mit höheren Arten- und Individuenzahlen aus. Das faunistische Arteninventar der schmalen krautigen, gräserbetonten Säume wird heutzutage geringer bewertet als das der kombinierten Rain-Gehölzstrukturen. Ursache ist die Degradierung dieser Standorte durch deren geringe Breite und Pflanzenverarmung infolge eines hohen Nährstoffeintrages durch Düngemittel. Es kann eingeschätzt werden, dass die Lebensgemeinschaft der Säume vor allem durch mechanische Beeinträchtigungen (Umpflügen, Überfahren, Mähen) sowie durch den Eintrag und die Akkumulation von Nährstoffen beeinflusst werden.

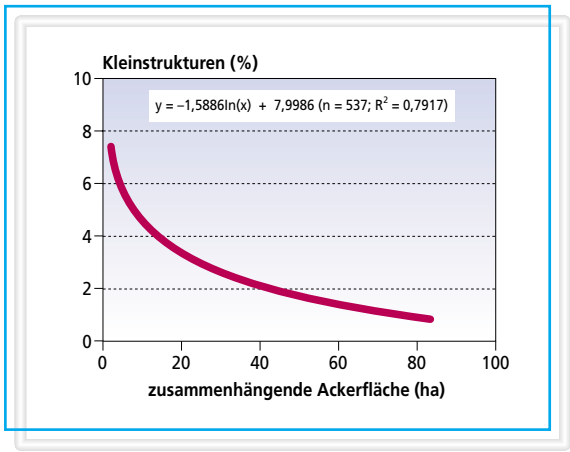


Abb. 6: Zusammenhang zwischen der Größe der zusammenhängenden Ackerfläche und dem Anteil der Kleinstrukturen

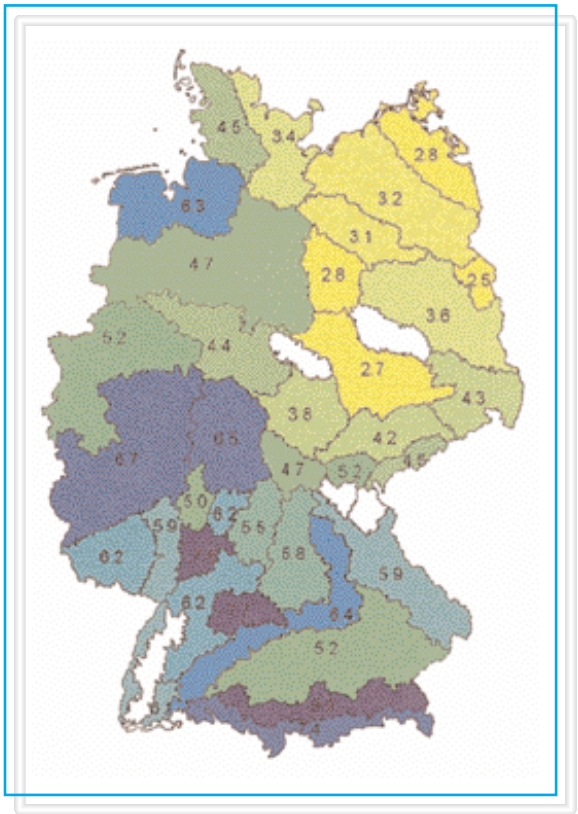


Abb. 4: Übersicht der Anteile der Saumstrukturen in Prozent zur Ackerfläche in den untersuchten Landschaftseinheiten (angenommene Saumbreite 4 m)

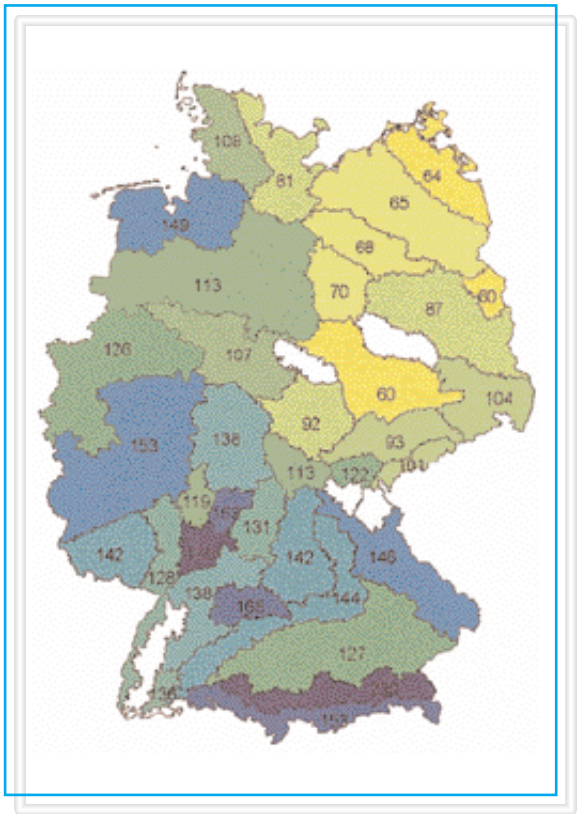


Abb. 5: Länge von Saumstrukturen in Metern pro Hektar in den unterschiedlichen Landschaftseinheiten

Umfangreiche Untersuchungen der Biologischen Bundesanstalt in Zusammenarbeit mit den Bundesländern belegen, dass Saumstrukturen grundsätzlich durch Abdrift von Pflanzenschutzmitteln gefährdet sein können. Für krautige und grasige Feldsäume haben diese Untersuchungen aber auch gezeigt, dass in 90 % aller Fälle bereits in einem Abstand von 1 Meter weniger als 3 % der auf dem Feld applizierten Spritzmittelmenge gefunden wird. In 5 Metern Abstand sind es dann schon weniger als 1 %. Aufgrund der strengen Zulassungsbestimmungen für Pflanzenschutzmittel in der Europäischen Union (Anhang VI der Richtlinie 91/414/EWG) muss die Abdrift von Pflanzenschutzmitteln bei der Zulassung

Unvertretbare Auswirkungen von Pflanzenschutzmittel auf Saumbiotope können nicht hingenommen werden

berücksichtigt werden, da unvertretbare Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Arthropoden auch im Saumbereich („Nichtzielflächen") mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen werden müssen. Nach dem derzeitigen Kenntnisstand wirken sich Pflanzenschutzmittel bei sachgerechter Anwendung nicht nachhaltig und langfristig negativ auf Saumbiotope aus. Allerdings besteht noch erheblicher Forschungsbedarf, um die Auswirkungen der Pflanzenschutzmittelabdrift realistischer bewerten zu können. Mechanismen der Erholung von Populationen und die Wiederbesiedlung zur Regeneration der Saumbiozönosen müssen ebenfalls in die Untersuchungen einbezogen werden.

Dem Vorsorgeprinzip folgend werden bei der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln Maßnahmen veranlasst, die die Exposition vermindern. Durch die Verwendung moderner, abdriftmindernder Applikationstechnik lässt sich zum Beispiel die Abdrift um 90 % reduzieren. Auch Abstandsregelungen kommen zum Schutz der Saumbiotope in Betracht.

Die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft hat gemeinsam mit dem Umweltbundesamt ein Konzept entwickelt, bei dem im Hinblick auf die Schonung der Organismen in den Säumen folgende Kriterien Berücksichtigung finden:

- die Breite der Kleinstrukturen,
- die Größe der Behandlungsfläche,
- der Anteil von naturnahen Kleinstrukturen in der Agrarlandschaft.

Bedeutung für die Praxis

Allgemein kann formuliert werden: Bei schmalen, aus ökologischer Sicht nicht hochwertig eingestuften Säumen (etwa schmaler als 3 m) müssen besondere abdriftmindernde Maßnahmen nicht vorgeschrieben werden. Besondere Maßnahmen sind ebenfalls nicht notwendig in Gebieten, die einen hohen Flächenanteil an Kleinstrukturen aufweisen, da hier ein hohes Regenerationspotenzial zu erwarten ist.

Die hier auszugsweise vorgestellten Untersuchungsergebnisse entstanden an der BBA in einer institutsübergreifenden Kooperation mit Arbeitsgruppen aus dem Institut für integrierten Pflanzenschutz, dem Institut für Folgenabschätzung im Pflanzenschutz und der Abteilung für Pflanzenschutzmittel und Anwendungstechnik, Fachgruppe Biologische Mittelprüfung. Sie wurden publiziert in: KÜHNE, S.; ENZIAN, S.; JÜTTERSONKE, B.; FREIER, B.; FORSTER, R.; ROTHERT, H. (2000): Beschaffenheit und Funktion von Saumstrukturen in der Bundesrepublik Deutschland und ihre Berücksichtigung im Zulassungsverfahren im Hinblick auf die Schonung von Nichtzielarthropoden. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-, Forstwirtschaft, 378, 128 S.

Die BBA hat gemeinsam mit dem Umweltbundesamt ein Konzept zur Schonung der Organismen in Saumbiotopen entwickelt

Anders sieht es in Gebieten mit vergleichsweise großen Feldflächen und wenigen, aber gut ausgeprägten Saumstrukturen aus. Die im Einzelnen festzulegenden Grenzwerte, bei denen der Einsatz abdriftmindernder Technik erforderlich ist – sowohl hinsichtlich der Größe der Behandlungsfläche als auch des Anteils der Kleinstrukturen in der Agrarlandschaft – werden derzeit diskutiert.

Dieses neuartige Konzept fördert die Praxiseinführung technischer Neuentwicklungen bei der Applikation von Pflanzenschutzmitteln (z. B. abdriftmindernde Spritzdüsen). ■

PD Dr. habil. Stefan Kühne, PD Dr. habil. Bernd Freier, Dr. Siegfried Enzian, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow;
Dr. Rolf Forster, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Abteilung für Pflanzenschutzmittel und Anwendungstechnik, Fachgruppe Biologische Mittelprüfung, Messeweg 11–12, 38104 Braunschweig

Alles Vielfalt oder was?

Probleme der Anwendung des Vielfaltsbegriffs bei der Bewertung von Produktionsflächen und Ansätze zu Alternativen

Wolfgang Büchs (Braunschweig)

Bereits in den 70er Jahren warben verschiedene Umweltverbände und Landesanstalten mit Slogans wie „Artenvielfalt ist Lebensqualität" für die Erhaltung und Förderung der biologischen Vielfalt, gerade auch in der Agrarlandschaft. Im Zuge der Unterzeichnung der „Biodiversitätskonvention" durch 168 Staaten im Juni 1992 rückte der Begriff „Biodiversität" dann massiv in das öffentliche Bewusstsein. Heute ist er in aller Munde. Eine große Artenvielfalt gilt häufig als Maß für die Qualität einer Agrarlandschaft. Ob die Biodiversität aber einen geeigneten Indikator darstellt, die verschiedenen Produktionsweisen und -intensitäten auf landwirtschaftlichen Flächen zu bewerten, wird in Fachkreisen mittlerweile zunehmend bezweifelt. Der vorliegende Beitrag schlägt eine Alternative vor: Die „Fitness" von Tierpopulationen als Indikator für eine umweltgerechte Pflanzenerzeugung.

Für Wissenschaftler der Fachdisziplin Ökologie ist der Begriff „Diversität" durch Verfahren aus der Informationstheorie (z. B. Diversitätsindex nach Shannon und Wiener) unterfüttert; seine Verwendung unterliegt klaren Regeln. Dagegen wird der Begriff von vielen „Sekundärnutzern" (Politik, gesellschaftliche Gruppen) ausgesprochen diffus benutzt, meistens mit dem Tenor „je vielfältiger, desto besser". Umgekehrt wird eine geringe Vielfalt mit dem Vorliegen von Belastungen verknüpft und negativ belegt.

Abb. 1: Getreidefelder (links: Roggen) haben äußerlich starke Ähnlichkeiten mit Schilfflächen (rechts: Schilfgürtel am Neusiedler See). In beiden Fällen handelt es sich um relativ artenarme Biotope

Artenarme Flächen

Ackerbaulich genutzte Flächen haben – insbesondere wenn auf ihnen Getreide angebaut wird – nicht nur auf den ersten Blick Ähnlichkeiten mit Schilfflächen (Abb. 1). In beiden Fällen handelt es sich um „Monokulturen", die vergleichsweise artenarm sind. Allerdings würde niemand auf die Idee kommen, die Biodiversität des Schilfgürtels des Neusiedler Sees – mit 182 km^2 der größte geschlossene Schilfbestand Mitteleuropas – durch Einziehen eines Netzes von gehölzbestandenen Dämmen künstlich zu erhöhen. Anders dagegen bei Ackerflächen: Hier gibt es Modelle und Empfehlungen zur Schlagverkleinerung oder von gitterartig über die Landschaft zu legenden „Biotopverbundsystemen" (Feldraine, Hecken, Gewässerrandstreifen etc.): Angestrebt wird eine Maximierung von Strukturelementen mit dem Ziel, hierdurch die Biodiversität der Agrarlandschaft zu sichern bzw. zu erhöhen.

Diese Vorgehensweise ist vor dem Hintergrund der für viele Ökologen und Naturschützer geradezu traumatischen Erfahrungen im Rahmen der Intensivierung der Landwirtschaft in den 70er und 80er Jahren zu sehen (Zerstörung vieler Saumstrukturen durch Schaffung großer Ackerflächen, verbunden mit hohem Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln) und nur allzu verständlich. Sie bedarf jedoch einer etwas differenzierteren Betrachtung.

Strukturarmut und große Flächen

In Deutschland gibt es verschiedene Regionen (z. B. in Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein, Bayern), die schon seit historischer Zeit vergleichsweise arm an Landschaftselementen sind und große Schläge aufweisen. Zum Beispiel waren in bestimmten Regionen Schleswig-Holsteins schon vor 300 Jahren Schlaggrößen um die 20 Hektar üblich. Die Steigerung der Biodiversität durch Einbringen von Landschaftselementen würde dort die historisch begründete Eigenart des Landschaftsbildes erheblich verändern. Schlaggröße und damit auch Strukturvielfalt sind

Auch auf großen Ackerflächen können hohe Artenzahlen auftreten

Tab. 1: Artenvielfalt bei unterschiedlicher Bewirtschaftung; rot: niedrigste Artenzahl; grün: höchste Artenzahl (Fangmethode: Bodenfallen)

Tiergruppe	Ort / Jahr / Kultur	Anbausystem 13 (konvent.)	12 (integr.)	11 (reduz.)	10 (extens.)
Bodenspinnen	Ahlum '89 ZR	21	18	21	18
	Ahlum '90 WW	17	20	26	20
	Ahlum '91 WG	15	11	14	22
	Eickhorst '92 WRo	37	41	46	40
	Eickhorst '93 WR	36	38	40	
	Eickhorst '94 WW	35	36	41	
	Reinshof '90 WR[1]	23	17	27	26
	Reinshof '91 WR[1]	21	23	27	31
	Reinshof '92 WR[1]	30	29	34	30
	Reinshof '93 WR[1]	20	24	22	28
	Reinshof '94 WR[1]	12	25	24	29
	Reinshof '90 WW[1]	22	26	24	
	Reinshof '91 WW[1]	27	37	27	36
	Reinshof '92 WW[1]	21	30	26	33
	Reinshof '93 WW[1]	25	40	30	34
	Reinshof '94 WW[1]	13	21	25	22
Laufkäfer	Ahlum '89 ZR	17	17	16	23
	Eickhorst '93 WR	38	40	45	
	Reinshof '90 WR[1]	10	12	11	17
	Reinshof '91 WR[1]	13	14	16	17
	Reinshof '92 WR[1]	14	15	15	16
	Reinshof '93 WR[1]	15	22	22	17
	Reinshof '94 WR[1]	12	19	18	21
	Reinshof '90 WW[1]	9	10	11	
	Reinshof '91 WW[1]	8	17	13	14
	Reinshof '92 WW[1]	7	19	7	12
	Reinshof '93 WW[1]	12	25	17	18
	Reinshof '94 WW[1]	13	14	12	18

1 aus: Stippich & Krooß (1997), Projekt IntEx
WG = Wintergerste, WR = Winterraps, WRo = Winterroggen, WW = Winterweizen, ZR = Zuckerrübe

zum einen von den topographischen Gegebenheiten (= naturräumliche Standortbedingungen) abhängig, zum anderen ein Ergebnis der Erbfolge (Realteilung, Anerben- bzw. Stockerbenteilung).

Gezielte Untersuchungen in den 90er Jahren auf großen Ackerschlägen in Ostdeutschland (Sachsen-Anhalt, Mecklenburg-Vorpommern) ergaben Überraschendes: In den Untersuchungsflächen traten regelmäßig relativ hohe Artenzahlen, zum Beispiel von Laufkäfern (Carabiden), und ein hoher Anteil gefährdeter Arten auf. Dabei handelte es sich vielfach um Spezialisten, die auf kleinstrukturierten Vergleichsflächen fehlten. Bei den im Zentrum von Großschlägen vorkommenden gefährdeten Arten handelt sich um eine speziell an die klimatische Situation im mitteldeutschen Trockengebiet angepasste Fauna.

Strukturreichtum scheint somit nicht der alleinige und wesentliche Faktor für eine hohe Biodiversität auf den Ackerflächen zu sein. Das bestätigen auch vergleichende Untersuchungen einer Arbeitsgruppe der Universität Halle und der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA). Sie fanden auf deutlich kleineren (ca. 6 ha), aber insgesamt intensiver genutzten Schlägen der Hildesheimer Börde bei Braunschweig nicht nur erheb-

lich weniger Laufkäferarten als auf Großschlägen der Magdeburger Börde (24 ha bzw. 141 ha) – bei den Arten der Fläche bei Braunschweig handelte es sich auch nahezu ausschließlich um „Intensivierungs-Indikatoren".

Diese Beispiele sollen Bemühungen um die „Reanimierung" von Agrarlandschaften, die erwiesenermaßen unter der Entfernung von Kleinstrukturen im Rahmen von Flurbereinigungsmaßnahmen der 70er und 80er Jahre gelitten haben, keineswegs untergraben. Sie sollen aber vor Augen führen, dass überregional einheitlich und undifferenziert angewendete Maßnahmen, die allein auf eine unreflektierte Erhöhung der Biodiversität abzielen, nicht immer sinnvoll sind. Vielmehr muss eine auf den Einzelfall bezogene naturräumliche Differenzierung erfolgen, und zwar unter Berücksichtigung historischer Prozesse.

Die Frage nach dem Leitbild

Ackerflächen, egal wie sie bewirtschaftet werden, sind per se keine natürlichen Flächen, sondern werden permanent vom Menschen beeinflusst und auf einer bestimmten Sukzessionsstufe gehalten. Wenn wir den qualitativen Zustand von Agrarökosystemen bewerten wollen, stellt sich die Frage nach unserem Leitbild. Unter welchen Bedingungen soll eine Agrarproduktion erfolgen und welche Bewertungsparameter legen wir an? Die bisherigen Ausführungen zeigen, dass wir gängige Klischeevorstellungen, die wir von einer „intakten Agrarlandschaft" bzw. „ausgeräumten / nicht ausgeräumten Flächen" haben, kritisch überdenken müssen.

Grenzen des Indikators „Biodiversität"

Langjährige Untersuchungen der BBA in abgestuft intensiv bzw. extensiv geführten Anbausystemen haben gezeigt, dass der Vielfaltsbegriff klassischer Prägung für Produktionsflächen als ein eher unzuverlässiges und unzureichendes Bewertungskriterium zu betrachten ist. Für verschiedenste Artengruppen, Erfassungsmethoden und Kulturpflanzenbestände zeigte sich: Die geringsten Artenzahlen wurden zwar meist in den jeweils am intensivsten geführten Anbausystemen ermittelt, bei allen anderen Anbausystemen (selbst bei sehr extensiv geführten) ließ sich aber kein eindeutiger Zusammenhang zwischen Artenvielfalt und Bewirtschaftungsintensität herstellen. Darüber hinaus waren die Unterschiede der Artenvielfalt in den einzelnen Anbausystemen oft sehr gering (Tab. 1).

Auch wenn wir zur Bewertung nicht nur die absolute Vielfalt – also die Anzahl der Arten – heranziehen, sondern den Diversitätsindex H_S mit berücksichtigen (in den neben der Artenzahl auch die Artenverteilung, also die Dominanzstruktur, eingeht), können erhebliche Fehlinterpretationen auftreten: Das Schema in Abbildung 2 zeigt einen kleinen Ausschnitt aus einer im Winterweizen ermittelten Artenverteilung von Kurzflügelkäfern, einmal bei sehr extensiver Bewirtschaftung (ohne Pflanzenschutzmittel- und Düngereinsatz) und einmal bei sehr intensivem Einsatz von Produktionsmitteln. Die Ergebnisse demonstrieren, dass die unterschiedlich intensiv geführten Flächen sich weder bezüglich der Artenzahlen – es wurden sogar etwas mehr Arten im intensiver geführten Anbausystem registriert – noch hinsichtlich des errechneten Diversitätsindexes unterscheiden. Das heißt: Anhand dieser Kriterien könnte man beide Flächen nicht unterscheiden und müßte konstatieren, dass die Intensivbewirtschaftung keine negativen Auswirkungen auf die Kurzflügelkäfer hat. Vergleicht man aber die Häufigkeitsverteilung einzelner Arten auf den beiden Flächen, erkennt man sofort, dass einige Arten ihre Dominanzpositionen praktisch vertauscht haben (z. B. *Coprophilus striatulus* und *Atheta triangulum*). Obwohl sich der Diversitätsindex nicht ändert, ist es zu erheblichen Verschiebungen innerhalb des Artengefüges gekommen.

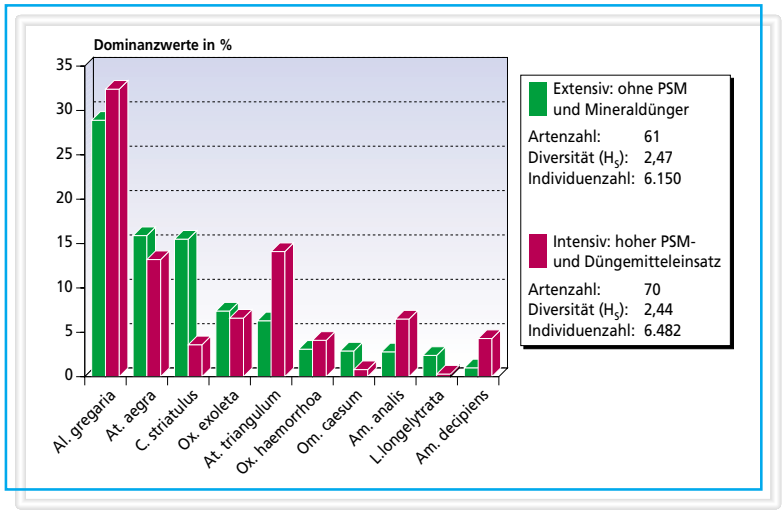


Abb. 2: Dominanzverschiebungen bei gleicher Diversität: Verteilung der häufigsten Kurzflügelkäfer-Arten auf zwei verschieden bewirtschafteten Winterweizenfeldern (Ahlum bei Braunschweig, 1990)

Tab. 2: Ökologische Parameter als mögliche Indikatoren für Veränderungen in Agrarökosystemen

Populationen (Betrachtungen innerhalb einer einzelnen Art)	Zoozönosen (Betrachtung des Wirkungsgefüges von Tierarten)
Aktivitätsdichte, Abundanz	Biodiversität
Präsenz, Konstanz, Frequenz	strukturelle Ausprägung von Artenbeständen (Arten-/Dominanzidentität, Dominanzverschiebungen etc.)
Aktivitätsperiode	Verhältnis euryöker/stenöker Arten
Größe	Räuber-Beute-Verhältnis
Gewicht	Verhältnis r- und K-Strategen
Wachstumsrate	Anteil gefährdeter Arten
Reproduktionsphasen/-raten	Biomasse (Taxozönosen)

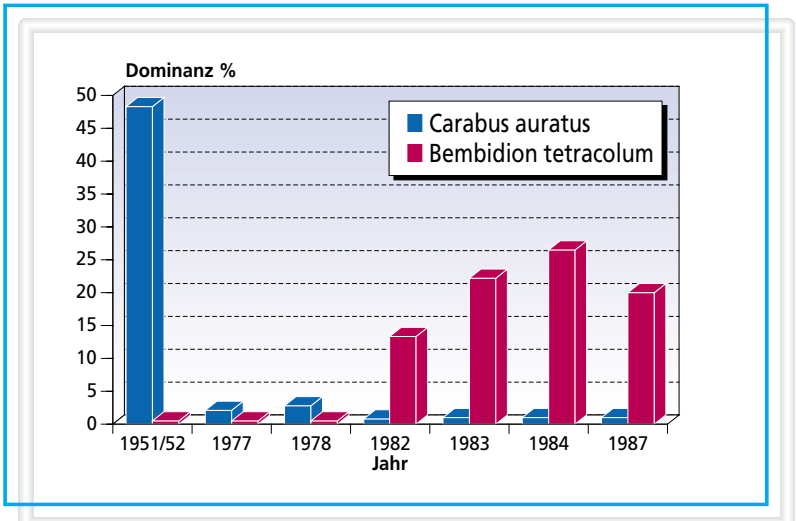
Ein ähnliches Bild ergab sich auch aus einem historischen Vergleich von Laufkäfergemeinschaften auf bewirtschafteten Flächen zwischen den 50er und den 80er Jahren, der in Schleswig-Holstein von der Arbeitsgruppe Heydemann (Univ. Kiel) unternommen wurde: Arten, die in den 50er Jahren auf den Äckern dominierten, sind dort heute nur noch selten vertreten, dagegen dominieren heute Arten, die früher kaum vorkamen (Abb. 3). Auch hier ist es gar nicht so sehr der Artenschwund, sondern es sind vielmehr Dominanzverschiebungen, die sich auf bewirtschafteten Flächen bei Veränderungen – zum Beispiel infolge einer Intensivierung – abspielen.

Hinzu kommt, dass mit der Veränderung der Dominanzen auch Verschiebungen der Größenverhältnisse einhergehen: Dominierten früher größere Arten wie der Goldlaufkäfer (*Carabus auratus,* Abb. 4) mit über 20 mm Körpergröße, sind es heute eher sehr kleine Arten wie *Bembidion tetracolum* mit einer Körpergröße von nur 5 mm. Es liegt auf der Hand, dass sich mit derartigen Verschiebungen auch die Qualität der Artengemeinschaft gravierend ändert.

Man muss sich beispielsweise nur vor Augen halten, welch unterschiedliche Beutetierarten und vor allem Beutegrößen die beiden genannten Laufkäferarten allein aufgrund ihrer Körpergröße bevorzugen.

Mit den landläufigen Biodiversitätskriterien lassen sich Veränderungen innerhalb bewirtschafteter Flächen, speziell Änderungen in der Nutzungsintensität, also gar nicht hinreichend erfassen. Hier sind andere Kriterien gefordert.

Abb. 3: Dominanzverschiebungen von Feld-Laufkäfern zwischen 1951 und 1987 (nach Steinborn & Heydemann, 1990)



Alternative Ansätze

Es gibt zahlreiche tierökologische Parameter, die sich als Bewertungskriterien anbieten. Tabelle 2 listet eine Auswahl auf.

Entscheidend für die Bewertung ist die Zielgröße: Welche Eigenschaften eines Systems definiere ich als gut bzw. erstrebenswert und welche als schlecht? Wenn für bewirtschaftete Flächen nicht allein die (Arten-)Vielfalt und/oder eine möglichst hohe Zahl an „Rote-Liste-Arten" als positive Zielgröße festgelegt werden soll, sondern die Entwicklung einer ökosystem- bzw. naturraumtypischen Lebensgemeinschaft, dann gehören alle Parameter, die in irgendeiner Form die Reproduktionsbedingungen beschreiben, zu den wesentlichen Bewertungskriterien. Das entscheidende Maß ist die „Fitness" der Populationen freilebender Tier- und Pflanzenarten. Denn erst gesunde Populationen, die die Möglichkeit haben, sich erfolgreich fortzupflanzen (ausreichende Nahrungsgrundlage, artgerechte Flächengröße usw.), sichern den Bestand einer Art und damit auch – übertragen auf alle Arten, die in einem Lebensraum vorkommen können – die Erhaltung der biologischen Vielfalt auf hohem Niveau.

Der Goldlaufkäfer als Indikator

Für eine solche Bewertung soll im Folgenden ein Beispiel angeführt werden: Der Goldlaufkäfer (*Carabus auratus*) hat sich aufgrund der Erkenntnisse verschiedener Autoren als ein weithin anerkannter Indikator für den Zustand bewirtschafteter Flächen herauskristallisiert.

Ein sehr einfach anzuwendender Parameter für die Bewertung der Intensität einer Bewirtschaftungsform ist die Zahl der Fangperioden (hier: Bodenfallenfänge), in denen der Goldlaufkäfer auf den Flächen der verschiedenen Anbausystemen ermittelt wurde (Abb. 5). Beeinflusst vor allem durch Insektizideinsätze, aber auch durch Bodenbearbeitungmaßnahmen und Erntetermine, zeigt sich, dass diese räuberisch lebende Art umso länger auf den Flächen vorkommt, je extensiver gewirtschaftet

Abb. 4: Der Goldlaufkäfer (Carabus auratus)

wird. Im Anbausystem mit der höchsten Intensitätsstufe sind die Tiere am kürzesten aktiv, in der sich selbst überlassenen Brachfläche am längsten. Diese Fläche dient offenbar als Refugialraum, in dem die Käfer ihre Larvalentwicklung ohne Beeinträchtigung vollziehen können.

Als sehr genauer Indikator erweist sich auch das Körpergewicht der *C. auratus*-Männchen, das Ausdruck des aktuellen Ernährungszustandes des Käfers ist und somit die momentane Fitness der Population wiedergibt (Abb. 6). Wenn man das insektizidfrei (grün) und das extensiv (ohne PSM und Düngemitteleinsatz; blau) geführte Anbausystem und die Brache (pink) vergleicht, zeigt sich zum einen, dass das Gewicht der Tiere in der Brachfläche nahezu die gesamte Zeit auf einem deutlich höheren Niveau liegt als der in den bewirtschafteten Flächen. In der Brache ist also die Ernährungssituation für die Käfer deutlich günstiger als auf den bewirtschafteten Flächen. Noch interessanter ist jedoch das Ergebnis im Folgejahr, in dem auf der ehemaligen Bracheflächе Zuckerrüben angebaut werden: Die Käfer wiegen dort fast nur halb so viel wie im Jahr zuvor vor dem Bracheumbruch. Ihr Gewichtsniveau liegt zudem unter dem der Käfer aus der insektizidfrei und der extensiv bewirtschafteten Fläche. Dies zeigt, mit welcher Präzision und Schnelligkeit der Indikator „Körpergewicht" auf Belastungen – wie hier die Zunahme der Bewirtschaftungsintensität – reagiert.

Ökologen arbeiten an der Umsetzung

Wie Tabelle 2 und die ausgewählten Beispiele gezeigt haben, verfügen wir über verschiedene Möglichkeiten, das zumindest auf bewirtschafteten Flächen wenig aussagesichere Kriterium „Artenvielfalt" durch ökologische „Fitnessparameter" zu ergänzen. Diese ermöglichen uns eine graduelle und – was die Empfindlichkeit der Messung betrifft – sehr fein abgestufte Beurteilung der Auswirkungen der jeweiligen Bewirtschaftungsweise.

