DIE ZEITSCHRIFT DES SENATS DER BUNDESFORSCHUNGSANSTALTEN

# FORSCHUNGS Report

VERBRAUCHERSCHUTZ · ERNÄHRUNG · LANDWIRTSCHAFT

## Schwerpunkt: Agrartechnik

Alpenveilchen: Embryonen im Bioreaktor

Geflügelpest – eine Gefahr nicht nur fürs Federvieh

Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft

1/2004

## Guten Tag!

*Als neugewählter Präsident des Senats der Bundesforschungsanstalten begrüße ich Sie an dieser Stelle sehr herzlich. Die Bundesforschungsanstalten kamen in diesem Jahr häufiger als sonst in den Medien vor. Neben Beiträgen über spannende Forschungsergebnisse aus unseren Häusern waren es vor allem Berichte über die Analyse der Leistungsfähigkeit der Ressortforschung, die der Wissenschaftsrat kürzlich am Beispiel unserer Einrichtungen vorgenommen hat. Die Ergebnisse dieser Begutachtung sind vielschichtig, sie haben bestimmte Probleme aufgezeigt und geben Anregungen, die Arbeiten in den Anstalten und die Verknüpfungen zum Ministerium weiter zu optimieren. Dies wird von den Angesprochenen dankbar aufgenommen und auf ihre Umsetzbarkeit geprüft, um Verbesserungen im Forschungssystem zu erreichen.*

# Entwicklung aktiv mitgestalten

*In verschiedenen Zeitungen und anderen Medien sind Beiträge erschienen, die unter Berufung auf einzelne Aussagen des Wissenschaftsrates den Bundesforschungsanstalten ein schlechtes Zeugnis ausstellten. Dies ist – auch wenn es im Einzelfall immer Verbesserungsmöglichkeiten gibt – so pauschal nicht haltbar. Bedenklich ist, wenn Repräsentanten anderer wissenschaftlicher Institutionen auf diesen Zug aufspringen und ihrerseits öffentlich die Ressortforschung schlecht reden. Angesichts der zunehmenden Verteilungskämpfe um knapper werdende öffentliche Gelder drängt sich der Verdacht auf, es ginge weniger um die Qualität der Ressortforschung als um eine Umverteilung des Kuchens der verfügbaren Forschungsmittel. Auf den Seiten 32-35 dieses Heftes wird auf den Bericht des Wissenschaftsrates näher eingegangen.*

***

*Bundesforschungsministerin Bulmahn hat gemeinsam mit der Initiative „Wissenschaft im Dialog" das Jahr 2004 als Jahr der Technik ausgerufen. Ziel ist es, das Interesse einer breiten Öffentlichkeit, insbesondere das junger Frauen und Männer, an technischen Disziplinen zu wecken und Räume für Dialoge zwischen den Bürgern und Bürgerinnen und den Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen zu eröffnen – vor allem vor dem Hintergrund, dass Deutschland zu einem der führenden Technikstandorte weltweit zählt.*
*Der ForschungsReport greift das Jahr der Technik mit seinem aktuellen Schwerpunkt „Agrartechnik" auf. Wer dabei an die Konstruktion neuer Traktoren und Mähdrescher denkt, liegt nur bedingt richtig. Zwar ist in Deutschland der klassische Fahrzeug- und Maschinenbau ein wichtiger Teil der Technikbranche. Dazu kommen aber Schlüsseltechnologien der Zukunft wie Informationstechnologie, Biotechnologie, Mikrosystem- und Nanotechnologie oder die optischen Technologien. Die Beiträge des vorliegenden Heftes zeigen beispielhaft, wie stark diese Zukunftstechnologien schon heute Einzug in die Agrartechnik gehalten haben. Dabei wird auch deutlich, welche Aufgaben den Einrichtungen im BMVEL-Forschungsbereich aktuell zukommen. Sie müssen sich auf dem neuesten Stand der Technik befinden und die technische Entwicklung aktiv mitgestalten, um kompetent zu sein, Entwicklungen – positive wie negative – frühzeitig zu erkennen und das Ministerium zu beraten. Wo liegen technische Möglichkeiten, wo gibt es Grenzen? Wie lässt sich der Ressourceneinsatz durch Technik effizienter gestalten, wie wirken sich neue technische Entwicklungen auf die Umwelt, das Wohlergehen von Nutztieren oder die Struktur ländlicher Räume aus? Fragen, auf die die politischen Entscheidungsträger frühzeitig Antworten benötigen, um verantwortungsbewusst entscheiden zu können. Und die sie von den Ressortforschungseinrichtungen auch erhalten.*

*Mit freundlichen Grüßen*
*Ihr*

*Prof. Dr. Gerhard Flachowsky*
*Präsident des Senats der Bundesforschungsanstalten*

**Berichte aus der Forschung**

GIS: Neue Ansätze bei der Ausbringung chemischer Pflanzenschutzmittel — 4

Sensoren für die Präzisionslandwirtschaft — 8

MOSAIK: Unlösbares Puzzle oder realistische Aussicht auf Ertragsvorhersagen? — 12

Biogas – eine neue Einkommensquelle für die Landwirtschaft — 16

Kein „schlechter"Stress mehr im Stall
*Grundlagenforschung im Dienst von Tiergerechtheit und Tierschutz* — 20

Embryonen im Bioreaktor
*Neue Wege bei der Vermehrung von Alpenveilchen* — 24

Geflügelpest – eine Gefahr nicht nur fürs Federvieh — 28

**Interview** — 32

„Hochwertige Beratung nur mit Forschung"

**Portrait**

Fachgruppe Anwendungstechnik (BBA) — 36

Zehn Jahre „Walther Herwig III" (BFAFi) — 38

Versuchsanlage für Pferdehaltung (FAL) — 40

**Nachrichten** — 42

**Tagungen** — 47

**Impressum** — 50

**Der Forschungsbereich** — 51

# GIS: Neue Ansätze bei der Ausbringung chemischer Pflanzenschutzmittel

*Volkmar Gutsche, Burkhard Golla (Kleinmachnow) und Heinz Ganzelmeier (Braunschweig)*

***Geographische Informationssysteme – kurz GIS genannt – bieten die Möglichkeit, auf der Grundlage digitalisierter Luftbilder und Satellitenkarten unsere Landschaft bis ins Detail zu analysieren. So ist es heute kein Problem mehr, innerhalb kurzer Zeit die Wasserfläche, Ackerfläche oder die Länge der Hecken und Feldraine in einer Region oder Gemeinde genau zu berechnen. Durch die Verbindung dieser Informationen mit anderen Daten, zum Beispiel dem Verbrauch von Pflanzenschutzmitteln in einer Region, eröffnen Geographische Informationssysteme ganz neue Perspektiven, um das Risiko der Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel einzuschätzen und zu vermindern.***

Bereits Anfang der 90er Jahre wurde in der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) am Institut für Folgenabschätzung im Pflanzenschutz mit dem Aufbau eines GIS begonnen. Inzwischen steht dort ein umfangreicher Bestand georeferenzierter Daten zur Verfügung. Über die Forschungsarbeiten auf diesem Gebiet wird im Folgenden berichtet.

## Ziel: Abstandsauflagen besser handhaben

Hintergrund ist der zunehmend komplizierter werdende Umgang mit Abstandsauflagen. In der Regel werden chemische Pflanzenschutzmittel heute nur noch mit diesen Auflagen zugelassen, um das Risiko für die Umwelt zu minimieren. Das bedeutet, dass bei der Ausbringung gewisse Mindestabstände zu umliegenden gefährdeten Biotopen eingehalten werden müssen, um unvertretbare Einträge von Pflanzenschutzmitteln über die Spraydrift zu vermeiden. Das gilt insbesondere auch für Oberflächengewässer, für die eine bestimmte kritische Konzentration der Substanzen im Wasser nicht überschritten werden darf (siehe Abb. 1). Diese Mindestabstände sind mittelspezifisch und variieren in einem großen Bereich (Abstand von null Meter bis mehr als 100 Meter). Die Abstandsauflagen sind bußgeldbewehrt

***Abb. 1 (links): Bei der Ausbringung von chemischen Pflanzenschutzmitteln sind Mindestabstände zu Oberflächengewässern einzuhalten, die für jedes Mittel genau festgelegt sind.***





und werden zunehmend durch die Pflanzenschutzdienste der Länder überwacht.

Um einerseits den Schutz der Umwelt sicherzustellen und andererseits landwirtschaftliches Handeln nicht unberechtigt einzuschränken, wurden die Regelungen immer umfangreicher und für den Landwirt in gewissem Maße auch unübersichtlicher. Ein von der Biologischen Bundesanstalt in Gang gebrachtes Forschungsvorhaben, welches GIS und das Globale Positionierungssystem GPS mit neusten Entwicklungen der Gerätetechnik zu einem Lösungsvorschlag verbindet, soll hier Abhilfe schaffen.

## Datengrundlage

Während beim „Precision Farming" Informationen über die eigentliche Zielfläche, zum Beispiel über den heterogenen Unkrautbesatz eines Feldes, verarbeitet werden, stehen für Risikominderungsstrategien besonders die umgebenden Nichtzielflächen im Blickpunkt.

Wesentliche Informationen über die Beziehung von Ziel- und Nichtzielflächen bei der Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln werden aus dem Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystem der Landesvermessungsämter (ATKIS) gewonnen, insbesondere aus dem

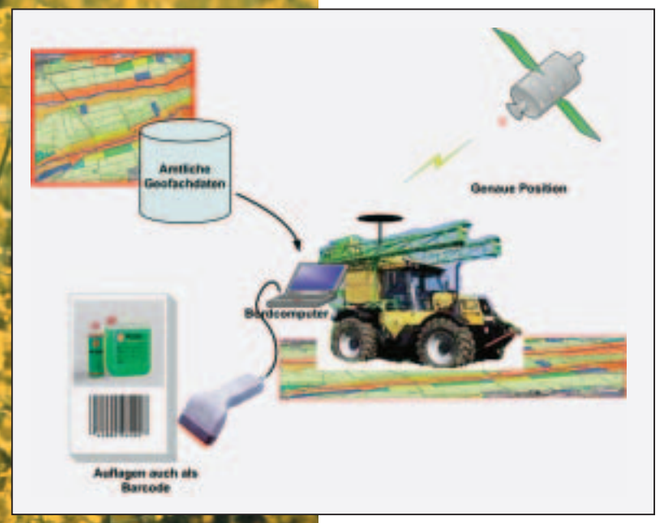



***Abb. 2 (oben): Prinziplösung einer GIS- und GPS-gesteuerten Ausbringung chemischer Pflanzenschutzmittel.***

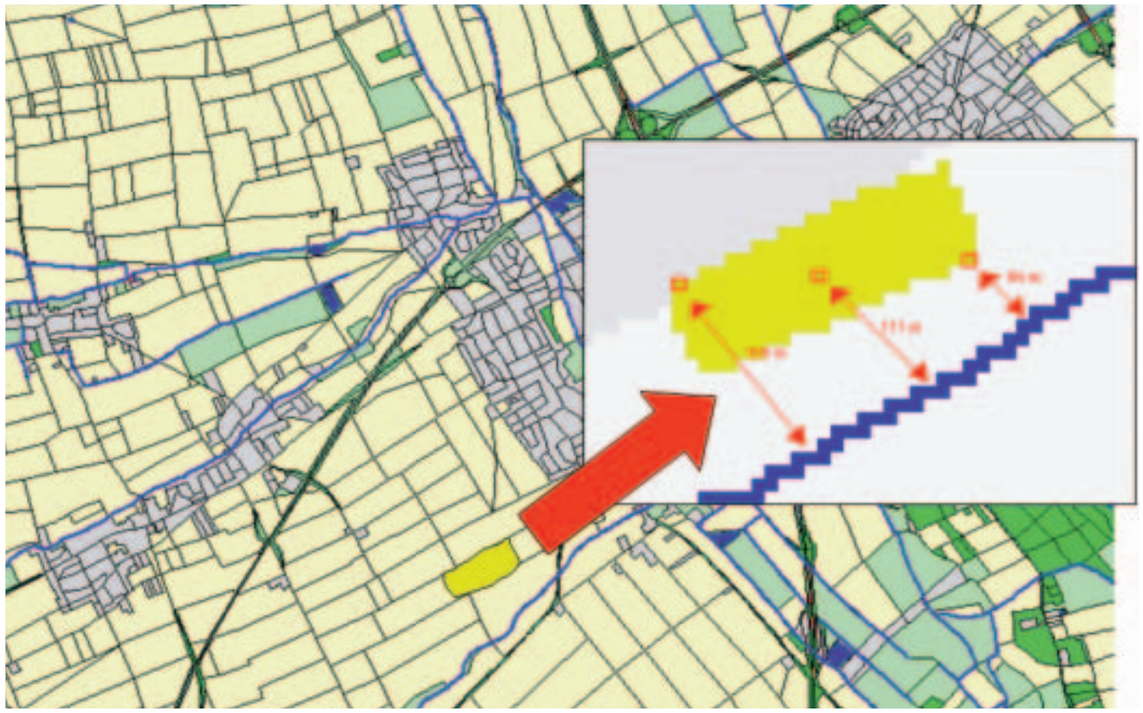


*Abb. 3: Bestimmung der Abstände zum nächsten Oberflächengewässer für jede fünf mal fünf Meter große Rasterzelle auf der Grundlage digitaler Karten aus ATKIS.*

Digitalen Landschaftsmodell 25 (DLM25) des ATKIS.

Das DLM25 stellt die digitale Nachfolge der analogen topographischen Karten der Maßstäbe 1:10.000 bis 1:25.000 dar, weist jedoch eine höhere Genauigkeit für die wichtigsten punkt- und linienförmigen Objekte auf. Angestrebt sind Lagegenauigkeiten von plus/minus drei Meter. Das digitale Landschaftsmodell beschreibt die topographischen Objekte der Landschaft und das Relief der Erdoberfläche im Vektorformat. Die ATKIS-Daten werden von den Landesvermessungsämtern der Bundesländer erstellt und regelmäßig aktualisiert. Durch eine Bund-Ländervereinbarung steht dieser Datenbestand auch Bundesbehörden zur Verfügung. Die BBA bezieht die ATKIS-Daten flächendeckend für die Bundesrepublik Deutschland vom Bundesamt für Kartographie und Geodäsie.

Für die GIS-gestützte Pflanzenschutzforschung liefert das DLM25 neben Angaben zum Straßen-/Wegenetz und zum Gewässernetz auch Informationen über Kleinstrukturen wie Feldgehölze und Hecken sowie über die räumliche Verteilung von Ackerland, Rebflächen, Gartenland, Grünlandflächen, Wald und anderen Flächennutzungen. Durch die Verknüpfung mit Expertenwissen und Daten aus Feld- und Luftbildmessungen lässt sich so ein detailliertes, realistisches Bild der Landschaft entwickeln, das insbesondere Ziel- und Nichtzielflächen von Pflanzenschutzmaßnahmen in eine räumliche Beziehung setzt.

## Lösung

Der Geodaten-orientierte Ansatz zur Bestimmung des Risikos, dass durch die chemischen Pflanzenschutzmaßnahmen auch Nichtzielorganismen in benachbarten Biotopen beeinträchtigt werden, klassifiziert landwirtschaftliche Flächen nach ihrem Potenzial, benachbarte Biotope mit Pflanzenschutzmitteln zu befrachten. Die Berechnungen erfolgen auf der Basis von Rasterzellen. Hierfür werden alle Landwirtschaftsflächen in Zellen gleicher Größe von fünf mal fünf Meter unterteilt. In Abbildung 3 ist ein solcherart gerasterter Ausschnitt einer digitalen Karte aus ATKIS zu sehen. Man erkennt unter anderem Ackerflächen (hellgelb), Grünlandflächen (hellgrün) und die verschiedenen Oberflächengewässer (blau).

Für jede dieser Zellen wird mittels bestimmter GIS-Funktionen die Distanz zum nächstgelegenen Gewässer ermittelt (für den gelben Schlag in der Abbildung 3 sind einige Rasterzellen beispielhaft angegeben). Die digitalen Distanz-Rasterkarten wurden flächendeckend für die Bundesrepublik in der BBA errechnet. Es entstand ein 35 Gigabyte großer Geo-Fachdatensatz. Diese digitalen Rasterkarten stellen eine erste, einfache GIS-Basis für eine Steuerung der Pflanzenschutzgeräte über den Bordcomputer dar (Abb. 4 bis 6): Über GPS wird die Position der Spritze bestimmt, die Abstandauflage des eingesetzten Mittels wird dem Verpackungslabel (möglichst automatisiert als Strichcode) entnommen und die Spritzdüsen gemäß der Distanz-Information aus den Rasterzellen zu- oder abgeschaltet (vgl. Abb. 2). Mit der einfachen Information über die Distanz zu Nichtzielflächen sind die Möglichkeiten des vorhandenen GIS-Systems jedoch noch nicht erschöpft. Da das Potenzial der Pflanzenschutzmittel-Fracht einer Rasterzelle mit zunehmender Entfernung zum Gewässer exponentiell abnimmt, wird die Entfernung jeder Zelle auf Grundlage einer Abdriftfunktion nach Abdrifteckwerten der BBA gewichtet. Die Stärken dieser Methode liegen in der realistischeren Abbildung des Abdriftprozesses. Dabei ist die auf der Abdrift basierende Gewichtung der Entfernung der Rasterzellen von den unterschiedlichen Kulturgruppen – Feldkulturen, Obstbau, Weinbau oder Hopfenbau – und der eingesetzten Gerätetechnik abhängig.

Werden nun noch weitere aus ATKIS ableitbare Informationen über die Breite und Tiefe sowie die Art des Gewässers verarbeitet, lassen sich diese gewichteten Distanzen in so genannte Expositionspotenziale pro fünf mal fünf-Meter Rasterzelle umrechnen. Es entsteht eine für die Bundesrepublik flächendeckende digitale Rasterkarte der Expositionspotenziale durch Spraydrift für die einzelnen Kulturartengruppen.

Auch diese Karten können zur Steuerung der Pflanzenschutzgeräte genutzt werden. Sie erlauben eine noch realistischere Risikominderung, da auch die tatsächliche Aufwandmenge mit einbezogen wird. Dadurch bekommen die Expositionspotenziale eine interpretierbare Maßeinheit von mg/l, und die Spritzensteuerung hat das Ziel, keine Potenziale über einem kritischen Konzentrationswert wirksam werden zu lassen. Erforderlich ist dafür allerdings, dass eine solche kritische Konzentration für aquatische Organismen bei der Kennzeichnung der einzelnen Pflanzenschutzmittel auch angegeben wird. Vom Prinzip her dürfte das nicht schwierig sein, da diese Werte bereits für das Zulassungsverfahren vorliegen müssen, damit die Zulassungsbehörde über Abstandsauflagen entscheiden kann. Auf diese Weise würde zusätzlich eine größere Transparenz der Risikominderung erreicht.

## Zahlreiche Vorteile

Die GIS-basierte Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln bringt eine Reihe von Vorteilen.

- Der Fahrer wird von der Ausführung der komplizierten und unterschiedlichen Abstandsregelegungen der Pflanzenschutzmittel entlastet.
- Die Einhaltung von Abstandsauflagen wird gewährleistet mit der Folge, dass durch Unachtsamkeit verursachte Einträge von Pflanzenschutzmitteln reduziert werden.
- Der Praktiker kann im Einzelfall bei Überwachungsmaßnahmen nachweisen, dass er die Abstandsauflagen eingehalten hat (Entlastung bei Gewässerverschmutzung).
- Die vorhandene Datenbasis über die ausgeführten Pflanzenschutzmaßnahmen kann für die gesetzlich vorgeschriebene Dokumentationspflicht herangezogen werden.
- Vorhandene Elektronikausstattung kann umfassender genutzt werden. Es fallen nur unerhebliche Zusatzkosten an. ■

*Dr. Volkmar Gutsche, Dr. Burkhard Golla, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA), Institut für Folgenabschätzung im Pflanzenschutz, Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow. E-mail: v.gutsche@bba.de, b.golla@bba.de.*
*Dr.-Ing. Heinz Ganzelmeier, BBA, Fachgruppe Anwendungstechnik, Messeweg 11/122, 38104 Braunschweig. E-mail: h.ganzelmeier@bba.de*

*Abb. 4 bis 6: GPS-Antenne auf dem Traktor zur Positionsbestimmung. Mitte: ISOBUS-Terminal beim Fahrer als zentrales Steuerelement des Bordcomputers. Rechts: Mehrfach-Düsenträger am Spritzgestänge. Der Bordcomputer steuert situationsabhängig, mit welchem Düsentyp Pflanzenschutzmittel ausgebracht werden. So können in der Feldfläche beispielsweise Spritzmittel sparende Düsen mit feinster Tröpfchenverteilung und an Feldrändern abdriftvermindernde Düsen aktiviert werden.*

***Vorbei die Zeiten, als Kartografen noch zu Feder und Stichel griffen: Heute bieten digitalisierte Luftbilder und Satellitenkarten detailgenaue Landschaftsbilder. (Bild: Weltkarte aus dem 16. Jahrhundert)***

# Sensoren für die Präzisionslandwirtschaft

*Detlef Ehlert und Hans-Rainer Langner (Potsdam-Bornim)*

***Als aufmerksamem Spaziergänger in der Feldflur ist es dem einen oder anderen sicher schon selbst einmal aufgefallen: Pflanzenbestände innerhalb eines Ackerschlages können trotz einheitlicher Bewirtschaftung unterschiedlich stark ausgebildet sein. Verantwortlich dafür sind die kleinräumigen Bodenbedingungen. Eine örtlich differenzierte (teilflächenspezifische) anstelle der bisherigen einheitlichen Bewirtschaftung von Ackerflächen berücksichtigt diese Unterschiede und führt zu einer ökologisch und ökonomisch verbesserten Produktionsweise. Eine solche Präzisionslandwirtschaft ist nur möglich, wenn ausreichend Informationen über Pflanzenbestandsdichte, Bodenqualität oder die Nährstoffversorgung der jeweiligen Teilflächen zur Verfügung stehen. Moderne Sensortechnik kann entscheidend dazu beitragen, diese Informationen der erforderlichen Qualität bereitzustellen.***

Seit Jahren arbeitet das Institut für Agrartechnik in Potsdam-Bornim (ATB) intensiv an der Entwicklung von Sensoren zur Erfassung von Pflanzenparametern, die messbar zur Verbesserung der Produktionsverfahren beitragen – Hightech im Sinne eines ressourcenschonenden Pflanzenbaus, wie die folgenden Beispiele zeigen werden.

## Sensoren zur Erfassung der Verunkrautung

Für die Bewertung des Unkrautvorkommens auf landwirtschaftlichen Flächen wurden am ATB zwei Sensorlösungen entwickelt und erprobt: ein opto-elektronischer Sensor sowie eine Kamera-basierte Lösung. Für beide Sensoren gilt: Sie müssen Unkrautpflanzen von wenigen Millimetern Größe während einer Überfahrt mit Geschwindigkeiten bis 15 Stundenkilometern sicher unter den oft schwierigen Feldbedingungen erkennen.

Der opto-elektronische Sensor arbeitet mit punktförmigen Messflächen und zeichnet sich durch einen relativ geringen technischen Aufwand aus. In den Messpunkten wird die spektrale Reflexion in zwei Wellenlängenbereichen erfasst und für die Pflanzenerkennung ausgewertet. Vor dem Einsatz wird der Sensor mit Blickrichtung zum Boden an einem Traktor befestigt, so dass er innerhalb der Fahrspur den Unkrautbesatz bestimmen kann. Der Sensor liefert mit hoher Messfrequenz Werte zum lokalen Unkrautbesatz, aus denen auf der Grundlage von Herstellerempfehlungen und aus zusätzlichen pflanzenbaulichen Kenntnissen die tatsächlich benötigten Applikationsmengen des Herbizids von einem Bordcomputer in Echtzeit berechnet und unmittelbar an eine Feldspritze weitergeleitet werden. Bild 1 zeigt den Einsatz des Sensors im Frontanbau vor einer Kombination aus Traktor und Anhänger-Feldspritze. Um die Eignung des Sensors zu belegen, wurde diese Maschinenkombination in unterschiedlichen Feldkulturen auf ca. 100 Hektar Ackerfläche eingesetzt. Die Ergebnisse waren vielversprechend.

In nur zwei Jahren wurde weitere Sensortechnik in Form einer Kamera-basierten Lösung zur Bewertung des Unkrautvorkommens im Rahmen eines BMBF-geförderten Projekts am ATB entwickelt. Hierzu mussten eine spezielle Kameratechnik eingesetzt und Softwarelösungen für die Auswertung der Bilder in Echtzeit entwickelt werden. Diese Aufgaben waren nur interdisziplinär mit spezialisierten Partnern und abgestimmter Arbeitsteilung zu bearbeiten. Die Firma Symacon Bildverarbeitung, Magdeburg, beschäftigt sich seit 1986 mit der industriellen Bildverarbeitung und brachte insbesondere Erfahrungen zur kontrastreichen Beleuchtung der Unkrautszene und zur Informationsverarbeitung der Sensorsignale in das Projekt ein. Das Unternehmen Müller Elektronik, Salzkotten, war im Projekt maßgeblich an der Entwicklung und Erprobung von Software für das teilflächenspezifische Spritzen mit marktverfügbaren Anhänge-Feldspritzen beteiligt.

*Bild 1: Einsatz eines opto-elektronischen Sensors im Frontanbau zur ortsbezogenen Herbizidausbringung. Kleines Bild: Fahrspur für die Unkrautdetektion.*

Die entwickelte technische Lösung ist im Überblick in Bild 2 dargestellt. Sie besteht aus dem optischen Abbildungssystem inklusive der optischen Strahlteilung, aus drei spektral unterschiedlich empfindlichen Bildsensoren (Red Sensor, IR Sensor, Green Sensor), aus einer Kameraelektronik für die Erstverarbeitung der Bildsignale sowie aus einer speziellen Einsteckkarte (Frame Grabber) und dem PC für die Verarbeitung der Bildsignale. Das Gesamtsystem ist in der Lage, auch über die Fahrspur hinausgehende Unkrautbewertungen vorzunehmen. Dadurch konnte die Erkennungssicherheit gegenüber dem einfacheren opto-elektronischen Sensor wesentlich gesteigert werden. Zusätzliche Parameter, wie die Größe der auflaufenden Unkräuter, werden durch den Kamerasensor sicher erfasst.

Durch die Anwendung modernster Bildverarbeitungstechniken in Verbindung mit einer leistungsstarken Software ließ sich die schnelle und erkennungssichere Bewertung des Unkrautvorkommens technisch realisieren. Die Kamera-basierte Lösung erfordert im Vergleich zum opto-elektronischen Unkrautsensor einen höheren Investitionsaufwand. Sie besitzt eine bessere optische Auflösung und liefert daher Daten über den vorhandenen Unkrautbesatz mit einer größeren Erkennungssicherheit. Darüber hinaus bietet die Auswerteelektronik zum Kamerasensor die Möglichkeit, die auf einer Ackerfläche ermittelte Verunkrautung zu dokumentieren.

Beide Sensoren zur Bewertung des Unkrautvorkommens schaffen die technischen Voraussetzungen dafür, dass bereits während der Ausbringung von Herbiziden die Applikationsmenge an den tatsächlichen Bedarf angepasst und somit ein unnötiger Herbizideinsatz vermieden werden kann.

## Sensor zur Erfassung der Pflanzenmassedichte

Ein wichtiger Parameter für eine bedarfsgerechtere Bestandesführung in Form von Düngung und Pflanzenschutz ist die Menge des auf den jeweiligen Teilflächen

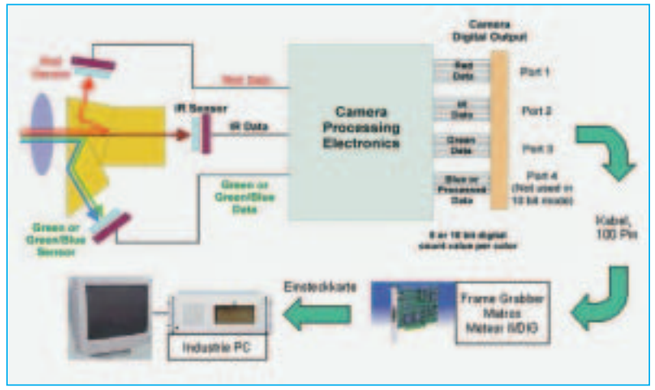



*Bild 2: Der Signalverlauf im System Kamerasensor mit Bildverarbeitung (Industrie-PC).*

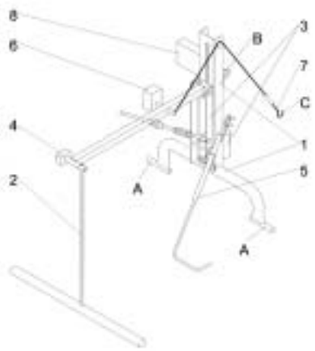



***Bild 3: Pendelsensor im Traktoren-Frontanbau***
***1 Rahmen***
***2 Pendel***
***3 Tiefenausgleich***
***4 Potentiometer***
***5 Tastelement***
***6 Neigungssensor***
***7 Seilzug***
***8 Elektronikbox***
***A,B,C Koppelpunkte***

eines Ackers gewachsenen pflanzlichen Materials. Die örtlich gebildete Pflanzenmasse gibt Auskunft über den Wachstumsfortschritt und die zu erwartende Erntemenge. Die Informationen können auch genutzt werden, um den Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln für eine kleinräumige Bewirtschaftung zu optimieren.

Zur Messung der Pflanzenmassedichte wurde am Institut für Agrartechnik ein Sensor entwickelt, der als ein Pendel ausgeführt ist, das beim Durchfahren von Pflanzenbeständen ausgelenkt wird (Bild 3). Die Höhe der Kraftwirkung zur Auslenkung des Pendels wird im wesentlichen bestimmt von der Masse und der Anzahl der Einzelpflanzen und somit von der auf die Fläche bezogenen Pflanzenmasse (Pflanzenmassedichte). Nachdem die grundlegenden Untersuchungen zur Bewertung des Prinzips der Pflanzenmassedichtemessung mittels Pendelsensor erfolgreich beendet waren, folgte als nächster Schritt die technische Entwicklung des Pendelsensors, der für den großflächigen Einsatz unter Praxisbedingung geeignet ist. Für die praktische Nutzung in Landwirtschaftsbetrieben wurde der Pendelsensor als Front-Zusatzgerät für Traktoren und selbstfahrende Landmaschinen zur Unterstützung der teilflächenspezifischen Bewirtschaftung in Echtzeit (online) konzipiert.

Ein erstes Einsatzgebiet des Pendelsensors war die großflächige Kartierung der relativen Pflanzenmassedichte in Halmkulturen auf mehr als 2.000 Hektar. Mit satellitengestützter Ortungstechnik und GIS-Software konnten so Karten der Verteilung der relativen Pflanzenmassedichte generiert werden. Mit der Kartierung großer und standörtlich unterschiedlicher Flächen lässt sich die Heterogenität von landwirtschaftlich genutzten Flächen in unterschiedlichen Regionen repräsentativ bewerten. Ein für ostdeutsche Regionen typischer Ackerschlag ist im Bild 4 beispielhaft dargestellt. Deutlich sind die zonenförmig ausgebildeten Teilflächen gleicher Pflanzenmassedichte zu erkennen.

Auch die Stickstoffdüngung kann mit Hilfe des Pendelsensors optimiert werden. Dies zeigten Versuche mit sensorgestütztem, teilflächenspezifischem Stickstoffeinsatz in unterschiedlichen Landwirtschaftsbetrieben auf insgesamt 328 Hektar. Hierfür wurde ein modifizierter Zentrifugaldüngerstreuer (Bild 5) eingesetzt.

Die Ursache für die unterschiedliche Dichte der Pflanzenmasse ist häufig in den kleinräumigen Bodenbedingungen und den damit verbundenen unterschiedlichen Mengen an pflanzenverfügbarem Wasser zu sehen. Mangel an pflanzenverfügbarem Wasser wirkt ertragsbegrenzend – ein

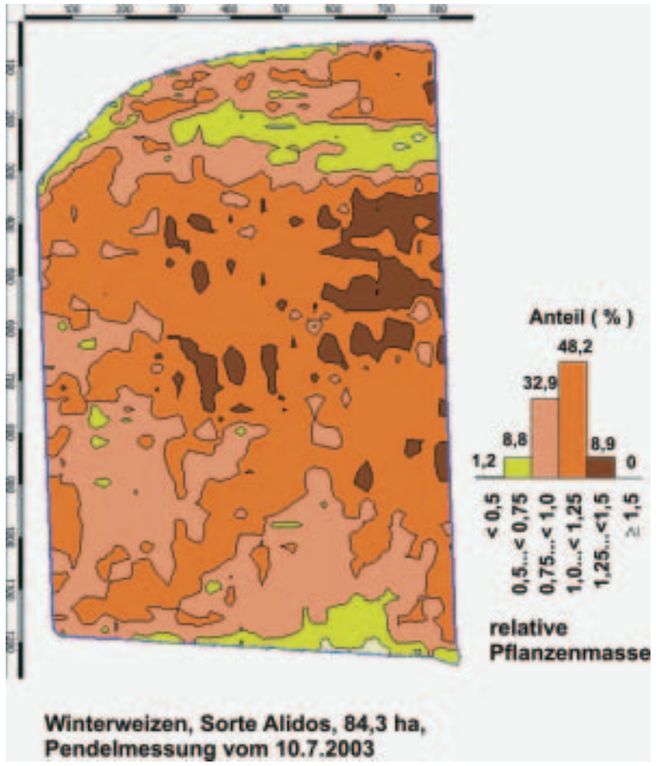



***Bild 4: Verteilung der relativen Pflanzenmassedichte auf einem Beispielschlag (Winterweizen, 84 Hektar, 2003)***

***Bild 5: Pendelsensor mit Zentrifugaldüngerstreuer zur Stickstoffdüngung.***

Umstand, der nur durch ressourcenintensive Bewässerungsmaßnahmen ausgeglichen werden könnte. Teilflächenspezifischer Stickstoffeinsatz berücksichtigt dies: An Stellen mit ungünstigeren Wachstumsmöglichkeiten wird die Düngermenge reduziert und an Stellen mit guter Wasserversorgung entsprechend erhöht.

Der Einsatz des Pendelsensors zur zweiten und dritten Stickstoffgabe führte auf den teilflächenspezifisch gedüngten Flächen gegenüber den einheitlich gedüngten zu einer Einsparung von 13 Kilogramm pro Hektar Stickstoff, also von fast 15 Prozent. Trotz der reduzierten Düngermenge lag der Kornertrag auf den teilflächenspezifisch bewirtschafteten Streifen im Mittel um 1,5 dt höher.

Für die teilflächenspezifische Ausbringung von Fungiziden und Wachstumsreglern wurde eine Pflanzenschutzspritze dem Einsatzzweck entsprechend konfiguriert. Zum Absichern eines optimalen Tropfenspektrums auch bei stark reduzierten Applikationsraten kamen spezielle Vierfach-Düsenkombinationen (Vario-Select) auf einer Feldspritze mit 24 Meter Arbeitsbreite zum Einsatz.

Durch die Messung der Pflanzenbestandesdichte mit dem Pendelsensor und eine teilflächenspezifische Applikation konnten auch bei Fungiziden und Halmstabilisatoren beachtenswerte Mitteleinsparungen von 20 bis 48 Prozent erreicht werden. Ein Vergleich der Ertragswerte aus Mähdreschern mit Ertragskartierungseinrichtung in einem GIS-Programm zeigte, dass die reduzierten Applikationsmengen keine negativen Einflüsse auf die Höhe des Ertrages haben.

## Überführung in die Praxis

Der seit Mitte der neunziger Jahre am Institut für Agrartechnik Bornim mit zusätzlicher Förderung des BMBF entwickelte und bewertete Sensor erweist sich auf Grund seiner Nutzungsmöglichkeiten für vielfältige Zwecke als wahres „Multitalent" in der Präzisionslandwirtschaft. Infolge seines leicht verständlichen Messprinzips, des relativ geringen Fertigungsaufwands und seiner Robustheit besitzt er gute Voraussetzungen für den Einsatz in Landwirtschaftsbetrieben, auch unter rauen Praxisbedingungen.

Der Sensor wies mit dem Abschluss der Vegetationsperiode 2003 einen Entwicklungsstand auf, der die unmittelbare Überführung in die industrielle Produktion ermöglichte. Der Pendelsensor wurde daraufhin von zwei Firmen in ihr Produktionsprogramm aufgenommen und auf der AGRITECHNICA 2003 erstmals als „CROP-Meter" der breiten Öffentlichkeit vorgestellt. Mit großem Erfolg: Aufgrund des Innovationsniveaus und der Gebrauchseigenschaften zeichnete ihn die Bewertungskommission mit einer Silbermedaille aus.

Die folgenden Jahre werden zeigen, ob das CROP-Meter von den Landwirten angenommen wird und es einen Beitrag zur Verbesserung des Betriebsergebnisses bei gleichzeitigem Abbau von Umweltbelastungen in der pflanzlichen Produktion leisten wird. ■

*Dr.-Ing. Detlef Ehlert und Dr.-Ing. Hans-Rainer Langner, Leibniz-Institut für Agrartechnik Bornim, Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam-Bornim.*
*E-Mail: dehlert@atb-potsdam.de, rlangner@atb-potsdam.de*

# MOSAIK: Unlösbares Puzzle oder realistische Aussicht auf Ertragsvorhersagen?

*Ole Wendroth, K. Christian Kersebaum,*
*Hannes I. Reuter (Müncheberg)*
*Jürgen Schwarz und Antje Giebel (Potsdam)*

***Wenn uns im Frühling die ersten Sonnentage und wärmere Temperaturen das satte Grün der Äcker bescheren, sind die Bauern schon längst aktiv geworden. Auf den Getreideflächen haben sie begonnen, den Nährstoffbedarf der jungen Pflanzen zu erfüllen – insbesondere mit Stickstoff. Dieser Nährstoff ist Bestandteil des Proteins und trägt damit wesentlich zur Qualität des Ernteguts bei. Gute Landwirte teilen den Bedarf, der durch Düngung gedeckt werden soll, gekonnt und wohl dosiert in mehrere Gaben auf. Dies geschieht in den meisten Fällen schlageinheitlich, das heißt, der Landwirt legt aufgrund seiner Erfahrung und eventueller vorheriger Boden- oder Pflanzenuntersuchungen die jeweilige Dosis fest, mit der die gesamte Ackerfläche einheitlich versorgt werden soll. Moderne Geräte helfen, eine homogene Ausbringung zu erreichen. Aber wie sieht das Bild zur Ernte aus, ist der Ertrag auch so gleichmäßig verteilt?***

***Abb. 1: Karte der Reichsbodenschätzung eines Untersuchungsschlages im sächsischen Lüttewitz. Der Bodentyp variiert nicht sehr stark. HF: Hoffläche, „L" steht für die Bodenart Lehm, die arabische Ziffer für die Zustandsstufe von Ackerböden, die römische Ziffer für die Zustandsstufe von Grünlandböden. „Loe" (=Löss) gibt die Entstehung von Ackerböden an, „a" das Klima (8 °C) für Grünlandböden und die arabische Ziffer hinter dem „a" die Wasserverhältnisse und damit den Grad der Ertragsfähigkeit. Die rot umrandete Fläche ist der Umriss des Ackerschlages. Jeweils in der Mitte der 8x8 Rasterzellen wurde die Textur des Bodens untersucht.***

## Keine homogenen Erträge

In der Regel ist der Ertrag keineswegs so homogen in der Fläche verteilt wie die vorangegangenen Bewirtschaftungsmaßnahmen dies vermuten ließen. Auf die Biomassebildung wirkt eine kaum überschaubare Vielfalt von gegenseitig sich beeinflussenden bio-geochemischen und physikalischen Prozessen ein. Was wir homogen bewirtschaften, unterliegt derart vielen Einflüssen, dass die Kornerträge innerhalb eines Ackerschlages deutlich variieren. Verantwortlich dafür sind in erster Linie unterschiedliche Bodeneinflüsse. Nicht überall innerhalb einer Fläche finden wir denselben Bodentyp, dieselbe Horizontierung oder dieselben Wasserverhältnisse. Hinzu kommt der Einfluss der Landschaftsmorphologie. Ist eine Fläche eben wie ein Tisch oder zeichnet sie sich durch Reliefunterschiede, durch Kuppen und Senken aus? Das Relief wirkt auf die Wasserverhältnisse des Bodens ein und beeinflusst die Exposition, also die Ausrichtung der Ackerfläche zur Sonne.

***Wenn Düngemittel bedarfsgerecht eingesetzt werden, zahlt sich dies sowohl für die Umwelt als auch für den Landwirt aus. (Im Bild: Wissenschaftliche Untersuchungen zum Stickstoffhaushalt bzw. Nährstoffmangel im Hessischen Dienstleistungszentrum für Landwirtschaft).***

## Aussichtslose Lage?

Mit modernen Verfahren der Ertragskartierung hat der Landwirt die Möglichkeit, sich ein Bild über räumliche Ertragsunterschiede innerhalb seiner Flächen zu erarbeiten. Ein Beispiel ist in den Abbildungen 1 und 2 gezeigt. Die Bodenkarte (Abb. 1) zeigt keine großen Bodenunterschiede. Die in Abbildung 2 gezeigten Erträge variieren aber deutlich – ein typisches Phänomen landwirtschaftlicher Ackerschläge. Welche Ursachen sind dafür ausschlaggebend? Folgt die Variabilität bestimmten Gesetzmäßigkeiten, die in die Bewirtschaftungsentscheidungen einbezogen werden können? Ist die Ertragsvariation vorhersagbar?

## Langfristiges Projekt MOSAIK

Um diesen und weiteren Fragen nachzugehen, wurde im Rahmen des Forschungsprojektes MOSAIK auf einem landwirtschaftlichen Betrieb der Südzucker AG im sächsischen Lüttewitz (Landkreis Döbeln) 1997 eine langfristige Untersuchung begonnen. Beteiligt sind die beiden Leibniz-Einrichtungen ZALF (Leibniz-Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung; Müncheberg) und ATB (Leibniz-Institut für Agrartechnik Bornim; Potsdam). Gefördert wird das Projekt von den Unternehmen Südzucker AG, Agrocom und Amazonen-Werke sowie in den Jahren 1999-2002 von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG).

Die Wissenschaftler in diesem Projekt haben zunächst damit begonnen, die Variabilität der Erträge vor dem Hintergrund unterschiedlicher bodenkundlicher, standörtlicher und pflanzenbaulicher Variablen zu untersuchen. Die Diagnose sollte ergeben, welche Eigenschaften die Variabilität verursachen, wie die maßgeblichen Prozesse des Pflanzenwachstums und des Wasser- und Stickstoffhaushaltes zu beschreiben sind, beziehungsweise mit welchen Verfahren eine Vorhersage des räumlichen Ertragsmusters möglich wird.