Das Problem liegt daher nicht bei den Möglichkeiten der Bewertung der bewirtschafteten Flächen, sondern bei der praktischen Umsetzung und Anwendung der Verfahren sowie der Erfolgskontrolle. Der Arbeitskreis „Agrarökologie" der Gesellschaft für Ökologie hat sich im Juni 2000 im Rahmen des Workshops „Indikatorenfindung für eine nachhaltige Landwirtschaft" mit dieser Problematik eingehend befasst. Die Ergebnisse dieses Workshops werden derzeit zur Veröffentlichung vorbereitet. ■

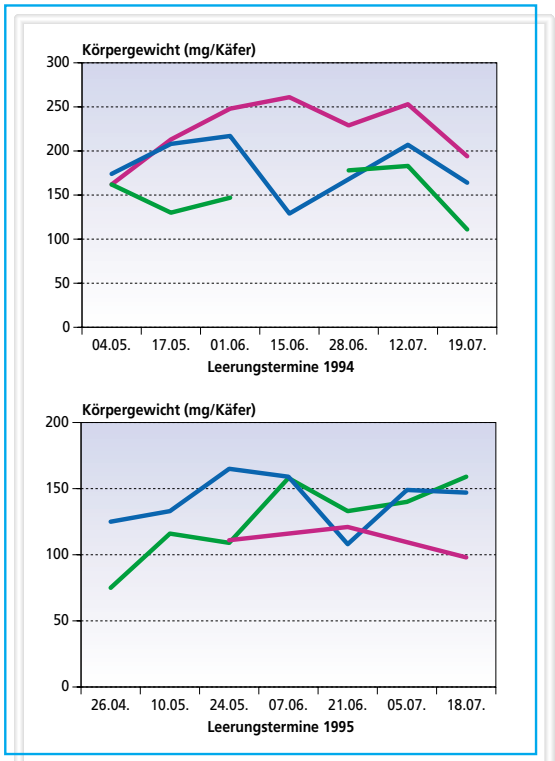


Abb. 6: Körpergewicht von Goldlaufkäfer-Männchen in Abhängigkeit von der Bewirtschaftungsintensität (Eickhorst 1994 und 1995). Grün: insektizidfrei; blau: extensiv (ohne PSM und Düngemitteleinsatz); pink: Brache (1994), Zuckerrüben (1995)

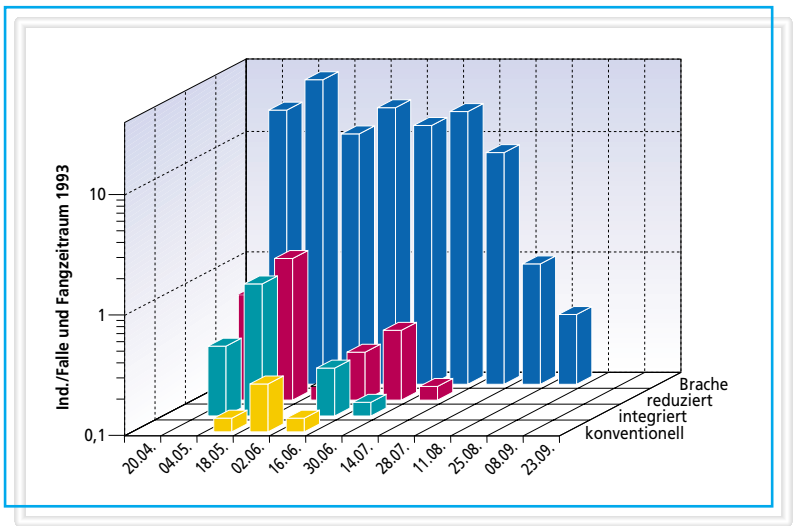


Abb. 5: Verkürzung der Fangperiode des Goldlaufkäfers (Carabus auratus) bei zunehmender Intensität der Bewirtschaftung (Brache ➡ reduziert ➡ integr. ➡ konv.) auf einem Winterrapsfeld bzw. einer Brache, 1993

PD Dr. Wolfgang Büchs, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig

Das Thema wird vertieft behandelt in einem Beitrag des Autors in der Zeitschrift „Agriculture, Ecosystems and Environment"

Zwischen Himmel und Erde

Dem Kohlenstoff aus der Atmosphäre auf der Spur

Hans Joachim Weigel, Ulrich Dämmgen, Cathleen Frühauf, Stefan Burkart und Remi Manderscheid (Braunschweig)

Obwohl sich die Anzeichen für den so genannten „anthropogenen Treibhauseffekt" mehren, ist bis heute offen, wie sich der Klimawandel konkret auf die Temperaturen und Niederschläge in Mitteleuropa auswirken wird. Sicher ist hingegen, dass sich die chemische Zusammensetzung unserer Erdatmosphäre fortlaufend und rasch ändert. Die Konzentrationen klimarelevanter Spurengase wie Methan (CH_3), Lachgas (N_2O) und insbesondere Kohlenstoffdioxid (CO_2) in der Atmosphäre nehmen weiter zu. Landwirtschaftlich genutzte Flächen sind sowohl Quellen als auch Senken für diese Spurengase, das heißt, sie geben die Gase ab, nehmen sie andererseits aber auch auf. Wie und in welchem Ausmaß klimatische und biologische Einflüsse sowie die Bewirtschaftung selbst die Stärke dieser Quellen- und Senkeneigenschaften steuern, ist nur unzureichend bekannt. Vor diesem Hintergrund hat das Institut für Agrarökologie der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) mit dem „Braunschweiger Kohlenstoff-Projekt" ein umfangreiches Vorhaben begonnen, das sich mit dem Spurenstoffaustausch zwischen der bodennahen Atmosphäre und ackerbaulich genutzten Flächen befasst. Schwerpunkt ist die Analyse des Kohlenstoffumsatzes. Dazu wird auch ein künftiger, erhöhter CO_2-Anteil in der Atmosphäre unter realen Feldbedingungen simuliert.

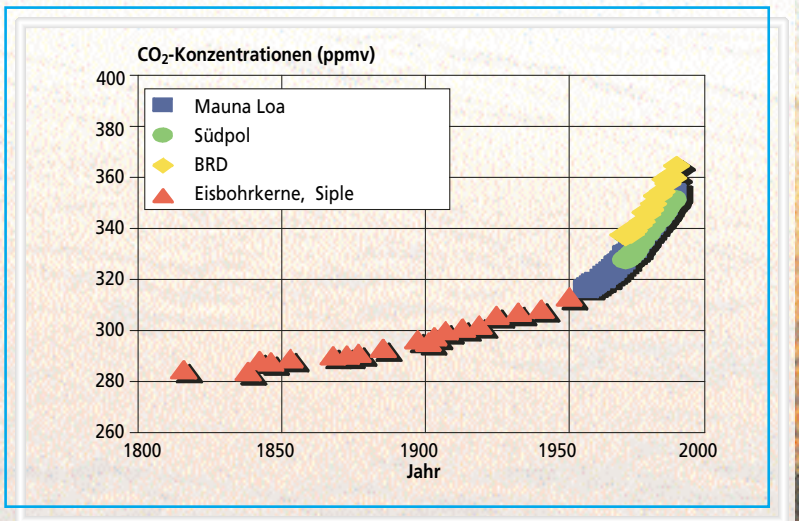


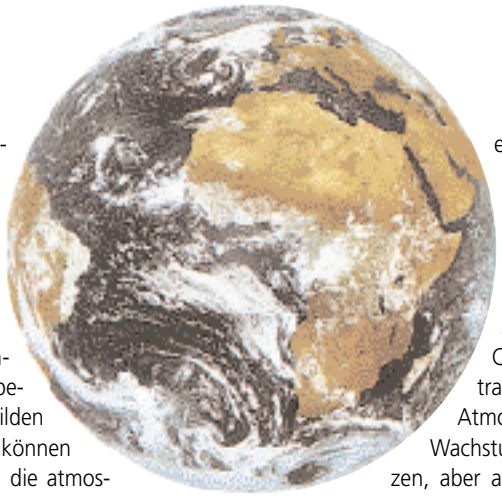
Abb. 1: Entwicklung der atmosphärischen CO_2-Konzentrationen in den letzten 200 Jahren

Offene Fragen

Dass wir einen raschen Anstieg der CO_2-Konzentration in der Atmosphäre zu verzeichnen haben (Abb. 1), ist mittlerweile allgemein bekannt. Doch im globalen Kreislauf des Kohlenstoffs gibt es noch zahlreiche Unbekannte. Welche Rolle spielen zum Beispiel landwirtschaftlich genutzte Flächen bzw. Böden als Quellen oder als Senken für Treibhausgase? Welche Funktion und Bedeutung haben die dort anzutreffenden Lebensgemeinschaften aus Pflanzen und Mikroorganismen? Diese Fragen sind bei der aktuellen Klimadiskussion (z. B. im Rahmen der Beschlüsse des sog. Kyoto-Protokolls) von großer Relevanz. Insbesondere der Austausch von CO_2 (sowie weiterer kohlenstoffhaltiger „Treibhausgase" wie Methan) zwischen Atmosphäre und Bestand, dessen Steuerung durch biologische Prozesse sowie die räumliche und zeitliche Variation dieser CO_2-Flüsse sind noch nicht hinreichend bekannt.

Zusätzlich kompliziert werden die Zusammenhänge durch die Rückkopplungen mit dem Wasserkreislauf und anderen Spurenstoffkreisläufen (z. B. Lachgas). Genauere Kenntnisse dieser ökologischen Regelgrößen sind aber notwendig, um daraus verbesserte biologische bzw. biogeochemische Prozessmodelle abzuleiten. Diese Modelle sind wiederum die Grundlage für Regionalmodelle oder auch globale Modelle, die zur Vorhersage von Wasser- und Stoffkreisläufen sowie von Klimafolgen insbesondere auch für die Landwirtschaft benötigt werden.

Die bislang vorliegenden Daten zum Austausch von CO_2 und anderen Spurengasen zwischen Atmosphäre und Agrarökosystemen basieren fast ausschließlich auf Kurzzeitmessungen unter Anwendung von verschiedenen Kammertypen, in denen sich die natürlichen Wachstumsbedingungen nur unbefriedigend nachbilden lassen. Folglich können mit diesen Daten die atmosphärischen Austauscheigenschaften nicht angemessen abgebildet werden. Zudem beziehen sie sich nur auf kleine Flächen – Modelle zur Beschreibung von Bestandeseigenschaften und von Kohlenstoffbilanzen lassen sich so nicht erstellen. Für Agrarökosysteme ist es vielmehr notwendig, den Austausch von Spurenstoffen zwischen Bestand und Atmosphäre in einem kontinuierlichen Langzeitmonitoring zu erfassen, und zwar möglichst auf der Ebene von Ackerschlägen.



Mehr Ertrag durch mehr CO_2?

Erhöht man die CO_2-Konzentration in der Umgebungsluft von Pflanzen, so führt dies (unter sonst optimalen Bedingungen) unmittelbar zu einem Rückgang der Wasserabgabe, zu einer Stimulation der Photosyntheserate und häufig auch zu einer – teils beträchtlichen – Förderung des Pflanzenwachstums. Dieser so genannte „CO_2-Düngeeffekt" ist in vielen Kammerexperimenten nachgewiesen worden. Daraus wurde auch abgeleitet, dass Pflanzen bei höherer CO_2-Konzentration die sonstigen Wachstumsressourcen wie Licht, Wasser und Nährstoffe effizienter ausnutzen (vgl. Tab. 1).

Man sollte daher erwarten, dass eine Zunahme der CO_2-Konzentration in der Atmosphäre das Wachstum von Pflanzen, aber auch den Austausch von Kohlenstoff, Wasser und anderen Elementen (z. B. Stickstoff) zwischen Landoberflächen und der Atmosphäre verändern und dadurch in vielfältiger Weise unsere Landökosysteme beeinflussen wird. Ob und vor allem in welchem Ausmaß dies unter realen Bedingungen im Feld geschehen wird, ist allerdings noch sehr umstritten, da dazu – außer Kammerversuchen – fast keine Feldversuche vorliegen.

Wie die für unsere mitteleuropäische Landwirtschaft relevanten Pflanzen also tatsächlich reagieren werden, ist spannend und für die landwirtschaftliche Praxis durchaus bedeutend. Um diese Zusammenhänge zu klären bedarf es experimenteller Methoden, mit denen sich zukünftige atmosphärische CO_2-Szenarien direkt im Feld simulieren lassen. Das klingt zunächst utopisch, ist aber doch möglich. Im „Braunschweiger Kohlenstoff-Projekt" sind die Voraussetzungen dafür geschaffen worden.

Tab. 1: Wasserausnutzung bei einer CO_2-Anreicherung in der Umgebungsluft auf 670 ppm: *Wie viel Biomasse bildet Sommerweizen pro kg verbrauchtem Wasser bei ausreichender (A) und reduzierter (R) Wasserversorgung? Die Untersuchungen wurden im Laufe von zwei Vegetationsperioden auf dem Messfeld des Instituts für Agrarökologie unter Verwendung von Open-Top Kammern durchgeführt .*

Variable	Jahr	Wasserversorgung	„Normal" CO_2	CO_2-Anreicherung	CO_2-Effekt (%)
Wasserausnutzungseffizienz (g Trockenmasse / kg Wasser)	1998	A	4,88	6,22	27
		R	5,30	7,59	43
	1999	A	4,08	4,64	14
		R	4,10	6,98	43

Mikrometeorologie und CO_2-Begasung im Freiland

Auf einem 20 Hektar großen Ackerschlag des FAL-Versuchsbetriebes in Braunschweig hat das Institut für Agrarökologie ein Messfeld etabliert (Abb. 2), auf dem unter identischen Klima-, Boden- und Bewirtschaftungsbedingungen

- der Austausch von CO_2 und Wasserdampf (sowie weiterer Spurengase wie z. B. Ammoniak, Ozon) zwischen Pflanzenbestand und bodennaher Atmosphäre auf Schlagebene durch kontinuierliche mikrometeorologische Messungen erfasst wird und

- Langzeit-CO_2-Anreicherungsversuche in realen Fruchtfolgen unter Verwendung der sogenannten Free Air Carbon Dioxide Enrichment (FACE) – Technik durchgeführt werden. Unter dieser Bezeichnung verbirgt sich ein Freilandbegasungssystem, mit dem sich zukünftige CO_2-Konzentrationen in der Atmosphäre simulieren lassen, ohne dass die Pflanzen in Kammern oder sonstigen Behältern aufwachsen und ohne dass das Bestandsklima (Temperatur, Luftfeuchte, Strahlung, Wind) beeinträchtigt wird.

Die Flüsse von Wärme, CO_2 und Wasserdampf werden 1–2 Meter über dem

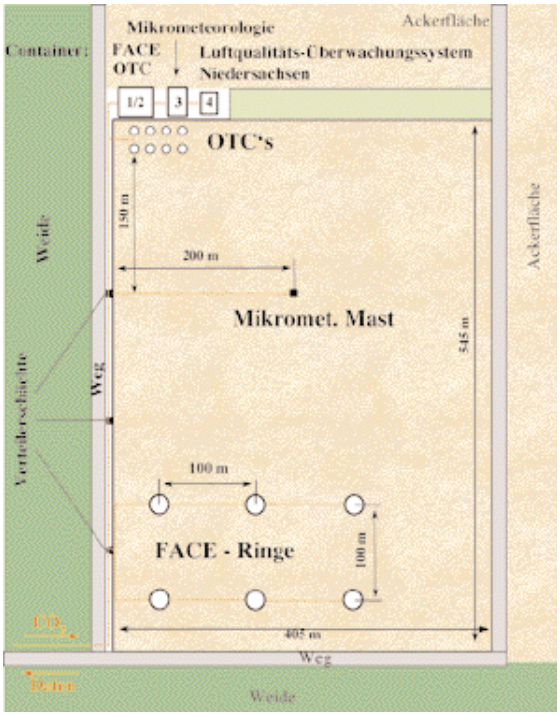


Abb. 2: Schematische Darstellung des Messfeldes des Instituts für Agrarökologie auf dem Gelände der FAL in Braunschweig

Bestand bestimmt (Eddy-Covariance-Methode). Weitere Aufschlüsse lassen sich aus der Höhenabhängigkeit von Windgeschwindigkeit, Lufttemperatur und Konzentration gewinnen, die an einem 10 Meter hohen Mast (Abb. 3) gemessen werden. Zusätzlich werden auf dem Schlag die Konzentrationen und Flüsse weiterer atmosphärischer Spurengase sowie sedimentierender Stoffe (z. B. Nitrat- und Ammonium-Stickstoff; Schwermetalle) erfasst. Teilflüsse des CO_2 werden mit speziellen Kammertechniken auch innerhalb der Ringflächen gemessen (Abb. 4). Mikrometeorologische Messungen und CO_2-Begasungen werden auf alle Glieder einer ortsüblichen Fruchtfolge aus Wintergerste (Sorte „Theresa") (1999/2000) → Weidelgras (Zwischenfrucht 2000/2001) → Zuckerrübe (2001) → Winterweizen (2001/2002) angewandt. Die Bewirtschaftung des Feldes erfolgt unter ortsüblicher Praxis durch die Versuchsstation der FAL.

Die FACE-Technik

Die in Braunschweig eingesetzte Freiland-CO_2-Anreicherungsanlage (FACE) wurde vom Brookhaven National Laboratory in den USA entwickelt. Sie besteht aus Begasungsringen mit je 20 m Durchmesser, die mit einer CO_2-Tankversorgungsanlage in Verbindung stehen, einem Gebläse und einer Steuer-, Mess- und Dosiereinheit für CO_2 (Abb. 5 u. 6). Innerhalb dieser Ringe – und damit auf einer Fläche von jeweils rund 315 m^2 pro Ring – lässt sich die CO_2-Konzentration gezielt erhöhen. Dazu dient eine Regelung, in die die Windrichtung und die Windgeschwindigkeit an den Ringen und die CO_2-Konzentration der Umgebungsluft und in den Ringen eingehen. Die Begasungsringe selbst bestehen aus einer waagerechten Ringleitung und 32 senkrechten, gelochten Ausblasröhren mit je einer pneumatischen Klappe (CO_2-Sperre) am unteren Ende.

Zurzeit werden sechs Ringe betrieben (Abb. 7): zwei Ringe mit einer auf 550 ppm erhöhten CO_2-Konzentration, zwei Ringe, in die nur Umgebungsluft mit normaler CO_2-Konzentration (380 ppm) eingeblasen wird und – zur Bewertung möglicher mikroklimatischer Effekte des Gebläses selbst – zwei Ringe als „echte" Kontrollen, bestückt nur mit Begasungsrohren, durch die keine Luft fließt. Die räumliche Verteilung des CO_2 innerhalb der großen Ringfläche wird mit Hilfe eines CO_2-Gasprobenahmesystems überwacht, das über zwei Ebenen im Bestand verteilt ist (Abb. 8).

Um darüber hinaus auch zu überprüfen, welche Wechselwirkungen zwischen einer erhöhten CO_2-Konzentration und

Abb. 3: Mikrometeorologischer Mast und Messgeräte-Container zur Ermittlung von Spurengasflüssen über einem Getreideschlag

Abb. 4: Kammersystem in einem FACE-Ring zur Messung des Wasserdampf- und CO_2-Austausches

der Stickstoffversorgung der Pflanzen bestehen, wird in jeweils einer Ringhälfte nur exakt die halbe ortsübliche Stickstoffmenge (Wirtschafts- und Mineraldüngung) ausgebracht (Abb. 7).

Wie reagieren Pflanzen und Boden?

Die Experimente in Braunschweig haben im Oktober 1999 mit Wintergerste begonnen. Seitdem werden die Gasflüsse in den Ringen und auf dem sonstigen Messfeld ermittelt und zahlreiche Umweltparameter gemessen (z. B. Luft- und Boden-Temperatur, Niederschlag, Bodenwassergehalt, Evaporation, Bestandestranspiration). In den verschiedenen Stickstoff-/CO_2-Behandlungen der FACE-Begasungsringe selbst werden verschiedenste Parameter erhoben. Dazu zählen unter anderem Messungen der Photosynthese am Einzelblatt und im Bestand, die

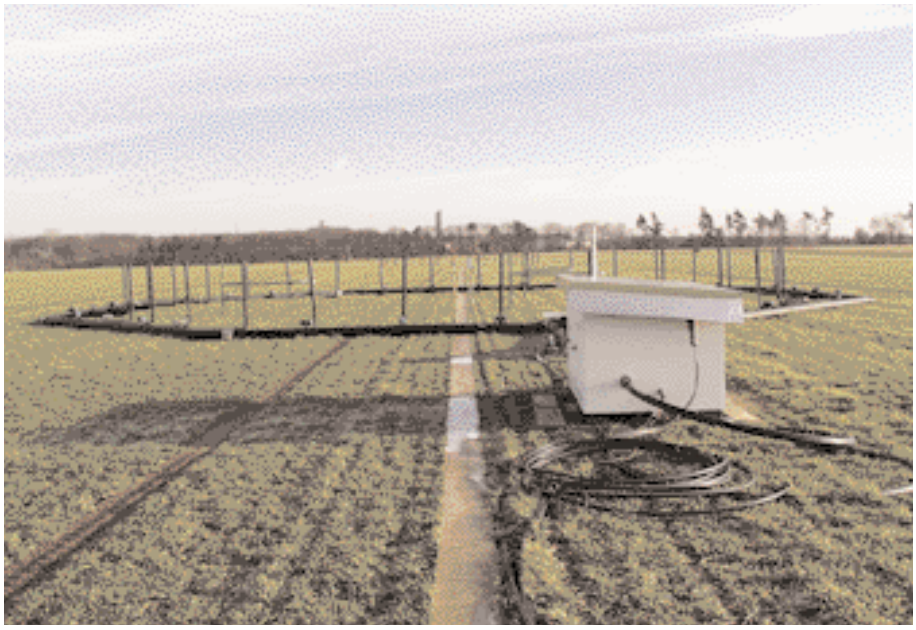


Abb. 6: Gesamtansicht eines FACE-Ringes zur Freiland-CO_2-Anreicherung in einem Wintergerstebestand (der Container im Vordergrund enthält das Dosierventil für die CO_2-Hauptversorgungsleitung und die Ansteuerung der 32 pneumatischen Klappen für die vertikalen CO_2-Ausströmrohre)

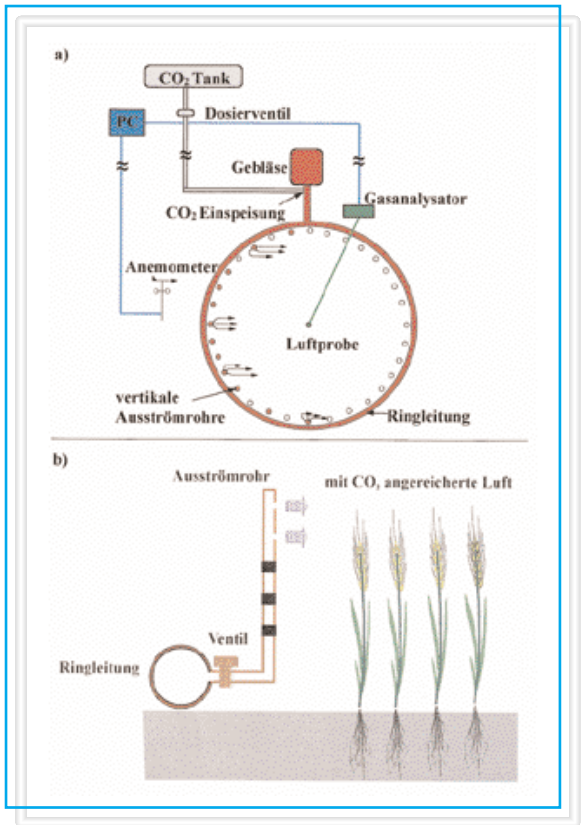


Abb. 5: Schematische Darstellung einer FACE-Begasungsanlage. a) Aufsicht auf die Komponenten. b) Querschnitt eines Begasungsringes

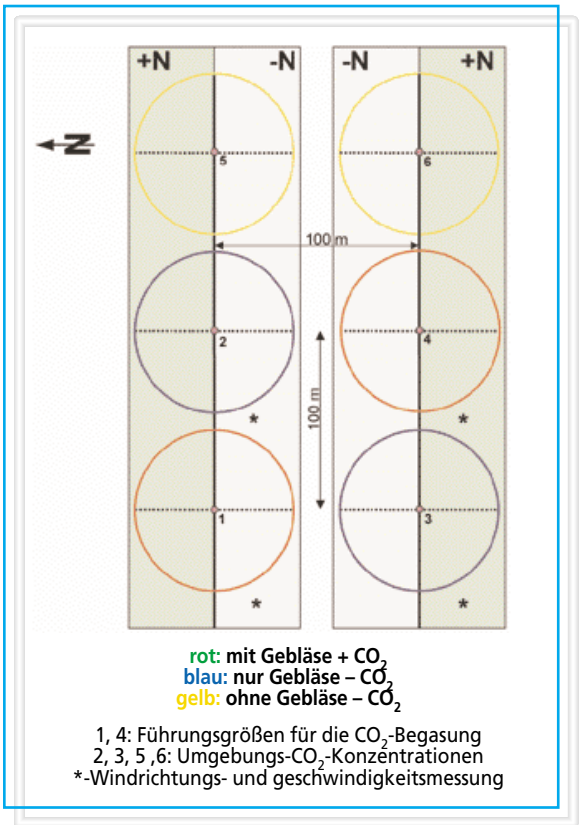


Abb. 7: Schematische Darstellung des Versuchsdesigns des FACE-Versuches im Jahr 1999/2000 (+N/- N = ausreichende/reduzierte Stickstoffversorgung).

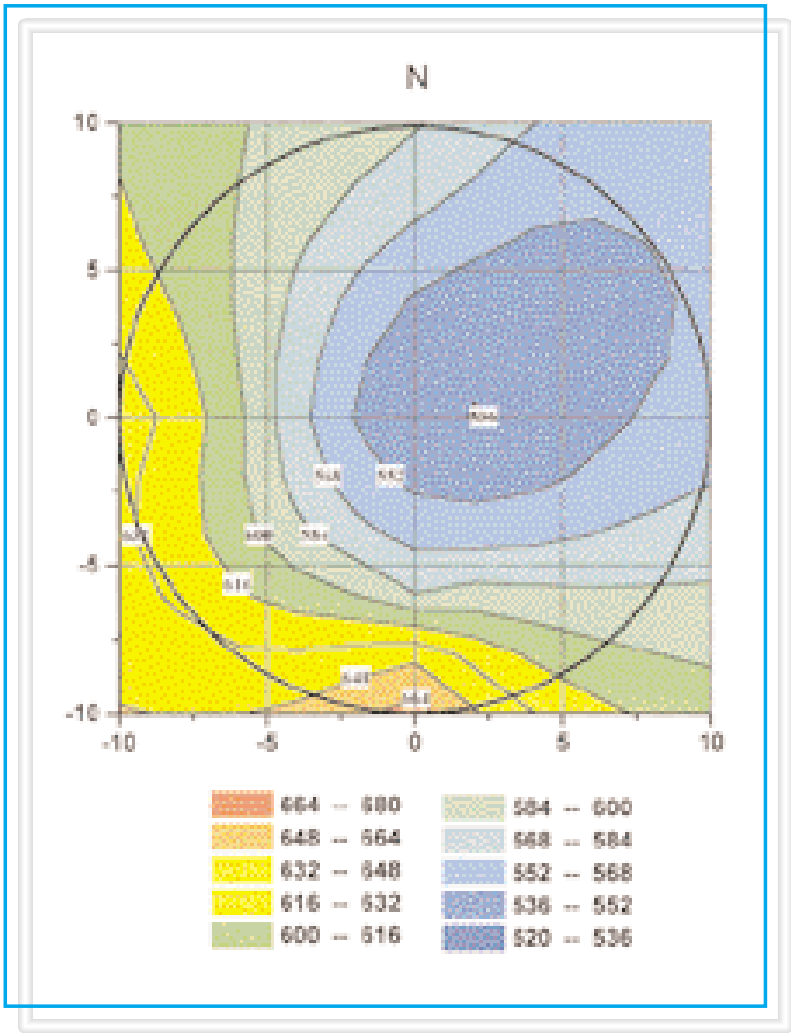


Abb. 8: Räumliche Verteilung der CO_2-Konzentrationen in einem FACE-Ring mit angereicherter CO_2-Atmosphäre, ermittelt als Mittelwert über die gesamte Vegetationsperiode in einer Höhe von 25 cm über dem Boden

Entwicklung der Bestände, ober- und unterirdische Biomasseentwicklung, Kornertrag, Qualität der Ernteprodukte, organischer Bodenkohlenstoffgehalt (C_{org}), mikrobielle Bodenbasalatmung und mikrobielle Biomasse im Boden.

Wie die Wintergerste in ihrem Wachstum und Ertrag auf eine höhere CO_2-Konzentration reagiert, ist in Tabelle 2 beispielhaft dargestellt. Demnach beträgt der „CO_2-Düngeeffekt" etwa 11–14 %, wobei die Ertragskomponenten unterschiedlich auf die gleichzeitige Variation der Kohlenstoff- und Stickstoffversorgung reagieren. So sprechen bei einer Unterversorgung mit Stickstoff hauptsächlich die Ertragskomponenten Ährenzahl und Kornzahl auf die CO_2-Anreicherung an, während das Tausendkorngewicht geringfügiger beeinflusst wird. Ergebnisse zu den Bodenuntersuchungen liegen zurzeit noch nicht vor.

Kooperationen erwünscht

Viele der oben angesprochenen Fragen können durch das Institut für Agrarökologie nur eingeschränkt bearbeitet werden. Das in dieser Form einmalige Vorhaben ist offen für Kooperationen mit anderen Arbeitsgruppen, die Interesse an ähnlichen Fragestellungen haben.

Derzeit sind Zusammenarbeiten mit den FAL-Instituten für Pflanzenbau und Grünlandwirtschaft und für Bauforschung und Betriebstechnik sowie mit dem Brookhaven National Laboratory (New York/USA), dem ZALF/Müncheberg (Institut für Landschaftssystemanalyse), dem Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK), dem Deutschen Wetterdienst (Agrarmeteorologische Forschungsstelle Braunschweig) und der TU Braunschweig (Institut für Zoologie/Bodenökologie) etabliert.

Zudem ist das Experiment in internationale Forschungsverbünde integriert, die sich dem Spurenstoffaustausch zwischen Atmosphäre und Biosphäre sowie mit der Untersuchung der Folgen des CO_2-Anstieges für die Vegetation befassen. ■

Dir. u. Prof. Prof. Dr. Hans Joachim Weigel, Dir. u. Prof. Dr. Ulrich Dämmgen, Dr. Cathleen Frühauf, Dr. Stefan Burkart, Dr. Remi Manderscheid, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Institut für Agrarökologie, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig

Tab. 2: Die Auswirkungen einer langfristigen Freiland-CO_2-Anreicherung der Atmosphäre (Vegetationsperiode Oktober 1999 bis Juni 2000) und üblicher (N+) bzw. verringerter (N-) Stickstoffversorgung auf Wachstum und Ertrag von Wintergerste (Sorte „Theresa")

CO_2-Behandlung	N-Behandlung	Gesamtbiomasse (g/m²)	Kornertrag (g/m²)	Ährenzahl/m²	Kornzahl/m²	Tausendkorngewicht (g)
350 ppm	N-	1.363	781	445	17.460	44,7
550 ppm	N-	1.546	850	482	18.592	45,8
350 ppm	N+	1.637	928	541	22.474	41,3
550 ppm	N+	1.815	1.023	563	23.746	43,2
CO_2-Effekt	N-	13,5 %	8,8 %	8,4 %	6,5 %	2,4 %
	N+	10,9 %	10,3 %	4,1 %	5,7 %	4,5 %

Der lange Schatten von Tschernobyl

15 Jahre nach dem GAU ist die Radiocäsiumbelastung noch immer ein Thema

Hermann Hecht (Kulmbach)

Ende April dieses Jahres jährt sich der Reaktorunfall von Tschernobyl zum 15. Mal. Noch immer müssen in einigen Gebieten Bayerns erlegte Wildtiere verworfen werden, weil sie zu hohe Gehalte an Radiocäsium in Wildbret aufweisen. Damit sind auch heute die Folgen dieses Unfalls in der Bundesrepublik Deutschland noch nicht vollständig überwunden. Wildbret, Pilze und Waldbeeren aus den betroffenen Gebieten werden nach den Ergebnissen 15-jähriger kontinuierlicher Forschungsarbeiten an der Bundesanstalt für Fleischforschung (BAFF) in Kulmbach auch noch in den nächsten 15 Jahren – allerdings manchmal nur noch zu gewissen Jahreszeiten – mit erhöhten Mengen des langlebigen Cäsium-Isotops Cs-137 kontaminiert sein. Betroffen ist vor allem Schwarzwild. Es ernährt sich zu einem erheblichen Teil von Insekten, Larven, Würmern, Mäusen, aber auch Pilzen und Wurzelteilen, in denen Cs-137 akkumuliert wird.

Wie erfolgte die Kontamination der Waldökosysteme?

Der „Fallout" (die Ablagerung radioaktiver Isotope auf Vegetation und Böden) von Tschernobyl kontaminierte die Flächen der Bundesrepublik Deutschland regional unterschiedlich stark. Das Cs-137, das wegen seiner 30-jährigen physikalischen Halbwertszeit (die Zeit, nach der die Hälfte der Atome zerfallen ist) alleine noch von Bedeutung ist, wurde dabei meist an Schwebstaubpartikelchen gebunden. Solche Partikel schweben aufgrund ihrer hohen Geschwindigkeit in der Luft. Wenn eine Schwebstaubwolke auf einen belaubten oder benadelten Wald trifft, werden die Teilchen von den Nadeln oder Blättern abgebremst und fallen auf die Vegetation und die Böden herab. Der Wald wirkt als sehr effektiver Luftfilter. Gleichzeitig werden die an die Staubpartikel gebundenen Schadstoffe – nicht nur Cs-137, sondern auch viele andere in die Luft emittierte Stoffe – im Laufe der Zeit im Wald immer stärker angereichert. Das ist mit ein Grund dafür, warum in den Waldökosystemen neben erhöhten Radiocäsiummengen auch andere Schadstoffe wie Dioxine oder PCB akkumuliert

werden, wobei die Hauptmenge dieser Stoffe in der Humusschicht zu finden ist. Für Radiocäsium wurde dieser Zusammenhang im ForschungsReport 2/1996 schon genauer dargestellt.

Kreisläufe des Radiocäsiums in Waldökosystemen

Radiocäsium – einmal in das Ökosystem Wald eingetragen – durchläuft wegen seiner chemischen Ähnlichkeit zum Kalium in Waldökosystemen drei Kreisläufe, einen großen und zwei kleinere, die sich in der Natur ausgebildet haben, um Verluste des lebensnotwendigen Elements Kalium zu minimieren.

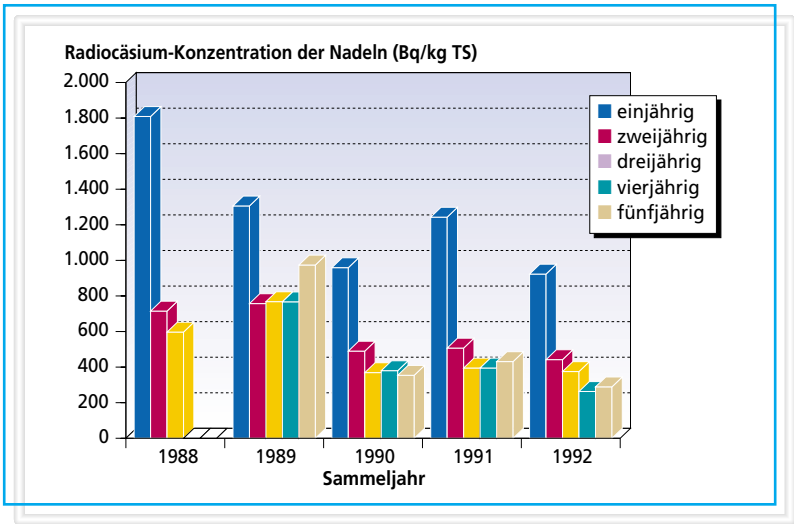


Abb. 1: Vergleich der Kontamination von Fichtennadeln aus dem Bayerischen Wald

1. Der große Kreislauf

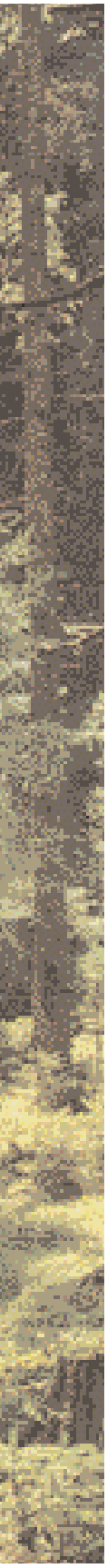
Das auf und in den Nadeln/Blättern befindliche Radiocäsium gelangt mit dem Blatt-/Nadelfall und den Niederschlägen in die Streuschicht, wo es sich zunächst mit anderen biologischen Materialien ansammelt, die oft erst nach Jahren von Bodenorganismen zu Humus abgebaut werden. Bei der Zersetzung werden alle im Streumaterial enthaltenen Spurenelemente und Mikronährstoffe freigesetzt. Das ist auch der Grund, weshalb alle Pflanzen des Waldökosystems in dieser nur wenige Zentimeter unter der Bodenoberfläche liegenden Schicht ihre Versorgungswurzeln besitzen; die tieferen Wurzeln dienen mehr der Wasserversorgung und der Verankerung.