## Mit Erdbohrer und HighTech

Dazu wurden zu Beginn der Untersuchungen umfangreiche standörtliche Erhebungen vorgenommen. Die Zusammensetzung der Bodentextur wurde rasterförmig und für drei Bodentiefen über die untersuchten Flächen bestimmt. Nach jeder

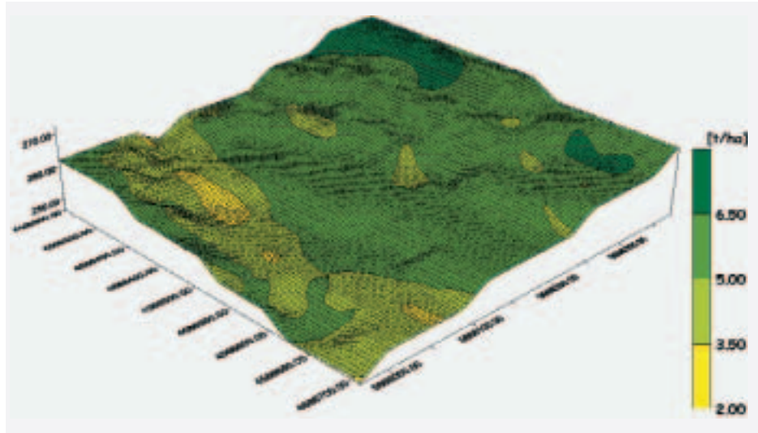



***Abb. 2: Kornertragskarte für Sommergerste. Die Erträge schwanken zwischen 2,5 und sieben Tonnen je Hektar. Die Farbkonturen zeigen Bereiche mit unterschiedlich hohen Kornerträgen. Die Höhe des Feldes liegt zwischen 250 und 270 Meter über NN.***

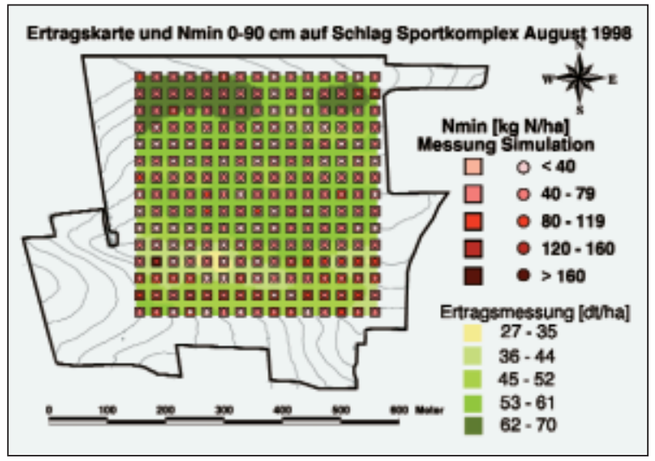



***Abb. 3: Gemessene und simulierte Verteilung des mineralischen Bodenstickstoffs (Nmin) nach der Ernte vor dem Hintergrund der Ertragsverteilung.***

Ernte wurde in einem 27-Meter-Raster in allen untersuchten Flächen der mineralische Bodenstickstoffgehalt (Nmin) bestimmt. Auch im Frühjahr erfolgte vor jeder Düngung an ausgewählten Punkten eine Bestimmung des Nmin-Gehalts. Aus Luftbildern oder Sensormessungen ließ sich zu verschiedenen Vegetationsstadien der NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) ableiten, der räumliche Unterschiede im Pflanzenwuchs und der Vitalität widerspiegelt. Dazu zeichneten Sensoren, die auf dem Schlepper des Lüttewitzer Betriebsleiters montiert sind, während der Überfahrt den Stickstoffbedarf und die Bestandesentwicklung auf.

## Wenn das Getreide im Computer wächst ...

Diese Erhebungen gehen in die Verarbeitung der Daten ein. Dafür werden unterschiedliche Vorgehensweisen gewählt: Eine Möglichkeit ist das von Dr. Kersebaum entwickelte Modell HERMES, mit dem man Pflanzen „im Computer" wachsen lassen kann. Das ist relativ kompliziert, da die Einflüsse, denen ein Pflanzenbestand in der Natur ausgesetzt ist, so genau wie möglich abgebildet werden sollen. Insbesondere werden der Wasserhaushalt und die Stickstoffdynamik berechnet, da sie Schlüsselfunktion für das Pflanzenwachstum darstellen. So kann der Einfluss der Witterung auf das Pflanzenwachstum über Niederschläge, Verdunstung und Versickerung am Computer simuliert werden. Noch komplizierter stellen sich die Umsetzungsprozesse des Stickstoffs im Boden sowie die Aufnahme durch die Pflanzen dar. Je besser die Standortinformationen – auch diejenigen über einzelne Teilbereiche in Ackerschlägen – umso genauer kann das Modell die Prozesse berechnen.

Als Beispiel sind gemessene und simulierte Boden-Nmin-Ergebnisse für die Bereiche mit unterschiedlichen Pflanzenerträgen in der Abbildung 3 dargestellt. In der überwiegenden Zahl der Fälle wird das Niveau des mineralischen Bodenstickstoffs (Nmin) nach der Ernte relativ genau geschätzt. An einigen Positionen ist dies nicht der Fall. Bislang ist noch nicht klar, welche Faktoren für die Abweichung zwischen Messung und Simulation verantwortlich sind.

Bis auf wenige Ausnahmen bildet das Modell auch die Verteilung der gemessenen Erträge gut ab (Abb. 4).

## Mit Geostatistik räumliche Zusammenhänge erkennen

Die zweite Vorgehensweise in der Datenauswertung beruht auf räumlichen Analysen der Daten, so genannten geostatistischen Ansätzen. Grundlage dieser Verfahren ist die räumliche und zeitliche Kontinuität von Beobachtungen. Derartige Verfahren sind ein grundlegender Bestandteil in der Bodenlandschaftsforschung und erlauben die Untersuchung von Zusammenhängen unter Praxisverhältnissen.

Im Projekt MOSAIK wird überprüft, welche Variablen, die im Rahmen der grundlegenden Standortuntersuchungen erhoben werden, in ihrer Verteilung dem Muster der Erträge ähneln.

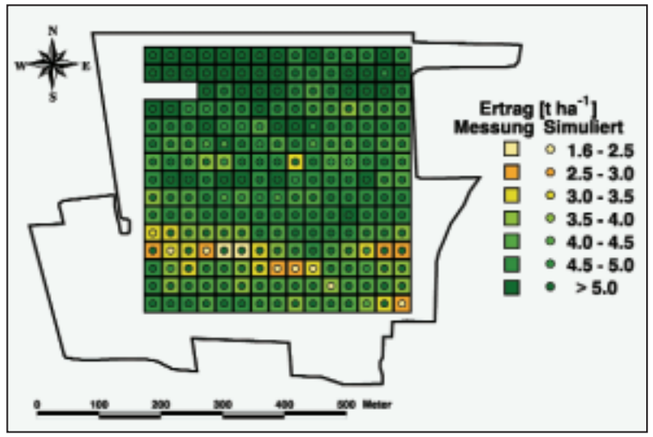



***Abb. 4: Gemessene Kornertragsverteilung und Ergebnis der Computersimulation***





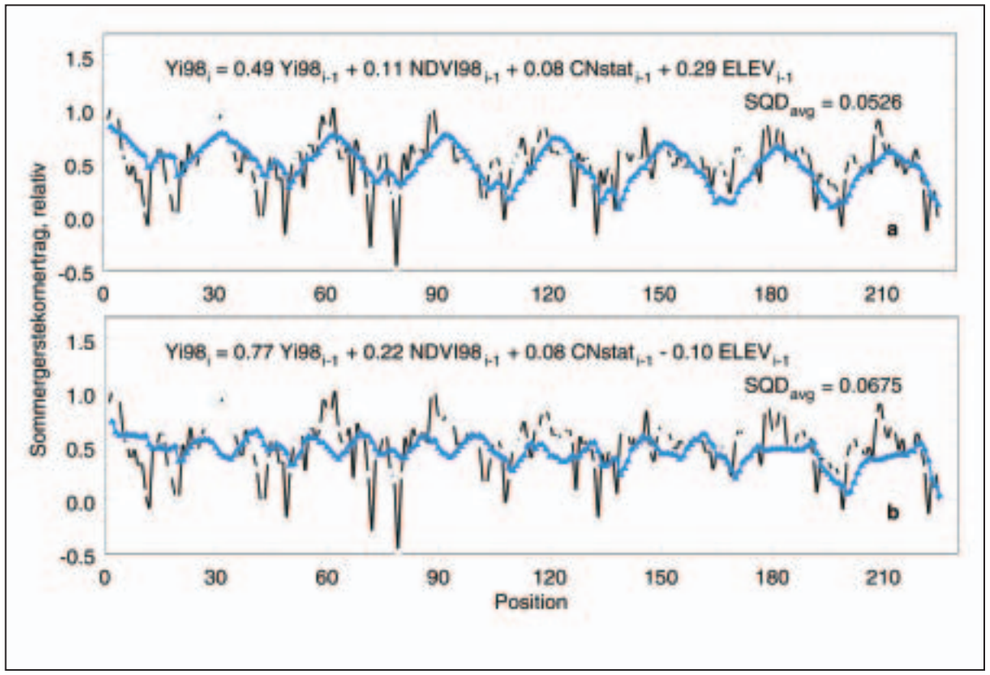



***Abb. 4: Gemessene und auf der Basis eines autoregressiven State-space-Modelles vorhergesagter räumlicher Ertragsverlauf im untersuchten Schlag. Dargestellt sind zwei Modellrechnungen mit ähnlicher Aussagekraft. Der Ertrag an einem Punkt (Yi98) wird geschätzt auf Basis des Ertrages am vorherigen Punkt (Schätzwert) und dem NDVI, dem N-Status der Pflanze (CNstat) sowie des Höhenwertes (ELEV) am vorherigen Punkt. Blaue Linie: modellierter Ertragsverlauf, schwarze Linie: gemessener Ertragsverlauf.***

Mit so genannten autoregressiven State-space-Modellen, die auf einem im Bereich der Elektronik entwickelten Verfahren – dem Kalman-Filter – basieren, werden versuchsweise Gewichtungskoeffizienten geschätzt, die erlauben, auf der Grundlage von Erhebungen im Frühjahr den relativen Verlauf des Kornertrages vorherzusagen. Ein derartiges Beispiel ist in Abbildung 5 dargestellt. Die mittlere Schätzungenauigkeit für die 225 Rasterpunkte im Feld liegt bei etwa einer Tonne pro Hektar (bei einem durchschnittlichen Ertrag von 5,3 Tonnen pro Hektar).

## Fazit

Durch die langfristigen Untersuchungen in diesem Projekt ist es möglich geworden, die Gültigkeit der geschätzten Koeffizienten für mehrere Jahre und für unterschiedliche Früchte zu bestimmen. Die Qualität der Schätzung ist nicht in jedem, aber in der Mehrzahl der Jahre als gut zu bezeichnen, sodass sich Erträge mit einiger Sicherheit vorhersagen lassen. Dies eröffnet Möglichkeiten, um von der homogenen Ausbringung von Düngemitteln zu einer in der Fläche standortangepassten und bedarfsgerecht dosierbaren Ausbringung zu gelangen. Für die technische Lösung dieses Problems sind bereits vielversprechende Verfahren auf dem Markt. Den geeigneten Entscheidungsgrundlagen für die teilflächenspezifische Bewirtschaftung ist man im Projekt MOSAIK einen wichtigen Schritt näher gekommen.

Die Frage, wie aussagekräftig und notwendig das System für den Paktiker ist, lässt sich nur mit Blick auf die konkreten Bodenverhältnisse beantworten. Wenn die örtlichen Verhältnisse sehr homogen sind und die räumliche Ertragsvariabilität nicht sehr stark ausgeprägt ist, lohnt sich für den Landwirt der Einsatz der besonderen Technologie nicht. Unter solchen Bedingungen fällt es naturgemäß auch dem Wissenschaftler schwer, die geringen Unterschiede mit dem Modell abzubilden. Dort, wo eine deutliche Ertragsvariabilität zu verzeichnen ist, kann MOSAIK künftig einen wichtigen Beitrag leisten, Düngemittel präzise und bedarfsgerecht einzusetzen, was sich sowohl für die Umwelt als auch für den Landwirt auszahlen wird. ■

*PD Dr. Ole Wendroth, Dr. K. Christian Kersebaum, Dr. Hannes I. Reuter, Leibniz-Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) e.V., Eberswalder Str. 84, 15374 Müncheberg. E-mail: owendroth@zalf.de*

*Dr. Jürgen Schwarz, Dipl.-Ing. agr. Antje Giebel, Leibniz-Institut für Agrartechnik Bornim (ATB), Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam.*

*Biogasanlage mit integriertem Foliengasspeicher*

# Biogas – eine neue Einkommensquelle für die Landwirtschaft

*Peter Weiland (Braunschweig)*

***Die sichere Versorgung mit Energie stellt eine der größten Herausforderungen dieses Jahrhunderts dar. Sowohl aus Gründen des Klimaschutzes als auch wegen knapper werdender fossiler Energieträger ist die Suche nach umweltverträglichen Alternativen ein Gebot der Zeit. Die Produktion von Biogas aus landwirtschaftlichen Roh- und Reststoffen kann einen wichtigen Beitrag zur nachhaltigen Energieversorgung leisten. Sie eröffnet gleichzeitig der Landwirtschaft ein neues Einkommensfeld, das zur Sicherung und Schaffung von Arbeitsplätzen im ländlichen Raum beiträgt.***

## Bakterien als nützliche Helfer

Biogas entsteht bei der Zersetzung von organischen Stoffen unter Luftabschluss durch den Stoffwechsel verschiedener am Abbau beteiligter Mikroorganismen. Die Bakterien zerlegen die organische Materie (Kohlenhydrate, Fette, Eiweißstoffe) in mehreren Stufen in niedermolekulare Bausteine und erzeugen als Endprodukt ein brennbares Gasgemisch, das im Wesentlichen aus Methan (50-70 Vol.-Prozent) und Kohlendioxid (30-45 Vol.-Prozent) besteht. Je nach Ausgangsstoff enthält dieses als Biogas bezeichnete Gasgemisch zusätzlich geringe Mengen an den Spurengasen Schwefelwasserstoff, Ammoniak und Kohlenmonoxid, die für eine energetische Nutzung störend sein können und je nach Verwendung entfernt werden müssen. Die Biogasausbeute sowie der Methangehalt des Gases, der den Brennwert bestimmt, hängt von den Komponenten des Ausgangsstoffes ab (s. Tab. 1).

Als Substrate für die Produktion von Biogas eignen sich sämtliche biogenen Reststoffe aus der Landwirtschaft und der nachgelagerten Verarbeitung.
In der Regel wird Flüssigmist als Basissubstrat eingesetzt. Um die Biogaserzeugung zu erhöhen, werden andere biogene Reststoffe mit verarbeitet, die vorwiegend aus der Landwirtschaft sowie der Lebensmittel- und Agrarindustrie stammen. Als landwirtschaftliche Reststoffe kommen beispielsweise Rübenblatt, Kartoffelkraut und Getreideausputz in Frage. Typische Verarbeitungsrückstände aus der Lebensmittel- und Agrarindustrie sind zum Beispiel Obst- und Gemüseabfälle, Kartoffelpülpe (Reststoffe aus der Stärke-Produktion) sowie Glycerin aus der Biodiesel-Herstellung.

Für die Mitverarbeitung dieser Stoffe können z. T. Entsorgungserlöse erzielt werden, welche die Rentabilität der Biogaserzeugung verbessern. Gleichzeitig müssen jedoch hinsichtlich der Hygiene und Schadstoffbelastung rechtliche Auflagen erfüllt werden, um eine gefahrlose Verarbeitung sicherzustellen und unbedenkliche Gärrückstände zu erhalten, die als Dünger in der Landwirtschaft eingesetzt werden. Daneben gewinnen nachwachsende Rohstoffe eine steigende Bedeutung für die Erzeugung von Biogas. Geeignet sind grundsätzlich alle Grünpflanzen, solange diese nur eine geringe Verholzung aufweisen. Die Eignung unterschiedlicher Pflanzen ist derzeit Gegenstand umfangreicher Labor- und Praxisuntersuchungen (siehe Tabelle 2).

***Tab. 1: Biogasausbeute und Methangehalt beim Abbau verschiedener Grundstoffe***

| Stoffgruppe | Biogasausbeute L/kg Substanz | Methangehalt Vol.-% |
|---|---|---|
| Kohenhydrate | 790 | 50 |
| Fette | 1.250 | 68 |
| Proteine | 700 | 71 |





## Technik der Biogaserzeugung

Landwirtschaftliche Biogasanlagen bestehen in der Regel aus einer Vorgrube für Gülle, den Lagerbehältern für die Kosubstrate, dem Fermenter für die Biogasproduktion und einem Gärrückstandslager für das vergorene Substrat. Je nach Art der Kosubstrate ist zusätzlich eine Zerkleinerung, Störstoff-Abtrennung und Hygienisierung erforderlich. Das im Fermenter entstehende Gas muss getrocknet und in der Regel entschwefelt werden, bevor es nach einer Zwischenspeicherung der Verwertung zugeführt wird. Derzeit wird das Biogas fast ausschließlich in Blockheizkraftwerken verwertet, der erzeugte Strom in das öffentliche Netz eingespeist und die anfallende Wärme für die Beheizung des Fermenters und von Gebäuden genutzt. Abbildung 1 zeigt beispielhaft eine landwirtschaftliche Biogasanlage, die neben Gülle und Energiepflanzen außerlandwirtschaftliche Kosubstrate verarbeitet.

Da bei den meisten Betrieben Gülle anfällt, werden für die Gaserzeugung überwiegend Nassfermentationsverfahren eingesetzt, bei denen das Substrat in Form einer fließfähigen Suspension mit weniger als zwölf Prozent Trockensubstanz vorliegt. Unter diesen Bedingungen kann ein guter Energie- und Stoffaustausch sowie eine sichere Gasentbindung erreicht werden. Eine bundesweite Evaluierung von Biogasanlagen durch das Institut für Technologie und Biosystemtechnik der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) hat gezeigt, dass Biogas zu über 85 Prozent mit Hilfe von vollständig durchmischten Tankfermentern im mesophilen Temperaturbereich (36-42 Grad Celsius) erzeugt wird. Fast die Hälfte der Fermenter weist eine Folienabdeckung auf, die gleichzeitig eine kostengünstige Gasspeicherung ermöglicht. Liegende Fermenter, die sich durch eine höhere Feststoffverträglichkeit auszeichnen, kommen aufgrund der eingeschränkten Anlagenkapazität immer seltener zum Einsatz.

Trockenfermentationsanlagen, die eine Vergärung stapelbarer und schüttfähiger Substrate erlauben und bei Trockensubstanzgehalten von 25-35 Prozent betrieben werden, finden vorerst nur vereinzelt Anwendung. Bei diesem Verfahren wird das feste Substrat, zum Beispiel Festmist, Maissilage und andere nachwachsende Rohstoffe, von einer Perkolationsflüssigkeit durchrieselt, wodurch das Substrat gleichmäßig befeuchtet wird und gleichzeitig ein Animpfen mit den zur Gasbildung benötigten Bakterien erfolgt. Es handelt sich um container- oder garagenförmige Fermenter, die mittels Radlader beschickt und entleert werden.

## Gasverwertung

Vor einer energetischen Nutzung muss das Gas meistens entschwefelt werden, um Korrosionsschäden an den Nutzungs-

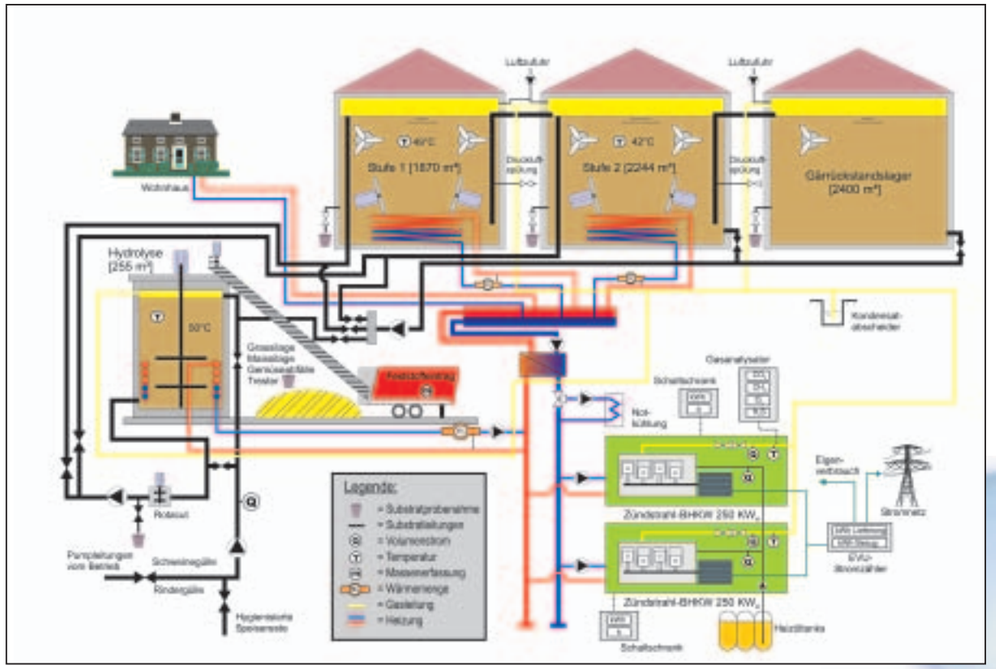



*Abb. 1: Zweistufige Biogasanlage mit Kovergärung von Energiepflanzen und außerlandwirtschaftlichen Abfällen.*

aggregaten oder eine Vergiftung von Katalysatoren zu vermeiden. In der Praxis werden dafür häufig Schwefelbakterien genutzt, die im Substrat natürlicherweise vorkommen und durch den Eintrag von drei bis sechs Prozent Luft in den Gasraum des Fermenters „aktiviert" werden können. Die kleinen Helfer wandeln den im Biogas vorhandenen Schwefelwasserstoff in elementaren Schwefel und Schwefelsäure um, welche mit dem Gärrückstand aus dem Reaktor ausgespült werden.

Untersuchungen an über 60 Praxisanlagen haben jedoch gezeigt, dass die Entschwefelungsleistung häufig unzureichend ist, da für die Anreicherung und den Rückhalt der Bakterien nicht genügend Besiedlungsfläche im Reaktor vorhanden ist. Unsere Arbeitsgruppe an der FAL konnte zeigen, dass es mit Hilfe eines speziellen Rieselfilters technisch möglich ist, bei ausreichender Besiedlungsfläche und unter optimalen Nährstoff- und Milieubedingungen den Schwefelwasserstoffgehalt um bis zu 99 Prozent zu vermindern. Für die Praxis wird daher der Einbau spezieller Besiedlungsflächen für Schwefelbakterien empfohlen, um die Biogasqualität zu verbessern.

Seit Einführung des Erneuerbare Energien-Gesetzes (EEG) wird das Gas durchweg in Blockheizkraftwerken verwertet, um die gesetzlich geregelte Vergütung von derzeit 0,10 Euro/Kilowattstunde für den eingespeisten Strom zu erhalten. Bei einem durchschnittlichen Methangehalt von 60 Vol.-Prozent entspricht ein Kubikmeter Biogas 0,6 Kubikmeter Erdgas oder 0,6 Liter Heizöl. Für die Verstromung von Biogas stehen unterschiedliche Motorbauarten zur Verfügung, die sich im Wirkungsgrad, der Lebensdauer und in den Investitionskosten deutlich unterscheiden. Die charakteristischen Merkmale zeigt Tabelle 3 auf Seite 19. Bei modernen Biogasanlagen werden zu etwa 70 Prozent Zündstrahlmotoren und zu etwa 30 Prozent Gas-Otto-Dieselmotoren eingesetzt. Bei den Zündstrahlmotoren handelt es sich um Serien-Dieselmotoren aus dem Schlepper-/LKW-Bereich, die durch Einspritzen von ca. zehn Prozent Heizöl mit Selbstzündung laufen und durch Zumischung von Biogas bis auf Sollleistung gebracht werden. Wegen des hohen elektrischen Wirkungsgrades, der marktgängigen Leistungsklasse (< 200 kWel) und des günstigen Preis/Leistungs-Verhältnisses haben Zündstrahl-Motoren große Verbreitung gefunden. Eine kürzliche Evaluierung zeigt jedoch, dass bei diesen Aggregaten relativ häufig Störungen oder sogar Totalausfälle auftreten, die durch Überhitzung, unvollständige Verbrennung und unzureichende Gasqualitäten hervorgerufen werden. Hier sind die Hersteller gefordert, die Standfestigkeit dieser Aggregate zu verbessern, da Erlöse von Biogasanlagen überwiegend aus dem Stromverkauf erzielt werden müssen. Bei den Gas-Otto-Dieselmotoren handelt es sich um robuste, speziell für den stationären Einsatz entwickelte Aggregate, die anstelle der Einspritzanlage eine elektrische Fremdzündung und einen Gasmischer besitzen. Diese Aggregate weisen selten Störungen auf, sind aber nur für Leistungsklassen oberhalb von ca. 150 Kilowatt verfügbar.

Für die Verstromung von Biogas stellt der Einsatz von Brennstoffzellen eine interessante Perspektive für die Zukunft dar, da im Vergleich zur motorischen Verwertung höhere elektrische Wirkungsgrade, geringere Schadgasemissionen und praktisch keine Lärmemissionen entstehen. Da Brennstoffzellen nicht unmittelbar mit Biogas betrieben werden können und die Katalysatorwerkstoffe der Brennstoffzelle durch die Begleitkomponenten des Biogases vergiftet würden, ist eine Gasaufbereitung mit anschließender Reformierung zu biogenem Wasserstoff notwendig. Derzeit wird dieser Verfahrensweg an der Biogasanlage der FAL erstmals im halbtechnischen Maßstab erprobt. Die Aufbereitung und Reformierung des Gases erfolgt durch Kombination verschiedener biologischer, physikalischer und chemischer Prozessschritte, die zu einem Brenngas mit ca. 99 Vol.-Prozent Wasserstoff führt. Der Wasserstoff wird anschließend zum Betrieb verschiedener Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzellen genutzt, um das Betriebsverhalten der Brennstoffzellen unter Praxisbedingungen bewerten zu können. Abbildung 2 zeigt einen Teil der Reformertechnik. Trotz der bisher erzielten Fortschritte ist bis zum praktischen Einsatz im landwirtschaftlichen Bereich noch ein erheblicher Forschungs- und Entwicklungsaufwand notwendig.

Das FAL-Institut für Technologie und Biosystemtechnik befasst sich im Rahmen eines EU-Demonstrationsvorhabens auch mit der Herstellung von Biogas als Kraftstoff. Hierzu muss das Gas so aufbereitet werden, dass es mit den für Erdgas entwickelten Techniken kompatibel ist. Um die Energiedichte zu verbessern und Korrosionen bei der Anwendung des Gases zu vermeiden, müssen Kohlendioxid, Schwefelwasserstoff und Ammoniak entfernt werden. Darüber hinaus ist das Gas zu trocknen und zu filtern, um Verstopfungen an Düsen und Leitungen durch Eisbildung oder Feststoffpartikel zu vermeiden. Für die Lagerung und Betankung muss das Gas auf 200 bis 250 bar komprimiert werden. Durch den Einsatz von Biogas können die fahrzeugspezifischen Emissionen an Stickoxiden ($NO_x$), Kohlenmonoxid (CO), Schwefeldioxid ($SO_2$) und höheren Kohlenwasserstoffen drastisch vermindert werden. Eine interessante Option für die Zukunft besteht fernerhin in der Umwandlung von Biogas in einen Flüssigkraftstoff hoher Qualität („Biofuel").

## Biogasforschung: Ein Forschungszweig mit Tradition

Die Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) befasst sich seit mehr als 50 Jahren mit Fragen der Biogaserzeugung, mit der Nutzung des Gases sowie der Verwertung des Gärrückstandes als Dünger. Bereits 1952 hatte die FAL als erste Forschungseinrichtung in Europa drei verschiedene Praxis-Biogasanlagen auf ihrem Gelände zu Versuchszwecken errichtet. Mit der zunehmenden Verfügbarkeit von preiswertem Heizöl sank jedoch das Interesse an der Biogaserzeugung. Nach den beiden Ölkrisen der 70er Jahre griff die FAL die Biogasforschung erneut auf. 1980 entstand auf dem FAL-Gelände eine nach eigenen Plänen konstruierte 100 Kubikmeter-Biogasversuchsanlage (siehe Bild).

Die Biogastechnik wird seitdem vom FAL-Institut für Technologie und Biosystemtechnik zur Lösung von Umwelt-, Klima- und Energieproblemen systematisch weiterentwickelt. In diesem Rahmen werden auch neue Verfahren im Praxismaßstab untersucht und bewertet, um innovative Technologien marktgängig und wettbewerbsfähig zu machen.

*Tab. 2: Gasausbeute, Methangehalt und Stromertrag unterschiedlicher Gärsubstrate*

| Substrat | Trockensubstanz [%] | Biogasausbeute m³/t Frischmasse | Methangehalt Vol.-% | Stromertrag[1] kWh/t Frischmasse |
|---|---|---|---|---|
| Rindergülle | 8,0 | 23 | 59 | 47 |
| Schweinegülle | 6,5 | 26 | 58 | 52 |
| Rübenblatt | 16 | 60 | 56 | 117 |
| Getreideausputz | 87 | 260 | 53 | 482 |
| Gemüseabfälle | 17 | 60 | 58 | 122 |
| Glycerin | 100 | 810 | 51 | 1.445 |
| Maissilage | 30 | 213 | 54 | 402 |
| Grassilage | 42 | 138 | 53 | 256 |
| Futterrüben | 11 | 95 | 53 | 176 |

[1] Elektrischer Wirkungsgrad: 35%

## Vorteile für Umwelt und Klima

Biogasanlagen ermöglichen nicht nur eine Kohlendioxid-neutrale Energieerzeugung, sondern tragen wesentlich dazu bei, die bei der Lagerung und Ausbringung von Gülle auftretenden treibhauswirksamen Emissionen von Methan und Lachgas zu vermeiden. Im Rahmen eines europaweiten Forschungsvorhabens, bei dem es um die Minderung klimawirksamer Spurengase aus der Landwirtschaft ging, konnte kürzlich nachgewiesen werden, dass Vergärungsverfahren nach derzeitigem Kenntnisstand eine der effizientesten Möglichkeiten darstellen, die Freisetzung dieser Spurengase zu verringern. Daneben hat sich gezeigt, dass durch den Vergärungsprozess Geruchsstoffe weitgehend abgebaut werden und gleichzeitig die Nährstoffe besser verfügbar sind, sodass im Zuge der landwirtschaftlichen Verwertung der Gärrückstände gezielt Mineraldünger eingespart werden kann.

## Potenzial und Handlungsbedarf

Von dem technisch erschließbaren Biogaspotenzial werden derzeit nur ca. fünf Prozent genutzt. Um die nationalen Klimaschutzziele zu erreichen, die eine Minderung der Treibhausgas-Emissionen um 21 Prozent im Zeitraum 2008 bis 2012 vorsehen, ist es neben anderen Maßnahmen auch sinnvoll, die Rahmenbedingungen für die Erzeugung von Biogas zu verbessern. Da geeignete außerlandwirtschaftliche Reststoffe nur eingeschränkt verfügbar sind, muss der Anteil nachwachsender Rohstoffe in den nächsten Jahren deutlich zunehmen.

Hierzu sind weitere Forschungsarbeiten notwendig, insbesondere um die Gasausbeuten zu erhöhen und die Funktion und Betriebssicherheit der Vergärungsverfahren zu verbessern. Geeignete Diagnoseverfahren können dazu beitragen, das Vergärungsverhalten von potenziellen Energiepflanzen abzuschätzen. Durch Innovationen bei der Nutzung des Gases und der Gärrückstände ließe sich die Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit der Biogastechnik weiter verbessern. ■

*Abb. 2: Reformer zur Umwandlung von Biogas in Wasserstoff.*

*Dir. u. Prof. Dr.-Ing. Peter Weiland, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Institut für Technologie und Biosystemtechnik, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, E-Mail: peter.weiland@fal.de*

*Tab. 3: Biogasmotoren und deren Kennzeichen*

| Merkmal | Benzinmotor Gas-Otto | Dieselmotor Zündstrahl | Dieselmotor Gas-Otto |
|---|---|---|---|
| El. Wirkungsgrad [%] | 22-27 | 30-37 | 28-35 |
| Lebensdauer | niedrig | mittel | hoch |
| Wartungsbedarf | hoch | hoch | niedrig |
| Invest.-Kosten | niedrig | mittel | hoch |
| Leistungsklasse [kW] | 5-30 | 30-200 | >200 |

# Kein „schlechter“Stress mehr im Stall

## *Technologisch-biologische Grundlagenforschung im Dienst von Tiergerechtheit und Tierschutz*

*Gerhard Manteuffel (Dummerstorf)*

***Automation und Technik machen auch vor modernen Tierställen nicht halt. Mit Hilfe von automatischen Fütterungssystemen oder Melkrobotern lassen sich Verfahrensabläufe in der Tierhaltung effizienter und produktiver gestalten. Doch neue technische Systeme können nicht nur unter ökonomischen Gesichtspunkten gesehen werden. Nutztiere werden in unserer Gesellschaft zunehmend als Mitgeschöpfe betrachtet. Entsprechend deutlich artikulieren sich Forderungen nach tiergerechten Haltungsverfahren. Es ist also notwendig, auch für die konventionelle Tierhaltung Produktions- und Managementformen weiterzuentwickeln, bei denen die Tiergerechtheit nachweislich höchste Standards erfüllt und die gleichzeitig so wirtschaftlich sind, dass Fleisch und Milch zu konkurrenzfähigen Preisen erzeugt werden können. In Grundlagenuntersuchungen lässt sich klären, wie Tiere auf Automation reagieren, wie technische Systeme die Haltungsbedingungen verbessern können und wie Tier-/Technik-Interaktionen optimal zu gestalten sind.***

*Bild 1: Stress, der infolge einer angst- oder aggressionsauslösenden Umwelt oder auch durch schmerzhafte Ereignisse auftreten kann, lässt sich über seine typischen biologischen Folgen erkennen.*

### Tier-/Technik-Interaktion

Moderne Haltungssysteme für landwirtschaftliche Nutztiere kommen ohne Technik nicht aus. Künftig wird sich dieser Trend noch weiter verstärken. Tiere müssen mit der sie umgebenden Technik zurecht kommen, doch das ist bislang kein Selektionskriterium für Tierzüchter gewesen. Nutztiere sind mit Blick auf ihre Milchleistung, auf den Fleischansatz oder die Robustheit gezüchtet worden, die Interaktionsfähigkeit mit Automaten stand nie im Mittelpunkt. Und doch sollen „moderne“ Rinder den Melkroboter regelmäßig besuchen und ihn nach dem Melken auch wieder verlassen, um der nächsten Kuh den Zutritt zu ermöglichen. Automatische Fütterungssysteme im Schweinestall sollen nicht einen zu starken Kampf um den Platz am Futterspender bewirken. Automatische Kälbertränken sollen nicht allein den Nahrungsbedarf, sondern auch das Saugbedürfnis der Tiere erfüllen und so gegenseitiges Besaugen der Tiere unterdrücken.

Im Prinzip lässt sich eine tiergerechte Haltung mit automatisierten Verfahren gut verwirklichen, denn ein Automat ist – anders als der Mensch – jederzeit bereit, sich dem Tier zu widmen. Voraussetzung ist allerdings, dass Automat und Tier sich „verstehen“. Mit anderen Worten: Wir müssen die Haltungsumgebung und die Automaten so gestalten, dass sie dem natürlichen Verhalten der Tiere angepasst sind.

Dort, wo sich das Nutztier in seinem Verhalten anpassen muss, können wir nur das fordern, was es artspezifisch zu leisten in der Lage ist. Überfordern wir es, kann Stress mit seinen negativen Folgen für Gesundheit und Wohlbefinden entstehen (Bild 1). Um dies zu verhindern, müssen wir messbar machen, wie unsere Nutztiere die Automaten emotional bewerten und die technischen Umwelten danach ausrichten. Durch das Zusammenführen von biologischem und technischem Wissen in interdisziplinären Forschungsgruppen lässt sich das erreichen. Unsere Arbeitsgruppe am Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere (FBN) in Dummerstorf bei Rostock hat diese Thematik aufgegriffen.

*Bild 2: Lernstand für Zwergziegen am FBN mit vier geometrischen Figuren. Die Tiere müssen die richtige davon auswählen, um eine Belohnung zu erhalten.*

### Gibt es Anpassungsstress?

Lernen ist ein wichtiger Prozess bei der Anpassung von Tieren an Technikumwelten. Wie Lernforscher aber schon länger wissen, sind nicht alle Tierarten in der Lage, beliebige Erfahrungen miteinander in Bezug zu setzen. So können sich Kühe zum Beispiel sehr gut merken, an welchem Ort sie Futter erhalten. Es scheint ihnen aber unmöglich zu sein, einen bestimmten Ort mit der Entlastung des Euters zu assoziieren. Die Folge ist, dass Kühe üblicherweise mit dem Wissen um Kraftfuttergaben zum Melkroboter gelockt werden müssen.

Abhängig davon, wie schwer einem Tier die von ihm verlangte kognitive Anpassung durch Lernen fällt, muss man mit mehr oder weniger großen Stressbelastungen rechnen. In der Startphase, wenn die Gesamtsituation dem Tier neu ist, ist der Stress vermutlich am größten. Auch ist zu erwarten, dass ältere Tiere, die bereits an eine bestimmte Umwelt gewöhnt sind, sich schwerer an neue Gegebenheiten anpassen können als junge Individuen mit noch ausgeprägtem Spieltrieb.

Bei unseren Versuchen am FBN arbeiten wir mit Zwergziegen als Modelltiere für Wiederkäuer. Wenn die Tiere durstig sind, müssen sie aus der Haltungsgruppe heraus einen speziell entwickelten „Lernstand“ aufsuchen, an dem sie Wasser erhalten. Im Lernstand ist ein Computerbildschirm montiert, auf dem vier verschiedene geometrische Figuren dargestellt werden. Neben jeder Figur findet die Ziege einen Druckschalter, den sie mit einem Nasenstubser betätigen kann (Bild 2). Drückt sie den Schalter neben dem richtigen Symbol, erhält sie Wasser als Belohnung. Nach jedem Versuch ändert sich die Position der Zeichen auf dem Monitor, bevor das Tier neu wählen kann. Auf diese Weise muss gelernt werden, dass nicht eine bestimmte Position auf dem Bildschirm, sondern die Form des Zeichens ausschlaggebend ist.

Im Ergebnis zeigte sich, dass die Tiere unterschiedliche Figuren gut unterscheiden können und es lernen, eines davon als bedeutsam für die Belohnung zu erkennen. Auch auf plötzlich veränderte Formen können sie sich einstellen, indem sie dann umlernen.

Als junge erwachsene Ziegen, die bereits eine Mustererkennungsaufgabe gut gelernt hatten, in ein neues Stallabteil mit gleichem Typ von Lernstand gebracht wurden, trat eine interessante Reaktion auf.

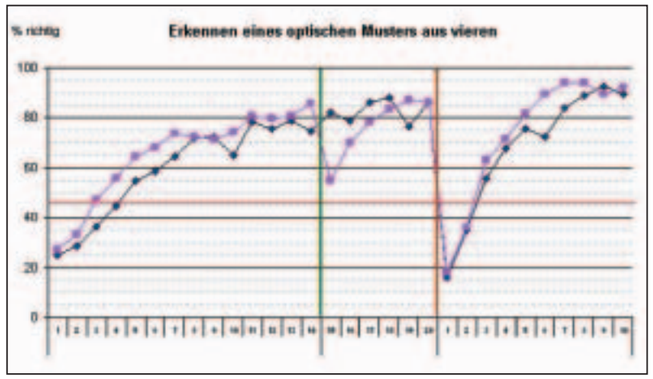



*Bild 3: Lernerfolge von zwei Ziegengruppen (blau und rot) im optischen Entscheidungsexperiment. Eine bestimmte Figur unter vieren wird belohnt. Nach anfänglich langsamen Lernen (horizontale Achse: Tage) beherrschen beide Gruppen ihre Aufgabe. Umstallen der roten Gruppe (grüne Vertikallinie) führt zu einem Einbruch der Erkennungsleistung, nicht aber zu ihrem vollständigen Verschwinden (dies wäre erst nach Unterschreiten der hellroten Signifikanzlinie erreicht). Neu eingeführte Figuren (braune Vertikallinie) bewirken dagegen einen deutlichen Einbruch. Es fällt aber auf, dass die Tiere erheblich schneller lernen als am Anfang des Versuchs.*

***Bild 4: Zwei „Ton-Schalter-Futter-Automaten" (gelbe Pfeile) in einer Schweinebucht. Ein solcher Automat ruft jeweils ein Schwein mit einem individuellen Ton auf. Wenn das Tier dann den Stand betritt und einen Schalter drückt, erhält es als Belohnung eine Portion Futter. Die individuelle Erkennung der Schweine erfolgt über einen im Vordergrund zu erkennenden Ohrmarken-Transponder.***

Etwa einen Tag lang brach ihre Routine im Lernstand infolge der neuen Umwelt deutlich ein. Zwei Tage später allerdings hatten sich die Tiere wieder angepasst und waren in ihrer Leistung nicht mehr von einer Kontrollgruppe, die nicht umgestallt worden war, zu unterscheiden. Wurde die Belohnung allerdings mit einer neuen Figur verknüpft, führte dies zu einem viel größeren Einbruch der richtigen Wahlen im Lernstand. Aber auch hierbei fiel auf, dass die Tiere viel schneller lernen, wenn sie schon vorher mit einer ähnlichen Aufgabe konfrontiert waren (Bild 3).

Um den Stress zu ermitteln, den Lernen eventuell darstellt, wird die Herzschlagfrequenz der Tiere sowie die Veränderlichkeit der Zeitabstände zwischen den einzelnen Herzschlägen (die sog. Herzratenvariabilität) bestimmt. Während eine hohe Herzfrequenz eher unspezifisch auf Stress schließen lässt, erlaubt die Herzratenvariabilität Rückschlüsse auf die Aktivierung des sympathischen und parasympathischen autonomen Nervensystems. Es zeigte sich, dass die gleichzeitige Auswertung beider Parameter einander ergänzende Rückschlüsse auf die Stressbelastung der Tiere im Lernstand erlaubt.

Neu- und Umlernen führt bei den Zwergziegen anfänglich sowohl zu verringertem Erfolg als auch – vermutlich als Ergebnis des Frustrationsstresses – zu einem anderen Muster von Herzfrequenz und Herzratenvariabilität. Später, wenn die Tiere gut trainiert sind, normalisiert sich der Herzschlag wieder. Daraus lässt sich folgern, dass die erfolgreiche Bewältigung kognitiver Anforderungen keine anhaltende Belastung darstellt. Im Gegenteil: Die aktive Kontrolle der Umwelt, auch wenn die Anforderungen künstlich geschaffen wurden, scheint sogar eher eine positive Bereicherung einer sonst „langweiligen" Haltung zu sein.

## Auswirkungen auf die Gesundheit

Geeignete Anlagen, die die Tiere beschäftigen und ihre Aktivität lenken, können gegenseitiges Verdrängen vermeiden, Erkundungs- und Oraltriebe erfüllen und auf diese Weise positiven Stress (sog. Eustress) erzeugen. Es deutet vieles darauf hin, dass die Kontrollierbarkeit der Umwelt, nicht aber ihre Reizfreiheit, die Immunfunktionen stärken kann. Derzeit wird solch ein positiver Stress in einer Forschungsanlage am FBN untersucht, bei der der Futtererwerb von Schweinen an Aufmerksamkeit und Aktivität gekoppelt ist. Durch den Einsatz von „Ton-Schalter-Futter-Automaten" wird bei den Tieren erhöhte Aufmerksamkeit und positive Erregung erzeugt (Bild 4). Ein solcher Automat ruft jeweils ein Schwein mit einem charakteristischen, individuellen Ton auf. Das Tier soll dann den Stand betreten, einen Schalter drücken und erhält dafür eine Portion Futter. Um den richtigen Ton zu erkennen, muss das Tier aufmerksam sein. Betritt ein nicht aufgerufenes Schwein den Automaten, erhält es kein Futter, da jedes Tier individuell über einen Ohrmarken-Transponder erkannt wird. Positiver Stress entsteht, wenn die Tiere auf den Automaten richtig reagieren, weil sie als vorhersehbare Belohnung eine Portion Futter erhalten. Gleichzeitig wird die Haltungsumwelt bereichert. Begleitend zur Erforschung der Lernleistung ermitteln wir die Immunreaktivität der Tiere und ihr Wachstum. So wollen wir detaillierte Kenntnisse über die Wirkungen von positivem Stress auf das Immunsystem von Schweinen erhalten und Grundlagen schaffen für die haltungsbedingte Steigerung der aktiven Abwehrkräfte der Tiere und damit für ihre Gesundheit.

Das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderte Projekt wird auch mit dem Ziel verfolgt, Grundlagen für ein System zu entwickeln, das Eustress-Bedingungen für alle Tiere einer Gruppe erfüllt. Damit wird auch der Forderung der Europäischen Union nach Forschungsansätzen zur Entwicklung gesundheitsfördernder Tierhaltungssysteme Rechnung getragen, die in der Lage sind, den Antibiotikaeinsatz in der Landwirtschaft zu senken.