Über die Versorgungswurzeln wird das Radiocäsium wieder aufgenommen und in die vegetativen Teile der Bäume zurück transportiert, womit der Kreislauf geschlossen ist.

2. Der erste kleine Kreislauf

Dieser spielt sich in den Zweigen ab. Die höchsten Radiocäsiumgehalte findet man nicht etwa in den Nadeln, die 1986 direkt mit dem Radiocäsium kontaminiert wurden, sondern immer in den jüngsten neu gebildeten. Werden die Nadeln älter, so wird das Radiocäsium aus ihnen zu einem erheblichen Teil in die Knospen umverteilt, so dass die im Folgejahr sich aus den Knospen bildenden neuen Nadeln wiederum die höchsten Radiocäsiumgehalte aller Nadeljahrgänge aufweisen.

Dies ist beispielhaft in Abbildung 1 dargestellt: Man erkennt, dass jeweils der aktuelle Nadeljahrgang aus dem betreffenden Sammeljahr, also die einjährigen Nadeln, die höchsten Radiocäsiumgehalte aufweisen. Die älteren Nadeln mit ihrem verbliebenen Cäsiumgehalt fallen bei gesunden Fichten jahrgangsweise nach etwa sieben Jahren vom Baum. Dieser kleine Nadelkreislauf bewirkt, dass jahrelang kontaminiertes biologisches Material in die Streu gelangt und damit der große Kreislauf lange Zeit in Gang gehalten wird.



3. Der zweite kleine Kreislauf

Er betrifft die Splintholzbildung. Das Splintholz wird im Stamm nur in der Bastschicht direkt unter der Rinde jedes Jahr als Jahresring neu gebildet. Dabei enthält diese junge Holzschicht immer die höchsten Radiocäsumgehalte. Das Cäsium wird – ähnlich wie bei den Nadeln – aus den älteren Schichten in die neu zu bildenden Jahresringe umverlagert. Die Rinde selbst ist nicht allzu hoch mit Cäsium kontaminiert.

Diese Kreisläufe haben zwei wichtige Konsequenzen: Zum einen geht den lebenden Pflanzen im Laufe der Jahre nur wenig Cäsium verloren. Zweitens zeigt sich, dass Nutzholz, welches in hoch kontaminierten Gebieten gewachsen ist, keine hohen Radiocäsiumbelastungen aufweist, da die höher kontaminierten Holzschichten direkt unter der Rinde liegen und beim Zusägen des Nutzholzes weggeschnitten werden. Nutzholz aus mit Radiocäsium kontaminierten Gebieten ist also gefahrlos verwendbar.

Radiocäsium im Wildbret

Der oben dargestellte große Kreislauf des Radiocäsiums führt zu einer fortwährenden Belastung der Äsung der Wildtiere. Dies spiegelt sich auch in ihrem Wildbret wider. In Abbildung 2 wurden die Radiocäsiumgehalte der drei Hauptwildarten Rot-, Reh- und Schwarzwild aus den Jahren 1989 – 1999 aus dem Hinteren Bayerischen Wald aufgetragen. Man erkennt, dass in gleichen Ökosystemen lebende Wildtiere je nach Art sehr unterschiedliche Radiocäsiumgehalte aufweisen können. Grundsätzlich ist Rotwild am geringsten und Schwarzwild am höchsten mit Radiocäsium belastet. Über den 10-jährigen Beobachtungszeitraum nimmt die mittlere Kontamination bei Rotwild und Rehwild deutlich, beim Schwarzwild (Wildschwein) am geringsten ab.

Aus dieser Aussage leitet sich zunächst ab, dass das im Kreislauf umlaufende Radiocäsium doch langsam zurückgeht. Leider beruht diese erfreuliche fallende Tendenz zu einem erheblichen Teil darauf, dass das Gesamtradiocäsium betrachtet wurde, also die Summe aus dem langlebigen Cs-137 und dem Cs-134, das eine physikalische Halbwertszeit von nur zwei Jahren besitzt. Ein Drittel des Radiocäsiums aus dem Fallout von Tschernobyl bestand aus Cs-134, von dem aber alle zwei Jahre die Hälfte physikalisch verschwindet. Nach 10 Jahren besteht damit nur noch rund ein 1/100 der gesamten Radiocäsiumkontamination aus Cs-134. Ein Großteil der Abnahme am gesamten Radiocäsiumgehalt beim Schwarzwild und Rehwild ist also auf den Zerfall des Isotops Cs-134 zurückzuführen. Das bedeutet: Die beobachtete Abnahme hat physikalische Gründe und wird sich, da Cs-134 kaum noch vorhanden ist, nicht weiter in diesem Maße fortsetzen.

Bei Rotwild ist die Abnahme stärker. Ein Grund dafür liegt wahrscheinlich in der Äsung. Ein großer Teil der Äsung des Rotwildes besteht aus Gras. Auf den von Gras bewachsenen Stellen befindet sich weniger Streu auf dem Boden, damit ist dort der Cäsiumkreislauf nicht so geschlossen wie im Bereich von Bäumen. Außerdem nimmt Gras nur wenig Radiocäsium aus dem Boden auf.

Von welchen Parametern hängt die Kontamination des Wildbrets ab?

Die Radiocäsium-Belastung des Wildbrets ist nicht nur von der Tierart abhängig. Auch andere Einflussgrößen spielen eine Rolle: Die Höhe des Fallouts im Lebensraum, die Jahreszeit der Tötung der Tiere, das Früchteangebot im Herbst sowie das Alter der Tiere. Diese Einflüsse sollen im Weiteren ausführlicher diskutiert werden, da ihre Kenntnis hilft, Wildbret mit möglichst geringen Radiocäsiumkontaminationen zu gewinnen.

Rotwild ist am geringsten mit Radiocäsium belastet

Einfluss der Höhe des Fallouts

Die Falloutkontamination zeigt in der Bundesrepublik Deutschland ein deutliches Nord-Süd-Gefälle. Im höher belasteten Süden war der Fallout sehr inho-

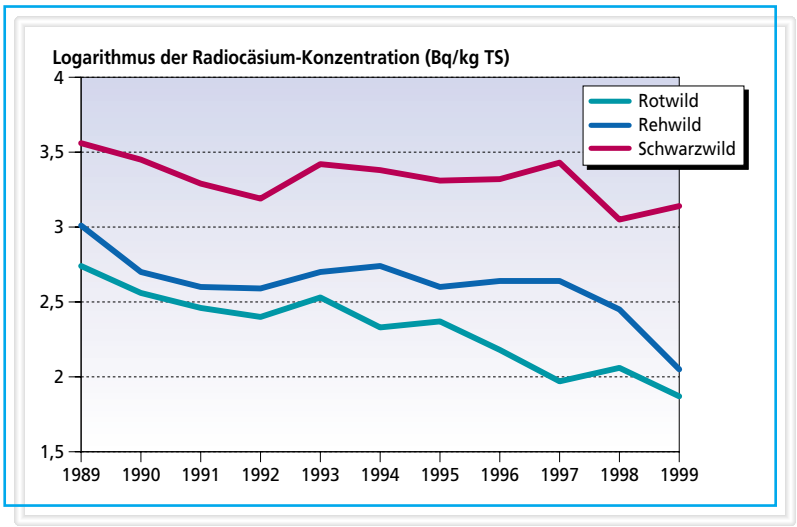


Abb. 2: Zeitlicher Verlauf der Radiocäsiumgehalte bei Rotwild, Rehwild und Schwarzwild im Bayerischen Wald

mogen und schwankte oft von Kilometer zu Kilometer, so dass es nahezu unmöglich ist, genauere geografische Aussagen zu einzelnen Belastungsgebieten zu machen. Mit Blick auf Bayern kann gesagt werden, dass der Bayerische Wald sowie das Voralpengebiet am stärksten betroffen wurden, wobei aber bei weitem nicht alle Teile dieser Räume wirklich hoch mit Radiocäsium belastet sind. Die Kontamination hing stark von der örtlichen Gewitteraktivität während des Fallouts beim Durchziehen der radioaktiven Wolken Ende April/Anfang Mai 1986 ab.

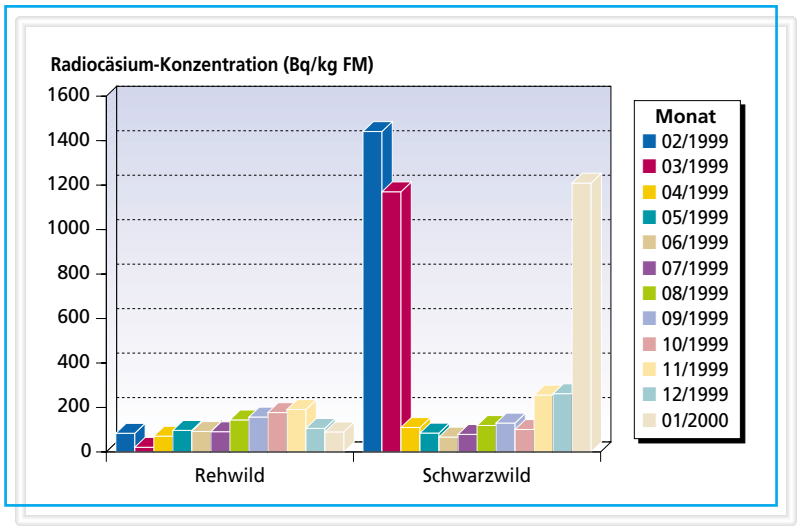


Abb. 3: Vergleich der Kontamination bei Rehwild und Schwarzwild im Jahresverlauf (Feb. 1999 bis Jan. 2000)

Einfluss der Jahreszeit

Die Jahreszeit der Tötung hat einen großen Einfluss auf die Radiocäsiumkontamination des Wildbrets. Die Abbildung 3 zeigt typische Beispiele:

Die Belastung von Schwarzwild ist abhängig von der Jahreszeit

Während Rehwild im Herbst in den Monaten September bis November die höchsten Gehalte aufweist, liegt das deutlich höhere Maximum der Schwarzwildkontamination in den Wintermonaten Januar bis März. In den Monaten April bis Oktober ist Schwarzwild hingegen nur gering belastet, oft sogar geringer als die im gleichen Ökosystem lebenden Rehe. Rotwild weist ein ähnliches jahreszeitliches Verhalten wie Rehwild auf.

Der starke Anstieg im Winter fällt beim Schwarzwild in Jahren mit vielen Bucheckern oder Eicheln deutlich geringer aus, da diese Früchte auch in kontaminierten Gebieten nur sehr wenig Radiocäsium enthalten. In solchen so genannten Mastjahren verzichtet Schwarzwild weitgehend auf seine Wühlaktivität und liest nur die Früchte von den Böden auf. Gibt es wenig Bucheckern und Eicheln, so graben Wildschweine im Boden und finden unter anderem Hirschtrüffel. Dieser unterirdisch das ganze Jahr über fruchtende Pilz (Abb. 4) hat sein Myzel genau in der Bodenzone mit den höchsten Radiocäsiumgehalten. Dementsprechend hoch ist er kontaminiert.

Die für Schwarzwild in Abbildung 3 dargestellten Ergebnisse gelten für Tiere, die im Frühjahr/Sommer zur Nahrungssuche auch landwirtschaftliche Nutzflächen aufsuchen. Wildschweine, die nahezu ausschließlich in geschlossenen Waldökosystemen leben, können in den Sommermonaten deutlich höhere Konzentrationen an Radiocäsium im Fleisch aufweisen.

Einfluss des Äsens auf landwirtschaftlichen Nutzflächen

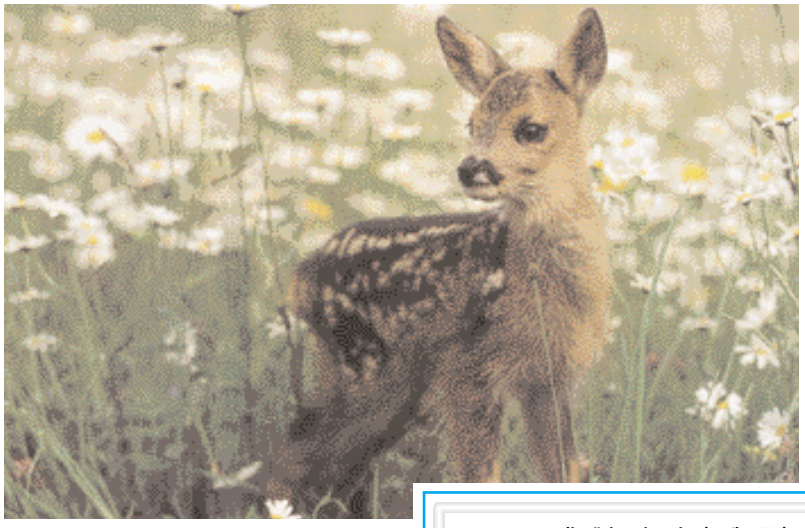
Pflanzen, die auf landwirtschaftlich bewirtschafteten Flächen wachsen, sind nur sehr gering mit Radiocäsium kontaminiert (s. ForschungsReport 2/1996). Das hat zur Folge, dass Wildtiere, die zum Äsen auf landwirtschaftliche Nutzflächen austreten, in der Regel deutlich weniger Radiocäsium im Wildbret aufweisen als Tiere, die im gleichen Gebiet nur im Wald leben. Besonders stark ist dieser Unterschied beim Wildschwein ausgeprägt.

Einfluss des Alters der Tiere

Anders als andere Schadstoffe wie zum Beispiel Cadmium reichert sich Radiocäsium in den Wildtieren nicht an. Deshalb lässt sich keine ausgeprägte Altersabhängigkeit der Cäsiumbelastung beobachten.

Lediglich junge Tiere haben wegen der im Verhältnis zu ihrer Körpermasse höheren Nahrungsaufnahme etwas höhere Radiocäsiumgehalte im Muskelgewebe als ausgewachsene Tiere. Für

Abb. 4: Hirschtrüffelpilze, ein Leckerbissen für Wildschweine im Winter. Leider sind sie hoch belastet.



Junge Tiere, wie Rehkitze, haben etwas höhere Radiocäsiumgehalte als ausgewachsene Tiere

Rehkitze ist dies in Abbildung 5 dargestellt. In dieser Abbildung sind so genannte jagdliche Dubletten ausgewertet worden, das heißt, es wurden das Kitz und das zugehörige Muttertier (Rehgeiß) gleichzeitig erlegt. In der Abbildung wurden die Radiocäsiumaktivitäten der Muskulatur von Kitz und Geiß gegeneinander aufgetragen.

Es ergibt sich ein linearer Zusammenhang (Gerade). Dies bedeutet, dass im Kitz etwa 1,2 mal mehr Radiocäsium enthalten ist als in dem zugehörigen Muttertier. Ähnliche Zusammenhänge wurden auch bei Rot- und Schwarzwild beobachtet. Ab einem Alter von etwa einem Jahr verwischt sich dieser Unterschied immer mehr.

kommen. Im Bayerischen Staatsforst sind solche Kontrollen schon seit Jahren üblich.

Die geschilderten Einflüsse auf die Radiocäsiumkontaminationen lassen auch Aussagen darüber zu, zu welchem Zeitpunkt Wildtiere erlegt werden sollten, um möglichst niedrig belastetes Wildbret zu bekommen. Leider fallen die günstigsten Zeiten bei Rot- und Rehwild in die Schonzeiten im Frühling. Es empfiehlt sich aber, die Tiere so früh im Jahr wie möglich zu erlegen. Beim Schwarzwild empfiehlt es sich, die Tiere im Sommer oder Herbst vor dem Abernten der letzten Felder zu schießen, was jagdtechnisch aber sehr schwierig ist.

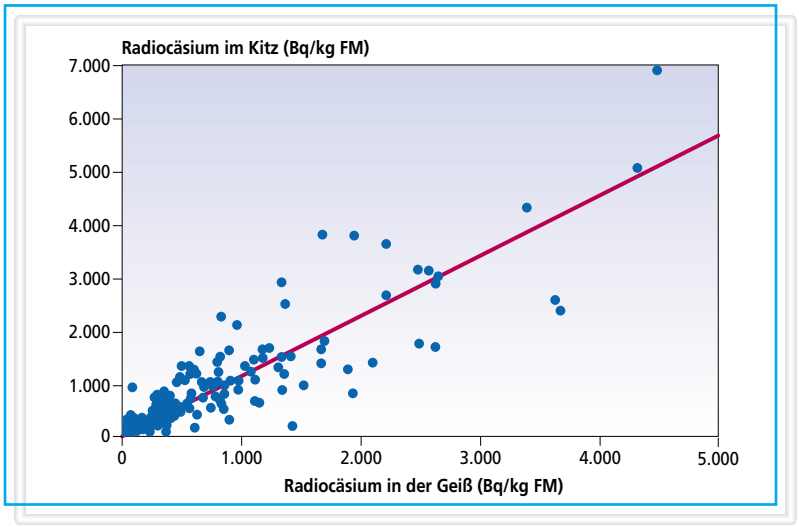


Abb. 5: Zusammenhang der Radiocäsium-Konzentration von Geiß und Kitz bei Rehwild (Bq/kg FM)

Die weitere Entwicklung der Radiocäsium-kontamination

Die oben skizzierten Kreisläufe des Radiocäsiums in Waldökosystemen zeigen, dass man in hoch kontaminierten Gebieten noch lange Zeit mit dem Auftreten erhöhter Radiocäsiumgehalte bei Rot-, Reh- und Schwarzwild rechnen muss. Die mögliche Belastung des Wildbrets wird fast nur mit der physikalischen Halbwertzeit des Cs-137 von 30 Jahren zurückgehen, also in kritischen Gebieten noch viele Jahre lang kontrolliert werden müssen, damit keine Tiere mit mehr als 600 Bq/kg FM im Wildbret (Grenzwert der EU) in den Handel kommen. In dem Zeitraum, in dem sie am leichtesten zu jagen wären, nämlich über Schnee im Winter, sind die Wildschweine leider am höchsten mit Radiocäsium kontaminiert.

Zur Ergänzung sei hier noch angeführt, dass landwirtschaftlich erzeugtes Futter nur geringe Mengen von Radiocäsium (wenige Bq/kg Frischsubstanz) aufweist, und deshalb das Fleisch von Nutztieren nur sehr wenig Radiocäsium enthält. Auch Gatterwild ist, wenn es zusätzlich mit landwirtschaftlich erzeugtem Futter versorgt wird, nur niedrig mit Radiocäsium belastet. ■

Dr. Hermann Hecht, Bundesanstalt für Fleischforschung, Institut für Chemie und Physik, E.-C.-Baumann-Str. 20, 95326 Kulmbach

Gefährliche Verwandtschaft

Schwarzwild – ein natürliches Reservoir für Infektionserreger und Ansteckungsquelle für Hausschweine?

Volker Kaden (Insel Riems) und Thomas Müller (Wusterhausen)

Wildschweine können an den gleichen Infektionskrankheiten wie Hausschweine erkranken. Aufgrund dieser Tatsache rückt das Schwarzwild aus Sicht der Tierseuchenbekämpfung immer mehr in den Blickpunkt des wissenschaftlichen und öffentlichen Interesses. Zwar ist bislang über Vorkommen und Bedeutung der meisten Infektionskrankheiten in unseren einheimischen Schwarzwildbeständen noch sehr wenig bekannt, Wildschweine werden aber generell als potenzielle Infektionsquelle für Hausschweine angesehen. Dieser Zusammenhang ist für die Klassische Schweinepest auf Grund der engen Beziehung von Seuchenfällen bei Wild- und Hausschweinen sogar bewiesen. Dass das Auftreten einer latent vorkommenden Infektionskrankheit in der Schwarzwildpopulation aber nicht zwangsläufig zur Infektion von Hausschweinen führt, zeigt das Beispiel der Aujeszky'schen Krankheit.

Tab. 1: Vorkommen von KSP beim Schwarzwild in Deutschland im Zeitraum 1996–2000

Bundesländer	1996		1997		1998		1999		2000	
	Anzahl betroffener Kreise	Anzahl positiver Tiere	Anzahl betroffener Kreise	Anzahl positiver Tiere	Anzahl betroffener Kreise	Anzahl positiver Tiere	Anzahl betroffener Kreise	Anzahl positiver Tiere	Anzahl betroffener Kreise	Anzahl positiver Tiere
Niedersachsen	2	77	4	82	3	66	3	54	4	46
Rheinland-Pfalz					4	11	9	159	4	73
Baden-Württemberg					4	35	3	37		
Brandenburg	3	83	3	28	3	15	3	61	2	4
Mecklenburg-Vorpommern	7	74	8	71	8	92	5	81	1	23
Sachsen-Anhalt							1	17	2	28
SUMME	12	234	15	181	22	219	24	409	13	174

Hohe Schwarzwilddichte als Risiko

Das Europäische Wildschwein *(Sus scrofa scrofa)* hat in seiner Populationsentwicklung einen Weg mit Höhen und Tiefen hinter sich. Durch das großflächige Abholzen der Wälder wurde das Wildschwein in weiten Teilen Mitteleuropas verdrängt. Erst in der Mitte des 20. Jahrhunderts begannen sich die Bestände wieder zu erholen. Heute gibt es in weiten Gebieten Europas so viele Wildschweine wie nie zuvor.

Hohe Schwarzwilddichten sind von entscheidender Bedeutung für die Verbreitung und Aufrechterhaltung von Infektionskrankheiten in der Wildtierpopulation. Betrachtet man zum Beispiel die mit dem Virus der Klassischen Schweinepest verseuchten Gebiete in Deutschland, so wird deutlich, dass es sich nahezu ausschließlich um Regionen mit sehr hoher Schwarzwilddichte handelt (Abb. 1, Tab. 1). Bereits bei einer Wilddichte von zwei Sauen (Wildschweinen) je 100 Hektar Frühjahrsbestand ist eine verstärkte Seuchenverbreitung zu erwarten. Demgegenüber kommt es bei Schwarzwilddichten von weniger als einem Tier pro 100 Hektar zum natürlichen Abreißen (Unterbrechen) eines Infektions-

geschehens und damit zum Erlöschen der Seuche.

Ausgehend vom Infektionspotenzial im Schwarzwildbestand ist die Abschätzung des Gefährdungsrisikos für unsere Hausschweinepopulation von besonderer Bedeutung.

Klassische Schweinepest

Vorkommen und Bedeutung

Die Klassische Schweinepest (KSP) ist eine virusbedingte Infektionskrankheit, die bei allen Altersklassen von Schweinen der Gattung *Sus* vorkommt. Sie gilt weltweit als die wirtschaftlich bedeutendste Infektionskrankheit bei Haus- und Wildschweinen. Die KSP hat im Zeitraum von 1993 bis Mitte 1998 allein in der Europäischen Union bei Hausschweinen zu direkten und indirekten wirtschaftlichen Verlusten in Höhe von 5 Milliarden Euro geführt.

In den Schwarzwildbeständen Deutschlands trat KSP erstmals Ende des 19. Jahrhunderts auf. Bis in die 50er-Jahre hinein wurde dem Auftreten der KSP beim Schwarzwild wenig Bedeutung beigemessen. Nach einer kurzen Zeit der „Virusfreiheit" Mitte der 80er-Jahre wurde die Seuche erneut 1989 in Hessen festgestellt. Einen Überblick über die Entwicklung des Seuchengeschehens beim Schwarzwild in den letzten fünf Jahren gibt Tabelle 1.

Im Zeitraum von 1996 bis 2000 wurde über KSP beim Schwarzwild auch in zahlreichen europäischen Nachbarstaaten berichtet.

Klinische Symptome

Die Krankheitssymptome sind vielfältig. Die Krankheit kann akut verlaufen, mit Todesfällen vor allem bei Jungtieren. Aber auch ganze Rotten können durch die Seuche vernichtet werden. Die Wildschweine zeigen einige Tage nach Aufnahme des Virus Mattigkeit, reduzierte Nahrungsaufnahme, verminderten Fluchtreflex und verlieren ihre Scheu vor den Menschen. Sie suchen verstärkt Suhlen auf, zeigen später Bewegungsstörungen (Schwankungen, Lähmungen), haben Krämpfe und sterben schließlich an Herz-Kreislauf-Versagen. Infektionen mit schwachvirulenten Erregern bei tragenden Bachen führen zu dauerhaft infizierten Frischlingen, die das Virus lebenslang ausscheiden und somit empfängliche Tiere anstecken können.

Viruseinschleppung in den Schwarzwildbestand

Epidemiologische Untersuchungen in Schwarzwildbeständen mehrerer Bundesländer in den letzten 14 Jahren haben gezeigt, dass unsere Wildschweine ad hoc kein natürliches Reservoir für Viren der KSP darstellen. Vielmehr werden die Erreger in gewisser Regelmäßigkeit in die Wildschweinebestände von außen eingetragen. Als Haupteinschleppungsursachen gelten infizierte Speise-, Küchen- und Schlachtabfälle, die über Fütterungen an das Schwarzwild gebracht wurden, aber auch die Aufnahme solcher Abfälle durch Wildschweine von Mülldeponien, Campingplätzen sowie von Abfalldeponien fleischverarbeitender Betriebe. So wird beispielsweise der Ausbruch der KSP (Virustyp „2.3D/Güstrow") beim Schwarzwild im Landkreis Ostprignitz-Ruppin, Bundesland Brandenburg, im März 1995 auf die Verfütterung von Fleischabfällen zurückgeführt. Auch in Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz steckte sich Schwarzwild vermutlich durch infizierte Speise- oder Küchenabfälle an. Infizierte Abfälle von einer Mülldeponie (Gebiet Prerow-Zingst) werden als Ursache für die Infektion eines Wildschweins im Jahr 1993 in Mecklenburg-Vorpommern angesehen. Oberflächlich in Waldnähe vergrabene und an KSP verendete Hausschweine bildeten die Infektionsquelle für ein ausgedehntes Seuchengeschehen beim Schwarzwild Anfang der 80er-Jahre, welches im ehemaligen Kreis Stralsund (Vorpommern) begann.

Eine Übertragung des Erregers durch unmittelbaren Kontakt von infizierten Hausschweinen mit Wildschweinen dürfte kaum vorkommen (Gefahr bei Freilandhaltung!). Nicht außer Acht gelassen werden darf aber die Möglichkeit, dass sich Schwarzwild durch infizierte Abprodukte aus Schweinehaltungen wie Dung und Gülle anstecken kann, wenngleich dieser Infektionsweg unseres Erachtens in der Praxis noch nicht nachgewiesen wurde.

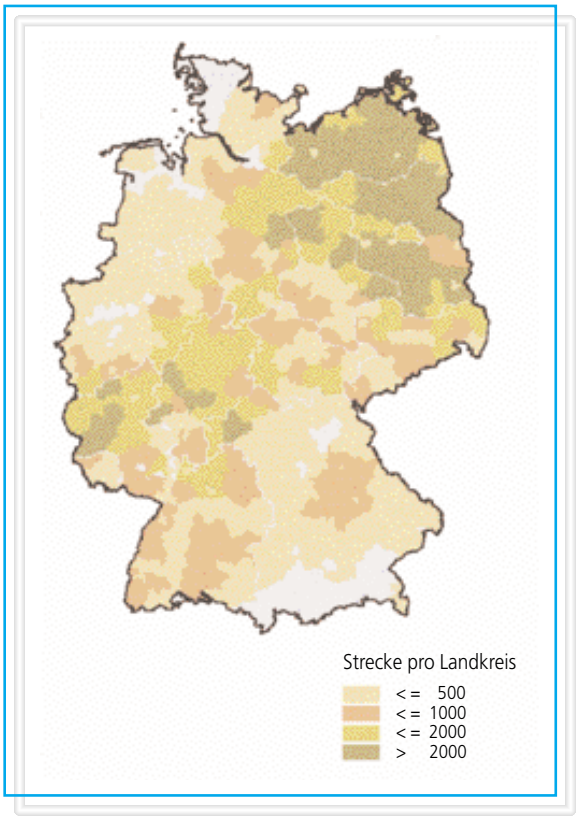


Abb. 1: Schwarzwilddichte in Deutschland anhand des erlegten Wildes (sog. Schwarzwildstrecke)

Analysiert man heute das über viele Jahre andauernde Seuchengeschehen in Wildschweinebeständen bestimmter Regionen einiger Bundesländer, so muss davon ausgegangen werden, dass sich das Virus in diesen Gebieten in die Wildtierpopulation „eingenistet" hat.

Auch der Mensch (Jäger) kann das KSP-Virus übertragen

Übertragung innerhalb des Schwarzwildbestandes

Für die Übertragung des KSP-Virus innerhalb der Schwarzwildbestände kommen ähnliche Übertragungswege wie beim Hausschwein in Betracht, wobei wildbiologische Aspekte wie das Sozialverhalten der Wildschweine zusätzlich Einfluss auf die Verbreitung der Seuche nehmen. Direkte und indirekte Kontakte zwischen den Wildschweinen bilden die Hauptinfektionswege für die im Familienverband lebenden Wildschweine.

Schwarzwild als Infektionsquelle für Hausschweine

In Gebieten mit KSP bei Wildschweinen stellen diese Tiere eine potenzielle Infektionsgefahr für Hausschweine dar. Der Nachweis des Infektionsweges ist allerdings sehr schwierig. Tabelle 2 zeigt, dass 1999 die meisten Seuchenfälle beim Hausschwein auf eine Infektion durch Wildschweine zurückgehen. Wissenschaftliche Studien für den Zeitraum 1993 bis 1995 an der Tierärztlichen Hochschule Hannover und der Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere (Institut für Epidemiologie, Wusterhausen) haben ergeben, dass rund 50 % der Erstausbrüche an KSP bei Hausschweinen durch direkte bzw. indirekte Kontakte mit Wildschweinen entstanden sind.

In den letzten drei Jahren wurden auf Grundlage einer molekularbiologischen Charakterisierung von Virusisolaten bisher vier Untertypen des Virus festgestellt. Welche große Bedeutung diese Charakterisierung der Virusisolate bei der Aufklärung epidemiologischer Zusammenhänge hat, zeigt das nachfolgende Beispiel eines Seuchenausbruches beim Hausschwein im Jahre 1999: Nachdem ein Hausschweinebestand in Nordrhein-Westfalen an Schweinepest erkrankt war, konnte die Infektionsursache auf Grund der ermittelten Sequenz eines Abschnitts des Virusgenoms eindeutig auf infiziertes Wildbret zurückgeführt werden, welches aus einem infizierten Schwarzwildbestand in Rheinland-Pfalz stammte und nach Nordrhein-Westfalen verbracht worden war. Sowohl im Wildbret wie auch bei infizierten Hausschweinen wurde der gleiche Virustyp („2.3D/Rostock") festgestellt.

Abbildung 2 gibt eine Übersicht über weitere mögliche Übertragungswege des KSP-Virus vom Schwarzwild auf Hausschweine. Auch der Mensch (Jäger) kann durchaus als passiver Überträger fungieren. Die den aasfressenden Vögeln zugeschriebene Bedeutung als Virusverbreiter beschränkt sich offensichtlich auf die passive Übertragung des Erregers. Wie unsere experimentellen Studien ergaben, vermehrt sich das Virus nicht aktiv in Vögeln und kann daher auch nicht mit dem Kot ausgeschieden werden.

Aujeszky'sche Krankheit

Bedeutung der Krankheit

Die Aujeszky'sche Krankheit (AK) ist eine durch ein Herpesvirus (Pseudorabiesvirus; PrV) hervorgerufene, verlustreiche Tierseuche. Die AK wurde erstmals Anfang des letzten Jahrhunderts in Ungarn als eine tödliche Erkrankung von Hunden und Rindern beschrieben. Dennoch gehört sie nicht zu den klassischen Hunde- und Rinderseuchen. Erst 1935 fand man heraus, dass das Schwein als Wirt fungiert. Grundsätzlich sind alle Säugetiere gegenüber einer Infektion mit dem Erreger der AK empfänglich, und natürliche Infektionen sind bei einer Reihe von Haus-und Wildtieren berichtet worden.

Infolge ihrer großen ökonomischen Bedeutung wurden Ende der 80er-Jahre in Deutschland wie auch in anderen europäischen Ländern umfangreiche Programme zur Bekämpfung der AK beim Hausschwein initiiert. Mit sechs registrierten Ausbrüchen während des Jahres 2000 hat die AK eine enorme Zurückdrängung erfahren, wie nie zuvor in ihrer Bekämpfung (Abb. 3). Dank dieser Bemühungen ist es gelungen, die Infektion in einer Reihe von Bundesländern zu tilgen (neue Bundesländer, Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg). In anderen Regionen stehen die Sanierungsmaßnahmen kurz vor dem Abschluss. Trotz dieser bemerkenswerten Erfolge beim Hausschwein werden in den

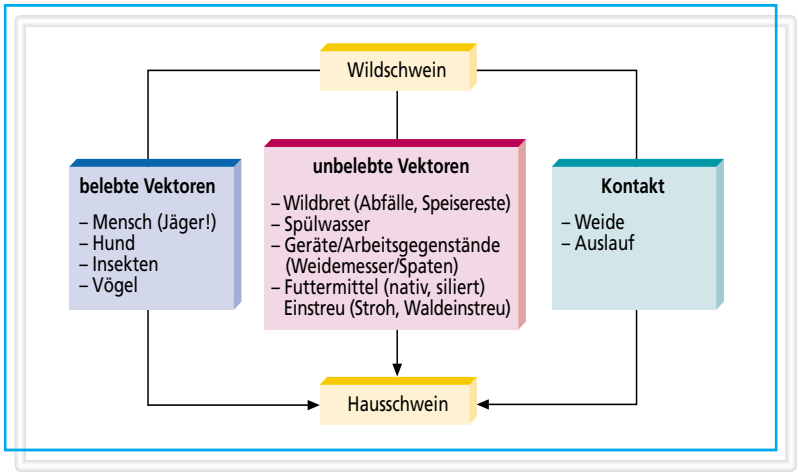


Abb. 2: Übertragungswege des KSP-Virus vom Schwarzwild auf Hausschweine

letzten Jahren vermehrt Infektionen mit PrV beim Schwarzwild festgestellt.