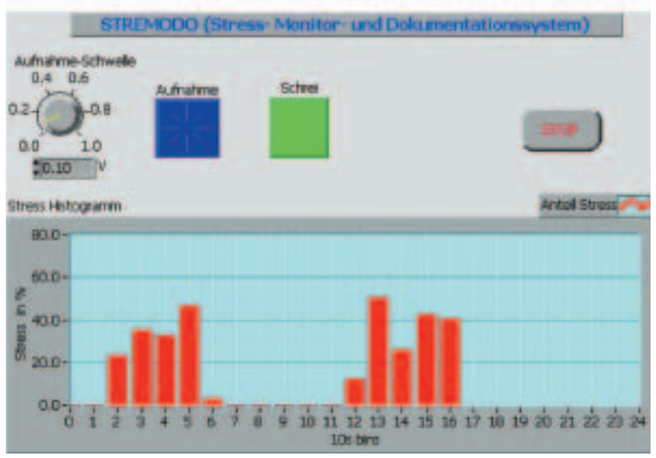



***Bild 5: Bedienfeld von STREMODO. Der Monitor unten zeigt das aktuelle Aufkommen von Stresslautäußerungen jeweils in Abschnitten von zehn Sekunden.***

## STREMODO: Technik für den Tierschutz

STREMODO steht für „Stress Monitor und Dokumentationssystem" (Bild 5). Das am FBN entwickelte und mittlerweile patentierte Verfahren kann Stress-Schreie von Schweinen erkennen und registrieren. Es besteht aus einem Teilsystem für die numerische Aufarbeitung der Lautsignale und einer Klassifizierungseinheit auf der Basis von neuronalen Netzen, die entscheidet, ob das Signal einem Stresslaut zugehört oder nicht. Das System ist geeignet, die Stressvokalisationen von Schweinen mit einer hohen Genauigkeit zu erfassen. STREMODO erstellt ein automatisches, zeitbezogenes Protokoll der Stress-Lautäußerungen und liefert ein Werkzeug, mit dem sich akute Belastungen von Schweinen objektiv darstellen lassen – sei es in kommerziellen Haltungsanlagen, beim Transport, bei der Schlachtung oder im Tierexperiment (Bild 6).

Zwei Eigenschaften machen STREMODO zu einem universellen und kontinuierlich arbeitenden Überwachungssystem: Es ist unempfindlich gegenüber Lautäußerungen, die keinen Stress anzeigen (z. B. Grunzen), gegenüber menschlicher Sprache und allgemeinem Lärm. Außerdem ist es als technisches System immer aufnahme- und aufzeichnungsbereit.

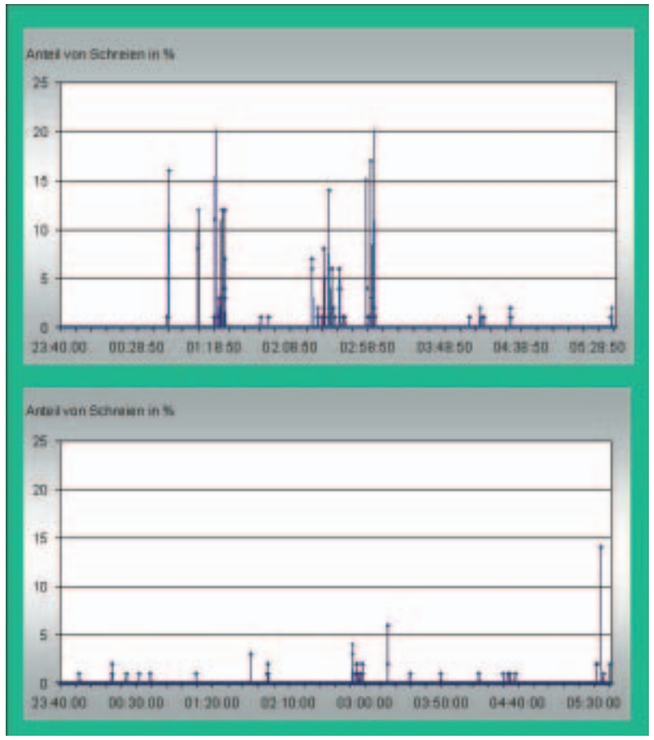



***Bild 6: Nächtliche STREMODO-Aufzeichnungen der Stressvokalisationen von Schweinen bei unterschiedlichen Haltungstemperaturen (oben 50 Kilogramm schwere Tiere bei 9 °C, unten 80 Kilogramm schwere Tiere bei 11,5 °C). Die kleineren Tiere werden bei geringen Temperaturen stärker belastet. (Aus einer Kooperation des FBN mit der ETH-Zürich und dem FAL-Institut für Tierschutz und Tierhaltung, Celle)***

Das von STREMODO automatisch erstellte Protokoll über den Zeitpunkt von Stressvokalisationen dokumentiert Stressbelastungen routinemäßig auch in großen Schweineanlagen. Ein Betriebsleiter könnte dadurch zum Beispiel erkennen, dass überdurchschnittliche Belastungen zu bestimmten Zeiten auftreten, und gezielt nach den möglichen Auslösern suchen. Auf diese Weise dient das System nicht nur dem Wohlbefinden der Tiere, sondern hilft auch, die Prozessqualität bei der Aufzucht zu verbessern, da ein hoher Grad von „schlechtem" Stress (Disstress) die Immunabwehr schwächen und damit die Krankheitsanfälligkeit von Schweinen vergrößern kann.

Eine geringe Stressbelastung als Qualitätsmerkmal für tiergerechte Haltung kann sich auch bei der Fleischvermarktung auszahlen, denn das System STREMODO erlaubt gegenüber dem Verbraucher einen objektiven Nachweis des „Wohlbefindens" der Tiere. ■

*Prof. Dr. Gerhard Manteuffel, Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere, Forschungsbereich Verhaltensphysiologie, Wilhelm-Stahl-Allee 2, 19196 Dummerstorf, E-mail: manteuff@fbn-dummerstorf.de*

# Embryonen im Bioreaktor

## *Neue Wege bei der Vermehrung von Alpenveilchen*

*Annette Hohe,*
*Martina Seyring,*
*Klaus-Thomas Hänsch*
*(Erfurt-Kühnhausen)*
*Eric Sarnighausen,*
*Stefan Rensing,*
*Ralf Reski (Freiburg)*

***Alpenveilchen gehören bei uns zu den beliebtesten Zierpflanzen. In Deutschland wurden nach der letzten Erhebung im Jahr 2000 rund 23 Millionen Pflanzen produziert. Von den Kulturen mit hoher wirtschaftlicher Bedeutung im Zierpflanzenbau sind sie eine der wenigen Arten, die nicht über Stecklinge, sondern ausschließlich über Saatgut vermehrt werden. Daher ist es bei Alpenveilchen sehr schwierig, einheitliche Pflanzenbestände zu erzeugen. Außerdem ist die Saatguterzeugung arbeitsintensiv und das Saatgut bzw. die Jungpflanze somit relativ teuer. Aus diesem Grunde besteht ein großes Interesse daran, Alpenveilchen auf effiziente Weise vegetativ zu vermehren, wodurch man einen Pflanzenbestand erhält, der mit der Mutterpflanze genetisch identisch und dadurch natürlich auch in sich homogen ist. Auf konventionellem Wege, also über Stecklinge wie bei Chrysanthemen oder Weihnachtssternen, ist dies bei Alpenveilchen nicht möglich.***

## Somatische Embryogenese

Als Alternative zur konventionellen Vermehrung von Alpenveilchen wurde ein Vermehrungssystem über somatische Embryogenese etabliert. Hierbei werden einzelne Zellen des eigentlichen Pflanzenkörpers (also „somatische" Zellen, im Gegensatz zu den Geschlechtszellen) durch bestimmte Kulturbedingungen dazu angeregt, Embryonen zu bilden. Dies geschieht auf speziellen Nährmedien unter keimfreien Bedingungen im Labor. Ein solcher somatischer Embryo ähnelt in seiner äußerlichen Entwicklung sehr stark einem zygotischen Embryo, wie er sich im Samen befindet, der aus einer befruchteten Eizelle (Zygote) hervorgegangen ist. Daher wird angenommen, dass nach dem Start der Entwicklungsprozesse in beiden Fällen grundsätzlich dieselben entwicklungsbiologischen Prozesse ablaufen, also dieselben Gene in derselben Reihenfolge „angeschaltet" werden und dadurch die einzelnen Prozesse wie Zellteilung, Differenzierung oder Einlagerung bestimmter Speicherstoffe steuern. Um den Entwicklungsprozess der somatischen Embryogenese erfolgreich für die Pflanzenvermehrung einzusetzen, kommt es also auf zwei Dinge an: Zum einen muss der „Schalter", das heißt die Kulturbedingungen, die die somatische Embryogenese auslösen (und möglichst die dabei aktivierten Gene), identifiziert werden. Zum anderen ist die nachfolgende Entwicklung kein sich selbst steuernder Prozess. Ein zygotischer Embryo im Samen wird von Nährgewebe umgeben, das seine Kohlenhydrat- und Mineralstoffversorgung sicherstellt, darüber hinaus aber vermutlich auch Entwicklungssignale setzt. Somatische Embryonen befinden sich „nackt" im Medium, also müssen sowohl die Nährstoffversorgung gewährleistet sein, als auch die richtigen Entwicklungssignale zur richtigen Zeit gesetzt werden, um eine normale Entwicklung des Embryos zu gewährleisten.

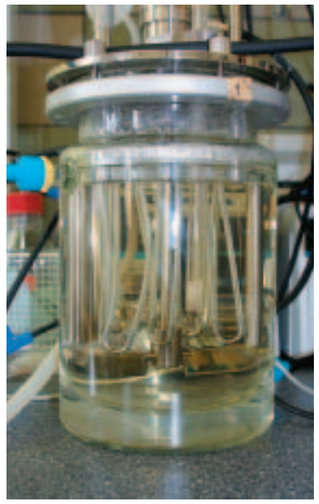
## Bioreaktoren

Um die Entwicklung somatischer Embryonen zu untersuchen ist es daher notwendig, die Kulturbedingungen – also alle Umweltreize, die auch als Signal für die Steuerung der Entwicklung der somatischen Embryonen dienen können – möglichst exakt zu steuern. Bei Flüssigkultursystemen ist dies in Bioreaktoren möglich. Hier werden bestimmte chemische und physikalische Umweltparameter wie Temperatur, pH-Wert des Mediums oder der Partialdruck bestimmter Gase gemessen und bei Bedarf entsprechend einem vorgegebenen Sollwert geregelt.

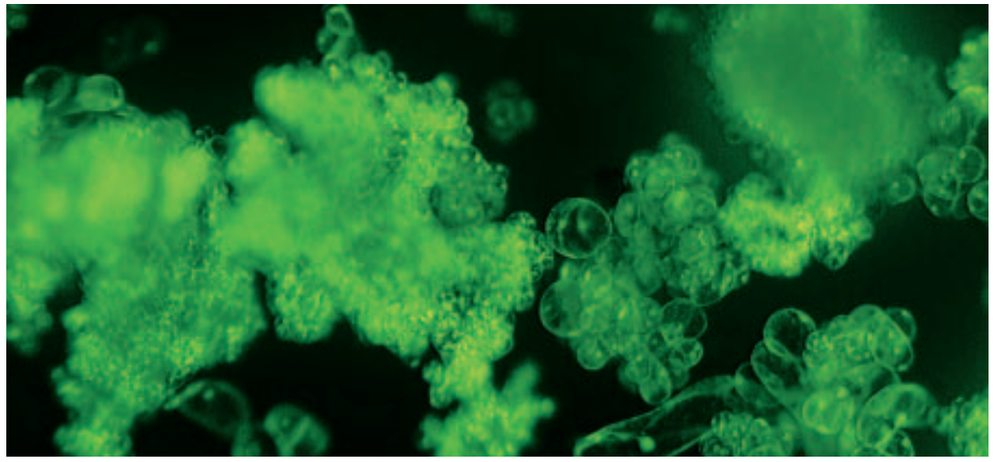
Die Pflanzenzellen, aus denen sich somatische Embryonen entwickeln sollen, befinden sich in diesem Fall in einer Suspensionskultur. Die Suspendierung der Kulturen wird in Bioreaktoren entweder durch Rühren (Rührkessel-Reaktoren) oder durch das Aufsteigen von Gasblasen (Airlift-Reaktoren) erreicht. Pflanzenzellen sind durch ihre Größe und vor allem auch durch ihre starre Zellwand relativ empfindlich gegenüber hydrodynamischen Spannungen, wie sie normalerweise im Bioreaktor auftreten. In Rührkessel-Reaktoren muss die Suspension daher durch entsprechende Konstruktion der Rührer möglichst langsam und schonend bewegt werden. Entsprechendes gilt für die Begasung, denn auch aufsteigende und an der Oberfläche zerplatzende Gasblasen üben hydrodynamische Spannungen auf die umgebenden Zellen aus. Hier gibt es die Möglichkeit der so genannten blasenfreien Begasung, wobei die Begasungsluft in einem Schlauch aus gasdurchlässigem Kunststoff, zum Beispiel Silikon, zirkuliert. In diesem Fall diffundieren die Gase nicht aus einer Gasblase direkt in die Suspension, sondern zusätzlich durch die Wand des Schlauches, der daher so dünn wie möglich sein sollte, um die Diffusion und somit den Gasaustausch mit der Suspension zu erleichtern.

## Kultursteuerung

Welche Signale sollen nun zur Steuerung der Entwicklung der somatischen Embryonen gesetzt werden? Ein auslösender „Schalter" des eigentlichen Differenzierungsprozesses ist die Überführung der Zellen aus einem Medium mit Wachstums-



***Bioreaktor mit blasenfreiem Begasungssystem aus Silikonschlauch. In einem Gefäß mit einem Arbeitsvolumen von zwei Liter befinden sich zwei Meter des Begasungsschlauchs, der einen Durchmesser von vier Millimeter und eine Wandstärke von 0,4 Millimeter aufweist. Im Schlauchsystem zirkuliert die Begasungsluft, die bei Bedarf z. B. mit Sauerstoff angereichert werden kann.***



*Somatische Embryogenese bei Alpenveilchen (Cyclamen persicum): Undifferenzierte Zellen in wachstumsregulatorhaltigem Medium.*

regulatoren in ein regulatorfreies Medium. Über die Bedingungen, die die Embryonen für ihre weitere Entwicklung benötigen, ist bislang wenig bekannt. Man kann vermuten, dass sie möglichst den Bedingungen ähneln sollten, wie sie für einen zygotischen Embryo im sich entwickelnden Samenkorn vorliegen, wobei aber auch hier vieles im Dunkeln liegt. Wahrscheinlich ist der Gasaustausch mit der Umgebung reduziert, sodass möglicherweise Kohlendioxid sowie Ethylen als gasförmiges Phytohormon akkumulieren. Dies kann man bei einer blasenfreien Begasung in Bioreaktoren simulieren, indem das Begasungssystem nach außen geschlossen ist und die Begasungsluft im System zirkuliert. Die Grafik auf Seite 27 zeigt, dass in diesem Fall Kohlendioxid bis zu einer Konzentration von 25 Prozent und Ethylen bis zu 0,6 ppm akkumulieren. Im Vergleich dazu waren beide Gase im Kopfraum von Erlenmeyerkolben, die als Kontrolle dienten, beinahe nicht nachweisbar, da hier ein sehr guter Gasaustausch mit der Umgebungsluft erfolgt. Während der dreiwöchigen Differenzierungsphase wurden in diesem Versuch im Bioreaktor 150 Embryonen pro Milliliter gebildet, in den Erlenmeyerkolben nur 100. Bei der nachfolgenden Überführung auf festes Nährmedium keimten im ersten Fall (Bioreaktor) 19 Prozent, im zweiten (Erlenmeyerkolben) nur 15 Prozent, sodass die Jungpflanzenausbeute bei der Bioreaktorkultur 28 Pflanzen pro Milliliter und bei Kultur im Erlenmeyerkolben 15 Pflanzen pro Milliliter der ursprünglichen Suspension betrug. Es liegt also die Vermutung nahe, dass die Akkumulation der Gase die Entwicklung der somatischen Embryonen beeinflusst.

*Bioreaktoren zur Kultur pflanzlicher Zellsuspensionen mit einem Arbeitsvolumen von zwei Liter (links) bzw. fünf Liter (rechts) mit den dazugehörigen Mess- und Regeleinrichtungen.*

Analog kann so der Einfluss weiterer Parameter empirisch ermittelt werden. Vermutlich ist die Wirkung auch abhängig vom Entwicklungsstadium der somatischen Embryonen, sodass auch die gezielte Applikation einzelner Faktoren in bestimmten Zeitfenstern denkbar wäre. Grundsätzlich werden mit diesen Untersuchungen aber nur Korrelationen zwischen Ursache und Wirkung ermittelt. Die genauen physiologischen Vorgänge werden nicht erfasst, hierfür sind Untersuchungen auf molekularer Ebene erforderlich.

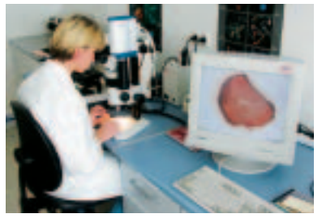
## Molekulare Ebene

Wie oben beschrieben, entwickelt sich ein zygotischer Embryo innerhalb des ihn umgebenden Gewebes, das vermutlich auch an der Steuerung von Differenzierungsvorgängen des Embryos beteiligt ist. Denkbar wäre hier eine Weiterleitung von Signalen über Proteine, die vom umgebenden Gewebe abgegeben werden. Übertragen auf die Situation somatischer Embryonen, die sich zusammen mit einer Vielzahl unterschiedlicher Zellen in einer Suspension befinden, wären diese extrazellulären Proteine im Kulturmedium zu finden. Diese Proteine können extrahiert und gelelektrophoretisch aufgetrennt werden. Ein Vergleich der Proteinmuster von embryogenen und nicht-embryogenen Suspensionen sowie von Kulturen in unterschiedlichen Stadien der Differenzierung kann so zur Isolierung von Proteinen führen, deren Auftreten mit bestimmten Entwicklungsschritten korreliert ist. Durch die Identifizierung der jeweiligen Proteine sind Rückschlüsse auf ihre Funktion im Prozess der Embryogenese möglich.

*Oben links: Somatische Embryonen ca. drei Wochen nach Beginn der Differenzierung in wachstumsregulatorfreiem Medium. Mitte: Embryonen mit deutlich gestrecktem Keimblatt. Rechtes Bild: Keimende somatische Embryonen.*

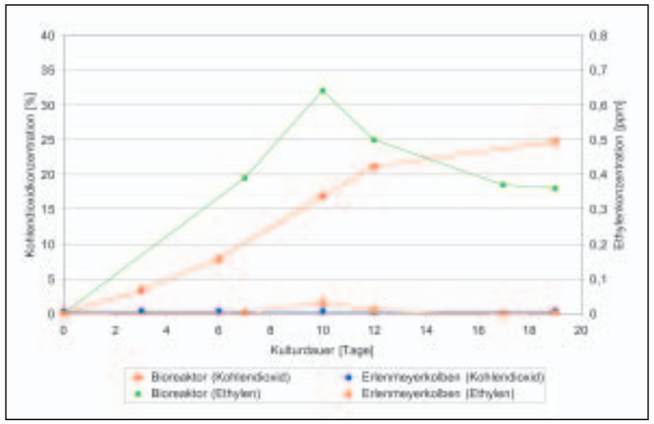
Durch Isolierung von mRNA, also der in RNA umgeschriebenen DNA exprimierter Protein-codierender Gene, und nachfolgende Synthese entsprechender komplementärer DNA, so genannter cDNA (die stabiler und somit leichter zu handhaben ist als RNA), erhält man eine cDNA-library, die die kodierende Sequenz derjenigen Gene enthält, die in dem jeweiligen Gewebe „angeschaltet" sind. Wird die cDNA darüber hinaus von den Enden her ansequenziert und die Sequenzen entsprechend bioinformatisch verarbeitet, erhält man eine EST („expressed sequence tag")-Datenbank.

Um zu ermitteln, welche Gene an der Entwicklung von Alpenveilchen-Embryonen beteiligt sind, wird die mRNA somatischer wie zygotischer Embryonen in unterschiedlichen Reifestadien isoliert. Dann kann man in der daraus erstellten EST-Datenbank gezielt nach Genen suchen, die in anderen Pflanzen im Zusammenhang mit somatischer oder zygotischer Embryogenese etc. identifiziert wurden. Durch Fusion mit Reportergenen und anschließender Transformation kann das Expressionsmuster dieser Gene bei der Bildung zygotischer oder somatischer Embryonen untersucht werden. Hierdurch erhoffen wir uns Aufschlüsse über die molekularen Ursachen der Unterschiede zwischen embryogenen und nicht-embryogenen Zellkulturen sowie der (teilweise) unterschiedlichen Entwicklung von zygotischen und somatischen Embryonen.



*Untersuchung der Samenstruktur von Alpenveilchen unter dem Stereomikroskop.*

Wir denken, dass diese grundlagenorientierten Untersuchungen dazu führen, den Prozess der somatischen Embryogenese bei Alpenveilchen besser zu verstehen, um zuverlässige Verfahren entwickeln zu können, die eine vegetative Vermehrung in Zukunft ermöglichen. ■




*Anreicherung von Kohlendioxid und Ethylen in einem Bioreaktor mit blasenfreiem Begasungssystem während der dreiwöchigen Differenzierung somatischer Embryonen.*

*Dr. Annette Hohe, Martina Seyring, Dr. Klaus-Thomas Hänsch, Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau, Abt. Pflanzenvermehrung, Kühnhäuser Straße 101, 99189 Erfurt-Kühnhausen.*
*E-Mail: hohe@erfurt.igzev.de*
*Dr. Eric Sarnighausen, Dr. Stefan Rensing, Prof. Dr. Ralf Reski, Universität Freiburg, Pflanzenbiotechnologie, Schänzlestr. 1, 79104 Freiburg*

# Geflügelpest – eine Gefahr nicht nur fürs Federvieh

*Ortrud Werner und Thomas C. Mettenleiter (Insel Riems)*

***Vor wenigen Wochen waren die Medien voller Berichte über die „Vogelgrippe" in Südostasien und die mögliche Entstehung eines neuen „Supervirus", das zu einem weltweiten Seuchenzug auch beim Menschen führen könnte. Inzwischen hat sich das öffentliche Interesse wieder anderen Themen zugewandt, und der Begriff „Vogelgrippe" taucht kaum noch auf. Ist die Krankheit inzwischen erloschen und besteht keine Gefahr mehr für die Menschen? Wurde das Ganze vielleicht nur dramatisiert? Als Antwort einige Fakten.***

## Was ist Geflügelpest?

Bei der in den Medien als Vogelgrippe bezeichneten Krankheit handelt es sich um die Klassische Geflügelpest, auch hochpathogene aviäre Influenza genannt, eine schon 1878 erstmals beschriebene Seuche des Geflügels.