Klinische Symptome

Bei der AK sind die Krankheitssymptome ähnlich vielfältig wie bei der Klassischen Schweinepest. Vor allem bei Ferkeln und Jungschweinen führt die Infektion zu zentralnervösen Störungen mit hoher Sterblichkeit. Bei älteren Schweinen wie auch beim Schwarzwild treten dagegen meist nur respiratorische Symptome auf und die Infektion geht in ein latentes Stadium über, das heißt, die Tiere erholen sich nach erfolgter Infektion, bleiben aber zeitlebens infiziert. Im Gegensatz zum Haus- und Wildschwein verlaufen AK-Infektionen bei anderen Tieren immer tödlich.

Vorkommen und epidemiologische Situation im Schwarzwildbestand

Anders als bei Schweinepest wurde in Europa dem Problem der PrV-Infektionen bei Wildschweinen lange Zeit keine Aufmerksamkeit gewidmet. Die verfügbaren Informationen aus Europa zeigen aber, dass PrV-Infektionen auch in europäischen, darunter auch in deutschen Schwarzwildbeständen vorkommen (Tab. 3). Die Untersuchungen sind leider sehr lückenhaft, und generelle Aussagen demzufolge nur schwer zu treffen. Da das Vorkommen von PrV-Infektionen beim Schwarzwild im Gegensatz zur Schweinepest keiner Meldepflicht unterliegt, hängen diesbezügliche Informationen vom Interesse und der Bereitschaft der Länder ab, derartige Untersuchungen vorzunehmen und zu finanzieren.

Jüngere Studien in Deutschland deuten darauf hin, dass PrV-Infektionen beim Schwarzwild im Aufwärtstrend sind. Insbesondere in den östlichen Bundesländern sowie in Nordrhein-Westfalen wurden bereits durchschnittlich 5,6–8,4 % der untersuchten Wildschweine als Träger von Antikörpern ermittelt, mit großen regionalen Schwankungen. Diese Situation machte eine Abschätzung des Gefährdungspotenzials für Hausschweine dringend erforderlich.

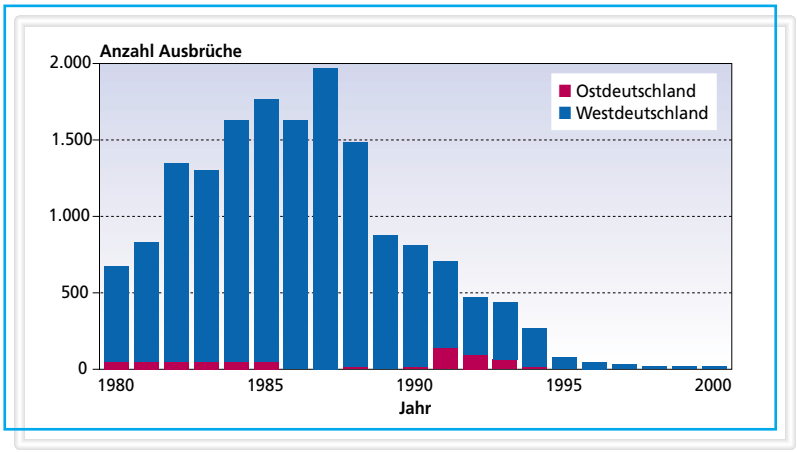


Abb. 3: Entwicklung der AK-Situation in Deutschland

Dazu war es zunächst wichtig, den Erreger aus den Schwarzwildbeständen zu isolieren und zu charakterisieren. Dies ist im Gegensatz zur KSP ein sehr schwieriges Unterfangen, da man aufgrund fehlender klinischer Symptome beim Schwarzwild vermuten musste, dass Wildschweine latent infiziert sind. Latente Infektionen – typisch für Herpesviren – zeichnen sich dadurch aus, dass infizierte Tiere lebenslang Virusträger bleiben. Bei diesen Wildschweinen zieht sich das PrV in das Trigeminalganglion (eine Nervenzellansammlung im Gehirn) zurück, kann jedoch unter Einfluss von Stressoren wieder reaktiviert werden.

Die Chancen für eine Isolierung des PrV bei diesen latent infizierten Tieren sind relativ gering. 1995/96 gelang es uns dennoch, erstmals den Erreger aus zwei verschiedenen Schwarzwildpopulationen Ostdeutschlands zu isolieren. Inzwischen sind 12 PrV-Isolate vom Schwarzwild aus Deutschland (Brandenburg, Sachsen-Anhalt, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz) sowie acht aus dem europäischen Ausland (Tschechien, Frankreich) bekannt.

Rolle des Schwarzwildes als Infektionsquelle für Hausschweine (risk assessment)

Um die Rolle des Schwarzwildes als Infektionsquelle für Hausschweine abzuschätzen, mussten wir die bei Wild- und Hausschweinen vorkommenden Viren molekularbiologisch charakterisieren. Mit Hilfe der Restriktionsenzym-Analyse wurden PrV-Isolate in vier verschiedene Haupttypen eingeteilt, wobei die Haupttypen I und

Tab. 2: KSP-Ausbrüche bei Hausschweinen in Deutschland 1999 – Einschleppungsursachen – (nach Depner, 2000; modifiziert)

KSP-Ausbruch	Bundesland	Ort und Landkreis (LK)	Angaben zum Bestand	Einschleppungsursachen / Lage des Betriebes zum WSP-gB	Virus-Subtyp
1	Nordrhein-Westfalen	Wegberg, LK Heinsberg	47 Schweine	Schwarzwild (RPF)	2.3 D/Rostock
2	Niedersachsen	Winkelsett, LK Oldenburg	633 Mastschweine	unbekannt	2.3 D/Uelzen
3	Brandenburg	Kaakstedt, LK Uckermark	1.450 Mastschweine	WSP-gB	2.3 D/Güstrow
4	Rheinland-Pfalz	Weidingen, LK Bitburg-Prüm	569 Tiere (Zuchtbestand)	WSP-gB	2.3 D/Rostock
5	Rheinland-Pfalz	Weidingen, LK Bitburg-Prüm	228 Tiere (Gemischtbestand)	Kontakt zu Fall 4	2.3 D/Rostock
6	Brandenburg	Gerswalde, LK Uckermark	2.054 Tiere (Zuchtbestand)	WSP-gB	2.3 D/Güstrow

Legende: WSP-gB = „Wildschweinepest-gefährdeter Bezirk", RPF = Rheinland-Pfalz

II vorrangig in Europa vorkommen. Bei allen Isolaten vom Schwarzwild handelt es sich bisher stets um Viren, die zum Haupttyp I gehören. Dieses Ergebnis war zunächst nicht überraschend. Ein Vergleich mit mehr als 500 PrV-Isolaten von Hausschweinen und anderen Haustieren aus Deutschland aus dem Zeitraum 1963–1998 ergab jedoch: Die Mehrzahl der Haustierisolate (92 %) konnten dem Haupttyp II zugeordnet werden, nur 8 % der isolierten Pseudorabiesviren entfielen auf den Haupttyp I, wobei diese aus der Zeit vor 1985 stammten. Der beim Schwarzwild vorherrschende Haupttyp I des Virus tritt in deutschen Hausschweinebeständen also praktisch nicht auf.

Welches Gefährdungspotenzial leitet sich aus dieser aktuellen Situation für die Hausschweinebestände ab? Infektionsversuche, die wir an Hausschweinen vorgenommen haben, zeigen, dass es sich bei den PrV-Isolaten vom Schwarzwild um Virusvarianten handelt, die für Hausschweine nur gering oder nicht virulent sind.

Schwarzwild stellt unter bestimmten Bedingungen ein Infektionspotenzial für unsere Hausschweinebestände dar

Mit anderen Worten: Anders als bei der Klassischen Schweinepest scheint bei der Aujeszky'schen Krankheit in der einheimischen Schwarzwildpopulation ein Infektionszyklus abzulaufen, der weitestgehend unabhängig von dem der Hausschweine ist. Diese Vermutung wird eindrucksvoll durch die Entwicklung der AK-Situation in Hausschweinebeständen Deutschlands unterstützt. Die ostdeutschen Bundesländer, insbesondere Brandenburg, gehören in Bezug auf Schwarzwild zu den am intensivsten untersuchten Gebieten in Europa. Obwohl hohe Prozentsätze von PrV-Antikörperträgern beim Schwarzwild in diesen Gebieten auf ein seit längerer Zeit andauerndes endemisches Geschehen hinweisen, gelten die neuen Bundesländer offiziell seit 1985 als anerkannt AK-freie Region. Die im Zeitraum 1991–1994 in Ostdeutschland beobachteten AK-Fälle bei Hausschweinen ergaben keinen Zusammenhang zum Infektionsgeschehen beim Schwarzwild und waren ausnahmslos auf die Intensivierung des Tierhandels unmittelbar nach der deutschen Einheit zurückzuführen.

Tab. 3: Vorkommen von Infektionen mit dem Erreger der AK in Schwarzwildbeständen der Welt

Land	Region	Untersuchungszeitraum	Anzahl Untersuchungen	Prozentsatz Antikörperträger
Frankreich	Süd-& Mittelfrankreich	1979	260	0
Italien	Toskana Sardinien	1983–84 1989–91 1994–95	20 2533 2379	0 28,8 41,8
Deutschland	Mecklenburg Niedersachsen Sachsen-Anhalt Nordrhein-Westfalen Brandenburg	? 1990–91 1991–92 1991–94	5216 841 655 3305	0,25 1,7 0,9 7,6 9,8
Jugoslawien	Vojvodina	1988	96	55,2
Niederlande	Südwest	1994	115	2,6
USA	Kalifornien Südstaaten Hawaii Texas Georgia Hawaii Florida Tennessee	1981–83 1979–83 ? 1985 1981–86 1980–89 1990	135 423 116 100 661 1662 108	3 22 46 36 7–10 43 34,8 0
Tunesien	Jendouba/Kef/Beja	1993–95	71	63,3

Schlussfolgerungen

Schwarzwild stellt unter bestimmten Bedingungen ein Infektionspotenzial für unsere Hausschweinebestände dar. Diese Aussage trifft für die Klassische Schweinepest erwiesenermaßen zu. Bei der Aujeszky'schen Krankheit hingegen kommen unterschiedliche Virusvarianten in der Wild- und Hausschweinepopulation vor. Dennoch sollte uns dieser Befund nicht in einer zu hohen Sicherheit wiegen.

Zur Früherkennung und Tilgung der KSP und der AK sowie zur Sicherung eines krankheitsfreien Status sind intensive diagnostische Untersuchungen im Schwarzwildbestand von essenzieller Bedeutung. Deshalb werden zukünftig die nachfolgend aufgeführten Maßnahmen als notwendig erachtet:

1. Intensive Überwachungsuntersuchungen auf nationaler und EU-Ebene. Die Bundesländer haben sich hinsichtlich KSP bereits vor geraumer Zeit auf ein einheitliches, diagnostisches Überwachungsprogramm der Schwarzwildpopulation geeinigt.
2. Studien zur Pathogenität der vom Schwarzwild erhaltenen Virus-Isolate.
3. Intensivierung der epidemiologischen Untersuchungen des Schwarzwildes zur Risikoabschätzung für Hausschweinebestände. Dies umfasst neben der ständigen epidemiologischen Analyse der KSP- und AK-Situation in Deutschland auch Trendeinschätzungen zur Dynamik von Schwarzwildpopulationen sowie eine ständige molekularbiologische Charakterisierung der Virusisolate bei Neuausbrüchen, wie auch im Verlaufe einer länger andauernden Epidemie. ■

Dr. habil. Volker Kaden, Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere, Institut für Infektionsmedizin, Boddenblick 5a, 17498 Insel Riems
Dr. Thomas Müller, Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere, Institut für epidemiologische Diagnostik, Seestraße 55, 16868 Wusterhausen

Genetische Ressourcen als essenzieller Bestandteil der biologischen Vielfalt

Erhaltung, Dokumentation, Information, Nutzung

Frank Begemann, Thomas Gladis, Siegfried Harrer, Eberhard Münch, Ursula Monnerjahn, Jörg Bremond (Bonn)

Biodiversität oder biologische Vielfalt sind als Begriffe in aller Munde. Auch im Bereich der Kulturpflanzen und Nutztiere wird eine große Vielfalt als erhaltenswert angesehen. Doch in der Praxis sind es eher wenige Sorten und Rassen einiger weit verbreiteter Arten, von denen wir leben. Das war in der Vergangenheit anders. Je weiter man in der Geschichte zurückblickt, desto vielfältiger waren die Ernährungsgrundlagen. Wildpflanzen, Pilze, selbst einst häufige Singvogelarten standen auf den historischen Küchenplänen an exponierter Stelle. Wie sieht die Zukunft aus? Das Informationszentrum Genetische Ressourcen (IGR) der Zentralstelle für Agrardokumentation und -information (ZADI) schafft mit dem Aufbau und der Pflege zahlreicher Datenbanken Grundlagen, genetische Ressourcen effizient zu dokumentieren, zu erhalten und nachhaltig zu nutzen.

Definitionen

Das Übereinkommen über die biologische Vielfalt (ÜBV), 1992 auf dem Umweltgipfel in Rio angeregt und 1993 für inzwischen mehr als 170 Vertragsstaaten bindend in Kraft getreten, definiert „genetische Ressourcen" als „genetisches Material von tatsächlichem oder potenziellem Wert". Genetisches Material ist „jedes Material pflanzlichen, tierischen, mikrobiellen oder sonstigen Ursprungs, das funktionale Erbeinheiten enthält". Die genetischen Ressourcen für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten sind ein wesentlicher Teil dieser biologischen Vielfalt. Es sind alle noch heute lebenden, in der Vergangenheit bzw. Gegenwart genutzten oder potenziell nutzbaren Lebewesen.

Die „Biologische Vielfalt" ist in dem genannten Übereinkommen definiert als „die Variabilität unter lebenden Organismen jeglicher Herkunft, darunter unter anderem Land-, Meeres- und sonstige aquatische Ökosysteme und die ökologischen Komplexe, zu denen sie gehören; dies umfasst die Vielfalt innerhalb der Arten und zwischen den Arten und die Vielfalt der Ökosysteme". Was in der Vergangenheit alles auf welche Weise genutzt wurde, wissen wir aus der Geschichte recht gut. Nicht abzusehen ist jedoch, welche Arten und – innerhalb der Arten – welche Rassen und Linien den Menschen einmal interessant (wertvoll und nutzbar) erscheinen können. Daher muss die begriffliche Abgrenzung der genetischen Ressourcen als Teil der biologischen Vielfalt unscharf bleiben.

Bedeutung

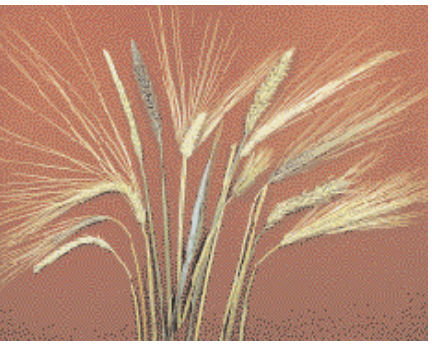
Genetische Ressourcen haben ökologische, wirtschaftliche und kulturelle Bedeutung. Auch aus ethischer Sicht ist ihre Erhaltung geboten. Die wild lebenden Organismen sind Teile der im Laufe der Evolution entstandenen natürlichen Ökosysteme. Kulturpflanzen, Haustiere und Fische sind Bestandteile der vom Menschen geprägten Kulturlandschaften. Die Variabilität und damit auch die Anpassungsfähigkeit der Organismen trägt wesentlich zum Überleben der Arten bei und leistet damit einen Beitrag, die Stabilität der Ökosysteme zu erhalten. Der ökonomi-

sche Wert der genetischen Ressourcen liegt in ihrer direkten Nutzung bzw. indirekten Nutzbarkeit durch den Menschen im Rahmen der Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft. Ein potenzieller Wert liegt auch in ihren Nutzungsmöglichkeiten in der Züchtung.

Die gegenwärtig genutzten Ressourcen sind das Ergebnis einer landwirtschaftlichen Entwicklung, die vor über 10.000 Jahren ihren Ausgang nahm. Die aktuelle ökonomische Bedeutung der genetischen Ressourcen wird durch einen nicht bezifferbaren, aber höchst bedeutungsvollen Vorsorgewert ergänzt, auch im Hinblick auf eine nachhaltige und umweltschonende Agrar-, Forst- und Fischereiwirtschaft.

Gefährdung

Biodiversität einschließlich der genetischen Ressourcen gibt es in allen Lebensräumen. Natürlich kommt es dort überall auch zu Gefährdungen und Verlusten, sowohl bei ganzen Ökosystemen als auch bei Arten und innerhalb derselben.



Wild lebende Arten sind durch die Beeinträchtigung und Zerstörung ihrer Habitate gefährdet, zum Beispiel durch menschliche Besiedlung, zunehmenden Verkehr, Umweltverschmutzung oder geänderte Landnutzungsformen. Dabei können Populationsgrößen auf eine für ihr Überleben kritische Größe reduziert werden.

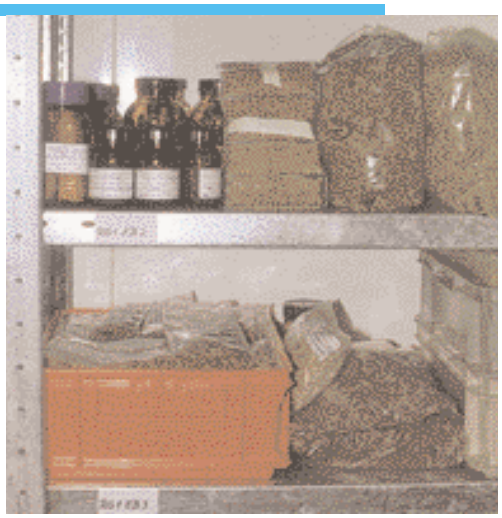
Domestizierte Organismen werden vor allem durch Nutzungsänderungen gefährdet. Technischer und wirtschaftlicher Fortschritt führt noch immer zum Ersatz menschlicher und tierischer Arbeitskraft durch Maschinen und Geräte. So spielt zum Beispiel das Pferd bei uns als landwirtschaftliches Nutztier praktisch keine Rolle mehr. Die zunehmende Globalisierung beschleunigt die Verdrängung von regionalen, landschaftstypischen Produktionsweisen mit ihren spezifischen Rassen und Sorten. Die genetische Vielfalt wird dabei – oft ungewollt – eingeschränkt.

Aus der Nutzung verdrängte genetische Ressourcen werden zum Teil in landwirtschaftlichen und forstwirtschaftlichen Genbanken, Botanischen und Zoologischen Gärten, Haustiergärten oder Spezialsammlungen erhalten. Diese Ex-situ-Erhaltungsform stellt jedoch nur eine Methode zur Sicherung der Vielfalt von Kulturpflanzen, Haustieren, aquatischen und mikrobiellen Ressourcen dar. Als Ergänzung bietet sich die In-situ-Erhaltung an, also die Erhaltung in den natürlichen Lebensräumen und -gemeinschaften. Für all diese von der Gesellschaft zu erbringenden Leistungen fehlen gegenwärtig noch umfassende Übersichten über die zu erhaltenden Ressourcen.

Auftrag

Mit der Unterzeichnung des Übereinkommens über die biologische Vielfalt (ÜBV) hat sich die Bundesrepublik Deutschland zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung der genetischen Ressourcen verpflichtet. Für den Erhalt der land-, forst- und fischereiwirtschaftlich relevanten Ressourcen ist beim Bund vor allem das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) zuständig. Die Durchführung von Maßnahmen im Rahmen von Bundesgesetzen obliegt weitgehend den Ländern. Zur Unterstützung dieser Maßnahmen und als Einrichtung zur Information und Politikberatung wurde im Jahr 1991 in der Zentralstelle für Agrardokumentation und -information (ZADI) das Informationszentrum Genetische Ressourcen (IGR) eingerichtet.

Das BMVEL hat – mit wissenschaftlicher Unterstützung der Bundesforschungsanstalten – eine Konzeption erarbeitet, um die Situation der genetischen Ressourcen für Landwirtschaft, Forsten und Fischerei zu evaluieren. Da die Situation der genetischen Ressourcen in den verschiedenen Bereichen sehr unterschiedlich ist, sind spezielle Fachprogramme vorgesehen. Diese umfassen die Bereiche der Pflanzengenetischen Ressourcen (PGR), Tiergenetischen Ressourcen (TGR), Forstgenetischen Ressourcen (FGR), Aquatischen Genetischen Ressourcen (AGR) und die Mikrobiellen Genetischen Ressourcen (MGR).



Saatgutlagerung in der Forstgenbank

Arbeitsstand

Das Informationszentrum Genetische Ressourcen der ZADI macht durch das internet-gestützte Informationssystem GENRES (www.genres.de) nationale und internationale Informationen über Institutionen, Aktivitäten sowie Dokumente zu genetischen Ressourcen leichter verfügbar. GENRES ist eine Meta-Datenbank von Internetangeboten. Experten, Institutionen, Adressen, Literatur und Projekte sind hier zu finden.

Zu pflanzen- und tiergenetischen Ressourcen sowie zu den Süßwasserfischen gibt es zentrale Übersichten als Online-Datenbanken. Für forstliche und Mikroorganismensammlungen im Geschäftsbereich des BMVEL wurden derartige Übersichtskataloge vor kurzem veröffentlicht.

Eine konzeptionelle und technische Erweiterung der Dokumentation erfolgt im Rahmen eines vom IGR koordinierten Ver-

bundprojektes „Bundesinformationssystem Genetische Ressourcen" (BIG), in dem auch das Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung, die Ruhr-Universität Bochum (für den Verband Botanischer Gärten) und das Bundesamt für Naturschutz beteiligt sind (www.big-flora.de).

GENRES als Metadatenkatalog und BIG als Werkzeug zur Faktensuche insbesondere auf Art- und innerartlicher Ebene bilden tragende Säulen des deutschen Informations- und Koordinierungssystems des ÜBV, dem so genannten Clearing-House-Mechansimus (CHM). Der CHM (www.biodiv-chm.de) wird beim IGR im Auftag des Bundesumweltministeriums entwickelt und gegenwärtig den neuen Möglichkeiten der Informationstechnologien angepasst.

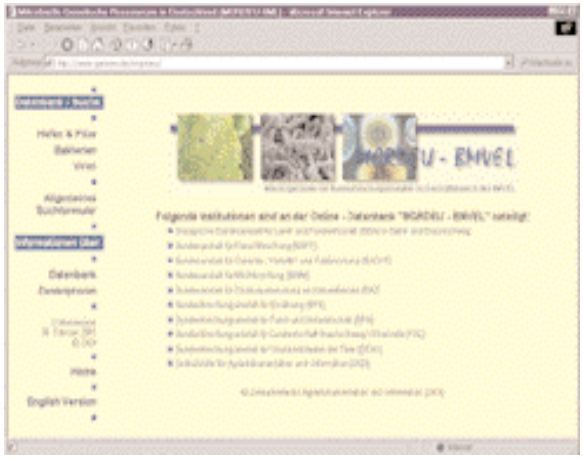
Das IGR stellt Informationen der öffentlichen und teilweise auch der privaten Sammlungen zu Pflanzengenetischen Ressourcen (PGR) insbesondere über die Datenbank PGRDEU (www.genres.de/pgrdeu) bereit, die laufend aktualisiert und überarbeitet wird. Ein spezielles Informationssystem wurde beispielhaft für Obst, Kartoffel und Gerste entwickelt (www.genres.de/eva/). Es bietet eine neue Struktur, die an die wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Erfordernisse insbesondere der Pflanzenzuchtunternehmen angepasst wird.

Für Maßnahmen zur Erhaltung forstgenetischer Ressourcen ist die Bund-Länder-Arbeitsgruppe „Erhaltung forstlicher Genressourcen und Forstsaatgutrecht" zuständig. Sie setzt sich aus Vertretern der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalten des Bundes und der Länder, unter anderem auch mit ihren Forstgenbanken, und dem BMVEL zusammen. Alle zwei Jahre wird in einem Tätigkeitsbericht der Stand der Entwicklung und der bisher erfolgten Erhaltungsmaßnahmen dokumentiert. Das IGR stellt die Tätigkeitsberichte im Internet zur Verfügung. Die darin veröffentlichten Daten bilden die Grundlage der Datenbank F G R D E U (www.genres.de/fgrdeu). Eine Erweiterung der FGRDEU um Daten zum forstlichen Vermehrungsgut ist in der Entwicklung.

Seit 1990 wird bei der FAO eine globale Strategie zum Erhalt der genetischen Ressourcen der landwirtschaftlichen Nutztiere (TGR) erarbeitet. Es soll ein weltweites Informations- und Frühwarnsystem aufgebaut werden, das Maßnahmen zur Erhaltung gefährdeter tiergenetischer Ressourcen ergreift. Mit dem Projekt TGRDEU entsteht in Zusammenarbeit mit den anerkannten Züchtervereinigungen, ihren Dachverbänden und der Gesellschaft zur Erhaltung alter und gefährdeter Haustierrassen e. V. (GEH) die zentrale Dokumentation tiergenetischer Ressourcen in Deutschland. Informationen zu allen in Deutschland züchterisch bearbeiteten Haustierrassen werden in einer Datenbank TGRDEU zusammengestellt und per Internet verfügbar gemacht (www.genres.de/tgrdeu). Hier sind Daten zu Beständen, Zuchtorganisationen und Fördermaßnahmen von EU, Bund und Ländern enthalten.

Im Gegensatz zu den Bereichen der PGR, FGR und TGR liegen noch keine Planungen eines nationalen Programmes zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung der Aquatischen Genetischen Ressourcen (AGR) vor. Unter dem Begriff werden neben den Fischen zum Beispiel auch Muscheln und Krebstiere zusammengefasst. Eine aktuelle Zusammenstellung der in Deutschland vorkommenden Süßwasserfische auf der Grundlage der Länderkataster und der Roten Liste des Bundesamts für Naturschutz wird vom IGR in der Online-Datenbank AGRDEU (www.genres.de/ agrdeu) angeboten.

Genetische Ressourcen von Mikroorganismen werden dauerhaft insbesondere in der Deutschen Sammlung für Mikroorganismen und Zellkulturen (DSMZ) und in den Ressortforschungseinrichtungen des BMVEL gepflegt. Mit Mikroorganismen wird in zahlreichen Forschungs- und Anwendungsbereichen gearbeitet, und ihre Bedeutung nimmt mit fortschreitender Entwicklung der Biotechnologie zu. Das Verwendungsspektrum reicht von viralen Krankheitserregern zur Impfstoffherstellung über pilzliche Schaderreger bei der Pflanzenresistenzzüchtung bis zu Bakterien für die Lebensmittelproduktion. Die zentrale Dokumentation der Mikroorganismensammlungen wurde 2000 im Auftrag des BMVEL unter der informationstechnischen Verantwortung des IGR in Zusammenarbeit mit den Bundesforschungsanstalten als Online-Datenbank aufgebaut (www.genres.de/mgrdeu). In dieser Datenbank werden die langfristig erhaltenswerten Pilze, Bakterien und Viren der Bundesforschungsanstalten dokumentiert. Derzeit sind rund 12.000 Akzessionen recherchierbar. Daneben liegen in der DSMZ etwa 18.000 Akzessionen, die über das eigene Internetangebot recherchierbar sind. Eine Verknüpfung beider Datenbanken mit dem Bundesinformationssystem Genetische Ressourcen wird angestrebt.



Ausblick

Es ist realistisch zu erwarten, dass die genetischen Ressourcen künftig wachsende Bedeutung erlangen werden. Die beschriebenen Datenbestände bieten eine wichtige Grundlage, um deren Erhaltung und nachhaltige Nutzung in der Zukunft sicherzustellen. In diesem Zusammenhang kommt gerade auch der Ressortforschung des BMVEL-Geschäftbereiches eine bedeutende Rolle zu, der sie sich mit vermehrten Anstrengungen zum weiteren Ausgestalten der beschriebenen Maßnahmen stellen sollte. ■

Dr. F. Begemann, Dr. Th. Gladis, S. Harrer, Dr. E. Münch, Dr. U. Monnerjahn, J. Bremond, Zentralstelle für Agrardokumentation und -information, Villichgasse 17, 53177 Bonn

Functional Food

Funktionelle Lebensmittel – Zukunft der Ernährung oder Marketing-Strategie?

Gerhard Rechkemmer (Karlsruhe)

Auf den deutschen Markt werden seit einigen Jahren, speziell durch internationale Lebensmittelkonzerne, zunehmend Produkte gebracht, die zusätzlich zu ihrem Nährwert einen besonderen gesundheitlichen Nutzen aufweisen sollen. Diese Produkte werden als funktionelle Lebensmittel (Functional Foods) bezeichnet. Spezifische gesetzliche Regelungen für Functional Foods gibt es bisher nicht. Ein wissenschaftlicher Nachweis der gesundheitlichen Wirkungen solcher Produkte wird in Europa gegenwärtig aus allgemein verfügbaren Informationen zu bestimmten Inhaltsstoffen abgeleitet, aber in der Regel nicht spezifisch für das jeweilige Produkt erbracht. Ob funktionelle Lebensmittel tatsächlich zu einer Verbesserung der Leistungsfähigkeit und Gesundheit der Bevölkerung beitragen können, ist bisher nicht erwiesen. Natürliche Lebensmittel wie Obst und Gemüse enthalten funktionell wirksame Inhaltsstoffe in großen Mengen. Die positiven gesundheitlichen Wirkungen eines hohen Gemüse- und Obstverzehrs sind durch zahlreiche Studien belegt. Deshalb sind diese Produkte die wahren Functional Foods.

In der Lebensmittelindustrie findet international ein starker Wettbewerb und eine zunehmende Konzentration und Globalisierung statt. Aufgrund der großen Vielfalt an Lebensmitteln können sich bei uns neue Produkte in der Regel nur auf Kosten bereits vorhandener Erzeugnisse etablieren. Deshalb strebt die Lebensmittelindustrie danach, ihre neu entwickelten Produkte durch zusätzliche Produkteigenschaften hervorzuheben.

Gesundheitliche Aspekte von Lebensmitteln werden vom Verbraucher zunehmend beachtet und in die Kaufentscheidung einbezogen. Durch den Anstieg ernährungsabhängiger Krankheiten (z. B. Diabetes Typ II, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, bestimmte Krebserkrankungen) und den damit verbundenen steigenden Kosten im Gesundheitswesen erscheint es auch notwendig, gesundheitliche und präventiv-medizinische Aspekte der Ernährung verstärkt zu beachten. In diesen Bereich ist die Industrie in den letzten Jahren mit den funktionellen Lebensmitteln (Functional Foods) vorgestoßen. Besonders von gesundheitsbewussten Verbrauchern werden diese Produkte gern gekauft.

Was sind funktionelle Lebensmittel?

Für Functional Foods existieren bisher weder in Deutschland noch in der Europäischen Union oder in Nordamerika rechtsverbindliche Definitionen. Lediglich Japan, das Ursprungsland dieser speziellen Lebensmittelkategorie, hat seit 1991 eine gesetzliche Grundlage für Lebensmittel zum spezifischen gesundheitlichen Gebrauch (foods for specified health use; FOSHU). In Japan unterliegen solche Produkte einem staatlichen Zulassungsverfahren; gesundheitsbezogene Aussagen für FOSHU-Produkte müssen durch wissenschaftliche Studien nachgewiesen sein.

Eine europäische Arbeitsgruppe unter der Leitung des International Life Science Institute Europe (ILSI Europe) hat in einer EU-geförderten Studie von 1996 bis 1999 wissenschaftliche Kriterien für funktionelle Lebensmittel erarbeitet. Die Arbeitsdefinition dieser Gruppe für funktionelle Lebensmittel lautet sinngemäß: Ein Lebensmittel kann als „funktionell" betrachtet werden, wenn über die Effekte einer adäquaten Ernährung hinaus eine oder mehrere Zielfunktionen im Körper positiv beeinflusst werden, was zur Verbesserung der Gesundheit und des Wohlbefindens und/oder zu einer Verringerung eines Krankheitsrisikos führen kann. Funktionelle Lebensmittel müssen Lebensmittel bleiben, und die Effekte müssen bei üblichen Verzehrsmengen nachgewiesen werden. Sie sind keine Pillen, Kapseln oder Pulver, sondern Teil eines normalen Mahlzeitenmusters.

Ein funktionelles Lebensmittel kann ein natürliches Produkt sein oder ein Lebensmittel, dem Komponenten hinzugefügt oder entfernt wurden. Eine international akzeptierte Kurzdefinition funktioneller Lebensmittel besteht darin, dass diesen Lebensmitteln ein physiologischer oder gesundheitlicher Zusatznutzen zukommt, der über die Effekte der klassischen Nährstoffe in solchen Produkten hinausgeht. Als Nährstoffe sind Kohlenhydrate, Proteine und Fette sowie die essenziellen Nährstoffe (Vitamine, Spurenelemente, bestimmte Fettsäuren) anzusehen. Für den Zusatznutzen können zum Beispiel gesundheitsfördernde Mikroorganismen oder Substanzen wie Antioxidantien verantwortlich sein.

Die funktionellen Lebensmittel sollen als Teil einer abwechslungsreichen Ernährung regelmäßig in üblichen Portionen verzehrt werden und auf diese Weise ihre

positiven Wirkungen entfalten. Ein wesentliches Problem ist dabei die notwendige Dosis und die erforderliche Zeitdauer des Verzehrs, bei denen Effekte nachzuweisen sind.

Die funktionelle Eigenschaft ist dann erwiesen, wenn sich ein physiologischer/biochemischer Messwert (Biomarker) im positiven Sinne verändert, wenn also zum Beispiel eine Verbesserung der Fließeigenschaften des Bluts oder eine Erhöhung der antioxidativen Kapazität nachzuweisen ist. Korrelationen zwischen solchen funktionellen Biomarkern und Gesundheit, Leistungsfähigkeit und Wohlbefinden sind häufig nur schwierig und unter großem Aufwand in kontrollierten klinischen Studien nachzuweisen.

Begriffswirrwarr

Functional Food, Novel Food, Nutraceuticals, Nahrungsergänzungsmittel: Der Verbraucher sieht sich gegenwärtig mit einem wahren Begriffswirrwarr konfrontiert. Lediglich für neuartige Lebensmittel (Novel Food) existiert eine europaweite, verbindliche Definition. Sie ist in der so genannten „Novel Food-Verordnung" (Verordnung EG Nr. 258/97) dargelegt. Als neuartige Lebensmittel gelten insbesondere solche, die gentechnisch veränderte Organismen enthalten, aus solchen bestehen oder aus gentechnisch veränderten Organismen hergestellt wurden. Auch neuartige Produkte, die aus Mikroorganismen, Pilzen oder Algen bestehen und Lebensmittel, die mit einem nicht üblichen Verfahren hergestellt wurden, sind als Novel Food zulassungspflichtig.

Als Nutraceuticals (Nutrition = Ernährung; Pharmaceutical = Medikament) werden Präparate bezeichnet, die als Tabletten, Kapseln, Pulver oder Ampullen isolierte, teilweise chemisch reine Lebensmittelinhaltsstoffe in hochdosierter Form enthalten.

Nahrungsergänzungsmittel enthalten hauptsächlich essenzielle Nährstoffe wie Vitamine oder Spurenelemente.

Rechtliche Probleme

Hippokrates hat vor rund 2400 Jahren gefordert: „Nahrung soll eure Medizin und Medizin eure Nahrung sein". Setzt man Nahrung mit Lebensmitteln gleich und Medizin mit Medikamenten, ist diese Forderung mit der heutigen Rechtsauffassung und der strikten Abgrenzung zwischen Arznei- und Lebensmitteln nicht vereinbar. In Deutschland wie auch in anderen europäischen Ländern bestehen für Lebensmittel und Arzneimittel getrennte gesetzliche Regelungen (Lebensmittel- und Bedarfsgegenstände-Gesetz (LMBG) und Arzneimittelgesetz (AMG)). Die Abgrenzung erfolgt im Wesentlichen durch den jeweiligen Bestimmungszweck. Lebensmittel sind demnach Produkte, die vorwiegend Ernährungs- und Genusszwecken dienen. Arzneimittel dienen der Behandlung, Linderung, aber auch der Vorbeugung von Krankheiten. Lebensmittel, die neben ihrem Ernährungszweck auch gesundheitliche Wirkungen aufweisen und für die durch Werbung und Marketing auch spezielle gesundheitsbezogene Aussagen verwendet werden, sind gegenwärtig rechtlich nur ungenügend geregelt. Sie befinden sich in einer Grauzone zwischen Lebensmittel- und Arzneimittelrecht (Abb. 1).

Beispiele funktioneller Lebensmittel

Die derzeit wohl bekanntesten funktionellen Lebensmittel sind die probiotischen Milchprodukte. Sie wurden vor etwa drei Jahren auf dem deutschen Markt eingeführt und haben innerhalb kurzer Zeit einen hohen Marktanteil erreicht. In diesen Produkten sind spezielle Milchsäurebakterien enthalten, denen

Die bekanntesten funktionellen Lebensmittel sind zurzeit probiotische Milchprodukte

positive gesundheitliche Wirkungen zugeschrieben werden. Diese Bakterien werden durch die Säure im Magen sowie die Enzyme und Gallensäuren im Dünndarm nicht zerstört. Sie können sich im Darm ansiedeln und potenziell krankmachende Keime verdrängen. Allerdings ist für die probiotische Wirkung ein häufiger Verzehr (möglichst täglich) notwendig. Aufgrund der relativ kurzen Zeit, in der solche Produkte in Deutschland auf dem Markt sind, ist die gesundheitliche Wirkung bisher schwer zu beurteilen.

Zunehmend werden auch Lebensmittel mit so genannten „präbiotischen" Kohlenhydraten angeboten. Hierbei handelt es sich um Inulin bzw. Fructooligosaccharide (FOS). Diese Substanzen werden im Dünndarm nicht verdaut und führen im Dickdarm zu einer Zunahme von probiotischen Bakterien, die sich von ihnen ernähren. Auch bestimmte lösliche Ballaststoffe von Getreide – die vor allem im Hafer vorkommenden β-Glucane – sind komplexe Kohlenhydrate mit gesundheitsförderlichen Wirkungen. In Deutschland sind gegenwärtig in vielen Bäckereien so genannte Wellness-Brote erhältlich, die sowohl Inulin als auch β-Glucane (Haferkleie) enthalten. Der Verzehr dieser Brote soll für die Cholesterin-Balance, eine gesunde Darmflora und gesunde Zellen sorgen. Wissenschaftliche Studien, die diese Aussagen belegen, liegen jedoch (nach Kenntnis des Autors) nicht vor.

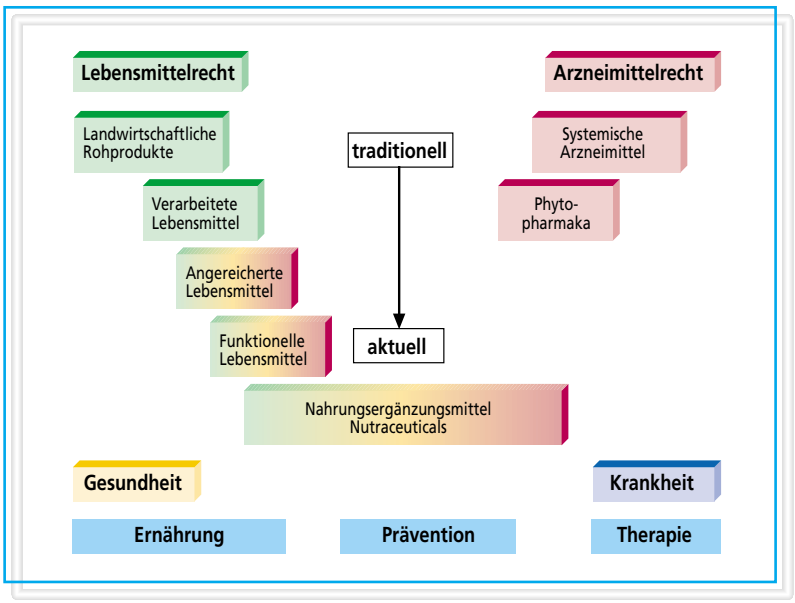


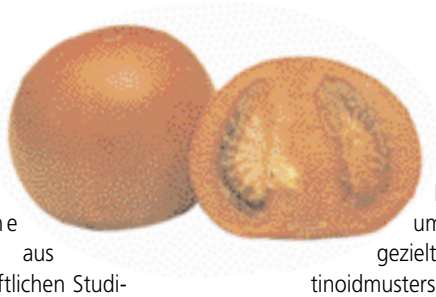
Abb. 1: Was ist noch Lebensmittel, was schon Arznei? Bei Functional Food werden die Grenzen fließend.

Einige Brote, Brötchen sowie andere Backwaren werden auch mit Fischöl hergestellt, um damit die Zufuhr von Omega-3-Fettsäuren zu erhöhen. Diese Fettsäuren kommen in Meeresfischen wie Lachs und Hering vor, und ein hoher Fischverzehr wird mit einem niedrigen Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen assoziiert. Ob allerdings der Verzehr von solchen Backwaren tatsächlich eine entsprechende Wirkung hat, wurde bisher durch wissenschaftliche Studien nicht nachgewiesen.

Eine weiteres Produkt, das seit einigen Monaten auf dem deutschen Markt als Functional Food verkauft wird, ist eine mit pflanzlichen Sterolestern angereicherte Margarine. Da die pflanzlichen Sterole eine ähnliche Struktur wie das tierische Cholesterin haben, treten sie mit diesem in Konkurrenz um die Aufnahme im Darm. Für die neue Margarine liegen mehrere wissenschaftliche Studien vor, die zeigen, dass bei regelmäßigem Verzehr dieses Produkts erhöhte Cholesterinwerte im Blutplasma signifikant gesenkt werden. Da hohe Cholesterinwerte als ein Risikofaktor für Herz-Kreislauf-Erkrankungen gelten, könnte diese Margarine zu einer Verringerung des Risikos beitragen. Problematisch ist allerdings, dass nun für weitere Produkte, unter anderem Wurstwaren, eine Anreicherung mit pflanzlichen Sterolen bei der EU beantragt wurde. Daraus ergibt sich die Frage nach der gesundheitsförderlichen Dosis dieser Substanzen und die Frage, wie der Verbraucher hierüber informiert wird.

Funktionelle Eigenschaften von Gemüse und Obst

Die besten wissenschaftlichen Hinweise auf funktionelle Wirkungen bestehen bisher für natürliche Lebensmittel, nämlich Obst und Gemüse. Aufgrund des hohen Gehalts an bioaktiven Inhaltsstoffen, die zum Beispiel als Antioxidantien wirken, können diese Produkte als funktionelle Lebensmittel par excellence bezeich-



net werden. Es gibt zahlreiche Hinweise aus wissenschaftlichen Studien auf weitere funktionelle Wirkungen von Inhaltsstoffen in Gemüse und Obst, den so genannten sekundären Pflanzenstoffen. Diese chemisch ganz unterschiedlichen Verbindungen zeigen sowohl in der Pflanze selbst als auch nach dem Verzehr vielfältige physiologische Effekte (Tab. 1).

In Gemüse und Obst sind zumeist mehrere Klassen sekundärer Pflanzenstoffe enthalten. Ihre Konzentrationen variieren nach Art und Sorte des Gemüses oder Obstes, können aber teilweise recht hoch sein. Aus diesem Grund lassen sich gegenwärtig keine Zufuhrempfehlungen für einzelne sekundäre Pflanzenstoffe geben. Jedoch ist klar, dass ein hoher Verzehr von Obst und Gemüse das Risiko reduziert, an Herz-Kreislauf-Erkrankungen oder an bestimmten Krebsformen zu erkranken.

Aufgrund solcher vielfältiger Daten unterstützen das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) und das Bundesministerium für Gesundheit (BMG) seit dem letzten Jahr die Aktion 5-am-Tag, die sich zum Ziel gesetzt hat, den Verzehr von Gemüse und Obst in Deutschland auf insgesamt 5 Portionen am Tag zu erhöhen und dadurch einen Beitrag zur gesunden Ernährung zu leisten (Abb. 2).

Forschung an der BFE

Das zentrale Anliegen der modernen Ernährungsphysiologie sind Untersuchungen zu den Mechanismen der funktionellen Wirkungen von Lebensmitteln und deren Inhaltsstoffen, mit anderen Worten die Aufklärung von Struktur-Wirkungs-Beziehungen. Das Institut für Ernährungsphysiologie der Bundesforschungsanstalt für Ernährung (BFE) beteiligt sich an einer Reihe von Forschungsvorhaben, in denen die funktionellen Eigenschaften von Lebensmitteln und Lebensmittelinhaltsstoffen detailliert untersucht werden.

In einem Leitprojekt des Bundesforschungsministeriums (BMBF) untersuchen wir gezielte Modifikationen des Karotinoidmusters in Kartoffeln und Karotten. Ziel dieses Projekts ist es, die Bioverfügbarkeit und die physiologischen Wirkungen der Karotinoide zu charakterisieren. Dadurch wollen wir zu neuen Aussagen über den gesundheitlichen Wert dieser Produkte kommen.

Zwei weitere Forschungsprojekte werden durch die EU gefördert. Im Projekt SYNCAN untersuchen wir seit März 2000 die synergistische Wirkung von Pro- und Präbiotika auf die Modulation von Funktionen des Immunsystems beim Menschen. Im Projekt PHYTOPREVENT werden seit Anfang 2001 die Wirkungen von Phytoöstrogenen auf die Entstehung von Brust- und Prostatakrebs in Modellsystemen (Zellkulturen) und im Rahmen einer Interventionsstudie auch beim Menschen untersucht.

Ganz aktuell haben wir uns in einer diätetischen Studie mit gesunden freiwilligen Versuchspersonen mit der Bioverfügbarkeit von Anthocyanen (pflanzlichen Farbstoffen) aus Traubensaft, Rotwein und entalkoholisiertem Rotwein befasst. In einer anschließenden dreimonatigen Studie wurde untersucht, welche Wirkungen diese Getränke auf das Immunsystem, den antioxidativen Status, die Lipidperoxidation und die Blutgerinnung haben.

In all diesen Studien geht es darum, wissenschaftlich abgesicherte Daten über die funktionellen und gesundheitlichen Eigenschaften von Lebensmitteln zu erarbeiten. Ziel ist es, den Verbraucherinnen und Verbrauchern fundierte Empfehlungen für eine gesunde Ernährung an die Hand zu geben und einen Beitrag zum vorbeugenden Verbraucherschutz zu leisten. ■

Abb. 2:
„5 am Tag", eine von mehreren Ministerien und Beratungsorganisationen unterstützte Gesundheitskampagne zur Steigerung des Verzehrs von Obst und Gemüse (im Internet unter: www.5amtag.de)

Dir. u. Prof. Prof. Dr. Dr. habil. Gerhard Rechkemmer, Bundesforschungsanstalt für Ernährung, Institut für Ernährungsphysiologie, Haid-und-Neu-Strasse 9, 76131 Karlsruhe

Tab. 1: Effekte von sekundären Pflanzenstoffen

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Karotinoide	✔		✔		✔					
Phytosterine	✔							✔		
Saponine	✔	✔			✔			✔		
Glucosinolate	✔	✔						✔		
Polyphenole	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔		✔	
Protease-Inhibitoren	✔		✔						✔	
Terpene	✔									
Phytoöstrogene	✔		✔							
Sulfide	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔	✔		✔
Phytinsäure	✔		✔		✔			✔	✔	

A = antikarzinogen; B = antimikrobiell; C = antioxidativ; D = antithrombotisch; E = Immunmodulation; F = entzündungshemmend; G = Blutdruck-regulierend; H = Cholesterin-senkend; I = Regulation des Blutzuckers; J = verdauungsfördernd

Robinie – Pionierbaum und Wertholz

Erfahrungen bei der In-vitro-Vermehrung geradschaftiger Robinien

Gisela Naujoks, Dietrich Ewald (Waldsieversdorf)

Die Robinie (Robinia pseudoacacia L.) steht wie viele andere nicht heimische Baumarten häufig im Mittelpunkt der Kritik von Seiten des Naturschutzes und einiger Forstpraktiker. Es ist jedoch an der Zeit zu prüfen, ob sie sich aufgrund ihrer zahlreichen positiven Eigenschaften wie Jugendfrohwüchsigkeit, geringe Ansprüche an den Boden, Bindungsvermögen des Luftstickstoffs, hohes Regenerationsvermögen und Anpassungsfähigkeit einbeziehen lässt in die Aufforstung von ausgegliederten, ehemals landwirtschaftlich genutzten Flächen, Kippen und ähnlichen Problemstandorten.

In den letzten Jahren ist die Nachfrage nach dem sehr harten und ohne chemischen Schutz dauerhaften Robinien-Holz – auch als Alternative zu Tropenholz – stark gestiegen. Gegenwärtig besteht von Seiten verschiedener Forstämter, privater Waldbesitzer und auch einiger universitärer Forschungseinrichtungen Interesse an Nachkommen bzw. Klonpflanzen geradschaftiger Robinien. Im Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft (BFH) wurde eine Methode zur In-vitro-Vermehrung von ausgewählten geradschaftigen Robinien erarbeitet.

Unbefriedigendes Angebot

Der Anbau von besonders geradschaftigen Pflanzen sollte in Hinsicht auf die spätere Nutzung des wertvollen Holzes gefördert werden, jedoch unter Berücksichtigung ökologischer Gesichtspunkte, um nicht eine unerwünscht rasche Ausbreitung dieser Baumart in anderen Waldökosystemen mit langsamer wachsenden Gehölzen und anderen Pflanzen zu verursachen und um die Artenvielfalt zu erhalten. Für Neuanpflanzungen (z. B. Ackeraufforstungen) können die kommerziellen Baumschulen in Deutschland derzeit nur Pflanzgut von ungarischen Herkünften liefern, welches unter den klimatischen Bedingungen in Deutschland nicht immer geeignet erscheint.

Die genetisch identische Vermehrung ausgewählter Individuen mit guter Stammform lässt sich nur durch vegetative Methoden erreichen. Für die Wurzelschnittlingsvermehrung ist die Entnahme von geeignetem Wurzel-Material in ausreichender Menge in einem gealterten Bestand schwierig. Die neu erarbeitete und optimierte In-vitro-Methode eröffnet jetzt die Möglichkeit, innerhalb eines relativ kurzen Zeitraums eine Reihe von Robinienklonen für Versuchsanbauten zu vermehren.

Die Methode

33 etwa 80-jährige Mutterbäume (Abb. 1) auf verschiedenen Flächen in den Revieren Waldsieversdorf, Buckow und Sauen (alles Land Brandenburg) wurden

Abb. 1: Bestand mit geradschaftigen Robinien im Naturpark Märkische Schweiz (Land Brandenburg)

hinsichtlich ihrer Wuchsqualität selektiert. Entscheidende Kriterien waren dabei Geradschaftigkeit, Höhe und Brusthöhendurchmesser. Isoenzym-Analysen zeigten, dass mehrere Genotypen, zum Teil auch durch Ausbreitung über Wurzelbrut, am Aufbau dieser Robinien-Bestände beteiligt waren. Zwischen März und August wurden regelmäßig Pflanzenteile (Zweigsegmente mit Winterknospen, grüne Spross-Spitzen und Spross-Segmente) entnommen, einer Oberflächen-Desinfektion unterzogen, in Kulturgefäße mit synthetischem Nährmedium überführt und bei täglich 16-stündiger Beleuchtung bei einer Temperatur von 18 bis 22 °C kultiviert. Als günstigster Etablierungszeitpunkt für die Kultur erwies sich Juni/Juli.

Zur Vermehrung verwendeten wir ein Nährmedium unter Zusatz von Pflanzenhormonen aus der Gruppe der Cytokinine, die insbesondere die Entwicklung neuer Sprossenknospen bewirken (Abb. 2). Alle vier bis fünf Wochen erfolgte eine Teilung der entstandenen Spross-Büschel und Übertragung auf frisches Nährmedium. Der Vermehrungszyklus ist in Abbildung 3 schematisch dargestellt. Für die meisten Klone war auf diese Weise die monatliche Vermehrung der Anzahl von Pflanzenteilen auf das 1,5-fache möglich. Die Bewurzlung von ca. 1,5 cm langen Spross-Spitzen erfolgte auf einem im Nährstoffgehalt reduzierten Medium unter Zusatz von Pflanzenhormonen aus der Gruppe der Auxine, die die Sprosse zur Wurzelbildung anregen.

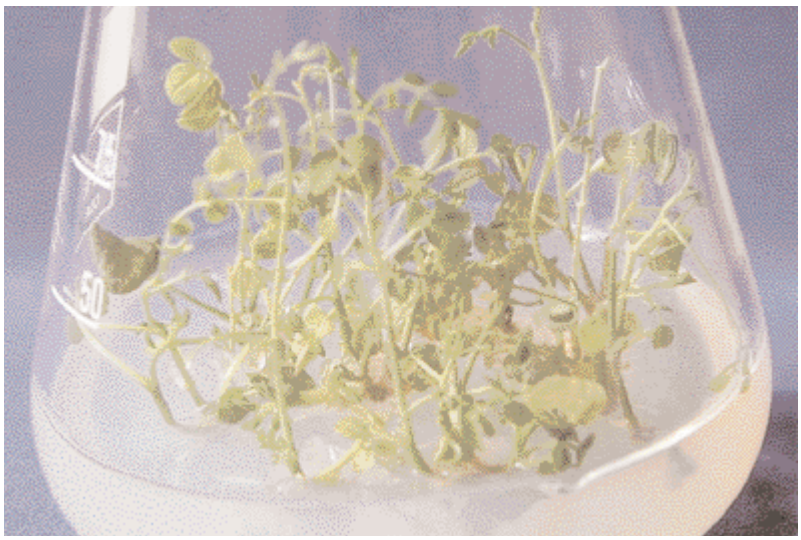


Abb. 2: In-vitro-Sprosskultur von Robinie

Für die Überführung der bewurzelten Pflanzen in die Erde wurden Jiffy-Torfquelltöpfe oder eine Mischung aus 45 % Torf, 15 % Perlite und 40 % Sand verwendet. Nach dem Anwuchs der Pflänzchen unter hoher Luftfeuchte (Foliebogen oder Mini-Gewächshäuser) erfolgte die allmähliche Abhärtung durch eine schrittweise Reduzierung der Luftfeuchte. Durch die große Blattoberfläche waren die Robinien-Pflanzen wesentlich empfindlicher als andere Laubgehölze aus der In-vitro-Vermehrung.

Nach erfolgreicher Abhärtung schloss sich eine Verschulung ins Freiland oder in Pflanz-Container an. Die Vergabe der Pflanzen für Versuchsanbauten war nach einjähriger Aufzucht in der Baumschule möglich.

Ein Teil der bisher in vitro vermehrten Robinienklone wurde gemeinsam mit Sämlingspflanzen aus Saatgut der geradschaftigen Bestände in einer kombinierten Klon- und Nachkommenschaftsprüfung im Frühjahr 1995 ausgepflanzt. Da Robinien frühzeitig fruchten, konnte bereits im Jahr 2000 Saatgut für eine weitere Nachkommenschaftsprüfung geerntet werden.

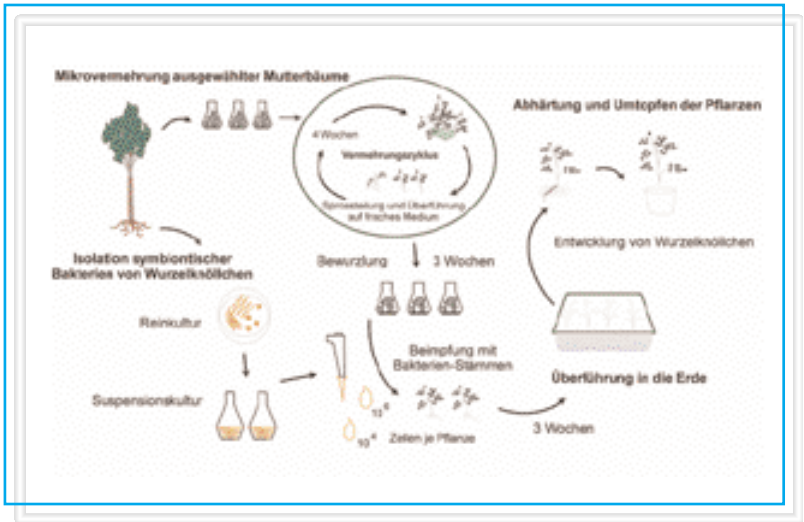


Abb. 3: Schema der In-vitro-Vermehrung von Robinie

Probleme bei der Mikrovermehrung

Während der Vermehrungsphase musste die Pflanzenkultur spätestens alle fünf Wochen auf frisches Nährmedium umgesetzt werden, da die Vitalität der Spross-Büschel sonst merklich nachließ. Dieses Problem trat bei den bisher bearbeiteten Laubgehölzen (Aspe, Birke) nicht auf. Aus diesem Grund ließen sich die Robinienklone in vitro auch unter reduzierten Wuchsbedingungen (Temperatur: 14 bis 17 °C, schwaches Weißlicht) nicht über einen längeren Zeitraum lagern. Zur Erhaltung ausgewählter Robinienklone erscheint es deshalb am sinnvollsten, ein Mutterquartier anzulegen, von dem dann bei Bedarf Material für die vegetative Vermehrung entnommen werden kann.

Erst nach längerer Dauer der In-vitro-Phase (einige Monate bis Jahre) zeigte sich eine Reihe von Problemen:

- Endogene (pflanzenbewohnende) Bakterien, anfänglich nicht sichtbar, später als weißlich-gelbliche Schleier im Nährboden zu beobachten, behinderten unter bestimmten Bedingungen das Wachstum der Sprosskulturen. Mit verschiedenen Identifizierungsmethoden wurde festgestellt, dass es sich um zwei Stämme handelte, die sich zwar in die Gattung *Curtobakterium* einstufen, aber keiner bekannten Art zuordnen ließen. Bakterizide Wirkstoffe brachten bisher keinen Erfolg. Strenge Selektion in den Kulturen sowie eine Temperatursenkung unter das Wachstumsoptimum der Bakterien drückte die starke Bakterienvermehrung, beeinflusste aber auch die Vermehrungsrate der Robinien negativ. Die Rolle dieser Endophyten in ihrer natürlichen Vergesellschaftung mit der Pflanze ist noch weitgehend unbekannt. Weitere Untersuchungen sind hier notwendig, um unerwünschte Einflüsse der Bakterien im In-vitro-System zu reduzieren.
- Bei der Bewurzlung waren erwartungsgemäß klonspezifische Unterschiede zu erkennen. Die Bewurzlungsrate in vitro als Mittel von 13 Klonen betrug im Frühjahr 1993 51,4 %, im Frühjahr 1995 dagegen 16,9 %. Diese sinkenden Bewurzlungsraten im Verlaufe einer mehrjährigen Kultivierung sind wahrscheinlich auf einen dauerhaften Einfluss des cytokininhaltigen Nährmediums zurückzuführen. Durch kurzzeitiges Hinzufügen hoher Auxinkonzentrationen (100 mg/l IBA für 1 Woche) konnte eine Steigerung der Bewurzlungsraten erreicht werden. Eine Alternative wäre die erneute Etablierung der Klone nach einigen Jahren von einem Baumschul-Mutterquartier und die Prüfung von Nährmedien mit wechselnden Hormonkonzentrationen.
- Zur Aufklärung der Ursachen von übermäßigem Kalluswachstum und starker Vitrifizierung der Robiniensprosse laufen Versuche, die eine Vielzahl von Einflussfaktoren klären sollen. Dazu gehören die Lichtqualität (unterschiedliche Spektren trotz gleicher Typenbezeichnung „Warmweiß"), verschiedene Agar-Chargen, Temperatur, Luftfeuchte und Gasaustausch.
- Unbefriedigende Überführungsraten bei der Anpassung der in vitro vermehrten Robinien an Gewächshausbedingungen ließen sich durch die frühzeitige Applikation von Bakterienstämmen der Gattung *Mesorhizobium,* die zuvor von mehrjährigen Robinien isoliert wurden, verbessern (höhere Überlebensrate, größere Knöllchenanzahl an den Wurzeln, höhere Sprosslänge und Frischmasse).

Bewährung in der Praxis

Die von uns erarbeitete Methode zur Mikrovermehrung von Robinien eröffnet die Möglichkeit, Robinienpflanzen von geradschaftigen Mutterbäumen, die in Beständen des Nordostdeutschen Tieflands selektiert wurden, in breiterem Umfang in Aufforstungen auf ehemals landwirtschaftlich genutzten Flächen, Kippen und anderen Problemstandorten einzubeziehen, um künftig das wertvolle Holz dieser anspruchslosen Baumart stärker nutzen zu können.

Nach einer Ausschreibung der Forschungsergebnisse hat 1999 das Institut für Pflanzenkultur Solkau die Rechte an der kommerziellen In-vitro-Vermehrung von 30 Klonen geradschaftiger Robinien erworben. Das BFH-Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung ist bei der Anpassung der Vermehrungsmethode an Praxis-Bedingungen weiterhin unterstützend und beratend tätig. Die Forschungsarbeiten an der Baumart Robinie werden fortgeführt, einerseits um praxisrelevante Erkenntnisse bei der Langzeitkultivierung in vitro zu gewinnen, aber auch um züchterische und waldbauliche Fragen des Robinienanbaus zu klären. Von Interesse ist hier zum Beispiel die Zusammenstellung geeigneter Klonmischungen, die Beimischung anderer Baumarten oder die Ursachen und Bekämpfungsmöglichkeiten von neu aufgetretenen Schaderregern an jüngeren Robinien. ■

Gisela Naujoks, Dr. Dietrich Ewald, Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, 15377 Waldsieversdorf

Weidehaltung und Fleischqualität

Karin Nürnberg, Klaus Ender (Dummerstorf)

Verbraucher sind zunehmend an einer gesunden Ernährung mit Lebensmitteln hoher Qualität interessiert. Der Gehalt an gesundheitsfördernden Inhaltsstoffen natürlichen Ursprungs wird zur relevanten Kenngröße eines Nahrungsmittels. Fleisch ist ein natürliches Lebensmittel, das wichtige Nährstoffe liefert (essenzielle Fettsäuren, Aminosäuren, Vitamine, Mineralstoffe). Die Inhaltsstoffzusammensetzung des Fleisches hängt unter anderem von der Haltung und Ernährung der Tiere ab. Am Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere (FBN) in Dummerstorf bei Rostock haben wir untersucht, wie sich die Weidehaltung von Rindern und Schafen auf die Zusammensetzung der Fettsäuren im Fleisch auswirkt.

Essenzielle Fettsäuren

Fette sind eine facettenreiche Stoffklasse: Sie liefern den Körperzellen Energie und sind Strukturbestandteile biologischer Membranen. Darüber hinaus beeinflussen ihre Stoffwechselprodukte zahlreiche wichtige physiologische Systeme wie das Herz-Kreislauf-, das Immun- oder das Nervensystem.

Mit Blick auf die Ernährung kommt den mehrfach ungesättigten Fettsäuren (Polyenfettsäuren) große Bedeutung zu. Eine ungenügende Zufuhr kann zu Stoffwechselstörungen führen. Außerdem tragen sie dazu bei, den Cholesterolspiegel im Blut zu senken und damit Erkrankungen des Herzkreislaufsystems entgegenzuwirken. Bei den mehrfach ungesättigten Fettsäuren sind zwei Typen zu unterscheiden: die Omega 3 oder n-3 Fettsäuren (z. B. Linolensäure, C18:3 n-3) und die Omega 6 oder n-6 Fettsäuren (z. B. Linolsäure, C18:2 n-6). Da der menschliche Körper weder Linolen- noch Linolsäure selbst herstellen kann (= essenzielle Fettsäuren), müssen sie mit der Nahrung aufgenommen werden. Von Bedeutung ist außerdem ein richtiges Verhältnis dieser beiden Fettsäuretypen zueinander. In industrialisierten Staaten beträgt das Verhältnis der n-6 zu n-3 Fettsäuren in der Nahrung gegenwärtig 10 : 1 bis hinauf zu 20 : 1. Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung plädiert jedoch in ihren neuesten Empfehlungen für eine deutliche Verminderung des n-6 : n-3 Verhältnisses auf Werte von 5 : 1 oder darunter. Mit anderen Worten: Die Aufnahme von n-6 Fettsäuren ist derzeit zu hoch.

Wichtige Lieferanten der n-6 Fettsäuren sind pflanzliche Öle (z. B. Sonnenblumenöl) und Getreideerzeugnisse. Tierische Lebensmittel wie Fleisch, Milch und Eier werden heute zumeist durch die Fütterung von Getreide und Extraktionsschroten erzeugt, die überwiegend Fettsäuren der n-6 Reihe enthalten. Demgegenüber entsprechen tierische Erzeugnisse, die auf der Basis grüner Pflanzen oder mit Futtermitteln unter Zusatz spezieller pflanzlicher Öle wie Lein- oder Rapsöl produziert werden, hinsichtlich ihrer Fettsäurezusammensetzung allen Anforderungen an gesunde Lebensmittel.

In den letzten Jahren sind verschiedene Möglichkeiten genutzt worden, Lebensmittel mit n-3 Fettsäuren anzureichern. Eine Variante ist der direkte Zusatz von mikroverkapseltem Fischöl in Fleisch- und Wurstwaren bzw. Brot. Da Fischöl einen hohen Gehalt an n-3 Fettsäuren aufweist, kann auf diese Weise die Zusammensetzung der Nahrungsmittel günstig beeinflusst werden. Solche Produkte werden bereits auf dem Markt angeboten. Ein anderer Weg ist, die Fettsäurezusammensetzung von Fleisch auf natürliche Weise

über die Fütterung der Tiere zu verändern. In der Tabelle 1 ist die Fettsäurezusammensetzung von verschiedenen Futtermitteln dargestellt. Das Fett des Weidegrases, der Rapssaat und des Leinsamens hat aufgrund des hohen Anteils an Linolensäure (C18:3 n-3) einen niedrigen Quotienten von n-6 zu n-3. Das Verhältnis dieser beiden Fettsäuretypen liegt daher günstiger als beim Fett in Mais und Getreide.

Fütterung im Stall und auf der Weide

Am Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere (FBN) interessierte uns die Frage, wie sich die Fettsäurezusammensetzung im Fleisch von Rindern und Schafen durch die Haltungs- und Fütterungsform beeinflussen lässt.

Die Untersuchungen an Rindern wurden mit insgesamt 19 Tieren durchgeführt (9 Deutsche Holstein Ochsen und 10 Deutsche Fleckvieh Bullen). Jeweils eine Gruppe (5 Deutsche Holstein und 6 Deutsche Fleckvieh) wurde auf der Weide gehalten, eine andere intensiv auf Einzelfutterplätzen in institutseigenen Stallanlagen gefüttert. Entsprechend der Lebendgewichtsentwicklung wurde die Ration dieser Tiere wöchentlich erhöht. Maissilage, Kraftfutter, Sojaextraktionsschrot, Trockenschnitzel und Heu sowie ein Mineralstoffgemisch waren Bestandteile des Futters.

Für die Untersuchungen an Schafen wurde die Kreuzung der Fleischschafrassen Texel x Bleu du Maine ausgewählt.