Charakteristisch für die Geflügelpest ist der schnelle und schwere Krankheitsverlauf sowie die sehr hohe Sterberate. Alle Geflügelarten können befallen werden, wobei Hühner und Puten am schwersten erkranken. In den meisten Ländern ist die Geflügelpest eine anzeigepflichtige Tierseuche und ihre Bekämpfung ist gesetzlich vorgeschrieben. Länder mit Seuchenausbrüchen unterliegen strengen internationalen Handelsrestriktionen.

Hervorgerufen wird die Geflügelpest durch Erreger aus der Gruppe der Influenza

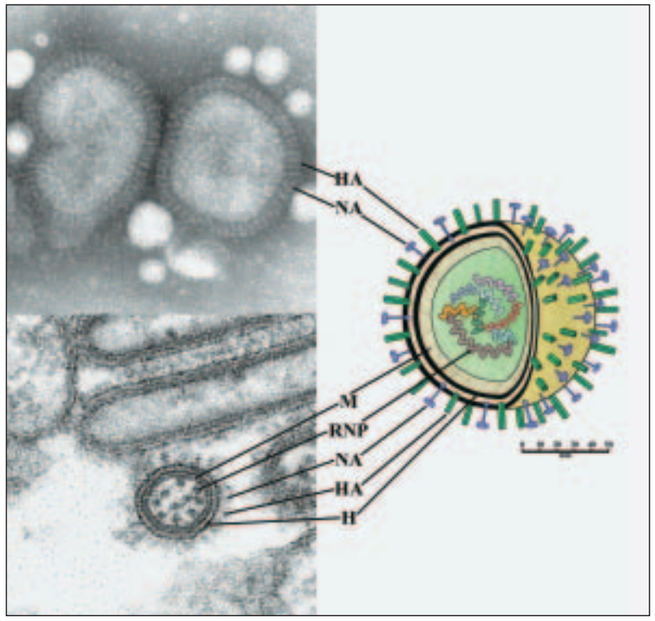
***Ödeme am Kopf und an den Krallen (oben) eines an Klassischer Geflügelpest gestorbenen Huhns. (Fotos: J. Veits, BFAV)***

***Mitarbeiter der BFAV schützen sich im Isolierstall auf der Insel Riems mit Schutzausrüstung vor einem Kontakt mit hochpathogenem aviären Influenzavirus.***

A-Viren, zu denen auch die Erreger der Virusgrippe des Menschen gehören. Das genetische Material der Influenza A-Viren besteht aus acht Teilstücken (Segmenten) einzelsträngiger Ribonukleinsäure (RNS), die die Erbinformation für zehn viruskodierte Proteine tragen. Das Erbgut ist im Viruspartikel in Protein verpackt und von einer Hülle umgeben. In der Virushülle sind virale Oberflächenproteine eingelagert, die bei den Influenza A-Viren als Hämagglutinin (aufgrund der Fähigkeit des Proteins, an rote Blutkörperchen zu binden) und Neuraminidase (ein zuckerspaltendes Enzym) bezeichnet werden. Gegen diese Oberflächenproteine richtet der befallene Organismus den Hauptteil seiner Immunantwort. Insgesamt wurden bisher 15 unterschiedliche Hämagglutinine sowie neun verschiedene Neuraminidasen bei den Influenza A-Viren gefunden, die in jeder beliebigen Kombination vorkommen können. Dies führt zu einer Vielzahl von unterschiedlichen Influenza A-Viren. Neue Viren können entstehen, wenn eine Zelle gleichzeitig von zwei unterschiedlichen Influenzaviren infiziert wird und es zum Austausch von Gensegmenten kommt.

Die Erreger der menschlichen Grippe tragen die Hämagglutinin-Subtypen 1, 2 oder 3 und die Neuraminidase-Typen 1 oder 2 (H1N1, H2N2, H3N2). Im Gegensatz dazu besitzen die Erreger der Geflügelpest die Hämagglutinin-Subtypen H5 oder H7, kombiniert mit unterschiedlichem Neuraminidase-Subtyp.

Erkrankungen des Geflügels durch andere Influenzaviren, die in der Regel nur milde Krankheitsformen verursachen, werden seuchenrechtlich eindeutig von der Geflügelpest abgegrenzt.




***Elekronenmikroskopische Darstellungen und Modell eines Influenzavirus. Links oben: Negativkontrast, darunter: Ultradünnschnitt. HA: Hämagglutinin; NA: Neuraminidase, M: Matrixprotein, RN: Ribonukleoprotein (acht Genom-Segmente); H: Virushülle.***
***(Fotos: H. Granzow; Schemazeichnung und Montage: M. Jörn, BFAV)***

## Wasservögel als natürliches Reservoir

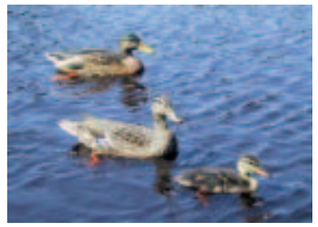
Das natürliche Reservoir für Influenzaviren sind wilde Wasservögel. Untersuchungen in verschiedenen Ländern haben gezeigt, dass bis zu 14 Prozent der Wasservögel infiziert sein können.

Die Influenzaviren vermehren sich im Darmepithel der Vögel, ohne dass diese erkranken. Die Vögel scheiden die Viren mit dem Kot aus. Alle bisher bekannten H- und N-Subtypen wurden bei Influenzaviren von Wasservögeln in unterschiedlichen Kombinationen nachgewiesen.

Hausgeflügel, insbesondere Tiere mit Freilandauslauf, können sich bei Wildvögeln entweder durch direkten Kontakt oder über mit Wildvogelkot kontaminiertes Futter bzw. Wasser anstecken. Eine besondere Gefahr geht in dieser Hinsicht von Futterplätzen im Freien aus, zu denen auch Wildvögel Zugang haben. Eine andere Infektionsquelle ist die Nutzung von Oberflächenwasser aus Gewässern mit hohem Wildvogelbesatz.

Die in der Wildvogelpopulation kursierenden Influenzaviren sind nur gering pathogen und verursachen auch bei Hausgeflügel in der Regel keine oder nur milde Erkrankungen. Aus gering pathogenen Influenzaviren vom Subtyp H5 oder H7 können jedoch durch spontane Mutationen im Hämagglutinin-Gen hochpathogene Virusstämme entstehen, die dann zum Ausbruch der Geflügelpest führen.

Geflügelpestausbrüche waren bisher seltene Ereignisse. Von 1959 bis 2003 wurden weltweit 21 Fälle registriert, die meisten davon in Europa und Amerika. Nur bei fünf Ausbrüchen konnte sich der Erreger auf eine größere Zahl von Geflügelhaltungen ausbreiten. In den anderen Fällen führten die drastischen Bekämpfungsmaßnahmen wie Tötung und unschädliche Beseitigung der infizierten Tiere, Unterbindung bzw. Kontrolle von Geflügel- und Materialtransporten sowie des Personverkehrs zur schnellen Tilgung der Seuche. Große Schwierigkeiten bereitet die Bekämpfung immer dann, wenn die Geflügelpest in Gebieten mit sehr hohem Geflügelbesatz auftritt, wie in Norditalien 1999/2000 und in den Niederlanden 2003.



***Das natürliche Reservoir für Influenzaviren sind wilde Wasservögel, von denen internationalen Untersuchungen zufolge bis zu 14 Prozent infiziert sein können.***

## Situation in Südostasien

Eine Ausbreitung der Geflügelpest wie gegenwärtig in Südasien wurde vorher noch nie beobachtet und stellt für die Seuchenbekämpfung eine große Herausforderung dar. Insgesamt sind neun Staaten betroffen. Von einigen Ländern wie Südkorea und Japan wurden einzelne Seuchenausbrüche gemeldet, doch in Vietnam, Thailand, Indonesien und China hat sich die Seuche über weite Teile des Landes ausgebreitet. In den letzten beiden Monaten sind der Geflügelpest mehr als 100 Millionen Tiere zum Opfer gefallen. Betroffen waren vor allem Hühner, aber auch Puten, Wachteln, Fasanen, Enten, Gänse und anderes Geflügel. Trotz intensiver Bekämpfungsmaßnahmen ist die Seuche in den meisten Ländern noch nicht unter Kontrolle, so dass es immer noch zu Neuausbrüchen kommt.

Bei dem dort vorkommenden Erreger handelt es sich um ein Virus vom Subtyp H5N1 von besonders hoher Pathogenität. Die schnelle und flächenhafte Ausbreitung wurde durch Besonderheiten der Geflügelhaltung in dieser Region begünstigt. Über 80 Prozent des Geflügels wird in Kleinbeständen ohne jegliche hygienische Maßnahmen zur Seuchenprophylaxe gehalten. Dazu kommen der intensive Tierhandel und spezifische Verbrauchergewohnheiten wie die Lebendvermarktung des Schlachtgeflügels in Geflügelmärkten, die fehlende tierärztliche Überwachung und der Mangel an diagnostischen Möglichkeiten. Aus all diesen Gründen wurde die Seuche zunächst nicht als Geflügelpest erkannt und konnte sich daher ungehindert ausbreiten.

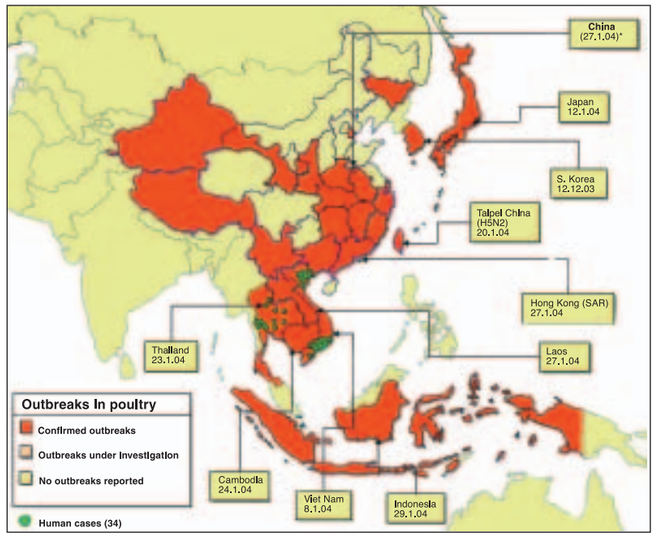
## Erkrankungsrisiko für Menschen

In den Mittelpunkt des nationalen und internationalen Interesses rückte die Situation erst, als die Seuche auf Menschen übergriff. In Vietnam und Thailand wurde bei insgesamt mehr als 30 Menschen eine Erkrankung durch Influenzavirus H5N1 bestätigt, mehr als 20 davon sind gestorben.

Alle hatten sich direkt bei infiziertem Geflügel angesteckt, und der in den Patienten gefundene Erreger zeigte keine Veränderungen gegenüber den Virusisolaten vom Geflügel. Eine Anpassung des Virus, die eine Weiterverbreitung von Mensch zu Mensch ermöglicht hätte, ist bisher nicht erfolgt, lässt sich aber für die Zukunft nicht ausschließen. So scheint auch das Virus der verheerenden Spanischen Grippe von 1918/1919, die weltweit zu mehr als 20 Millionen Todesfällen geführt hat, direkt vom Geflügel auf den Menschen übergegangen zu sein.

Ebenfalls nicht abzuschätzen ist die Höhe des Risikos der möglichen Entstehung eines neuen Virus, wenn sich Personen gleichzeitig mit dem Geflügelpestvirus H5N1 und einem Grippevirus des Menschen (gegenwärtig vor allem H3N2) infizieren. Durch Genaustausch bei der gleichzeitigen Vermehrung beider Erreger im Menschen könnte ein neues Virus entstehen, das sich zum einen gut im Menschen vermehrt und von Mensch zu Mensch weiterverbreitet wird, zum anderen aber das Hämagglutinin H5 vom Vogelvirus enthält, das bisher beim Menschen nie vorkam und gegen das demzufolge auch keine Antikörper in der menschlichen Population vorhanden sind. Ein solcher Erreger würde sich schnell ausbreiten und zu schweren Erkrankungen führen. Ob jedoch ein solches Virus wirklich auf natürlichem Wege entstehen kann, vermag niemand zu sagen.

Solange jedoch die Seuche beim Geflügel grassiert, besteht auch eine Infektionsgefahr für die Menschen in der Region. Alle Anstrengungen sind deshalb auf die Seuchenbekämpfung beim Geflügel gerichtet, die sich wegen der weiten Verbreitung des Erregers, der ökonomischen Bedeutung der Geflügelhaltung für die Menschen der Region sowie fehlender Ressourcen für Bekämpfungs- und Überwachungsmaßnahmen sehr schwierig gestaltet. Die meisten der betroffenen Länder sind zum ersten Mal mit der Geflügelpest konfrontiert, so dass spezifische Erfahrungen auf dem Gebiet der Bekämpfung fehlen. Experten von FAO, OIE und WHO – darunter auch ein Mitarbeiter der Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere – geben vor Ort Unterstützung; materiell-technische und finanzielle Hilfe ist ebenfalls notwendig.




***Geflügelpest in Südostasien (Stand 23. März 2004): Rot kennzeichnet mit Datum des Erstausbruchs die Länder und Regionen mit Geflügelpest, die durch hochpathogenes Influenzavirus vom Subtyp H5N1 hervorgerufen werden. (In Taiwan Nachweis von gering pathogenem Influenzavirus vom Subtyp H5N2.) Grüne Punkte zeigen bestätigte Erkrankungsfälle bei Menschen in Vietnam und Thailand an. (Quelle: World Organization for Animal Health)***





## Nehmen Geflügelpestausbrüche zu?

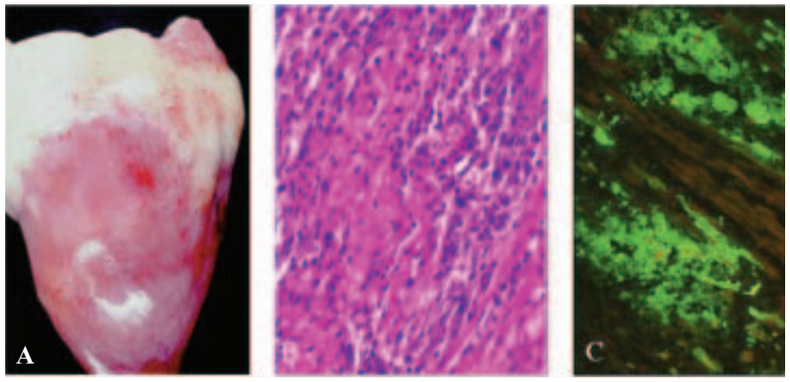
Südostasien ist zurzeit nicht der einzige Geflügelpest-Seuchenherd in der Welt. Auch in Texas wurde vor wenigen Wochen hoch pathogenes Influenzavirus vom Subtyp H5N2 in einem Hähnchenmastbestand nachgewiesen. In Kanada gab es einen Geflügelpestausbruch durch ein Virus vom Subtyp H7N3. Dazu kommt die Verbreitung des hoch pathogenen Virus vom Subtyp H7 seit längerer Zeit in Pakistan. Bei den gegenwärtigen Seuchenausbrüchen in verschiedenen Gegenden der Welt handelt es sich daher nicht um einen einheitlichen Erreger, sondern um unterschiedliche Viren.

Ursache dafür ist die große genetische Variabilität von Influenzaviren. Durch Mutationen im Hämagglutinin-Gen kann aus einem zunächst nur gering pathogenen Virus ein hoch pathogener Erreger werden. Dieses zufällige Ereignis passiert um so eher, je mehr Tiere ein Virus infizieren kann. In der Wildvogelpopulation wurde dieser Vorgang bisher noch nicht beobachtet, aber in Wirtschaftsgeflügelbeständen mit zahlreichen empfänglichen Tieren auf engem Raum droht diese Gefahr. So kursierte 1999 in den Geflügelbeständen Norditaliens ein gering pathogenes Influenzavirus vom Subtyp H7N1 schon mehrere Monate, ehe im Dezember 1999 die verlustreichen Geflügelpestausbrüche begannen.

Auch in den Niederlanden 2003 scheint dem Ausbruch der Geflügelpest eine Infektion mit gering pathogenem Virus in einem Freiland-Legehennenbestand vorausgegangen zu sein, denn hier wurden bei nicht erkrankten Tieren Antikörper nachgewiesen.

In Kanada konnte bei dem jüngsten Seuchenausbruch im März 2004 im Ausbruchsbestand das Virus sowohl in gering als auch in hoch pathogener Form nachgewiesen werden. Die Veränderung war offensichtlich diesem Bestand gerade erst erfolgt.

Ob es sich bei der Häufung von Seuchenfällen um Zufall handelt oder ob die Influenzaviren zunehmend schneller ihre Pathogenität verändern, ist nicht bekannt. Auf jeden Fall sind in den letzten fünf Jahren mehr Hühner der Geflügelpest zum Opfer gefallen als in den 50 Jahren zuvor.




***Veränderungen am Herzen eines an Klassischer Geflügelpest gestorbenen Huhns. A: Blutungen im Herzkranzbereich. B: Hochgradige Herzmuskelentzündung. C: Nachweis von Influenzavirus (grüne Färbung) in Herzmuskelzellen durch indirekte Immunfluoreszenz. Das Absterben von Herzmuskelfasern erklärt den raschen Tod der Tiere. (Fotos: J. P. Teifke, BFAV)***

## Wie kann man vorbeugen?

Aus den bisherigen Erfahrungen können zwei Schlussfolgerungen für die Seuchenverhütung abgeleitet werden: Zum Ersten sollte Hausgeflügel vor einer Infektion mit Influenzaviren durch Wildvögel geschützt werden, zweitens müssen auch Infektionen mit gering pathogenem Influenzavirus vom Subtyp H5 und H7 so schnell wie möglich getilgt werden, ehe der Erreger seine Pathogenität erhöhen kann.

Zur spezifischen Abschätzung des Infektionsrisikos werden in der Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere (BFAV) seit 2001 in zunehmendem Umfang Wildvögel verschiedener Arten und aus verschiedenen Gegenden Deutschlands auf Influenzaviren untersucht. Dafür werden meist beim Beringen der Vögel Kloakenabstriche entnommen. Aus diesen Proben konnten wir eine Reihe Influenzaviren verschiedener Subtypen isolieren, auch die potenziell gefährlichen Subtypen H5 und H7. Virusträger waren vor allem verschiedene Wildenten, aber auch Möwen und eine Dohle.

Trotz der nachgewiesenen potenziellen Infektionsgefahr nehmen in Deutschland alternative Haltungsformen mit Freilandauslauf immer mehr zu. Um das Infektionsrisiko dennoch so gering wie möglich zu halten, sind direkte und indirekte Kontakte mit Wildvögeln mit geeigneten Maßnahmen zu verhindern. Generell sollten in Wildvogelsammel- oder -rastgebieten keine Freilandhaltungen eingerichtet werden. Die Fütterung bzw. Futterlagerung muss im Stall erfolgen, zu dem Wildvögel keinen Zugang haben, und für die Wasserversorgung darf kein Oberflächenwasser verwendet werden. Zur Sicherheit müssen die Ställe so ausgelegt sein, dass bei erhöhter Infektionsgefährdung auch eine zeitweise geschlossene Haltung möglich ist.

Zur weiteren Absicherung der Freilandhaltung von Geflügel ist es notwendig, eine vorbeugende diagnostische Überwachung zu etablieren. In der BFAV befasst sich deshalb ein Forschungsprojekt mit der Analyse des Influenzastatus von Hausgeflügel in Freilandhaltung unter besonderer Berücksichtigung der Infektionsgefährdung durch Wildvögel. Finanziert werden diese Untersuchungen im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau.

Ziel der Untersuchungen ist die Etablierung eines diagnostischen Frühwarnsystems für Geflügelpest, wobei die besonders gefährdeten Freilandhaltungen als 'Frühwarnsystem' dienen könnten. ■

**BFAV** *Dr. Ortrud Werner, Prof. Dr. Thomas C. Mettenleiter, Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere, Boddenblick 5a, 17493 Greifswald – Insel Riems, E-mail: ortrud.werner@rie.bfav.de, mettenleiter@rie.bfav.de*

# „Hochwertige Beratung nur mit Forschung“

***Im Januar 2004 hat der Wissenschaftsrat Empfehlungen zur Entwicklung der Forschung in Ressortforschungseinrichtungen veröffentlicht. Vorausgegangen war eine Evaluation des Forschungsbereiches des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL). Der ForschungsReport sprach mit dem neugewählten Präsidenten des Senats der Bundesforschungsanstalten, Professor Dr. Gerhard Flachowsky, über die Situation der Forschungsanstalten im Geschäftsbereich des BMVEL und ihre Vernetzung in die wissenschaftliche Gemeinschaft.***

**ForschungsReport:** *Herr Professor Flachowsky, der Wissenschaftsrat hat 2003 die Ressortforschung des Bundesverbraucherministeriums begutachtet und das Ergebnis Anfang dieses Jahres vorgelegt. Was war Ziel dieser Evaluation?*

**Flachowsky:** Der Wissenschaftsrat hatte den Auftrag, die Rahmenbedingungen der Forschung in Ressortforschungseinrichtungen zu begutachten. Dafür wurde der Forschungsbereich des BMVEL exemplarisch ausgewählt. Es handelte sich also nicht in erster Linie um eine Überprüfung der Qualität der Bundesforschungsanstalten selbst, sondern um das Umfeld und die Arbeitsbedingungen, in denen sich die Einrichtungen bewegen. Für die Evaluation hat der Wissenschaftsrat umfangreiche Fragenkataloge an die Forschungsanstalten und das Ministerium versandt, die diese ausführlich beantwortet haben. Darüber hinaus sind vier der damals noch zehn Anstalten jeweils für einen Tag besucht worden.