Tab. 1: Fettgehalt und Fettsäurezusammensetzung von ausgewählten Futtermitteln bzw. -zusätzen

%	Mais[2]	Gras[1]	Weizen[2]	Gerste[2]	Leinsamen[2]	Sojamehl[1]	Rapssaat[2]
Fettgehalt	4,5	1,5	2,7	3,5	38,1	1,8	41,4
C18:2 n-6	52,0	15,5	55,5	44,2	16,1	51,8	21,8
C18:3 n-3	1,0	50,8	3,9	4,5	53,1	6,8	9,1
n-6/n-3 Quotient	52,0	0,3	14,2	9,8	0,3	7,6	2,4

1 eigene Analysendaten; 2 JACOBSEN et al. (1993)

Die Tiere wurden bei einem Lebendgewicht von 20 kg in zwei Gruppen aufgeteilt. Die Tiere der Stallgruppe (n = 14) erhielten Kraftfutter und als Rohfaserergänzung 100 g Stroh pro Tier und Tag. Das Kraftfutter hatte einen Rohproteingehalt von 20,2 % in der Trockensubstanz, der Energiegehalt betrug 12,1 MJ pro kg und Tag.

Die Fütterung der Tiere hat Einfluss auf die Fleischqualität

Die Lämmer der Weidegruppe (n = 13) wurden bis zur Schlachtung auf einer intensiven Weide gehalten. Bei einem Lebendgewicht von etwa 42 kg wurden die Lämmer beider Gruppen im Versuchsschlachthaus Dummerstorf geschlachtet und 24 Stunden nach der Schlachtung eine Muskelprobe entnommen. Mit Hilfe der Kapillar-Gaschromatographie analysierten wir die Fettsäurezusammensetzung des intramuskulären Fettes des *Musculus longissimus* (Rückenmuskel).

Mehr n-3 Fettsäuren bei Weidehaltung

Die unterschiedlichen Fütterungssysteme (Weide- und Stallhaltung) führten bei Deutschen Holstein Ochsen zu signifikanten Unterschieden in der Fettsäurezusammensetzung des intramuskulären Fettes im Muskel (Tab. 2). Durch Weidehaltung wurde der relative Anteil an n-3 Fettsäuren signifikant um das Vierfache von 0,45 auf 1,83 % gesteigert – und das, obwohl ein Teil der ungesättigten n-3 Fettsäuren durch die im Rinderpansen vorhandenen Mikroorganismen in gesättigte Fettsäuren umgewandelt wird (Biohydrogenie-

rierende Wechselwirkungen zwischen den Stoffwechselwegen der n-3 und n-6 Fettsäuren sind seit langem bekannt.

Bezogen auf den Menschen lassen die Ergebnisse den Schluss zu, dass beim Verzehr von 100 g dieses Muskelfleisches etwa 70–100 mg n-3 Fettsäuren aufgenommen werden.

Die Fleischschafrassenkreuzung Texel x Bleu du Maine liefert bei einer Mastendmasse von ca. 42 kg in beiden Produktionssystemen magere Schlachtkörper. Der niedrige intramuskuläre Fettgehalt ist Beweis dafür (Tab. 3). Auch bei Schafen führt die Weidemast zu einer signifikanten Anreicherung der n-3 Fettsäuren im

Tab. 2: Fettgehalt und Fettsäurezusammensetzung des M. longissimus (Rückenmuskel) von Deutschen Holstein Ochsen und Deutschen Fleckvieh Bullen (18 Monate)

	Deutsche Holstein Ochsen		Deutsche Fleckvieh Bullen	
	Stallmast n = 4	Weidemast n = 5	Stallmast n = 4	Weidemast n = 6
Intram. Fettgehalt des *M. longissimus*	4,54	3,94	1,70	1,98
C18:2 n-6	3,52	1,63	10,3[a]	4,6[b]
C18:3 n-3	0,2	0,8	0,46[a]	2,38[b]
Summe n-6 Fettsäuren	5,3	2,6	13,9[a]	7,1[b]
Summe n-3 Fettsäuren	0,45[a]	1,83[b]	1,35[a]	4,94[b]
n-6/n-3 Quotient	11,9[a]	1,46[b]	10,28[a]	1,43[b]
n-3 Fettsäuren (mg/100g)	20,4[a]	72,1[b]	22,9[a]	97,8[b]

[a,b] – signifikante Unterschiede zwischen den Fütterungsgruppen (P ≤ 0,05)

rung). Das heißt, trotz dieses Verlustes wird ein messbarer Anteil der im Gras enthaltenen Linolensäure (C18:3 n-3) in die Lipide des Rindermuskels eingebaut. Das Verhältnis von n-6 zu n-3 Fettsäuren kann bei Ochsen durch die Weidefütterung auf 1,5 : 1 gesenkt werden.

Auch bei den Deutschen Fleckvieh Bullen wird durch die Haltung auf der Weide der Anteil an n-3 Fettsäuren von 1,3 % auf 4,9 % im Muskel erhöht (Tab. 2). Dieser signifikante Anstieg konnte auch bei den langkettigen n-3 Fettsäuren (C20:5, C22:5, C22:6) beobachtet werden. Die Summe der n-6 Fettsäuren im Muskel ist bei Weidefütterung signifikant verringert. Diese Ergebnisse lassen auf eine erhöhte Biosyntheserate der langkettigen n-3 Fettsäuren auf Kosten der n-6 Fettsäuren schließen. Konkurrierende Wechselwirkungen zwischen den Stoffwechselwegen der n-3 und n-6 Fettsäuren sind seit langem bekannt.

Bezogen auf den Menschen lassen die Ergebnisse den Schluss zu, dass beim Verzehr von 100 g dieses Muskelfleisches etwa 70–100 mg n-3 Fettsäuren aufgenommen werden.

Die Fleischschafrassenkreuzung Texel x Bleu du Maine liefert bei einer Mastendmasse von ca. 42 kg in beiden Produktionssystemen magere Schlachtkörper. Der niedrige intramuskuläre Fettgehalt ist Beweis dafür (Tab. 3). Auch bei Schafen führt die Weidemast zu einer signifikanten Anreicherung der n-3 Fettsäuren im Muskel und einem vorteilhafteren n-6 : n-3 Quotienten.

Ein Vergleich zwischen Rindfleisch und Schaffleisch zeigt: Unter intensiven Fütterungsbedingungen im Stall weist das Fleisch von Schafen eine günstigere Lipidzusammensetzung auf (niedrigerer n-6 : n-3 Quotient) als Rindfleisch. Insgesamt lässt sich die Fettsäurezusammensetzung des Fleisches beim Rind stärker durch die Fütterung und Haltungsform beeinflussen als beim Schaf.

Dennoch: Obwohl bei Wiederkäuern im Pansen eine partielle Biohydrierung der ungesättigten Fettsäuren stattfindet, zeigen die Ergebnisse sowohl bei Rindern als auch bei Schafen, dass der hohe Gehalt an Linolensäure im Gras zu einer Anreicherung dieser Fettsäure und deren Metabolite (C20:5 n-3, C22:5 n-3 und C22:6 n-3) im Muskelgewebe der Wiederkäuer führt.

Tab. 3: Fettgehalt und Fettsäurezusammensetzung des M. longissimus (Rückenmuskel) von Lämmern (Texel x Bleu du Maine)

%	Stallmast n = 14	Weidemast n = 13
Intram. Fettgehalt des *M. longissimus*	1,2	1,3
C18 : 2n-6	9,3	7,9
C18 : 3n-3	0,73[a]	2,25[b]
Summe n-6 Fettsäuren	13,2	12,2
Summe n-3 Fettsäuren	2,1[a]	5,3[b]
n-6 /n-3 Quotient	7,3[a]	2,3[b]
n-3 Fettsäuren (mg/100 g)	25,2[a]	68,4[b]

[a,b] – signifikante Unterschiede zwischen den Fütterungsgruppen (P ≤ 0,05)

Vorteile für die Verbraucher

Die Verbraucher fordern umfassende Informationen über die Erzeugung und Verarbeitung sowie über den gesundheitlichen Wert von Fleisch und Fleischprodukten. Fleisch wird auch künftig ein Nahrungsmittel mit hoher ernährungsphysiologischer Wertigkeit sein. Durch die Weidehaltung kann der Gehalt an n-3 Fettsäuren im Fleisch von Rindern und Schafen erhöht werden. Die Weidemast stellt somit eine geeignete Möglichkeit dar, die ernährungsphysiologische Wertigkeit des Fleisches zu erhöhen und gleichzeitig eine tiergerechte Haltungsform zu praktizieren.

Die positiven Wirkungen von n-3 Fettsäuren für die Gesundheit des Menschen lassen sich durch den Verzehr von Fleisch mit einem verbesserten n-6/n-3 Quotienten erreichen – und das ganz ohne die Einnahme von Fischölkapseln. Durch gezielte Maßnahmen (Nachmast, Auswahl geeigneter Rassen, Berücksichtigung des Geschlechtseinflusses) kann die Effizienz der Weidehaltung von Rindern und Schafen noch stärker erhöht werden. ■

Dr. Karin Nürnberg, Prof. Dr. Klaus Ender, Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere, FB Muskelbiologie und Wachstum, Wilhelm-Stahl-Allee 2, 18196 Dummerstorf

Die Chance zu überleben

Das Schicksal der „Discards" in der Ostsee

Bernd Mieske (Rostock)

Ein Gärtner erntet nur reife Agrarprodukte und sorgt nach der Ernte für ausreichendes Saatgut für die kommende Saison. Der Gärtner befindet sich mit seinen Kulturpflanzen im gleichen Ökosystem und kann sie begutachten, ohne dass er sie dazu aus dem Boden herausreißen und in ihrem weiteren Gedeihen beeinflussen muss. Ein Fischer, der mit Netz, Reuse oder Angel fischt, kann bisher seine bewirtschaftete Nahrungsressource erst nach der „Ernte" begutachten, wenn er seinen Fang zwangsweise aus dem Gewässer entnommen und an einen völlig ungeeigneten Lebensraum, das Deck des Fangschiffes, verbracht hat. Fischer wie Gärtner wollen verkaufsfähige Produkte erzeugen. Beiden schadet es, im Übermaß junges Wachstumspotenzial zu vernichten. Der Fischer muss ausreichend Fische im Gewässer belassen, die sich gut vermehren können und dadurch gewährleisten, dass auch künftig auf seinem Fangplatz noch Fische gefangen werden können. Der Fischer ist aber auch ökonomischen Zwängen ausgesetzt und muss seinen Fangbetrieb wettbewerbsfähig halten. Wie ist vor diesem Hintergrund der Rückwurf nichtanlandungsfähiger Fische zu werten?

Abb. 1: Mit Seewasser durchströmter Fischhälter auf dem Fischereiforschungskutter „Solea" mit bäuchlings an der Oberfläche treibenden Dorschen

Gesetzliche Vorgaben zur Erhaltung der Fischbestände

In der Ostsee kommen verschiedene gesetzliche Bestimmungen zur Anwendung, um die für die menschliche Ernährung wichtigen Fischbestände, aber auch seltene Fischarten zu erhalten.

Die Fischer der verschiedenen Anliegerstaaten dürfen pro Jahr nur eine bestimmte Menge an Fischen einer wirtschaftlich bedeutsamen Art fangen. Wie hoch diese Menge sein darf, wird unter Berücksichtigung wissenschaftlicher Empfehlungen auf internationaler Basis festgelegt. Dadurch soll die Bestandserhaltung gesichert werden. Für zahlreiche Fischarten gibt es Regelungen zu Mindestmaßen. Fische, die kleiner sind als dieses Mindestmaß, dürfen nicht angelandet werden. Es gibt für viele Wirtschafts-Fischarten auch Regelungen für Schonzeiten während der Laichzeit; für seltene Arten auch ein ganzjähriges Fangverbot. In der 3-Seemeilenzone der Küstengewässer ist Fischerei mit Geräten der aktiven Fischerei verboten. Auch zur Beschaffenheit der Fanggeräte existieren Vorschriften. Ideal wäre ein Fanggerät, mit dem nur die gewünschten Fischarten in der erlaubten Größe gefangen werden. Doch derartige Geräte gibt es trotz zahlreicher Verbesserungen noch immer nicht.

Gesetzlich geregelt sind bei Fangnetzen vorwiegend die jeweiligen Mindestgrößen der Maschenöffnungen für entsprechende Zielfischarten. Wenn das Gewicht der untermaßigen Fische 20 % des Fanges erreicht oder übersteigt, muss laut Fischereiordnung der Fangplatz gewechselt werden.

Warum werden frisch gefischte Fische ins Meer zurückgegeben?

Steigen wir einmal in die Praxis ein: Betreten wir ein Fischerboot und beobachten die Arbeiten an Bord. Fischers Fritz holt wie seine Berufskollegen das Fanggeschirr ein, entleert es und sortiert den Fang für die weitere Verarbeitung. Was passiert nun mit den Fischen, die Fischers Fritz nicht fangen durfte oder nicht fangen wollte?

Diese Fische werden ins Meer zurückgegeben! International werden sie als „Discards" bezeichnet, auf Deutsch etwa „Rückwurf". Vom Rückwurf sind all jene Fische betroffen, deren Körperlängen unterhalb der gesetzlichen Mindestanlandegröße liegen, die sich in ihrer Laichschonzeit befinden, für die ein ganzjähriges

Abb. 2: Netzkäfigverband des Instituts für Ostseefischerei (IOR) im Alten Strom von Warnemünde

oder ein saisonales Fangverbot besteht, für deren Fang die Quote ausgeschöpft ist oder für die aufgrund der Marktsituation, also des zu erwartenden Erlöses, das Anlanden nicht lohnt.

Nach der Küstenfischereiordnung Mecklenburg-Vorpommerns sind untermaßige oder während der Schonzeit gefangene Fische „unverzüglich mit der gebotenen Sorgfalt in das Gewässer in die Freiheit" zurückzusetzen. Diese Regelung geht von der Erwartung aus, dass viele Fische diese Prozedur überleben. Im Kontrast dazu stehen Aussagen von Fischereipraktikern und Besatzungen der Fischereiaufsichtsboote, aussortierte mit Schleppnetzen gefangene Untermaßige seien tot, wenn sie der See zurückgegeben werden. Es lohnt sich also die Frage, wie lange „frisch gefischte Fische" überlebensfähig sind.

Wie wird untersucht?

Ideal wäre es, alle ins freie Gewässer zurückgesetzten Fische würden dort einzeln über einen Zeitraum hinsichtlich ihres Weiterlebens beobachtet. Der technische Entwicklungsstand unserer Zeit würde eine solche Verfahrensweise sogar ermöglichen. Das wäre jedoch sehr kostenintensiv. Daher werden die zu untersuchenden Fische nicht unmittelbar ins Meer zurückgesetzt, sondern während des Untersuchungszeitraums in einfach zu kontrollierende, mit dem Meerwasser in Verbindung stehende Hälterungseinrichtungen gegeben. Diese Hälterungen lassen sich in zwei Gruppen einteilen. Zum einen handelt es sich um geschlossene, auf den Schiffen befindliche Behälter, durch die Meerwasser gepumpt wird; sie werden als Lebendfischhälter bezeichnet (Abb. 1). Die Alternative sind schwimmende, ins natürliche Gewässer eingebrachte Netzkäfige, wie sie in Abbildung 2 als Verband gekoppelt und in Abbildung 3 im zur Kontrolle aufgehievten Zustand zu sehen sind.

Können Wildfische in diesen im Vergleich zum Meer winzigen Haltungsräumen überhaupt überleben? Von wirtschaftlich wichtigen Grundfischarten der Ostsee ist bekannt, dass sie lange bei guter Kondition in beiden Typen von Hältereinrichtungen ausdauern können. Voraussetzung dafür ist aber, dass sie schonend gefangen und schonend bis zum Besatz behandelt wurden. Das Institut für Ostseefischerei der Bundesforschungsanstalt für Fischerei (BFAFi) hat beide Hälterungseinrichtungen getestet. In beiden Fällen befindet sich der Fischbesatz während des gesamten Versuchszeitraums im Oberflächenwasser. Daraus folgt, dass sich der Wasserkörper in den Hälterungseinrichtungen in Bezug auf Temperatur und Salzgehalt oftmals erheblich von den Bedingungen des Fangortes unterscheidet. Doch die in der Ostsee vorkommenden Meeresfischarten wie Flundern und Dorsche verfügen bezüglich Temperatur- und Salzgehalts-Schwankungen über vergleichsweise hohe Toleranzbereiche, wie durch zahlreiche Versuche bekannt ist.

Abb. 3: Dorsche und Plattfische in einem zur Kontrolle aufgehievten IOR-Netzkäfig

Aus den Netzkäfigen des Instituts für Ostseefischerei konnten zum Beispiel von 160 mittels Stellnetz gefangenen Dorschen 97 % lebend nach einer Hälterungsdauer von 12 Tagen wieder entnommen werden. Auch schonend gefangene Dorsche, die sich in einem auf dem Schiffsdeck stationierten Lebendfischhälter befanden, waren nach 11 Tagen noch in einem kraftvoll vitalen Zustand.

Bei der Ermittlung der Überlebensfähigkeit von Discards wird daher davon ausgegangen, dass die genannten Fischarten in Hälterungseinrichtungen überleben, sofern sie schonend gefangen und unbeschädigt eingesetzt werden. Entstehen im Hälterungsversuch Verluste, sind sie auf schädigende Faktoren während des Fangprozesses und der nachfolgenden Behandlung zurückzuführen.

Was beeinflusst die Überlebensfähigkeit gefischter Fische?

Fast jeder Schleppnetzfang ist ein einmaliges Ereignis, welches sich von davorliegenden und nachfolgenden Einsätzen des Fanggerätes unterscheidet. Zwar ändern sich die Fangtiefen auf den geografisch festen Fangplätzen der Grundschleppnetzfischerei in der Ostsee infolge geringer Wasserstandsschwankungen nur wenig. Aber in welche Richtung geschleppt wird, ob vom Flachen ins Tiefe oder umgekehrt, hängt von Wind und Strömung oder einfach von der Erreichbarkeit des Fangplatzes vom Auslaufhafen oder vom davor liegenden Fischereistandort ab. Auf die Fangzusammensetzung nach Fischarten, Fischmenge und mitunter auch Fischgröße kann der Fischer einen gewissen Einfluss nehmen. Unvorhersehbar sind aber die Sedimentanteile im Fanggut in Gestalt von natürlichen Ablagerungen wie Muschelschalen oder illegal von Schiffen ins Meer entsorgtem Unrat.

In Tabelle 1 wird deutlich, dass es von der Fischart abhängt, wie hoch die Anzahl überlebensfähiger Fische ist. Flundern zeigten insgesamt die höchsten, Klieschen (Scharben) die niedrigsten Überlebensraten.

Beispiel Dorsch

Fischers Fritz interessiert sich besonders für Dorsch, eine für die Ostseefischerei wichtige Fischart. Tabelle 2 gibt an, wie viel Dorsche den Fang auf drei unterschiedlichen Fangschiffen überlebten. Dem Fischer fällt sofort auf, dass die Fangtechnik einen entscheidenden Einfluss auf die Überlebensrate ausübt.

Die hohen Verluste in den Fängen der 35 m langen „Solea" (Fischereiforschungsschiff der BFAFi) sind vor allem mit der Heckfangtechnologie begründbar. Durch das Hieven über das Heck sind die Fische im Fang kontinuierlich wirkenden hydrodynamischen Belastungen ohne „Erholungsphase" ausgesetzt. Bei dem kommerziellen 17-m-Kutter sowie dem 17,6 m langen BFAFi-Forschungskutter „Clupea" handelt es sich dagegen um Seitenfänger, die heute kaum noch gebräuchlich sind. Bevor der Fang an Deck gehievt werden kann, muss ein Seitenfänger abstoppen und mit der Geschirrseite in Luv drehen. Während dieser Zeit ist das Schleppnetz entlastet und die Fische im Schleppnetz sind noch in jener Wassertiefe, in der sie sich vor dem Gefangenwerden befunden

Tab. 1: Durchschnittliche artspezifische Überlebensraten von Ostseefischen aus dem Fang der Grundschleppnetzfischerei von den Forschungskuttern „Solea" und „Clupea" sowie einem kommerziellen 17-m-Kutter je Hol

Fischart	Dorsch	Flunder	Scholle	Steinbutt	Kliesche
Anzahl insgesamt untersuchter Individuen	5198	7185	1818	1239	4074
Anzahl der Hälterversuche	43	85	42	49	42
Durchschnittliche Überlebensrate	50,2 %	79 %	75,9 %	71 %	42,7 %
Höchster Wert	94,4 %	100 %	100 %	100 %	90,5 %
Niedrigster Wert	0,0 %	9,5 %	4,3 %	0,0 %	0,0 %

Abb. 4: Plattfische und Dorsche im gehievten Schleppnetz-Steert eines 17-m-Kutters

haben. Die Fische haben somit Gelegenheit, Sauerstoffdefizite auszugleichen. Das kann lebensrettend sein, da das Mitschwimmen im Schleppnetz die Fische auszehrt.

Die unterschiedlichen Verlustraten auf den beiden 17-m-Kuttern lassen sich durch die verschiedene Behandlung des Fanges an Deck erklären. Auf dem Forschungskutter wird der Steert (Abb. 4) über einen vergleichsweise weiträumigen Decksbereich entleert. Die aus dem Steert kommenden Fische liegen ungeschichtet nebeneinander. Die Fische des Fanges werden nach dem Wiegen unverzüglich, innerhalb von 5 bis 10 Minuten, in das Wasser der Hälterungseinrichtung gesetzt. Beim kommerziellen Kutter wurde der Steert in eine enge Hocke entleert, so dass die Fische knietief übereinander gestapelt lagerten, bis sie nach Größen sortiert und die Untermaßigen zurückgesetzt wurden.

Werden mit einem Grundschleppnetz gefangene Fische ins Meer zurückgesetzt, fällt auf, dass Plattfische schnell absinken, während viele der zurückgesetzten Dorsche mit dem Bauch nach oben apathisch an der Wasseroberfläche treiben (vgl. Abb. 1). Der Grund: Die gefüllte Schwimmblase wirkt wie eine Schwimmweste. Die Gasmenge in der Schwimmblase wurde von den Dorschen für die Tiefe, in der sie gefangen wurden, einreguliert. Da dorschartige Fische über keine Verbindung zwischen Darm und Schwimmblase verfügen, müssen sie überschüssiges Gasvolumen

mittels Stoffwechsel reduzieren. Mit dem Schleppnetz sind sie viel zu schnell an die Oberfläche geholt worden; das Gas in der Schwimmblase dehnt sich bei nachlassendem Druck aus. Je größer die Fangtiefe, aus der die Dorsche an die Oberfläche geholt wurden, je größer ist auch das überschüssige Schwimmblasenvolumen, wenn sich die Fische an der Oberfläche befinden. Das kann dazu führen, dass der Fisch von innen heraus zerdrückt wird und er verendet. Auch wenn er nicht so stark geschädigt ist, wird er mitunter durch Seevögel getötet, bevor er in seinen angestammten Lebensraum zurücktauchen kann. Es wird deutlich, wie fatal sich allein der Prozess des „Aus-der-Meerestiefe-Heraufholens" auf die Überlebensfähigkeit gefangener Fische auswirken kann.

Fangversuche des Fischereiforschungskutters „Clupea" ergaben: Bei Tiefen flacher als 20 Meter überlebten im Durchschnitt 74 % der Dorsche; bei Tiefen zwischen 20 und 28 Meter jedoch nur noch 53 % (gewertet wurde die Tiefe der Hievposition, denn an dieser Stelle erfolgt der abrupte Druckwechsel).

Auch die Schleppdauer beeinflusst die Überlebensfähigkeit von gefangenen Fischen. Die Schleppdauer besagt, wie lange das Schleppnetz in fangendem Zustand vom Fischereifahrzeug eingesetzt wurde. Bekanntlich muss der schwimmende Fisch Muskelzucker zur Energiegewinnung umwandeln. Dazu benötigt er Sauerstoff. In Abhängigkeit der Fischart wird mit zunehmender Dauer des Mitschwimmens im Schleppnetz die Energiereserve zur Atmung verbraucht. Insbesondere nach Fluchtversuchen im hinteren Schleppnetzbereich fallen Fische nach Verbrauch des Muskelzuckers in den Steert zurück und sterben dort mitunter bereits vor dem Aufhieven.

Betrachtet man die Population der gefangenen Dorsche, so fällt eine deutliche Abhängigkeit der Überlebensrate von der Größe der Tiere auf. Trotz sorgsamster Behandlung überlebten Dorsche unterhalb einer Körperlänge von 20 cm so gut wie nie. Bevor die Netzkäfige mit dem Fang besetzt werden konnten, waren bereits über 40 % der kleinen Dorsche zwischen 9 und 23 cm Körperlänge verendet. Letztendlich überlebten nur 0,7 % aus diesem Größenbereich.

geratener Dorsche ist die Flucht unter Wasser.

Die Überlebensfähigkeit von großen, mittels Schleppnetz gefangenen Dorschen ist dann von besonderer Bedeutung, wenn gezielt ein Laichfischbestand aufgebaut und erhalten werden soll. Bisher werden gemäß gesetzlicher Mindestmaße die kleineren (die Untermaßigen) zurückgesetzt und alle gefangenen großen Dorsche getötet und vermarktet. Dadurch erfolgt eine Verjüngung des Bestandes. Man weiß aber, dass hinsichtlich der Eiqualität und Eimenge gerade große, ältere Dorschweibchen für die Reproduktion wertvoller sind als kleine. Es würde für Fischers Fritz einen Schritt von der ausschließlichen Jagd in Richtung begleitende Hege in der Ostsee bedeuten, wenn er gezielt ausgesuchte und erkennbar markierte große Dorsche als Beitrag für die jährliche Sicherung gesunder Nachkommenschaft im Gewässer belässt – und sich darauf verlassen kann, dass seine Kollegen es ebenso handhaben. ■

Tab. 2: Die mit dem jeweiligen Fangschiff insgesamt erzielten durchschnittlichen Überlebensraten von Dorschen

Fangschiff	Kommerzieller 17-m-Kutter	Forschungskutter „Clupea"	Forschungsschiff „Solea"
Anzahl der Schleppnetzfänge	4	31	6
Anzahl insgesamt untersuchter Dorsche	134	4158	906
Überlebende insgesamt	Maßige Dorsche wurden nicht gehältert	63,1 %	12,5 %
Überlebende Untermaßige	17,7 %	49,2 %	11,0 %

Die abschließende Anwort

Aus dem Fang der kleinen Seitenfänger überlebt im Durchschnitt die Hälfte der zurückgesetzten größeren Dorsche, sofern nicht länger als drei Stunden geschleppt wird, der Hievprozess langsam und das Entleeren des Steerts schonend verläuft und das Zurücksetzen der Dorsche innerhalb von 10 Minuten erfolgt. Die einzige Chance für das Überleben kleiner ins Netz

Dipl.-Ing. Bernd Mieske, Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Institut für Ostseefischerei, An der Jägerbak 2, 18069 Rostock

IMPRESSUM

FORSCHUNGSREPORT
Verbraucherschutz – Ernährung – Landwirtschaft
1/2001 (Heft 23)

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. Heinrich Brüning, BAZ
Dr. Stefan Kühne, BBA

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

Webdesign:
TAKO
Auf dem Äckerchen 11
53343 Wachtberg
Tel.: 0228 / 9323213
E-mail: frohberg@tako.de

Internet-Adresse:
http://www.dainet.de/senat/

Bildnachweis:
AgroConcept GmbH, Habbe, Welling

Erscheinungsweise:
Der ForschungsReport erscheint zweimal jährlich

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

ISSN 0931-2277

Druck auf chlorfrei gebleichtem Papier

„Wir sind ein wichtiger Teil der deutschen Forschungslandschaft"

Die BSE-Krise hat die Ressortforschungseinrichtungen des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) stark ins Licht der Öffentlichkeit gerückt. Der ForschungsReport sprach mit dem Präsidenten und den beiden Vizepräsidenten des Senats der Bundesforschungsanstalten über die Bedeutung und das Selbstverständnis der BMVEL-Ressortforschung.

ForschungsReport: *Herr Dr. Lindhauer, Forschung ist im Grunde Ländersache. Insofern sind Forschungseinrichtungen des Bundes etwas Ungewöhnliches. Woraus leitet sich die Existenz der Bundesforschungsanstalten ab?*

Lindhauer: Die Möglichkeit unseres Ministeriums, eigene Ressortforschungseinrichtungen zu unterhalten, ergibt sich aus den einschlägigen Gesetzgebungskompetenzen des Bunds. Die erstrecken sich laut Artikel 74 des Grundgesetzes auch auf Bereiche wie die Förderung land- und forstwirtschaftlicher Erzeugung, die Sicherung der Ernährung oder den Pflanzenschutz. Wichtige Aufgabe der Bundesforschungsanstalten ist es, wissenschaftliche Grundlagen bereitzustellen, die der Gesetzgeber als Entscheidungshilfen nutzen kann. Unsere primäre Aufgabe ist also die Beratung der politischen Entscheidungsträger des Bundes. Gleichzeitig kommen die von uns erarbeiteten Ergebnisse dem Gemeinwohl und den Verbraucherinnen und Verbrauchern zugute.

„Unsere primäre Aufgabe ist die Beratung der politischen Entscheidungsträger des Bundes"

ForschungsReport: *Die Bundesforschungsanstalten – besonders diejenigen, die mit Nutztieren und den daraus hergestellten Lebensmitteln zu tun haben – sind derzeit in den Medien präsent wie selten zuvor. Freuen Sie sich darüber?*

Mettenleiter: Prinzipiell freut man sich sicherlich über das Interesse an den Forschungsanstalten und an der Ressortforschung. Ich freue mich natürlich weniger – das sage ich auch ganz offen – dass wir an der BFAV in Sachen Öffentlichkeitsarbeit zuletzt so stark gefordert waren, dass wir zu unseren eigentlichen Aufgaben kaum mehr so richtig gekommen sind. Und der Anlass selbst, BSE, ist natürlich alles andere als erfreulich.

Lindhauer: Gerade der Fall BSE macht aber deutlich, wie wichtig es ist, eine unabhängige, auf langfristigen Erkenntnisgewinn angelegte Ressortforschung zu haben.

Mettenleiter: Das kann ich nur unterstreichen. Die Langfristigkeit in der Forschung ist etwas, was zum Beispiel Universitäten in diesem Maße nicht leisten können.

ForschungsReport: *Können Sie das näher erläutern?*

Lindhauer: Universitäten sind gezwungen, sich am Wissenschaftsmarkt zu orientieren, also den aktuellen Forschungstrends zu folgen. Nur so sind sie bei der Drittmitteleinwerbung konkurrenzfähig. Und Drittmittel werden an Universitäten in erheblichem Maße benötigt, um die Träger des wissenschaftlichen Betriebes – Doktoranden und Postdocs – zu finanzieren. Da aber Themen, die langjährige kontinuierliche Erhebungen oder Beobachtungen voraussetzen, auf dem Wissenschaftsmarkt nicht immer die attraktivsten sind, werden sie von Hochschulen notgedrungen kaum bearbeitet. Im Gegensatz dazu haben wir an den Bundesforschungsanstalten langfristig gesicherte Stellen und Haushaltsmittel zur Verfügung. Dadurch können wir unsere Arbeit auch in der zeitlichen Dimension ganz anders positionieren.

ForschungsReport: *Wozu brauchen denn politische Entscheidungsträger solche Langzeit-Daten?*

Oehlenschläger: Viele Institute im Geschäftsbereich unseres Ministeriums tragen Daten zusammen, die später als Grundlagen für Gesetze und Verordnungen der Bundesrepublik oder der Europäischen Union dienen. Diese Tätigkeit markiert eine der ureigensten Eigenschaften der Ressortforschung. Wenn Sie als Staat zum Beispiel an Verordnungen zu Höchstmengenregelungen von Cadmium und

Dr. Meinolf G. Lindhauer

ist seit 1999 Präsident des Senats der Bundesforschungsanstalten und war vorher Vizepräsident. Er leitet das Institut für Getreide-, Kartoffel- und Stärketechnologie der Bundesanstalt für Getreide-, Kartoffel- und Fettforschung (BAGKF) in Detmold und ist zugleich stellvertretender Leiter der BAGKF.

Prof. Dr. Thomas C. Mettenleiter

wurde 1999 zum Vizepräsidenten des Senats gewählt. Er ist Präsident der Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere (BFAV) mit Hauptsitz auf der Insel Riems und leitet dort zugleich das Institut für Molekularbiologie. Daneben hat er eine außerplanmäßige Professur an der Universität Greifswald.

Prof. Dr. Jörg Oehlenschläger

ist seit 1999 Vizepräsident des Senats. Er arbeitet als Wissenschaftlicher Direktor am Institut für Fischereitechnik und Fischqualität der Bundesforschungsanstalt für Fischerei (BFAFi) in Hamburg. Gleichzeitig ist er Honorarprofessor an der Universität Hohenheim.

Blei in Lebensmitteln mitwirken wollen, wie gerade aktuell in der EU, und Sie haben keine Daten aus den letzten 20 Jahren, dann kämpfen Sie unter Umständen recht verloren gegen andere Mitgliedstaaten, die entsprechende Daten vorhalten. In Deutschland sind solche Daten nur durch Bundesforschungsanstalten erhoben worden, das macht bei uns sonst niemand.

Lindhauer: Ein anderes Beispiel: Im Frühjahr dieses Jahres sind in der EU die Interventionsrichtlinien für die Einlagerung von Getreide, speziell von Roggen, geändert worden. Die neuen Mindestgrenzwerte für die Intervention, also Proteingehalt, Fallzahlen usw., konnten von unserem Ministerium bei den Verhandlungen in Brüssel entscheidend zum Wohle der deutschen Interessen beeinflusst werden, weil unsere Forschungsanstalt, die BAGKF, als einzige in der Lange war, entsprechende über Jahrzehnte erhobene Daten zur Verfügung zu stellen und unterschiedliche Auswirkungsszenarien zu präsentieren.

ForschungsReport: *Und diese Daten haben Universitäten, zum Beispiel Hochschulen mit ernährungswissenschaftlichen Fakultäten, nicht?*

Lindhauer: Nein.

Mettenleiter: Das zeigt aber auch deutlich: Wir als Ressortforschung sind ein wichtiger Teil der Forschungslandschaft in der Bundesrepublik. Nicht umsonst heißen wir ja Bundesforschungsanstalten und nicht etwa Bundesämter. Vereinzelte Darstellungen in den Medien, wir seien ein starrer Beamtenapparat, eher zu vergleichen mit einem Finanzamt als mit einer Universität, sind – ohne den Finanzämtern jetzt zu nahe treten zu wollen – schlichtweg falsch.

ForschungsReport: *Nun kann man sich aber auch wissenschaftlich beraten lassen, indem man andernorts erarbeitetes Fachwissen sammelt und auswertet. Braucht man dazu wirklich eigene Einrichtungen, die selbst Forschung betreiben?*

Oehlenschläger: Politikberatung, so stellt sich der Laie das vielleicht vor, könnte man auch vom Schreibtisch aus machen, durch Studium der Fachliteratur und Bestellen von einzelnen Gutachten. Es hat sich aber gezeigt, dass man wissenschaftliche Politikberatung am besten auf der Grundlage eigener experimenteller Ergebnisse machen kann. Man muss wirklich einschätzen können, was hinter den Daten steht. Sich auf Ergebnisse Dritter zu stützen und sie nur wiederzugeben, trägt in vielen Fällen nicht zum Erfolg bei.

Lindhauer: Die Mitarbeiter in solchen Ämtern besorgen sich zwar Daten und Gutachten, sind aber selbst nicht in der Forschung verwurzelt. Das kann die Beurteilung von Forschungsergebnissen schwierig machen. Wissenschaftler, die aktiv in den Forschungsbetrieb eingebunden sind, können oftmals die Belastbarkeit von Methoden und das Zustandekommen von Daten besser abschätzen. Wenn es zum Beispiel darum geht, bestimmte Erhebungsmethoden in Verordnungen zu übernehmen, muss man wissen, ob diese hinreichend praktikabel sind. Vielleicht lassen sie sich unter den Bedingungen vor Ort ja gar nicht umsetzen.

ForschungsReport: *Im Geschäftsbereich des BMVEL gibt es ja eine relativ große Anzahl von Forschungseinrichtungen, die sich mit verschiedenen Aufgaben befassen.*

Lindhauer: Diese Interdisziplinarität sehe ich als großen Vorteil. Wir haben bereits in den einzelnen Anstalten einen sehr breiten Überblick, beim Getreide beispielsweise von der Züchtung über die Verarbeitung bis zur Produktqualität. Darüber hinaus haben wir die Möglichkeit, über die Anstalten hinweg Forschungsbögen zu schlagen, in denen man spezielle Probleme des Pflanzenbaus und Pflanzen-

schutzes, der Lebensmittelsicherheit, bis hin zu ernährungsphysiologischen und ökonomischen Fragen unter dem einen Dach der Ressortforschung in enger Zusammenarbeit bearbeiten kann. Diese gesammelten Expertisen können eine bestmögliche Beratung der politischen Entscheidungsträger gewährleisten.

Mettenleiter: Nehmen wir das konkrete Beispiel BSE. Von der Fütterungsproblematik – sei es Tiermehl oder die Substitution von Tiermehl durch pflanzliche Proteinträger – über die Herstellung des Lebensmittels Fleisch und natürlich die infektionsmedizinische Seite des Krankheitsbildes „BSE" sind es verschiedenste Forschungsanstalten im Geschäftsbereich des BMVEL, die hier wesentlich beteiligt

sind. Und man muss deutlich sagen: Wenn es die nicht gäbe, dann würde es eine wissenschaftliche Beratung der Politik im Bereich BSE jetzt nicht geben.

ForschungsReport: *Die BSE-Krise ist allerdings durch das Vorhalten wissenschaftlicher Kompetenz nicht verhindert worden. Müssen die Kommunikationsstrukturen zwischen den Forschungseinrichtungen und den zuständigen Ministerien verbessert werden?*

Mettenleiter: Was die Kommunikation angeht, lässt sich zunächst sagen: Die beste Kommunikation ist die direkte. Je direkter der Austausch zwischen den politischen Entscheidungsträgern und der Wissenschaft stattfindet, desto besser ist es. Ich denke, dass sich die Situation hier noch erheblich verbessern lässt, in welchen Formen auch immer. Der Senat der Bundesforschungsanstalten kann dabei sicherlich auch eine wesentliche Rolle spielen.

Lindhauer: Die Wissenschaft mit ihren Berichten und Stellungnahmen an das vorgesetzte Ministerium ist die eine Seite, die Umsetzung der wissenschaftlichen Erkenntnisse in die Tagespolitik eine andere, und die liegt in der Verantwortung des jeweiligen Ministeriums.

Oehlenschläger: Man darf dabei auch nicht vergessen: Durch die Einsparmaßnahmen bei den Bundesforschungsanstalten – Stichwort Rahmenkonzept – sind viele Anstalten und Institute in eine Lage gekommen, in der sie ihre Forschung massiv beschränken müssen. Bei uns liegen ganze Gebiete brach, die aufgrund von Personalmangel nicht mehr beforscht werden können.

ForschungsReport: *Die Bundesforschungsanstalten sind – innerhalb des ihnen zugewiesenen Rahmens – weitgehend frei in der Bearbeitung von Forschungsthemen. In anderen Staaten steuert die Politik die ihr zuarbeitende Agrarforschung viel stärker durch die gezielte Vergabe von Projektgeldern. Kann dadurch nicht eine bessere Ausrichtung an aktuelle Themen erreicht werden?*

Oehlenschläger: Nein. Ich kenne das Beispiel anderer Länder wie Island und die Niederlande. Dort konkurrieren die staatlichen Agrarforschungsinstitutionen mit allen anderen Wissenschaftseinrichtungen um Gelder. Hier kommt wieder die Kurzlebigkeit bestimmter Themen zum Tragen: Projektgelder werden eingeworben, Projekte abgearbeitet, und dann verschwindet im Extremfall das angesammelte Wissen wieder im Zuge eines anderen Themas, für das es Förderung gibt. Das führt meiner Meinung nach zu einer Verschlechterung der Forschungsqualität, aber auch zu einer Gefährdung der Unabhängigkeit. Denn wo eine Grundfinanzierung fehlt, kann es auch zu Abhängigkeiten von Forschungsgeldern kommen, die von privater Seite, etwa der Industrie, vergeben werden.

Mettenleiter: Natürlich spielen tagesaktuelle Probleme bei uns in der Ressortforschung auch eine wesentliche Rolle. Und durch die Breite der Forschung, die wir an unseren Einrichtungen vorhalten, ist es erheblich leichter, ad hoc zu einer bestimmten Problematik wie aktuell BSE fundiert Stellung zu nehmen. Das heißt, man sollte bei uns nicht den Fehler machen, Forschung ausschließlich an der Tagesaktualität festzumachen, weil das zwangsläufig zu Lücken führt, die dann nicht mehr schnell zu schließen sind. Eine stabilisierende Grundfinanzierung, verbunden mit einer erfolgreichen Einwerbung von Drittmitteln halte ich für einen gesunden Mix.

ForschungsReport: *Wie kommen Sie an Studenten und junge Wissenschaftler heran, die zeitlich begrenzte und aus Drittmitteln finanzierte Projekte bearbeiten?*

Lindhauer: Die meisten Institutsleiter und viele wissenschaftliche Mitarbeiter haben Lehrverpflichtungen an Hochschulen und Fachhochschulen, zum Teil sind sie habilitiert. Allein schon dadurch ergeben sich vielfältige Kontakte zu Studentinnen und Studenten. Viele Promotionsarbeiten werden bei uns im Rahmen von Drittmittelprojekten durchgeführt.

Mettenleiter: Außerdem sind die Ressortforschungseinrichtungen durch ihre gute Ausstattung attraktive Partner.

Lindhauer: in vielen naturwissenschaftlichen Fächern – leider auch in meinem Ge-

„Forschung zur Politikberatung sollte nicht ausschließlich an der Tagesaktualität festgemacht werden"

biet, den Lebensmittelwissenschaften – ist allerdings der Studentenrückgang so spürbar, das die Hochschullehrer oft selbst Schwierigkeiten haben, gute Leute zu bekommen. Da ist man dann mitunter erst zweiter im Glied.

ForschungsReport: *Welches Forschungsprofil haben die Bundesforschungsanstalten?*

Lindhauer: Größtenteils geht es bei uns um angewandte Forschung. Das heißt aber nicht, dass wir, wo es notwendig ist, nicht auch anwendungsorientierte Grundlagenforschung betreiben, in vielen Bereichen sogar auf sehr hohem Niveau. Unser Veröffentlichungsspektrum reicht von international renommierten Fachjournalen, sogar „Nature", bis zu Praktikerzeitschriften wie der „Gärtnerbörse" oder der „Bäckerzeitung". Spitzenforschung muss bei uns letztlich immer unterfüttert werden durch eine breite, vorausschauende Forschung, die ausgerichtet ist auf sich abzeichnende mittel- bis langfristige Probleme – und aus dieser ergibt sich dann die Anwendung und die Politikberatung, die die Ressortforschung ja letztlich leisten soll.

ForschungsReport: *Die Agrarpolitik hat im Zuge der BSE-Krise deutlich andere Akzente bekommen: Im Mittelpunkt steht jetzt stärker als zuvor der Verbraucher. Müssen auch die Bundesforschungsanstalten umdenken?*

Lindhauer: Forschung für die Verbraucher ist an den Bundesforschungsanstalten schon immer gemacht worden. Wenn wir im Bereich der agrarischen Rohstoffe Forschung gemacht haben, dann ist die Sicherheit und die Qualität der Produkte immer ein wichtiges Kriterium gewesen; diese Ergebnisse sind direkt dem Verbraucherschutz zugute gekommen.

Mettenleiter: Bei uns an der BFAV lautet das Credo „Nur ein gesundes Tier liefert ein gesundes Lebensmittel", von daher ist die gesamte Infektionsmedizin mit dabei. Aber in dem umfassenden Ansatz, den die Bundesforschungsanstalten abdecken, spielt natürlich auch die pflanzliche Produktion eine wichtige Rolle.

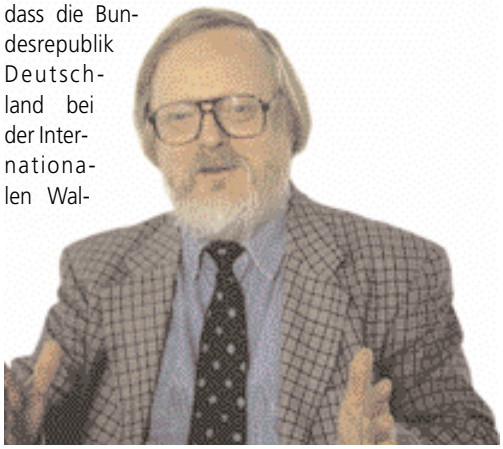
Lindhauer: Nehmen wir die Züchtungsforschung: Die Resistenzzüchtung ist im Grunde angewandter Verbraucherschutz. Wenn eine resistente Sorte auf dem Feld den Einsatz bestimmter Pflanzenschutzmittel nicht mehr erfordert, stellen sich mögliche Rückstandsproblematiken gar nicht erst.

ForschungsReport: *Eine abschließende Frage: Wenn es Ihre Bundesforschungsanstalt morgen nicht mehr gäbe, woran würden es die Bürger merken?*

Mettenleiter: Nehmen Sie als Beispiel die BSE. Die BFAV betreibt das nationale Referenzlabor, das alle BSE-Verdachtsfälle überprüft und bei positivem Befund amtlich bestätigt. Gleiches gilt auch – ganz aktuell – für die Maul- und Klauenseuche, für Schweinepest und für andere Erkrankungen. Im ganzen Problemkreis Tierseuchenbekämpfung spielt die BFAV eine überragende Rolle.

Lindhauer: Die BAGKF ist jedes Jahr auf der Basis des Agrarstatistikgesetzes beauftragt, die aktuelle Verarbeitungsqualität der Rohgetreide zu untersuchen. Ohne uns würden jeden Herbst die Schwierigkeiten der Verarbeiter auf den Verbraucher durchschlagen. Wir liefern aufgrund der von uns ermittelten Daten Hinweise, wie Mehle zu behandeln und Teige zu bearbeiten sind, um bei dem Übergang vom letztjährigen Getreide auf die neue Ernte eine gleichbleibende Qualität zu gewährleisten. Mittel- bis langfristig würde zum Beispiel eine neutrale, von Einzelinteressen unabhängige Bewertung von Zusatzstoffen, die in den verarbeitenden Betrieben eingesetzt werden, verloren gehen.

Oehlenschläger: Wenn es die BFAFi als Ganze nicht mehr gäbe, gäbe es in Deutschland keine Forschung mehr über Fischbestände und keine Empfehlungen zu Fangquoten, was die deutsche Position bei der Aufteilung der fischereilichen Nutzung des EU-Meeres erheblich schwächen würde. Letztendlich würde es in den von uns verwalteten Gebieten keine Überwachung der Bestände mehr geben, was zu einer unkontrollierten Überfischung führen könnte. Das zweite ist, dass den Verbrauchern keine neutrale Stelle mehr für Fragen der Fischqualität und Produktsicherheit zur Verfügung stünde. Erwähnenswert wäre auch noch, dass die Bundesrepublik Deutschland bei der Internationalen Walfangkommission durch einen Wissenschaftler unserer Anstalt vertreten wird. Er bringt dort die Meinung der Bundesrepublik ein, wenn es darum geht, den kommerziellen Walfang nieder zu halten. Das würde natürlich auch wegfallen – zumindest die Argumentation auf wissenschaftlicher Grundlage.



„Eine fehlende Grundfinanzierung kann zu einer Gefährdung der Unabhängigkeit führen"

ForschungsReport: *Herr Lindhauer, Herr Mettenleiter, Herr Oehlenschläger, wir danken Ihnen für das Gespräch.*

Das Interview führte ForschungsReport-Redakteur Michael Welling.

BUNDESFORSCHUNGSANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (FAL)

Institut für Agrarökologie, Braunschweig

Die gesellschaftlichen Ansprüche an die Landwirtschaft steigen. Das gilt sowohl für die Qualität der erzeugten Nahrungsmittel (Produktqualität) als auch für die Qualität der Verfahren, mit denen diese Produkte hergestellt werden (Produktionsqualität). Soll die Qualität dieser Produktionsverfahren weiter erhöht werden, müssen die ökosystemaren Zusammenhänge in landwirtschaftlichen Flächen und deren Wechselwirkungen mit anderen Ökosystemen besser verstanden werden. Die möglichst genaue Kenntnis dieser Zusammenhänge ist Voraussetzung dafür, einerseits die Auswirkungen der Landbewirtschaftung selbst auf Agrarökosysteme zu erkennen und zu steuern, andererseits außerlandwirtschaftliche Einflüsse auf Agrarökosysteme zu beurteilen. Die Forschungsaktivitäten des Instituts für Agrarökologie der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) dienen der Verbesserung dieses Verständnisses.

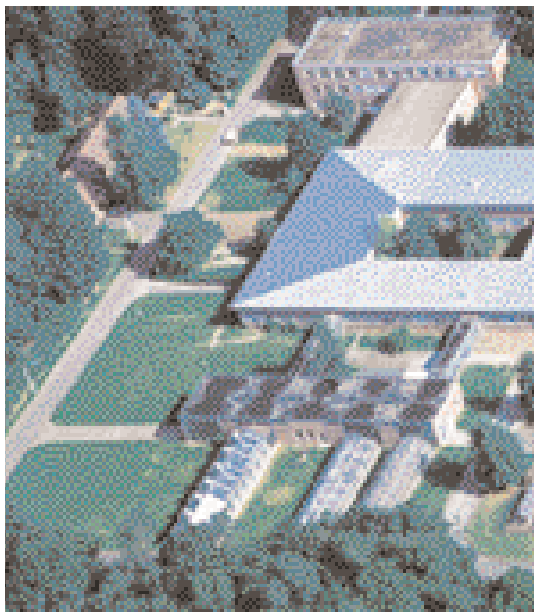


Abb. 1: Das Institut für Agrarökologie der FAL aus der Luft gesehen

Das Institut für Agrarökologie (Abb.1) wurde 1998 am Standort Braunschweig aus den ehemaligen Instituten für Bodenbiologie, agrarrelevante Klimaforschung (Müncheberg) und Produktions- und Ökotoxikologie neu gegründet. Innerhalb des Forschungsbereichs Boden/Pflanze der FAL konzentrieren sich seine Forschungsarbeiten auf die Analyse von Prozessen, die bei den Wechselwirkungen zwischen Landbewirtschaftung und Umwelt eine Rolle spielen. Diese Prozess-Analyse ist unabhängig davon, welcher Bewirtschaftungsform und -intensität die jeweils betroffenen Agrarökosysteme unterliegen.

An dem Institut werden wissenschaftliche Grundlagen erarbeitet, die unmittelbar oder mittelbar als Entscheidungshilfen für die Landwirtschafts- und Umweltpolitik – z. B. im Zusammenhang mit Fragen des Boden- und Klimaschutzes sowie des Natur- und Artenschutzes – genutzt werden können. Die wissenschaftlichen Arbeiten dazu konzentrieren sich auf die beiden übergeordneten Aufgaben:

- Analyse und Bewertung von Stoffströmen und -wirkungen in Agrarökosystemen und von Stoffströmen zwischen Agrarökosystemen und Nachbarökosystemen;
- Untersuchung der Bedeutung der biologischen Vielfalt für die Funktion und den Erhalt der Produktivität von Agrarökosystemen.

Drei Arbeitsbereiche

Bearbeitet werden diese Aufgaben in drei Arbeitsbereichen, die sich an den Kompartimenten „Boden", „Pflanzenbestand" und „Atmosphäre" des zu untersuchenden Ökosystems orientieren. Daneben tragen die Forschungsarbeiten des Instituts auch zur Entwicklung von Methoden in den jeweiligen Wissensgebieten bei (z. B. in den Bereichen molekulare Bodenmikrobiologie, stabile Isotopentechnik, Umwelt- bzw. Klimasimulation, Metrologie).

Abb. 3: Sichtbare Ozonschäden an der Zuckerrübe – ein Beispiel für Schadstoffwirkungen auf Kulturpflanzen

Arbeitsbereich Bodenökologie und Bodenmikrobiologie

Der Boden steht hier im Mittelpunkt. Die Untersuchungen befassen sich mit dessen Funktion als Lebensraum, als Kompartiment im geochemischen Stoffkreislauf, als Produktionsstandort für Pflanzen sowie als „Senke" für den Eintrag von Schadstoffen. Die Erfassung und der Schutz der Vielfalt von Bodenorganismen und deren Leistungsfähigkeit (Biodiversität) ist von zentraler Bedeutung für die Landwirtschaft. Notwendig ist es, die Rolle der biologischen Vielfalt in Böden für die Funktion, Leistung und Stabilität von Agrarökosystemen besser zu verstehen. Dazu werden ökophysiologische und molekularbiologische Methoden eingesetzt (Abb. 2). Es werden Grundlagen erarbeitet zur

- Beschreibung/Quantifizierung von Diversität, Elastizität und Plastizität insbesondere mikrobieller Lebensgemeinschaften;
- Charakterisierung von funktionellen Gruppen sowie von Indikatororganismen;

Abb. 2: Methoden zur Erfassung der Organismenvielfalt in der Bodenmikrobiologie

- Steuerung der Leistung von Mikroorganismen durch abiotische Faktoren;
- Beteiligung von Bodenorganismen am Stoffumsatz (z. B. Kohlenstoff und Stickstoff);
- Nutzung der Stoffwechselvielfalt bzw. des genetischen Reservoirs von Mikroorganismen.

Untersuchungen zu mehr angewandten Fragen befassen sich u. a. mit

- der Reaktion bodenbiologischer Systeme auf Belastungen wie Schwermetalle, Versauerung oder Bodenverdichtung;
- der Bewertung der Freisetzung gentechnisch veränderter Mikroorganismen und des Anbaus transgener Pflanzen in Fruchtfolgen auf bodenmikrobiologische und -ökologische Parameter.

Arbeitsbereich Pflanzenökologie und angewandte Ökophysiologie

Kulturpflanzenbestände haben einen wesentlichen Einfluss auf den Austausch von Stoffen und Energie zwischen Atmosphäre und Pedosphäre. Untersucht werden Grundlagen zu den

- Beziehungen zwischen Gasaustausch (CO_2, H_2O) und Photosyntheseleistung einerseits und der Stoffbildung andererseits sowie den
- Einflüssen von abiotischen und biotischen Stressfaktoren auf pflanzliche Leistungen und auf die Eigenschaften und Vielfalt pflanzlicher Populationen.

Themen mehr angewandter pflanzenökologischer Fragestellungen sind zurzeit:

- Auswirkungen von Fremd- und Schadstoffen (z. B. Schwermetalle, Luftschadstoffe) auf Kultur- und Wildpflanzen (Abb. 3), einschließlich der Entwicklung geeigneter Bioindikatoren sowie
- mögliche Auswirkungen von Klimaänderungen (Schwerpunkt: steigende CO_2-Konzentrationen in der Atmosphäre) auf die Leistungen von Kulturpflanzen und auf den Wasser-, Energie- und Nährstoffhaushalt von Agrarökosystemen (vgl. separaten Artikel in diesem Heft).

Arbeitsbereich Wechselwirkung Atmosphäre-Biosphäre/ Mikrometeorologie

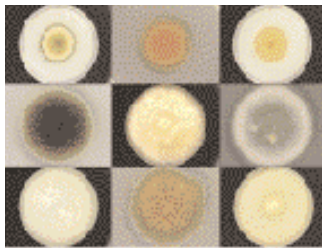
Bei der Erstellung von Stoffbilanzen und bei ökotoxikologischen Betrachtungen wurde häufig die Bedeutung der Stoffmengen unterschätzt, die zwischen dem System Boden/Pflanze und der bodennahen Atmosphäre ausgetauscht werden. Die Quellen- und Senkeneigenschaften landwirtschaftlich genutzter Ökosysteme für Wasserdampf, CO_2 und sonstige Spurenstoffe beeinflussen den Gebietswasser- und -nährstoffhaushalt sowie das globale Klimageschehen (Treibhauseffekt). Doch bislang ist weder kleinräumig noch großskalig hinreichend gut bestimmbar, inwieweit Agrarökosysteme diese Spurenstoffe freisetzen bzw. aufnehmen und binden können. Stoff- und Energietransport sind auf das Engste miteinander verknüpft. Themen sind:

- Quantifizierung von Energieflüssen (physikalisches Klima) und Stoffflüssen (chemisches Klima) in die betrachteten Agrarökosysteme;
- Quantifizierung von solchen Stoffflüssen, die aus Agrarökosystemen in die Atmosphäre gerichtet sind und dort in den Energie- und Stoffhaushalt eingreifen.

Im Mittelpunkt laufender Projekte stehen

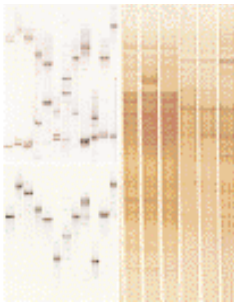
- die Erfassung von CO_2-, H_2O, Ozon- und Ammoniak-Flüssen auf größeren Maßstabsebenen (Schlägen) im Hinblick auf Stoff- und Energie-Bilanzen und die Ökosystem-Modellierung, auf Schadwirkungen von Ozon auf Pflanzen, auf die Bedeutung von Ammoniak für die Chemie und den Energiehaushalt der Atmosphäre sowie für die Eutrophierung und Versauerung benachbarter Ökosysteme;
- die Entwicklung verbesserter experimenteller Methoden zur Bestimmung des Stoffaustausches und
- die Entwicklung von Modellen zur Bestimmung von Stoffflüssen zwischen flächenhaft ausgedehnten Systemen (Ackerschläge, Regionen), die einer experimentellen Bearbeitung nicht mehr zugänglich sind. ■

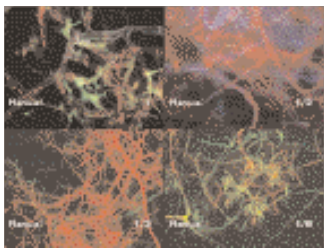
Methoden zur Bestimmung von Biodiversität im Boden
– Artenvielfalt und funktionelle Diversität –



Darstellung pilzlicher Vielfalt mittels Bildanalysetechnik

Jeder Boden beherbergt eine ihm typische Vielfalt an Bodenmikroorganismen. Mit Hilfe moderner molekularbiologischer Methoden lässt sich diese Vielfalt wie in einem genetischen Fingerabdruck darstellen. Mit der gleichen Technik können auch viele bisher nicht bekannte Boden-Bakterien gefunden werden.





Anwendung der Fluoreszensmikroskopie und Bildanalyse-Technik zum Erkennen funktioneller Vielfalt. Differenzierung über Farbanalyse von hochaktiven (rot) zu inaktiven (grün, blau) Zellen.

Dir. u. Prof. Prof. Dr. H. J. Weigel und Dir. u. Prof. Dr. U. Dämmgen, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Institut für Agrarökologie, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig.

Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft

Institut für Forstökologie und Walderfassung, Eberswalde

Für die Forstwirtschaft und die forstliche Forschung gestalten sich die gegenwärtigen Veränderungen in den Umweltverhältnissen, verbunden mit den erhöhten Anforderungen der Gesellschaft an den Wald, zu einer großen Herausforderung. Es wandeln sich vor allem die Bedingungen für das Waldwachstum. Das eingespielte Ökofaktorengefüge des „klassischen" forstlichen Standortes wird unter dem anthropogenen Fremdstoffeinfluss ständig neu geordnet, vielfach in unbekannter Richtung und meist zu Lasten der Stabilität der vorhandenen Wälder. Diese Dynamik stellt die Forstwirtschaft vor große Probleme. Vorhandenes Wissen und Erfahrungen veralten umso schneller, je rascher die Umweltveränderungen eintreten. Daneben sind es auch soziale Entwicklungen im Zuge der politischen Einigung Europas, die auf die Waldbewirtschaftung und -bewahrung zurückwirken.

Das Institut in Eberswalde

Eine wesentliche Aufgabe des Instituts für Forstökologie und Walderfassung in Eberswalde (Brandenburg) besteht darin, für die sich vollziehenden Veränderungen der Standortbedingungen und Wachstumsabläufe in den Wäldern ein umfassendes, leistungsfähiges Informationssystem zu schaffen. Dieses System ist die Grundlage für eine qualifizierte Politikberatung, die unverzichtbar ist, um Vorsorgemaßnahmen zur Sicherung einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung rechtzeitig einzuleiten und um Risiken bezüglich der Reaktionen auf plötzliche oder permanent wirkende Ereignisse abschätzen zu können.

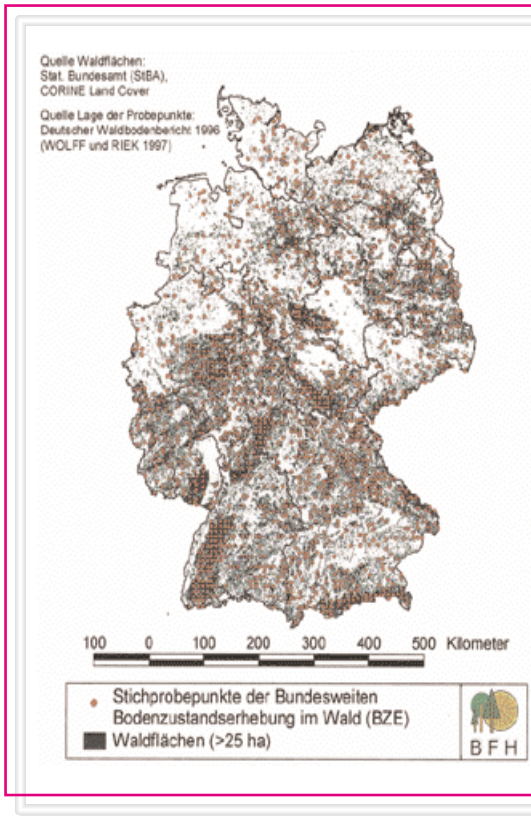
Aus dieser allgemeinen Problemstellung ergeben sich konkrete Forschungsaufgaben für drei Sachgebiete des zur Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft (BFH) gehörenden Instituts.

Forstökologie

Die Forstökologie muss den Wandel und die Störungen der natürlichen Produktionsbedingungen der Forstwirtschaft aufdecken und quantifizieren und – darauf aufbauend – forstpolitische und forstökologische Maßnahmen beurteilen und entwickeln. Die Veränderungen in der Zusammensetzung und dem Wachstum des Waldes haben nicht nur Auswirkungen auf die Waldbewirtschaftung, sondern auch auf die Bewertung ihrer Produkte bis hin zur Zertifizierung von Holz und zur Ökobilanzierung von Holzprodukten.

Über veränderte Waldstrukturen und Waldbewirtschaftungsprinzipien sowie eine sich ändernde Wald-Feld-Verteilung sind auch Konsequenzen für andere landnutzende Bereiche und den Landschaftswasserhaushalt und das Klima abzuleiten.

Aufgabe der forstlichen ökologischen Ressortforschung ist es, ökologisch-biologische Erkenntnisse und Informationen über Modelle zu verallgemeinern, damit diese bei der Waldbewirtschaftung umgesetzt werden können. Auf diese Weise werden Grundlagen für die Quantifizierung und Bewertung ökologischer Leis-



Stichprobenpunkte der Bundesweiten Bodenzustandserhebung im Wald (BZE)

Ermittlung des Wildverbisses auf einer Probefläche

tungen zur nachhaltigen Sicherung der Nutz-, Schutz- und Erholungsfunktionen der Wälder erarbeitet.

Die Fähigkeit der Wälder zu sichern, auch künftig die vielfältigen Anforderungen der Gesellschaft zu erfüllen, ist ein wichtiges Ziel der ökologischen Forschung. Aus den Erkenntnissen sind Schlussfolgerungen entsprechend des politischen und gesetzgeberischen Handlungsbedarfes zu ziehen.

Forstliche Inventuren

Forstliche Inventuren dienen dazu, forstlich relevante Informationen über die natürlichen Ressourcen, deren räumliche Verteilung, zeitliche Entwicklung und Nutzbarkeit zu gewinnen. Daten über den Zustand und die Entwicklung der deutschen Wälder werden in Verantwortung der Länder mit der Bundeswaldinventur (BWI), der Bodenzustandserhebung im Wald (BZE) und der Waldschadenserhebung (WSE) als nationale forstliche Stichprobeninventuren gewonnen und in unserem Institut wissenschaftlich ausgewertet.

BZE und WSE sind Bestandteil des Forstlichen Umweltmonitorings im Wald, zu dem auch Untersuchungen auf einer begrenzten Anzahl von Intensivmessflächen (so genannte Level II-Flächen) zählen. Diese Erhebungen dienen der Waldschadensdiagnostik, insbesondere der Aufklärung von Ursache-Wirkungsbeziehungen in Deutschland und – über internationale Vereinbarungen – in Europa.

Die derzeitigen Inventurverfahren müssen methodisch weiterentwickelt und inhaltlich koordiniert werden. Auf der Grundlage ökologischer Erkenntnisse sowie des Informationsbedarfs des Ressorts und der Wirtschaft sind die Inventuren inhaltlich und zeitlich so zu konzipieren, dass sie Informationen bereitstellen, aus denen der gegenwärtige Waldzustand und seine Entwicklung sowie praktischer Handlungsbedarf abgeleitet werden können.

Darüber hinaus ergeben sich vielfältige Aufgaben, die aus der Einbindung Deutschlands in internationale Fragestellungen und Vereinbarungen resultieren.

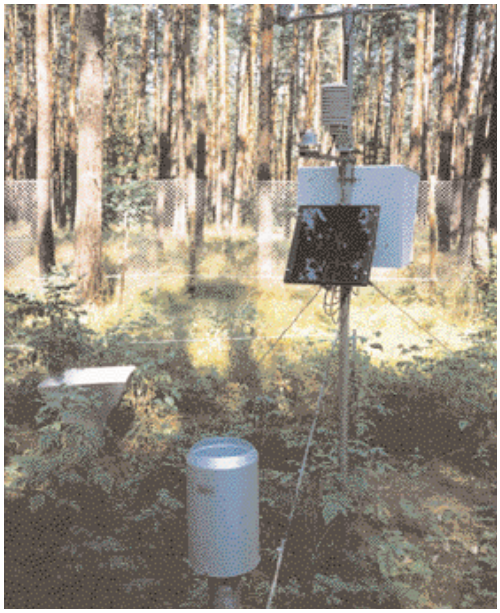
Wildtierökologie und Jagd

Das Zusammenwachsen Europas wirkt sich in verschiedener Hinsicht auf den Schutz und die Bewirtschaftung von Wildtierarten sowie auf jagdliche Strukturen aus. Unterschiedliche Jagdsysteme und Auffassungen haben verschiedene Zielstellungen zur Folge, die von Land zu Land oft entgegengesetzt verlaufen. Dies betrifft besonders die Tierarten, die jährliche Wanderungen im Herbst-Frühjahr-Rhythmus vollziehen oder die kontinuierlich ihr Areal erweitern oder einschränken.

Für in nationalen und internationalen Vereinbarungen anzustrebende Regelungen, wie Schutz und Nutzung einzelner Arten verbessert werden können, sind fachliche und gesetzliche Untersetzungen nötig, bei denen das Bundesministerium durch Bereitstellung wissenschaftlicher Grundlagen, Informationen und Beratungen zu unterstützen ist.

Darüber hinaus besteht Forschungsbedarf insbesondere zum Schutz des Wildes und der Wildfleischverbraucher vor jagdbedingten Kontaminationen des zu erlegenden Wildes mit Fremdkörpern (z. B. mögliche Schwermetallbelastung durch Bleischrot).