**ForschungsReport:** *Was ist unter dem doch recht abstrakt klingenden Begriff „Ressortforschung“ zu verstehen?*

**Flachowsky:** Die Fachministerien der Bundesregierung, also die Ressorts, benötigen in vielen Bereichen Entscheidungshilfen auf wissenschaftlicher Grundlage. Zu diesem Zweck können sie eigene Forschungseinrichtungen unterhalten, die sie beraten und zugleich das erarbeitete, meist praxisbezogene Wissen der Allgemeinheit zur Verfügung stellen. Viele Ressortforschungseinrichtungen sind darüber hinaus mit hoheitlichen bzw. gesetzlichen Aufgaben betraut, unter anderem in den Bereichen der Prüfung, Zulassung und Risikobewertung.

**ForschungsReport:** *Können sich die politischen Entscheidungsträger nicht genauso gut von Universitäten oder anderen Einrichtungen beraten lassen?*

**Flachowsky:** Im normalen Alltag ist das kaum praktikabel. Jedes Jahr erarbeiten allein die Bundesforschungsanstalten unseres Ressorts mehrere Tausend Stellungnahmen und wissenschaftliche Expertisen für das BMVEL und andere Ministerien, zum Teil sehr umfänglicher Art. Viele davon werden sehr kurzfristig – binnen Tagen – benötigt. Das funktioniert nur, wenn das Ministerium direkte Zugriffsmöglichkeiten hat. Ein Universitätsprofessor wird kaum bereit sein, innerhalb kürzester Frist eine detaillierte Stellungnahme zum Beispiel zu den Auswirkungen eines bestimmten unerwünschten Stoffes im Futtermittel oder in der Umwelt zu geben. Das ginge allenfalls über die Ausschreibung eines Forschungsprojekts. An den Universitäten besteht, dem Humboldtschen Prinzip folgend, der Dualismus von Lehre und Forschung; die Bundesforschungsanstalten sind entsprechend auf Beratung und Forschung ausgerichtet.

**„Die Ministerien benötigen Entscheidungshilfen auf wissenschaftlicher Grundlage“**

**„In Krisenfällen ist unmittelbar abrufbares Expertenwissen essenziell“**

Zuweilen werden im öffentlichen Raum auch Diskussionen geführt, die Forschung ganz aus dem Ressortbereich abzukoppeln und den Einrichtungen nur Beratungsaufgaben zu übertragen. Für mich ist eine Beratung auf hohem wissenschaftlichem Niveau nur möglich, wenn die Berater selbst forschen und in die wissenschaftliche Gemeinschaft eingebunden sind und von ihr akzeptiert werden. Dies hat auch der Wissenschaftsrat deutlich zum Ausdruck gebracht. Eigene Forschung ist eine wesentliche Voraussetzung für ein selbstständiges und unabhängiges Urteil.
Daneben ist zu bedenken: Bestimmtes Spezialwissen, zum Beispiel resultierend aus langfristig angelegten Untersuchungen, ist nur an den Bundesforschungsanstalten verfügbar. Diesen Aspekt können Universitäten nur unvollkommen abdecken.

Und geradezu essenziell ist das unmittelbar abrufbare Expertenwissen der Ressortforschungseinrichtungen im Krisenfall.

**ForschungsReport:** *Was meinen Sie damit?*

**Flachowsky:** Bei grassierenden Tierseuchen, wie der Maul-und-Klauenseuche oder der so genannten „Vogelgrippe“, sind Experten der Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere direkt in das Krisenmanagement der Bundesregierung eingebunden. Bei hochansteckenden Infektionskrankheiten des Menschen gilt Entsprechendes für das zum Bundesgesundheitsministerium gehörende Robert-Koch-Institut. Denken Sie an SARS oder an die Gefahrenabwehr im Falle von Bio-Terrorismus. Im Nitrofen-Skandal wurde auf Pflanzenschutzexperten der Biologischen Bundesanstalt zurückgegriffen.

**Professor Dr. Gerhard Flachowsky** ist Leiter des Instituts für Tierernährung an der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) in Braunschweig. Bis 1994 wirkte er an der Universität Jena, an der er auch heute noch eine außerplanmäßige Professur innehat. Professor Flachowsky war in der Amtsperiode 2002/03 Präsident der FAL und ist derzeit deren Vizepräsident. Seit Januar 2004 ist er darüber hinaus Präsident des Senats der Bundesforschungsanstalten.

**ForschungsReport:** *Der Wissenschaftsrat bemängelt in seinem Gutachten unter anderem eine Überalterung des Wissenschaftlerstammes und einen zu hohen Anteil an Dauerstellen. Zu Recht?*

**Flachowsky:** Die derzeitige Altersstruktur des wissenschaftlichen Personals gibt in der Tat Anlass zur Sorge. Bei den festangestellten wissenschaftlichen Mitarbeitern haben wir mehr Über-55-Jährige als Unter-35-Jährige. Die gegenwärtige Überalterung ist direkte Folge der Kürzungen des Personalbestandes. Im Rahmenkonzept von 1995 wurde beschlossen, den Personalbestand der BMVEL-Ressortforschungseinrichtungen auf den Stand vor der deutschen Einheit zurückzufahren, das heißt ein Drittel der Planstellen bis 2008 abzubauen. Eine Neubesetzung von frei werdenden Stellen ist somit seit Jahren und auch für die Folgejahre nahezu unmöglich. Durch verstärkte Einwerbung von Drittmitteln versuchen die Anstalten, die derzeitige Misere zumindest zum Teil auszugleichen.
Befristet ausgeschriebene Planstellen könnten prinzipiell mehr Flexibilität schaffen, führen in der Praxis aber zu arbeitsrechtlichen Problemen. Hier müsste man nach anderen Lösungen suchen.

**„Die derzeitige Altersstruktur gibt Anlass zur Sorge“**

**ForschungsReport:** *Wie sind die Bundesforschungsanstalten in die wissenschaftliche Gemeinschaft eingebunden?*

**Flachowsky:** Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sind ähnlich wie die Kollegen aus den Universitäten in ihr jeweiliges Wissenschaftsnetz eingebunden. Sie wirken in nationalen und internationalen wissenschaftlichen Gesellschaften, veröffentlichen ihre Forschungsergebnisse und sind als Gutachter von Fachzeitschriften und in Vergabegremien tätig. Jeder vierte Wissenschaftler aus den Forschungsanstalten des BMVEL hat eine außerplanmäßige Professur oder nimmt einen Lehrauftrag an einer Universität oder Fachhochschule wahr. Studenten haben die Möglichkeit, an den Instituten ihre Diplom- oder Doktorarbeit anzufertigen; im Zeitraum 1999-2002 waren es mehr als 300 Dissertationen. In den acht Panels der neu gebildeten Europäischen Lebensmittelbehörde EFSA sind 17 deutsche Wissenschaftler vertreten, davon neun aus der Ressortforschung.

**ForschungsReport:** *Wie steht es um die nationale und internationale Wettbewerbsfähigkeit der Bundesforschungsanstalten?*

**Flachowsky:** Die einzelnen Anstalten sind in ihrem Leistungsspektrum durchaus unterschiedlich. Zurzeit befinden sich einige Einrichtungen, zum Beispiel die neu gegründete Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, im Umbruch, was zwar aktuell den wissenschaftlichen Output behindern kann, mittelfristig aber auch Chancen für den Aufbau effizienterer Strukturen bietet. Die massiven Stellenprobleme führen dazu, dass in vielen Einrichtungen ganze Forschungszweige wegbrechen.
Viele gemeinsame Projekte mit Universitäten und anderen nationalen wie internationalen Einrichtungen belegen allerdings, dass die Bundesforschungsanstalten nach wie vor gefragte Partner sind. Auch die Tatsache, dass an unseren Einrichtungen in den letzten vier Jahren mehr als 900 Gastwissenschaftler aus allen fünf Kontinenten tätig waren, zeigt die Attraktivität unserer Institute.
Bei der Einwerbung von Drittmitteln haben die Bundesforschungsanstalten gegenüber anderen Einrichtungen bestimmte Wettbewerbsnachteile. So fallen Forschungsprojekte mit Praxisbezug häufig durch das grundlagenorientierte Förderungsraster der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG). Zunehmend werden Projektanträge auch mit Verweis auf die institutionelle Förderung – also die Personal- und Sachausstattung durch das Ministerium – abgelehnt. Die Einwerbung von Mitteln aus den Forschungsprogrammen der EU wird künftig noch stärker als bisher ins Blickfeld rücken. Länderübergreifende Forschungsprojekte und Netzwerke werden – gerade im europäischen Raum – immer mehr an Bedeutung gewinnen. Das ist auch auf der kürzlich in Braunschweig durchgeführten 18. EURAGRI-Tagung* deutlich geworden. Auf diesem Gebiet ist die wissenschaftliche Wettbewerbsfähigkeit der gesamten deutschen Agrar- und Ernährungsforschung noch zu verbessern.

**„Interne Anreizsysteme können für mehr Motivation und Wettbewerb sorgen“**

**ForschungsReport:** *Der Wissenschaftsrat empfiehlt, bei den Bundesforschungsanstalten Instrumente zur internen und externen Qualitätssicherung einzuführen. Wie stehen Sie dazu?*

**Flachowsky:** Interne Anreizsysteme können für mehr Motivation und Wettbewerb sorgen. Wie man so etwas ausgestalten kann, muss in den Einrichtungen und mit dem vorgesetzen Ministerium diskutiert werden.
Die Bundesforschungsanstalten sind offen für externe Evaluierungen. Von außen werden Defizite oft besser erkannt, und effizientere Strukturen – einschließlich der Forschungsplanung und dem Wissenschaftsmanagement – führen zu einem sinnvolleren Einsatz der Mittel. Allerdings müssen solche Evaluierungen das spezifische, über reine Forschung hinausgehende Aufgabenspektrum der Bundesforschungsanstalten im Auge haben, um zu einem objektiven Bild zu gelangen. Verschiedene Einrichtungen der Ressortforschung haben sich im Übrigen bereits evaluieren lassen, zum Beispiel die FAL und aus den Geschäftsbereichen anderer Ministerien die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB), die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), das Robert-Koch-Institut (RKI) oder das Paul-Ehrlich-Institut (PEI). Neben dem Wissenschaftsrat sind dafür auch andere unabhängige Expertengremien denkbar.

**„Einrichtungen der Ressortforschung haben sich bereits evaluieren lassen“**

**ForschungsReport:** *Der Wissenschaftsrat ist in Deutschland eine zentrale Einrichtung, die die Politik bei der Strukturierung des Wissenschaftssystems berät und zu übergeordneten Fragen der Forschungsförderung und -entwicklung Stellung nimmt. Wie ist die Ressortforschung in dieses Gremium eingebunden?*

**Flachowsky:** Die Mitglieder des Wissenschaftsrats werden vom Bundespräsidenten auf Vorschlag der Deutschen Forschungsgemeinschaft, der Max-Planck-Gesellschaft, der Hochschulrektorenkonferenz und der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren berufen. Die derzeitigen Mitglieder kommen überwiegend aus dem universitären Bereich, Vertreter der Ressortforschung finden sich nicht darunter. Im Sinne einer ausgewogenen Zusammensetzung wäre es sicherlich wünschenswert, wenn auch Vertreter dieses Teils der deutschen Forschungslandschaft künftig Sitz und Stimme im Wissenschaftsrat hätten.

**ForschungsReport:** *Herr Professor Flachowsky, herzlichen Dank für das Gespräch.*

Das Interview führte ForschungsReport-Redakteur Michael Welling

** EURAGRI (European Agricultural Research Initiative) ist ein Zusammenschluss führender Vertreter der Agrarministerien der EU-Staaten und der Leiter der nachgeordneten Agrarforschungseinrichtungen. Ziel der Initiative ist es, den Austausch in der Agrarforschung zwischen der Europäischen Kommission und den Mitgliedstaaten zu verbessern.*

BIOLOGISCHE BUNDESANSTALT FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT

# Fachgruppe Anwendungstechnik in Braunschweig

***Pflanzenschutzmittel müssen dort hingelangen, wo sie am besten wirken. Gleichzeitig sollen sie die Umwelt so wenig wie möglich beeinträchtigen. Die Anwendungstechnik spielt hier eine entscheidende Rolle, unabhängig davon, ob es sich um chemischen Pflanzenschutz oder um nicht-chemische Verfahren handelt. Eine praxistaugliche und leistungsfähige Technik ist stets erforderlich, um den Anforderungen an eine zeitgemäße und umweltschonende Applikation von Pflanzenschutzmitteln zu entsprechen. Darüber hinaus liegen in der Anwendungstechnik große Potenziale zur gezielten Ausbringung und zur Verringerung der Aufwandmengen.***

In der Fachgruppe Anwendungstechnik dreht sich alles um Pflanzenschutzgeräte und um technische Aspekte bei der Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln. Die Fachgruppe gehört zur Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) und ist in Braunschweig angesiedelt. Ihre Aufgaben gliedern sich wie folgt:

- Beratung der Agrarpolitik in Fragen des Pflanzenschutzes,
- Prüfung von neuen und in Gebrauch befindlichen Pflanzenschutzgeräten,
- Prüfung von Geräten und Einrichtungen, die zum Pflanzenschutz benutzt werden, aber keine Pflanzenschutzgeräte im Sinne des Pflanzenschutzgesetzes sind,
- Mitwirkung bei der Harmonisierung der Geräteprüfung in Europa (ENTAM),
- Entwicklung innovativer Lösungen der Anwendungstechnik zur Einsparung von Pflanzenschutzmitteln und zur Risikominderung,
- Mitwirkung bei der Erarbeitung und Fortschreibung von Normen auf europäischer (CEN ) und internationaler Ebene (ISO ).

## Ansprechpartner für Anwendungstechnik

Nach der geltenden Gesetzeslage sind Hersteller und Vertriebsunternehmer verpflichtet, vor dem Vertrieb ihrer neuen Pflanzenschutzgeräte die Zustimmung der BBA einzuholen. Die Fachgruppe Anwendungstechnik prüft die hierfür vorzulegenden Unterlagen und macht bei positiver Prüfung die Eintragung in die amtliche Pflanzenschutzgeräteliste bekannt. Erst dann dürfen die Geräte vertrieben werden. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass Pflanzenschutzgeräte den gesetzlichen Vorschriften entsprechen und dazu beitragen, unnötige Belastungen von Mensch, Tier und Naturhaushalt bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln zu vermeiden.

Die Fachgruppe Anwendungstechnik führt auch Prüfungen von Pflanzenschutzgeräten selbst durch. Hierfür steht eine große Prüfhalle mit einer Vielzahl von Prüfständen zur Verfügung.

Eine besondere Bedeutung hat zwischenzeitlich die Prüfung und Klassifikation der Pflanzenschutzgeräte hinsichtlich Abdriftminderung erlangt. Hierauf stützt sich die Zulassung der Pflanzenschutzmittel, in der Regel wird auch die Gewährung von Investitionsbeihilfen von einer Eintragung in das Verzeichnis „Verlustmindernde Geräte" abhängig gemacht.

Die Fachgruppe Anwendungstechnik koordiniert die Kontrolle der Gebrauchtgeräte innerhalb Deutschlands und ist diesbezüglicher Ansprechpartner auf EU- bzw. internationaler Ebene.

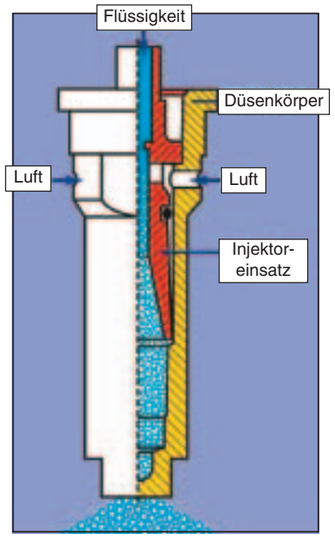
Diese weit reichenden Regelungen für Pflanzenschutzgeräte sind einmalig in der EU und tragen zu einem ordnungsgemäßen und von Nachhaltigkeit geprägten Pflanzenschutz bei.

## Innovative technische Lösungen

**Injektordüsen**
Diese Düsen zeichnen sich durch eine Abdriftminderung von bis zu 99 Prozent aus und gewährleisten, dass Pflanzenschutzmittel dennoch ihre volle biologische Wirksamkeit entfalten können (siehe Abbildung oben rechts). Diese Injektordüsen können problemlos in nahezu alle Pflanzenschutzgeräte eingebaut werden und haben zwischenzeitlich eine ca. 80 prozentige Verbreitung erlangt.

**Sensortechnik zur Pflanzenerkennung**
Sprühgeräte für Obst- und Weinbau können mit Sensoren ausgestattet werden, die Lücken in der Laubwand erkennen und die darauf gerichteten Düsen entsprechend ein- und ausschalten (siehe Bild unten rechts). Bis zu 30 Prozent der Pflanzenschutzmittelmengen können damit eingespart werden, was gleichzeitig eine beträchtliche Entlastung der Umwelt bedeutet.

**GIS-basierte Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln**
Die Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln mit Geographischem Informationssystem (GIS) stellt eine Erweiterung des bisherigen „Precision Farming" (teilschlagspezifische Ausbringung) dar (siehe Beitrag in dieser Ausgabe). Hierbei wird die den Schlag umgebende Nachbarschaft in Betracht gezogen und bei Annäherung des Spritzgerätes auf abdriftmindernde Düsen umgeschaltet oder die Behandlung ganz eingestellt. Fehlbedienungen und dadurch verursachte Pflanzenschutzmitteleinträge zum Beispiel in Oberflächengewässer können dadurch verhindert werden. Diese Entwicklung ist noch nicht serienreif und wird deshalb seitens der BBA unterstützt. ■




***Innovative Lösung: Injektordüsen für Feldspritzgeräte minimieren die Abdrift bis zu 90 Prozent.***

*Dr.-Ing. Heinz Ganzelmeier, Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Fachgruppe Anwendungstechnik, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig, E-mail: h.ganzelmeier@bba.de*

***Deutliche Entlastung der Umwelt: Bis zu 30 Prozent der Pflanzenschutzmittelmengen im Obstbau können durch sensorgesteuerte Sprühgeräte eingespart werden. Kleines Bild: Düse-/Sensor-Einheit.***

BUNDESFORSCHUNGSANSTALT FÜR FISCHEREI

# Zehn Jahre „Walther Herwig III“

***Im Dezember 2003 konnte die Bundesforschungsanstalt für Fischerei (BFAFi) auf zehn Jahre Fischereiforschung mit der „Walther Herwig III“ zurückblicken. Das Flaggschiff der deutschen Fischereiforschung wurde am 16. Dezember 1993 getauft und in Dienst gestellt.***

Als drittes Schiff in Folge trägt die Walther Herwig den Namen des deutschen Ministerialbeamten, der sich Ende des 19. Jahrhunderts massiv für den Aufbau einer deutschen Fischereiflotte und verbunden damit für die Einrichtung einer internationalen Meeresforschung und -bewirtschaftung eingesetzt hatte. Herwig war von 1902 bis 1908 einer der ersten Präsidenten des Internationalen Rates für Meeresforschung (ICES), derjenigen Organisation, die heute in ihren Jahresgutachten die regelmäßigen Hiobsbotschaften über den Niedergang der nordatlantischen Fischbestände überbringt.

Die Bewirtschaftung der wildlebenden und von verschiedenen Nationen genutzten Meeresfischbestände ist damals wie heute auf eine intensive wissenschaftliche Erforschung angewiesen. Aufgrund einer hochtechnisierten und immer effizienteren Fischerei geraten die natürlichen Ressourcen immer stärker unter Druck – wie zurzeit Kabeljau, Seehecht und Scholle in den europäischen Gewässern. Die Daten, die von der Bundesforschungsanstalt für Fischerei in Zusammenarbeit mit allen europäischen Fischereiforschungsinstituten mit Hilfe der „Walther Herwig III“ und ihren Schwesterschiffen in den anderen Ländern erhoben werden, dienen der EU-Kommission zur Erarbeitung von Managementkonzepten für eine zukünftige bessere Bewirtschaftung und nachhaltigere Nutzung der Fischbestände.

Seit seiner Indienststellung hat das Schiff für die Arbeiten der Bundesforschungsanstalt für Fischerei (bis 1. Dezember 2003) 2.625 Tage auf See verbracht und dabei 391.169 Seemeilen zurückgelegt.

*Die „Walther Herwig III“ im Hafen von Nuuk, Grönland.*

## Vielfältiges Aufgabenspektrum

Auf den Forschungsfahrten der „Walther Herwig III“ wird die Entwicklung der Fischbestände mit experimentellen Fängen und hydroakustischen Methoden verfolgt. Fangtechnische Untersuchungen haben das Ziel, bestandsschonende selektive Fischereimethoden weiterzuentwickeln. Umweltdaten wie Schadstoffkonzentrationen, Radioaktivität, Salzgehalt und Temperatur werden hinsichtlich ihrer Wirkungen auf die Fische und das Lebensmittel Fisch gemessen.

Die „Geburtstagsfahrt“ der „Walther Herwig III“ Mitte Dezember 2003 führte in die Nord- und Ostsee, wo Wissenschaftler des BFAFi-Instituts für Fischereiökologie die Verbreitung und Verteilung von Fischkrankheiten kartierten. Unterwasserbeobachtungen, Untersuchungen zu Schadstoffen in Fischen, hydroakustische Untersuchungen und Fisch-Surveys stehen auf dem Programm der Forschungsfahrten in diesem Jahr.