Die Erarbeitung ökologischer Grundlagen für das Management wichtiger Wildtierarten muss berücksichtigen, dass der Einfluss des Menschen auf die Ökosysteme wächst und sich dadurch Biotope zugunsten oder zum Nachteil bestimmter Wildtiere entwickeln. Dieses betrifft insbesondere die Zerschneidung von Lebensräumen und die damit verbundene Verinselung von Wildtierpopulationen sowie die zunehmenden großräumigen Stilllegungsprogramme des Naturschutzes und der Landwirtschaft. ■



Ermittlung von Witterungsparametern in einer Versuchsfläche zur Waldökosystemforschung

Dir. u. Prof. Dr. habil. S. Anders, Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Institut für Forstökologie und Walderfassung, Postfach 100147, 16201 Eberswalde

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

Maikäferschäden nehmen wieder zu

Biologische Bekämpfungsmethode in der Entwicklung

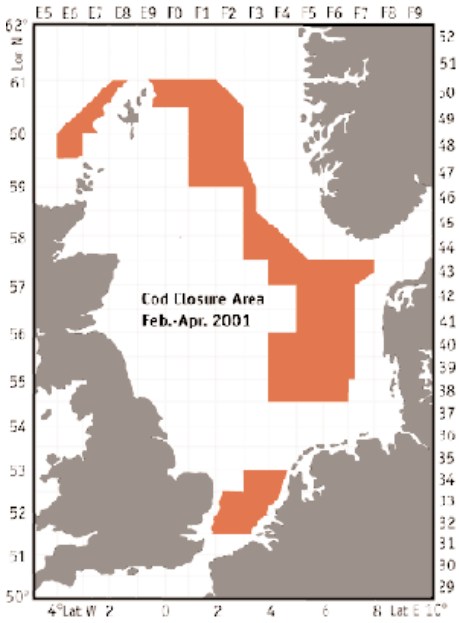
Seit Mitte der 80er Jahre nehmen Schäden durch den Wald- und den Feldmaikäfer in Europa in teilweise drastischem Maße zu. Neuesten Ergebnissen zufolge wird der Befall durch beide Arten in acht der 16 deutschen Bundesländer als steigend eingeschätzt.

Eine Forschergruppe am Institut für biologischen Pflanzenschutz der Biologischen Bundesanstalt (BBA) in Darmstadt arbeitet im Rahmen eines EU-Projekts an einem Verfahren, die Schädlinge ohne chemische Pflanzenschutzmittel im Zaum zu halten. Im Mittelpunkt steht dabei der insektenpathogene Pilz *Beauveria brongniartii*. Mit Hilfe eines standardisieren Biotest-Systems konnte bestätigt werden, dass Isolate dieser Pilzart besonders effektiv gegen beide Maikäferarten wirken.

Für die Massenproduktion der Pilzsporen setzen die Darmstädter Wissenschaftler auf eine Flüssigkultur, in denen preiswerte Nährsubstanzen wie zum Beispiel Melasse – ein Abfallprodukt aus der Zuckerrübenproduktion – verwendet werden. Rund zwei Dutzend verschiedene Nährmedien haben die Biologen bereits im Labormaßstab geprüft, die Medien werden jetzt in einem so genannten „scale up" in Fermentern (Bioreaktoren) für die Großproduktion getrimmt. Denn für die Erprobung im Freiland ist es zwingend erforderlich, ein sprüh- und lagerfähiges Produkt in ausreichender Menge zur Verfügung zu haben.

Ein Problem ist noch die Ausbringung des Präparats, besonders beim Waldmaikäfer. Seine Larven, die Engerlinge, leben versteckt im Boden, wo sie sich von den Feinwurzeln der Bäume ernähren. Während es auf Grünlandflächen – dem Verbreitungsgebiet des Feldmaikäfers – durchaus möglich ist, den Pilz mechanisch in den Boden einzuarbeiten, scheidet diese Variante im Wald nahezu aus. Die BBA-Wissenschaftler tüfteln zurzeit an Methoden, die Pilzsporen dennoch effektiv mit den Schädlingen in Kontakt zu bringen. *(BBA)*

Darmstädter Wissenschaftler erforschen natürliche Krankheitserreger des Maikäfers



Die Schutzgebiete für den Kabeljau (engl.: Cod) in der Nordsee

Bundesforschungsanstalt für Fischerei

Wiederaufbauplan für den Nordsee-Kabeljau

Fangbegrenzungen und Schutzgebiete sollen den Bestand stützen

Viele Fischbestände der Nordsee sind überfischt und erbringen nicht mehr die gewohnt hohen Fänge früherer Jahre. Von besonderer Bedeutung auch für die deutsche Fischerei und die deutschen Verbraucher ist dabei der Kabeljau, dessen Bestand in der Nordsee 1971 noch bei 280.000 Tonnen lag und heute auf ca. 60.000 Tonnen erwachsene Fische abgenommen hat. Diese Zahlen haben eine erhebliche Bedeutung für die Fischer, deren wirtschaftliche Grundlage unter anderem die Kabeljaufänge sind.

Auch aus biologischer Sicht ist eine so starke Veränderung bedeutsam: Der Populationsrückgang des Kabeljaus – eines der wichtigsten Raubfische in der Nordsee – wirkt sich auf das gesamte Ökosystem aus. So profitieren vermutlich kleinere Arten wie Hering, Sprotte und Sandaal von dem geringeren Fressdruck, der auf sie wirkt, während kabeljaufressende Warmblüter, zum Beispiel Seehunde oder Schweinswale, eventuell auf andere Beutetiere ausweichen.

Für den Kabeljau selbst kann bei einer geschätzten Zahl von mindestens 60 Millionen Laichfischen und noch einmal ca. 200 Millionen Jungfischen, die jedes Jahr nachwachsen, noch nicht von einer existenziellen Bedrohung des Bestandes oder gar der Art gesprochen werden. Es besteht kaum ein Zweifel, dass sich der Nordseebestand unter fischereilicher Schonung schnell wieder vergrößern kann. Eine solche Bestandsvergrößerung könnte dann auch wieder zu höheren Fangquoten für die Fischerei führen.

Im Dezember 2000 haben deshalb die europäischen Fischereiminister (in Deutschland zuständig: das Ministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft) erstmals in der Geschichte der Gemeinsamen Europäischen Fischereipolitik sehr einschneidende Fangbegrenzungen beschlossen. Für das Jahr 2001 wurde die Fangquote für den Nordseekabeljau um 40 % gesenkt. Mittelfristig soll sich der Bestand wieder auf eine Größe von ca. 150.000 Tonnen Laichfischen aufbauen können.

Die Bewirtschaftung der europäischen Fischbestände unter dem Dach der Gemeinsamen Fischereipolitik weist allerdings gewisse Schwächen auf. Insbesondere ist es bislang nicht gelungen, die hohen Überkapazitäten an Fangkraft ausreichend abzubauen. So schädigt eine überstarke Fischerei mit hohen Beifang- und Wegwurfraten (Discards) die eigenen Ressourcen, indem sie aufkommende Nachwuchsjahrgänge bereits vor Erreichen der Fangreife als Beifang vernichtet. Als Fang angerechnet werden jedoch nur die offiziell angelandeten Fische. Diese in der EU legale Praxis führt dazu, dass die Menge der tatsächlich entnommenen Fische die beschlossenen Gesamtfangmengen weit übersteigen kann, so dass eine Schonung der Bestände in vielen Fällen auch bei

drastischen Absenkungen der offiziellen Anlandemengen nicht erreicht wird.

Zusätzlich zu dem traditionellen Instrument einer Fangmengenbegrenzung wurden daher im Frühjahr 2001 von Mitte Februar bis Ende April erstmals große Gebiete der Nordsee unter Schutz gestellt, um den dort laichenden Kabeljau vor den Nachstellungen der Fischerei zu schützen. Diese Regelung erfolgte auf Grundlage einer Notverordnung der Europäischen Kommission, zu der sie für einen befristeten Zeitraum auch ohne die Zustimmung aller betroffenen Länder ermächtigt ist. Geschlossen wurde ein großes Gebiet in der nördlichen, östlichen und südlichen Nordsee (s. Karte), das aufgrund der wissenschaftlichen Erkenntnisse der vergangenen Jahre als Kabeljaulaichgebiet identifiziert wurde. Hier sollen keine Netze benutzt werden dürfen, in denen sich Kabeljau fangen lässt.

Bedeutsamer als der erhoffte direkte Nutzen für den Laicherfolg des Kabeljaus ist aber, dass jetzt ein Umdenken bei der Bewirtschaftung der europäischen Fischbestände insgesamt erkennbar wird. Die verantwortlichen Fischereimanager der meisten EU-Länder und Norwegens haben sich zu wirklich einschneidenden Maßnahmen entschlossen, um die seit Jahren von Wissenschaftlern angemahnten Probleme in der Bewirtschaftung der Fischbestände zu lösen. Damit bestehen gute Aussichten, dass die europäische Fischerei sich stärker als bisher an den neuen, auf Nachhaltigkeit und Schutz der marinen Ökosysteme ausgerichteten Nutzungskriterien orientieren wird, wie sie etwa vom Internationalen Rat für Meeresforschung (ICES) entwickelt wurden.

(G. Hubold, BFAFi)

Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)

Forschung zum ökologischen Landbau gestärkt

Neues Institut nimmt Arbeit auf

Festakt in Trenthorst, einem Versuchsgut der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) in Schleswig-Holstein: Am 5. Dezember 2000 wurde dort das Institut für ökologischen Landbau neu gegründet. Zugleich führte Staatssekretär Dr. Martin Wille vom Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) den Institutsleiter, Herrn Privatdozent Dr. Gerold Rahmann, in sein neues Amt ein. Mitglieder des Deutschen Bundestages sowie Vertreter aus Wirtschaft und Wissenschaft waren bei der Feierstunde zugegen.

Die Forschungstätigkeit des neuen FAL-Instituts orientiert sich an der Absicht der Bundesregierung, den ökologischen Landbau in der Agrarforschung zu stärken, und zwar schwerpunktmäßig im Bereich der Tierhaltung. Im Vordergrund soll dabei die wissenschaftliche Untersuchung gesamtheitlicher Grundlagen des ökologischen Landbaus stehen.

Durch diese Ausrichtung der Forschungstätigkeit liefert das Institut für ökologischen Landbau Entscheidungsgrundlagen für verschiedene Politikbereiche des BMVEL-Ressorts. Darüber hinaus werden aus den Forschungsergebnissen des Instituts auch praktische Hinweise, zum Beispiel für Verbraucher, Erzeuger und Verbände erwartet.

Der neue Institutsleiter, Gerold Rahmann (38), studierte Agrarwissenschaften an der Universität Göttingen, wobei für ihn der ökologische Landbau – vor allem die Tierhaltung – im Vordergrund stand. Danach arbeitete er als wissenschaftlicher Assistent am Fachbereich Ökologische Landwirtschaft, Internationale Agrarentwicklung und Ökologische Umweltsicherung der Universität Gesamthochschule Kassel. Dort habilitierte sich Rahmann 1999 im Fach Agrarökologie.

(FAL)

Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere

Neues Institut für BSE-Forschung auf der Insel Riems

An der Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere (BFAV) auf der Insel Riems (Mecklenburg-Vorpommern) wird ein neues „Institut für neue und neuartige Tierseuchenerreger" etabliert, das verstärkt Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der BSE und verwandter Tierkrankheiten durchführen soll. Die dafür notwendigen Laborräume werden derzeit errichtet und den neuen Aufgaben angepasst. Nach deren Fertigstellung ist vorgesehen, das nationale Referenzlabor für BSE, das sich derzeit noch in Tübingen befindet, kurzfristig auf die Ostseeinsel zu verlegen.

Mit dieser Neugründung am Hauptsitz der BFAV auf der Insel Riems wird die Forschung über Prionen-Erkrankungen – wie vom Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft angekündigt – intensiviert und damit der aktuellen Entwicklung der BSE-Krise Rechnung getragen. Damit verbunden ist ein Ausbau des Referenzlabors zum nationalen Referenzzentrum BSE/Scrapie, wobei hier die Abklärung unklarer Befunde sowie die Zulassung und Evaluierung von Nachweismethoden für BSE und Scrapie im Vordergrund stehen. Weitere wichtige Aufgaben sind die Zusammenarbeit mit den Untersuchungseinrichtungen der Länder bei der Koordinierung der BSE-Untersuchungen, aber auch die Dokumentation und zentrale Erfassung aller relevanter Daten.

Hauptgebäude der BFAV auf der Insel Riems. Die Ostseeinsel ist Standort des neuen BSE-Instituts

Der Präsident der BFAV, Professor Dr. Thomas C. Mettenleiter, begrüßt die Möglichkeit, durch das neue Institut drängenden Forschungsfragen vertieft nachgehen zu können. So soll unter anderem untersucht werden, wie sich die BSE-Erreger im infizierten Tier und in der Umwelt ausbreiten. Dem Institut für neue und neuartige Tierseuchenerreger werden 17 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter angehören.

M. Welling, Senat

Bundesanstalt für Milchforschung

BAfM überwacht Umweltradioaktivität

Aufgaben- und Kapazitätserweiterung für die Leitstelle

Seit über 40 Jahren sind die Bundesrepublik Deutschland wie auch die meisten anderen europäischen Länder verpflichtet, die Radioaktivität in der Umwelt zu überwachen. Nationale und internationale Institutionen sind regelmäßig über die Messergebnisse zu unterrichten. In Deutschland nehmen auf Bundesebene so genannte Leitstellen in nachgeordneten Bereichen verschiedener Bundesministerien diese Aufgabe wahr.

Eine dieser Leitstellen ist der Bundesanstalt für Milchforschung (BAfM) in Kiel angegliedert. Ihr obliegen wichtige Teilaufgaben der Risiko- und Sicherheitsforschung des Bundes für die Umweltbereiche Boden, Pflanzen, Bewuchs, Futtermittel und Nahrungsmittel pflanzlicher und tierischer Herkunft.

Das weite Aufgabenspektrum der Kieler Leitstelle ergibt sich aus der Übernahme der bis zum Jahr 2000 in der Leitstelle der Bundesforschungsanstalt für Ernährung (BFE) in Karlsruhe wahrgenommenen Überwachungsfelder für Nahrungsmittel pflanzlicher und tierischer Herkunft. Zu den gesetzlichen Aufgaben der Leitstelle gehört es unter anderem, Probenahme-, Analysen- und Berechnungsverfahren zu entwickeln bzw. festzulegen sowie Vergleichsmessungen durchzuführen. Die von den amtlichen Messstellen aller Bundesländer erhobenen Daten werden in ein rechnergestütztes „Integriertes Mess- und Informationssystem zur Überwachung der Umweltradioaktivität" (IMIS) eingespeist. Die Kieler Wissenschaftler bewerten diese Daten auf der Grundlage radioökologischer Zusammenhänge. Der Betrieb des IMIS wurde von der Bundesrepublik Deutschland aufgrund der Erfahrungen aus dem Reaktorunfall in Tschernobyl installiert.

Die Kieler Leitstelle berät die Bundesregierung und Bundesoberbehörden in Abstimmung mit dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) in Fragen der Radioaktivitätsüberwachung und der Radioökologie der Nahrungskette. Die Aufgabenerweiterung ist mit erheblichen Investitionen für modernste Messgeräte und zusätzliches wissenschaftliches und technisches Personal verbunden. Derzeit sind ein Radiochemiker, ein Kernphysiker und ein Ökotrophologe zusammen mit drei technischen Mitarbeiterinnen in der Leitstelle tätig. *(BAfM)*

Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung

Später Schnitt – ein zweischneidiges Schwert

Zeitpunkt der Wiesenmahd genau abwägen

Ein mehrwöchiges Hinauszögern der Mitte Mai üblichen ersten Wiesenmahd kommt den Belangen des Naturschutzes auf Grünland in vielfältiger Weise entgegen. Dieser von verschiedenen Förderprogrammen unterstützten positiven Wirkung steht ein Nährstoffverlust des spät geschnittenen Grases gegenüber. Das Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) in Müncheberg weist nun eine weitere Qualitätsminderung durch erhöhten Bakterien- und Pilzbesatz nach.

Ein mehrjähriger Vergleich der Bakterien- und Pilzdichte auf spät geschnittenem Gras gegenüber konventionellem Mähgut durch die ZALF-Forscherin Undine Behrendt im Rahmen einer Doktorarbeit an der Justus-Liebig-Universität Gießen ergab: Die Besatzdichten überschreiten oft die Grenzwerte für Futtermittel. Mit den erhöhten Bakterien- und Pilzbesiedlungen kann gleichzeitig das Schädigungspotenzial durch toxische Stoffwechselprodukte und Zellinhaltsstoffe bei der Verfütterung dieser späten Aufwüchse ansteigen. Zusätzlich treten vermehrt typische Gärschädlinge auf, die die Bereitung von Silage guter Qualität gefährden können.

Bei der Entscheidung über den geeigneten Schnitttermin von Wiesen sollten daher Produktionsbelange und Naturschutz sachgerecht abgewogen werden. *(ZALF)*

Bundesforschungsanstalten

Bundesforschungsanstalten beteiligen sich am Jahr der Lebenswissenschaften

Die Wissenschaft geht auf die Straße

Forschung ist faszinierend. Deshalb verlassen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im Jahr der Lebenswissenschaften die Labors und präsentieren ihre Forschung in der Öffentlichkeit – interessant, verständlich und unterhaltsam. Allein das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) führt dazu große Veranstaltungen in Berlin, Leipzig, Köln und in Hamburg durch. Und: „Wissenschaft im Dialog" stellt den Wissenschaftssommer 2001 in Berlin unter das Motto „Jahr der Lebenswissenschaften". Das Jahresprogramm umfasst Ausstellungen, Vorträge, Filmvorführungen, Lesungen, Tanztheater und Diskussionsrunden.

Darüber hinaus finden in ganz Deutschland zahlreiche weitere so genannte Satelliten-Veranstaltungen statt: Universitäten, Forschungseinrichtungen, Unternehmen und Museen organisieren Tage der offenen Tür, Infostände, Vorträge und Ausstellungen. Diskussionsrunden mit Politikern, Wissenschaftlern und Philosophen bieten dem kritischen Dialog ein besonderes Forum.

Auf den Großveranstaltungen in Leipzig (19.-28.04.2001) und Köln (31.10.–8.11.2001) findet der Wettbewerb „Science Street" statt: Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler stellen ihre Arbeit mit Exponaten und im direktem Gespräch der breiten Öffentlichkeit vor. Über die beste Präsentation entscheidet das Publikum – schließlich geht es hier um die Kunst der Vermittlung. In Leipzig wagen sich die Forscher im Hauptbahnhof zwischen „Bahnsteig und Fahrkartenschalter", in Köln geht es in die Innenstadt.

Die Bundesforschungsanstalten im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) beteiligen sich in vielfältiger Weise an den Aktivitäten. Sie sind auf der Science Street vertreten, bieten Tage der offenen Tür sowie Vortrags-

veranstaltungen an und informieren in der zweiten Jahreshälfte mit einer Wanderausstellung in verschiedenen deutschen Städten über ihre Arbeiten zum Themenbereich „Gesunde Ernährung und sichere Lebensmittel". Dazu gibt es themenbegleitend eine Sonderausgabe des ForschungsReports.

Informationen über das Jahr der Lebenswissenschaften sowie zu den Terminen und Orten der einzelnen Veranstaltungen sind im Internet unter der Adresse www.lebenswissen.de nachzulesen.

(Senat)

Senat der Bundesforschungsanstalten

Symposium über Biodiversität

Vom 15.-17. Mai 2001 veranstaltet die Arbeitsgruppe „Ökosysteme/Ressourcen" des Senats der Bundesforschungsanstalten ein Symposium zu dem Thema „Biologische Vielfalt mit der Land- und Forstwirtschaft?". Sie kommt damit dem Bedürfnis nach, die Vielfalt der zu diesem Themengebiet existierenden Erkenntnisse zusammenzufassen, zu bewerten und für die Politikberatung zugänglich zu machen.

Bereits 1997 hatte die Senatsarbeitsgruppe ein Vorläufersymposium mit dem Titel „Biologische Vielfalt – Konflikt zwischen Nutzung und Erhaltung" veranstaltet. Vor dem Hintergrund der zwischenzeitlichen Entwicklung ist es das Ziel des jetzigen Symposiums, den aktuellen Stand der Forschungsergebnisse in den Bereichen Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei disziplinübergreifend darzustellen und darüber hinaus zu erörtern, wie und in welchem Maße die genannten Wirtschaftszweige zum Erhalt und zur Förderung der biologischen Vielfalt beitragen können und sollen.

Die Tagung findet an der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) in Braunschweig statt und wird vor Ort vom FAL-Institut für Agrarökologie organisiert. Es ist vorgesehen, die Vortrags- und Posterbeiträge in einem Band der Schriftenreihe „Angewandte Wissenschaft" zu publizieren. *(Senat)*

Bundesforschungsanstalten

„Was zählt, ist Qualität" – auch bei der Forschung

Reger Andrang bei Ständen der Bundesforschungsanstalten auf der Grünen Woche

Das Thema der Sonderschau, die das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft anlässlich der Internationalen Grünen Woche 2001 in Berlin veranstaltete, hätte nicht aktueller gewählt sein können: „Was zählt, ist Qualität", so das Motto. Die Sonderschau befasste sich allerdings nicht mit dem derzeitigen Trendthema „Fleisch", sondern weitete den Blick auf die Qualität pflanzlicher Erzeugnisse aus heimischer Produktion.

Mehrere Bundesforschungsanstalten aus dem Geschäftsbereich des Verbraucherschutzministeriums zeigten exemplarisch, wie sich angewandte Forschung direkt und indirekt auch für die Verbraucher auszahlt. Dabei wurde deutlich, wie vernetzt die Arbeiten der unterschiedlich spezialisierten Anstalten sind.

Unter blühenden Apfelbäumen (ein gärtnerisches Meisterstück im Januar!) präsentierte die Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen (BAZ) gemeinsam mit dem Bundessortenamt verschiedene Apfelsorten, die nicht nur Resistenzen gegen Schaderreger aufweisen, sondern auch noch gut schmecken. Direkt daneben entführte das Institut für Pflanzenschutz im Obstbau der Biologischen Bundesanstalt (BBA) die Besucher in das geheimnisvolle Leben der Florfliegen – als erwachsene Insekten wunderschöne, grün gefärbte Netzflügler, als Larven nützliche Blattlausräuber, die unter anderem der Grünen Apfelblattlaus nachstellen. Die „take home message" der BBA-Wissenschaftler für die Besucher: Wird der Hauptschädling im Apfelanbau, der Apfelwickler, biologisch bekämpft, haben die natürlicherweise vorkommenden Nützlinge Gelegenheit, auch die zahlreichen anderen Schädlinge zu dezimieren. Biologischer Pflanzenschutz ist in Deutschland mittlerweile im Obstbau – aber auch im Gemüsebau unter Glas – weit verbreitet.

Die richtige Sortenwahl spielt auch bei unseren Grundnahrungsmittel eine entscheidende Rolle. Experten der Bundesanstalt für Getreide-, Kartoffel- und Fettforschung (BAGKF) vermittelten, wie Getreide und Kartoffeln im Spannungsfeld zwischen Sorten- und Umwelteinflüssen, zwischen ökologischen und ökonomischen Anforderungen zu hochwertigen und bekömmlichen Produkten verarbeitet werden. Hintergründe zur Qualität dieser Lebensmittel wurden verbrauchernah und anschaulich dargelegt und viele Fragen beantwortet.

Wie läßt sich nachweisen, dass lebensmittelrechtliche Anforderungen bei der Erzeugung und Verarbeitung unserer Lebensmittel erfüllt sind? Sind industriell gefertigte Lebensmittel schlechter als handwerklich hergestellte? Ist Ökogetreide im Hinblick auf Qualität und Gesundheitsrisiken positiver zu bewerten? Wie funktioniert der Verbraucherschutz hierzulande? Worauf achten die Überwachungsbehörden? Die Besucher erhielten umfassende Informationen entweder im direkten Dialog oder durch Vorträge und improvisierte Talkshows mit den Wissenschaftlern auf der Aktionsbühne.

Ausführliche Verbraucherinformation auf der Grünen Woche. Die Bundesforschungsanstalten stellten ihre Arbeiten vor

Im Aktionsbereich Getreide demonstrierte die BAGKF vor den Augen der Besucher die Arbeitsabläufe der Getreidereinigung, durch die gesundheitlich bedenkliche Verunreinigungen (Staub, Steine, giftige Unkrautsamen, Mutterkorn) entfernt werden. Die Verarbeitungsstufen in einer modernen Getreidemühle bis zum fertigen Mehl wurden sowohl an Hand eines anschaulichen Fließdiagramms als auch durch praktische Mahlvorführungen vermittelt.

Insgesamt erhielten die Besucher einen umfassenden Einblick in die vielfältigen und interessanten, manchmal sogar höchst spannenden Arbeiten der Bundesforschungsanstalten für qualitativ hochwertige Lebensmittel und eine gesunde Ernährung. *(M. Welling, Senat)*

Bücher und Zitronen

Liebe Leserinnen und Leser!

Mit dem ForschungsReport informiert Sie der Senat der Bundesforschungsanstalten regelmäßig über aktuelle Projekte und Aktivitäten in den Forschungseinrichtungen unseres Ressorts. Wie möchten unser Magazin möglichst gut auf Ihre Bedürfnisse und Interessen ausrichten. Daher ist uns Ihre Meinung wichtig!

Anhand dieses Heftes möchten wir von Ihnen wissen: Wie beurteilen Sie die Themen und die Verständlichkeit der Artikel? Welcher Beitrag hat Ihnen besonders gut gefallen, welchen Artikel fanden Sie schlecht? Ihre Meinung zählt, denn der Autor, der den besten Beitrag verfasst hat, wird von uns mit einem Buchgeschenk belohnt. Sie können aber auch Zitronen verteilen: für einen Artikel, über den Sie sauer waren. Kreuzen Sie also an: **Das Buch für GUT, die Zitrone für SCHLECHT.** Sie können bis zu 2 Bücher und 2 Zitronen vergeben.

Als Dankeschön für Ihre Mithilfe verlosen wir unter allen Einsendern, die uns bis zum 30. Juni 2001 ihre Beurteilung schicken, fünfmal das Buch „Woher weiß die Seife, was der Schmutz ist?“ von Robert L. Wolke. Der Chemiker und Wissenschaftsautor versteht es meisterhaft, wissenschaftlich-technische Fragen und Naturphänomene des Alltags leicht und locker zu erklären.

Sie können diese Seite kopieren und per Post oder Fax an die Redaktion schicken. Elektronisch erreicht uns Ihre Bewertung unter senat@bba.de. Herzlichen Dank für Ihr Engagement und viel Glück bei der Verlosung!

Ihre ForschungsReport Redaktion

GUT			SCHLECHT	
Thema	Stil		Thema	Stil
❑	❑	**Saumstrukturen in der Landwirtschaft**	❑	❑
❑	❑	**Alles Vielfalt oder was?**	❑	❑
❑	❑	**Zwischen Himmel und Erde**	❑	❑
❑	❑	**Der lange Schatten von Tschernobyl**	❑	❑
❑	❑	**Gefährliche Verwandtschaft**	❑	❑
❑	❑	**Genetische Ressourcen als essenzieller Bestandteil der biologischen Vielfalt**	❑	❑
❑	❑	**Functional Food**	❑	❑
❑	❑	**Robinie – Pionierbaum und Wertholz**	❑	❑
❑	❑	**Weidehaltung und Fleischqualität**	❑	❑
❑	❑	**Die Chance zu überleben**	❑	❑

Fax-Antwort an **05 31 / 2 99-30 01** oder an

Senat der Bundesforschungsanstalten
Messeweg 11–12
38104 Braunschweig

Name: _____

Institution: _____

Straße: _____

PLZ/Ort: _____

Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft

Das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) unterhält einen Forschungsbereich, um wissenschaftliche Entscheidungshilfen für die Verbraucherschutz-, Ernährungs-, und Landwirtschaftspolitik der Bundesregierung zu erarbeiten und damit zugleich die Erkenntnisse auf diesen Gebieten zum Nutzen des Gemeinwohls zu erweitern (Rochusstr. 1, 53123 Bonn, Tel.: 0228/529-0, http://www.bml.de).

Dieser Forschungsbereich wird von 10 Bundesforschungsanstalten und der Zentralstelle für Agrardokumentation und -information (ZADI) gebildet und hat folgende Aufgaben:

Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL):

Erhaltung und Pflege natürlicher Ressourcen agrarischer Ökosysteme und Weiterentwicklung der Nahrungs- und Rohstoffproduktion unter verstärkter Einbeziehung neuer Wissensgebiete und Forschungsmethoden. Dabei stellen die Analyse, Folgenabschätzung und Bewertung von zukünftigen Entwicklungen für die Landwirtschaft und die ländlichen Räume einen besonderen Schwerpunkt dar (Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, Tel.: 0531/596-1, http://www.fal.de).

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA):

Eine selbstständige Bundesoberbehörde und Bundesforschungsanstalt mit im Pflanzenschutz-, Gentechnik- und Bundesseuchengesetz festgelegten Aufgaben. Forschung auf dem Gesamtgebiet des Pflanzen- und Vorratsschutzes; Prüfung und Zulassung von Pflanzenschutzmitteln; Eintragung und Prüfung von Pflanzenschutzgeräten; Beteiligung bei der Bewertung von Umweltchemikalien nach dem Chemikaliengesetz; Mitwirkung bei der Genehmigung zur Freisetzung und zum Inverkehrbringen gentechnisch veränderter Organismen (Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig, Tel.: 0531/299-5, http://www.bba.de).

Bundesanstalt für Milchforschung (BAfM):

Erarbeitung der Grundlagen für die Erzeugung von Milch, die Herstellung von Milchprodukten und anderen Lebensmitteln und die ökonomische Bewertung der Verarbeitungsprozesse sowie den Verzehr von Lebensmitteln mit dem Ziel einer gesunden Ernährung (Hermann-Weigmann-Str. 1, 24103 Kiel, Tel.: 0431/609-1, http://www.bafm.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; http://www.dainet.de/bfafi).

Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft (BFH):

Wissenschaftliche Untersuchungen zur Erhaltung des Waldes und zur Steigerung seiner Leistung sowie zur Verbesserung der Nutzung des Rohstoffes Holz und zur Steigerung der Produktivität in der Holzwirtschaft (Leuschnerstr. 91, 21031 Hamburg, Tel.: 040/73962-0, http://www.bfafh.de).

Bundesanstalt für Getreide-, Kartoffel- und Fettforschung (BAGKF):

Forschungsarbeiten mit der Zielsetzung einer Qualitätsverbesserung von Getreide, Mehl, Brot und anderen Getreideerzeugnissen, von Kartoffeln und deren Veredlungsprodukten sowie der Lösung wissenschaftlicher und technologischer Fragen im Zusammenhang mit Ölsaaten und -früchten und daraus gewonnenen Nahrungsfetten und -ölen sowie Eiweißstoffen (Schützenberg 12, 32756 Detmold, Tel.: 05231/741-0, http://www.bagkf.de).

Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere (BFAV):

Eine selbständige Bundesoberbehörde mit im Tierseuchengesetz und Gentechnikgesetz festgelegten Aufgaben. Erforschung und Erarbeitung von Grundlagen für die Bekämpfung viraler Tierseuchen (Boddenblick 5a, 17498 Insel Riems, Tel.: 038351/7-0, http://www.bfav.de).

Bundesanstalt für Fleischforschung (BAFF):

Erforschung der Voraussetzungen, unter denen die Versorgung mit qualitativ hochwertigem Fleisch sowie einwandfreien Fleischerzeugnissen einschließlich Schlachtfetten und Geflügelerzeugnissen sichergestellt ist (E.-C.-Baumann-Str. 20, 95326 Kulmbach, Tel.: 09221/803-1, http://www.dainet.de/baff).

Bundesforschungsanstalt für Ernährung (BFE):

Horizontale, das gesamte Gebiet der Ernährungs-, Lebensmittel- und Haushaltswissenschaften übergreifende Aufgabenstellung (Haid-und-Neu-Str. 9, 76131 Karlsruhe, Tel.: 0721/6625-0, http://www.dainet.de/bfe).

Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen (BAZ):

Erhöhung der biotischen Resistenz und der Verbesserung der abiotischen Toleranz der Kulturpflanzen sowie Entwicklung von Zuchtmethoden und Verbesserung der Produktqualität (Neuer Weg 22/23, 06484 Quedlinburg, Tel.: 03946/47-0, http://www.bafz.de).

Zentralstelle für Agrardokumentation und -information (ZADI):

Aufbau des Deutschen Agrarinformationsnetzes (DAINet), Online-Angebot nationaler und internationaler Datenbanken, Forschung und Entwicklung auf den Gebieten Agrardokumentation und Informatik sowie Koordinierung der Dokumentation im Fachinformationssystem Ernährung, Land- und Forstwirtschaft (FIS-ELF) (Villichgasse 17, 53177 Bonn, Tel.: 0228/9548-0, http://www.zadi.de).

Forschungseinrichtungen der Wissenschaftsgemeinschaft G. W. Leibniz

Darüber hinaus sind sechs Forschungseinrichtungen der Wissenschaftsgemeinschaft G. W. Leibniz dem Geschäftsbereich des BMVEL zugeordnet: Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie (DFA) (Lichtenbergstr. 4, 85748 Garching, Tel.: 089/28914170, http://dfa.leb.chemie.tu-muenchen.de); Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung e. V. (ZALF) (Eberswalder Str. 84, 15374 Müncheberg, Tel.: 033432/82-0, http://www.zalf.de); Institut für Agrartechnik Bornim e. V. (ATB) (Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam-Bornim, Tel.: 0331/5699-0, http://www.atb-potsdam.de); Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt e. V. (IGZ) (Theodor-Echtermeyer-Weg 1, 14979 Großbeeren, Tel.: 033701/78-0, http://www.dainet.de/igz); Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere (FBN) (Wilhelm-Stahl-Allee 2, 18196 Dummerstorf, Tel.: 038208/68-5, http://www.fbn-dummerstorf.de); Institut für Agrarentwicklung in Mittel- und Osteuropa (IAMO) (Theodor-Lieser-Straße 2, 06120 Halle/S., Tel.: 0345/5008-111, http://www.iamo.de).

Die wissenschaftlichen Aktivitäten des Forschungsbereiches werden durch den **Senat der Bundesforschungsanstalten** koordiniert, dem die Leiter der Bundesforschungsanstalten, der Leiter der ZADI und sieben zusätzlich aus dem Forschungsbereich gewählte 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, http://www.dainet.de/senat).

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