Nähere Informationen zur „Walther Herwig III“ und den beiden kleineren Forschungskuttern der BFAFi befinden sich im Internet unter www.bfa-fisch.de/news/news-d/index.html, Rubrik „Forschungsreisen“. ■

*Bundesforschungsanstalt für Fischerei, Palmaille 9, 22767 Hamburg.*
*E-mail: iud@bfa-fisch.de*

***Im August 2003 besuchte Bundesministerin Renate Künast (links) vor Helgoland das Forschungsschiff und ließ sich von Fahrtleiter Dr. Thomas Lang (mitte) und Kapitän Willibald Hartmann über den Schiffsbetrieb informieren.***

***Eine Seefahrt ist nicht immer lustig: Auch bei rauer See ist die „Walther Herwig III“ im Einsatz.***

*Aktuell*

## Untersuchungen zur Fischqualität

Zu ihrer 264. Reise sticht das Forschungsschiff „Walther Herwig III“ vom 1. bis 22. Juni 2004 in See. Unter der Fahrtleitung von Dr. Horst Karl, Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (Standort Hamburg), werden während der Reise kommerziell genutzte Fisch- und Krebstierarten chemisch, mikrobiologisch, sensorisch und physikalisch-technologisch untersucht. Weiterhin wird im Rahmen der nationalen Statuserhebung von Dioxin und dioxinähnlichen Verbindungen in Futter- und vom Tier stammenden Lebensmitteln repräsentatives Probenmaterial von Fischen, Krebs- und Weichtieren für die organischen Rückstandsuntersuchungen gesammelt. In küstennahen Bereichen verschiedener Fanggebiete wird unter anderem die Verbreitung von Vibrionen, Listerien und Enterobakterien in Fischen und Muscheln analysiert. Schwerpunkte hierfür sind die Shetlands, Gewässer westlich der Britischen Inseln, Seegebiete um Irland sowie um die nördliche Biskaya. Außerdem werden die Langzeitmessreihen zur Nematodenbelastung von Konsumfischen aus verschiedenen Fanggebieten fortgesetzt sowie der Einfluss der Hochdruckanwendung auf Keimreduktion und Texturveränderungen an fangfrischen Filetproben untersucht.

## Das Schiff in Daten

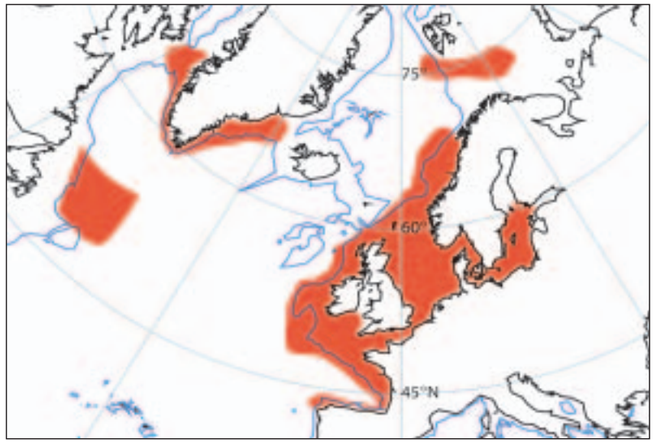
- gebaut 1992/93 in Berne und Wolgast
- 16. Dezember 1993 in Dienst gestellt
- Tonnage: 2131 BRZ
- Länge über alles: 64,5 m
- Breite über alles: 15,22 m
- Tiefgang maximal: 5,96 m
- Bauweise: Heckfänger mit Aufschleppe
- Seemännische Besatzung: 21
- Wissenschaftlerplätze: 12
- Liegehafen: Bremerhaven
- Einsatzgebiet: nördlicher Nordatlantik, Nord- und Ostsee
- Reisegeschwindigkeit: 13,5 Knoten

**Fischereitechnische Ausrüstung**

- zwei Fischereiwinden mit je 3000 m Kurrleine und 165 kN Zugkraft, eine Netzhaspel
- Computerbordnetz mit Terminals in allen Labors und nautischen Räumen

**Wissenschaftliche Ausstattung**

- zwei Hydrographiewinden mit je 6000 m Seriendraht
- Universallabor, Fischlabor, Nasslabor, Chemielabor mit Vor- und Messraum, Computerraum, ozeanographisches Trockenlabor, Wasserschöpferraum, Echointegrator-Anlage EK 500 Simrad
- ein Tunnelfroster 1000 kg / 24 Std. -50 °C, zwei Tieffrosträume bis -50 °C




***Fast 400.000 Seemeilen unterwegs: Die Einsatzgebiete der Walther Herwig III (rote Flächen). Die 264. Reise des Forschungsschiffes führt im Juni 2004 in die Gewässer westlich der Britischen Inseln, das Seegebiet um Irland, die nördliche Biskaya und an die südenglische Küste.***

**Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)**

# Versuchsanlage für Pferdehaltung in Braunschweig

***Der Pferdebestand in Deutschland ist in den letzten 20 Jahren von rund 350.000 auf mehr als eine Million Tiere gestiegen. Wurden vor 50 Jahren die meisten Pferde noch als Arbeitspferde eingesetzt, so sind es heute fast ausschließlich Freizeit-, Sport- und Zuchtpferde. Moderne Haltungssysteme sollten sowohl die Bedürfnisse der Tiere (z. B. Auslauf) als auch den Schutz der Umwelt (z. B. keine Kontaminationen durch Exkremente) im Blick haben. Eine neue Versuchsanlage zur Pferdehaltung auf dem Gelände der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) erlaubt es, mögliche Beeinträchtigungen des Bodens und des Grundwassers zu erfassen und verschiedene Haltungssysteme zu studieren.***

*Die Versuchsanlage auf dem FAL-Gelände. Der linke Stallteil ist für Gruppenhaltung, der rechte für Einzelhaltung vorgesehen. Die Auslauffläche vor dem Stall besteht aus Sand. Im Vordergrund ist die Freilauf-Einrichtung zu sehen.*

Die Pferdehaltung erhöht die Attraktivität der ländlichen Räume und eröffnet neue Einkommensquellen für landwirtschaftliche Betriebe. Rund 1,2 Millionen Menschen ab 14 Jahren reiten regelmäßig, der Gesamtumsatz rund um die Pferdehaltung beträgt heute in Deutschland weit über fünf Milliarden Euro.

In den vom Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft entwickelten „Leitlinien zur Beurteilung von Pferdehaltung unter Tierschutzgesichtspunkten" wird besonderer Wert auf genügend Bewegungsmöglichkeiten gelegt, wobei eine ganzjährige Auslaufhaltung anzustreben ist. Doch die heutige Wirklichkeit sieht meist anders aus: Rund 80-90 Prozent der Freizeitpferde werden in Einzelboxen ohne ausreichenden Auslauf gehalten und haben Bewegungsmangel. Eine konzentrierte Pferdehaltung auf relativ kleiner Fläche birgt die Gefahr, dass durch die Ausscheidungen der Tiere im Auslaufbereich Nitrat in den Boden oder das Grundwasser eingetragen wird. Dies ruft die mit Umweltschutz befassten kommunalen Behörden auf den Plan. So gibt es zum Beispiel Forderungen an Pferde haltende Betriebe, bei Neu- oder Erweiterungsbauten die gesamte Auslauffläche mit wasserundurchlässigem Beton zu befestigen, verbunden mit dem Auffangen des Oberflächenwassers in Güllebehältern. Solche Auflagen verteuern die Vorhaben so stark, dass häufig von Investitionen in eine tierangepasste Haltung Abstand genommen wird.

*Querschnitt des Auslaufs auf dem FAL-Gelände im Modell. Das Sickerwasser aus den einzelnen Auslaufbereichen kann separat in Behältern aufgefangen werden. Unter dem Boden (in diesem Fall Sand) und der Drainschicht aus Kies befindet sich eine wasserundurchlässige Betonschicht.*

## Umweltwirkungen werden untersucht

Damit tierangepasste und umweltgerechte Pferdehaltungssysteme unter bautechnischen Gesichtspunkten beurteilt und weiterentwickelt werden können, hat das Institut für Betriebstechnik und Bauforschung auf dem FAL-Gelände in Braunschweig ein neues Versuchsgebäude geplant und in Betrieb genommen. Die Konzeption des Gebäudes ermöglicht den direkten Vergleich von Einzel- und Gruppenhaltungssystemen in Kombination mit Auslauf für jeweils sechs Großpferde.

Der Unterbau des Auslaufes wurde in sechs gleich große Auffangwannen unterteilt. Das gesamte Niederschlagswasser mit den möglichen Kontaminationen kann auf diese Weise getrennt aufgefangen und in entsprechend zugeordneten Behältern zwischengelagert werden (Großraum-Lysimeter, siehe Abbildung). Damit kann das Sickerwasser, welches normalerweise ins Grundwasser gelangen würde, quantitativ erfasst und analysiert werden. Parallel dazu wird der Boden beprobt. Diese Analysen werden zusammen mit dem FAL-Institut für Agrarökologie realisiert.

Die Böden im Auslauf können ausgetauscht werden. Derzeit besteht die Nutzschicht der Auslaufflächen aus Sand. Dieses Material ist relativ tierfreundlich (gute Trittsicherheit, gute Stoßdämpfung) und kostengünstig. Vor allem aber ist bei Sandboden die Wahrscheinlichkeit am größten, dass das Sickerwasser durch Exkremente kontaminiert wird.

Ziel der Untersuchungen in der neuen Versuchsanlage ist es, eine mögliche Belastung des Grundwassers und des Bodens durch Schadstoffe, speziell Nitrat, in Abhängigkeit vom Bodentyp, vom Haltungssystem, der Nutzungsintensität und der Witterung festzustellen.

Diese Einrichtung ist bundesweit und auch im europäischen Ausland einzigartig.

## Automatische Futterversorgung

Im neuen Versuchsstall können auch verschiedene Systeme der Futterversorgung bei Einzel- und Gruppenhaltung untersucht und weiterentwickelt werden.

Eine halb- oder vollautomatische Futterversorgung hat enorme Vorteile für Mensch und Tier. Für den Halter sind dies flexiblere Arbeitszeitgestaltung und erheblich geringerer Arbeitsaufwand sowie die Unabhängigkeit von bestimmten Fütterungszeiten. Durch die Verteilung der Ration auf viele kleine Portionen hat das Pferd normalerweise keinen überfüllten Magen und zeigt ein ausgeglicheneres Verhalten. Die Vorteile für das Pferd liegen in dem naturnahen Futterangebot mit mehreren kleinen, über den Tag verteilten Portionen. Die Pferde fressen ruhiger und kauen intensiver, die Gefahr von Koliken wird verringert.

In den Einzelboxen des Versuchsstalls sind Dosiergeräte zur individuellen Kraftfutterversorgung angebracht. Die rationierte Raufuttervorlage wird über einen Heudosierer realisiert. Damit in den Boxen kein Platz verloren geht und auch hier eine individuelle, automatische Futtervorlagefrequenz für Versuche möglich ist, wurden erstmals Heudosierer in den Schiebetüren der Einzelboxen installiert. Ein Prozessrechner ermöglicht in 24 Stunden bis zu zehn Futterzeiten.

In der Gruppenhaltung soll dem natürlichen Verhalten der Pferde Rechnung getragen werden. Daher wurde ein Prototyp für die Fressstände installiert, mit dem gleichzeitig Rau- und Kraftfutter vorgelegt werden kann. Der Prototyp der Abrufstation (kombinierter Heu- & Kraftfutterdosierer) ist mit moderner Identifizierungstechnik und Computersteuerung ausgerüstet. Die Erkennung der Pferde erfolgt mittels Transponder am Halsband.

Der Prozessrechner der Kombi-Abrufstation kann die individuelle Gesamtration eines Pferdes auf 20 Mahlzeiten am Tag verteilen. Die Software erlaubt verschiedenste Kombinationen der Kraft- und Raufutterdosierung. Die Zuweisung der Fressplätze auf bestimmte Pferde ist bei einem Tier-Fressplatz-Verhältnis von 1:1 unproblematisch. Derzeit werden von uns im Rahmen einer Dissertation die Auswirkungen einer Fressplatzreduzierung auf das Verhalten der Pferde untersucht.

Weitere aktuelle Projekte befassen sich mit den Einflussfaktoren auf das Stallklima und die Auswirkungen des Umgebungsklimas auf die Pferde sowie mit dem notwendigen Bewegungsraum, wofür auch die Freilauf-Anlage eingesetzt wird. Für verschiedene Fragestellungen finden Zusammenarbeiten mit Universitäten statt (Hannover, Gießen, Halle). ■

*Reiten als Hobby wird immer beliebter: In Deutschland stehen rund eine Million Pferde in den Ställen.*

*Prof. Dr. Franz-Josef Bockisch, Dipl.-Ing. agr. Peter Kreimeier, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Institut für Betriebstechnik und Bauforschung, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, E-Mail: franz.bockisch@fal.de, peter.kreimeier@fal.de*

**Versuchsanlage Pferdehaltung**

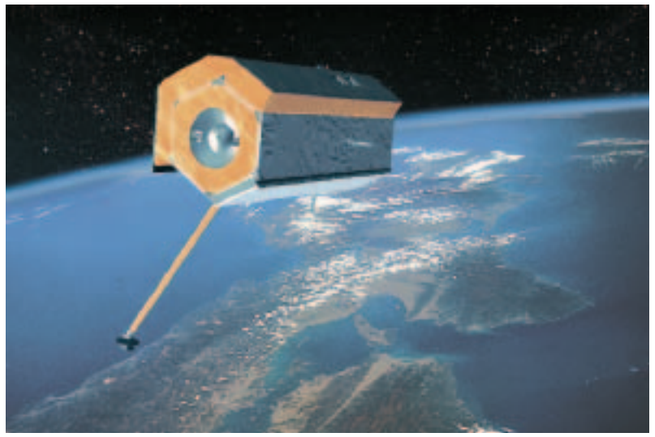
- Multifunktionsstall mit angeschlossener Auslaufanlage
- Ausführung des Auslaufes als Großraum-Lysimeter zur Untersuchung möglicher Bodenbeeinträchtigungen
- Gebäudefläche: 468 Quadratmeter
- Auslauffläche: 540 Quadratmeter
- Tierbestand: zurzeit zwölf Pferde (bereitgestellt von Züchtern des Verbandes der Hannoveraner)
- Inbetriebnahme: 2002

Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)

## Radarfernerkundung für die Landwirtschaft noch in den Kinderschuhen

Um Dünge- und Pflanzenschutzmittel bedarfsgerecht ausbringen zu können, müssen Boden- und Bestandesheterogenitäten der einzelnen Feldschläge möglichst genau erfasst werden. Die optische Fernerkundung bietet hier ein großes Potenzial. Die Verfügbarkeit der Daten hängt allerdings in hohem Maße von der Witterung ab. Durch die in unseren Breiten häufige Wolkenbedeckung wird die Bildauswertung erheblich eingeschränkt. Systeme mit Radarstrahlung haben dagegen den Vorteil, die Atmosphäre nahezu ungehindert durchdringen und kontinuierlich Informationen über die Erdoberfläche aufzeichnen zu können. In Zusammenarbeit zwischen dem FAL-Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde und der INFOTERRA GmbH (Friedrichshafen) wurde untersucht, ob sich multidimensionale SAR (Synthetic Aperture Radar)-Bilddaten für die Bestandesführung von Winterweizen eignen. Dieses Projekt war als Studie für den geplanten Satelliten TerraSAR konzipiert, der ab 2006 Bilddaten bereitstellen soll.

Es zeigte sich, dass Radarbilddaten zwar weitgehend die gleichen Strukturen innerhalb der Feldschläge erfassen wie optische Aufnahmesensoren. Aufgrund komplexer Einflüsse auf das Radarsignal waren jedoch nur schwache bis mittelgute statistische Zusammenhänge zwischen Radarsignatur und Bestandesparametern wie Biomasse und Bestandesdichte zu ermitteln. Zwar ließ sich die Aussagekraft der Daten durch Integration verschiedener Radarkanäle verbessern. Praktisch verwertbare Bestandesinformationen lassen sich mit Hilfe der Radarfernerkundung derzeit aber nur in beschränktem Maße gewinnen. *(FAL)*



*Deutscher Radarsatellit TerraSAR (Grafik: DLR)*

Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)

## 750 Mio. Liter Diesel in die Atmosphäre oder in den Tank?

**Neues Verfahren zur Abwasser- und Abfallverwertung in Palmölmühlen**

Palmöl ist neben Sojaöl weltweit das wichtigste Pflanzenöl. Bei der Ölgewinnung fallen große Mengen an stark verschmutztem Abwasser sowie pflanzliche Abfälle an. Aus dem in Teichen gesammelten Abwasser entsteht durch Fäulnisprozesse energiereiches Methan, das ungenutzt in die Atmosphäre entweicht und dort als stark wirkendes Treibhausgas zur Klimaänderung beiträgt. In den Hauptproduktionsländern Malaysia und Indonesien sind das jährlich mehr als 750 Mio. Kubikmeter, was einem Energiegehalt von 750 Mio. Litern Diesel entspricht. Die festen organischen Abfälle mit hohen Nährstoffgehalten, jährlich mehr als 45 Mio. Tonnen, werden ebenfalls zum größten Teil nicht verwertet.

Die im Abwasser und Abfall enthaltenen Ressourcen zu nutzen und die von diesen ausgehenden Umweltbelastungen zu vermeiden, war das Ziel eines vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Forschungsvorhabens.

Wissenschaftlern des Instituts für Technologie und Biosystemtechnik der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) in Braunschweig ist es gelungen, gemeinsam mit dem Indonesian Oil Palm Research Institute auf Sumatra, dem Ingenieurbüro UTEC in Bremen und dem TÜV Rheinland (Köln) ein neuartiges Verfahren zur Energie- und Düngerproduktion zu entwickeln. Dabei wird zunächst in einer Hochleistungs-Biogasanlage aus dem Abwasser Methan gewonnen. Dieses Gas kann nun zur Energieerzeugung für die Ölmühlen selbst verwendet werden und teuren Dieseltreibstoff ersetzen. Daneben kann das Gas aber auch zur Stromerzeugung oder, in Flaschen abgefüllt, der Bevölkerung in der Nähe der Ölmühlen zum Kochen zur Verfügung gestellt werden.

Das gesamte, so vorbehandelte Abwasser wird anschließend gemeinsam mit den festen Abfallstoffen kompostiert. Durch die biologisch erzeugte Wärme bei der Kompostierung und eine spezielle Prozessführung verdunstet das gesamte Abwasser aus den offenen Mieten. Selbst bei starken jährlichen Niederschlägen konnten mehr als 4 Kubikmeter Abwasser in eine Tonne Abfall eingebracht werden. So werden alle Pflanzennährstoffe aus dem Abwasser und auch aus dem Abfall in einem hochwertigen Kompost konzentriert. Die technische Ausrüstung für dieses Verfahren ist relativ einfach und preisgünstig: Eine Schneidmühle zum Zerkleinern der Abfallstoffe und ein Umsetzgerät zum Durchmischen der Kompostmieten. Der so erzeugte Kompost lässt sich gut in der Obst- und Gemüseproduktion einsetzen.

Im Vergleich zum herkömmlichen Abwasser- und Abfallmanagement ist das neue Verfahren nicht nur kostengünstiger, sondern sogar profitabel – ein Beispiel für ökonomisch erfolgreichen Umweltschutz. *(FAL)*





Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen

## Wechsel in der Leitung der BAZ

Direktor und Professor Dr. habil. Thomas Kühne ist seit dem 01.04.2004 kommissarischer Leiter der Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen (BAZ). Er hat damit die Geschäfte von Direktor und Professor Dr. habil. Manfred Neumann übernommen, der seit 1996 an der Spitze der Anstalt stand. Am 24.03. 2004 wurde Dr. Neumann durch den parlamentarischen Staatssekretär Dr. Gerald Thalheim im Rahmen einer Festveranstaltung in Quedlinburg in den Ruhestand verabschiedet.

Thomas Kühne, geboren 1952 in Mühlhausen/Thüringen, studierte Chemie an der Staatlichen Universität Odessa. Mit dem Thema „Physiko-chemische Untersuchungen zur Stabilität des Nelkenringflecken-Virus in vitro" promovierte er 1982, 1990 folgte die Habilitation. 1992 erwarb er die Facultas docendi an der Landwirtschaftlichen Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

Dr. Kühne leitet seit 1992 das Institut für Resistenzforschung und Pathogendiagnostik der BAZ in Aschersleben. *(BAZ)*

Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen

## Auszeichnung für Forschung an Reben und Rebläusen

**Geilweilerhof verlieh Peter Morio-Preis**

Im Rahmen der 31. ordentlichen Mitgliederversammlung der „Gemeinschaft der Förderer und Freunde des Instituts für Rebenzüchtung Geilweilerhof e.V." wurde der in zweijährigem Turnuns vergebene „Peter Morio-Preis" an Frau Dr. Astrid Forneck vom Institut für Sonderkulturen und Produktionsphysiologie der Universität Hohenheim verliehen. Wie der Leiter des Instituts für Rebenzüchtung Geilweilerhof

*Dr. Astrid Forneck ist Trägerin des Peter Morio-Preises*

in Siebeldingen, Dr. Reinhard Töpfer, in seiner Laudatio ausführte, hat Frau Dr. Forneck zu Beginn ihrer wissenschaftlichen Karriere in Zusammenarbeit mit einem Institut in Davis, Kalifornien, eine Kulturtechnik zur Untersuchung genetischer Fragen bei Rebläusen entwickelt, bei der Reben und Rebläuse gemeinsam im Glas („in vitro") gehalten werden, um ihre Rassenbildung zu studieren. Diese Methodik stellt eine ideale Voraussetzung zur Erforschung der Beziehung zwischen Reblaus und Rebe dar und führte bereits zu gänzlich neuen Erkenntnissen hinsichtlich der genetischen Struktur der Reblaus.

Neben der Reblausgenetik hat Frau Dr. Forneck moderne, molekulargenetische Methoden zur Charakterisierung von Rebklonen entwickelt, denen im Rahmen des Schutzes von Züchterrechten auch eine maßgebliche praktische Bedeutung zukommt. *(H. Düring, BAZ)*

Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie

## Veronika Somoza erhält Auszeichnung der DGE

Dr. Veronika Somoza ist die Trägerin des Hans Adolf Krebs-Preises 2004 der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE). Mit diesem Preis werden wissenschaftliche Arbeiten ausgezeichnet, die sich in innovativer Weise mit Fragen der Ernährungsphysiologie beschäftigen. Im Rahmen des 41. Wissenschaftlichen Kongresses der DGE wurde ihr der Preis am 11. März 2004 verliehen.

Die Gesellschaft würdigte damit die Untersuchungen von Veronika Somoza zu den physiologischen Wirkungen von Röstprodukten in Lebensmitteln, wie sie im Rahmen der Maillard-Reaktion beispielsweise in Brot oder Kaffee entstehen. Der Preisträgerin war es gelungen, eine strukturspezifische Wirkung für Röstprodukte nachzuweisen. Für eine aus der Kruste von Brot isolierte, chemisch identifizierte Verbindung wurde eine antioxidative und protektive Wirksamkeit in Zellkulturen und in Tierstudien nachgewiesen. Somit wurde erstmals eine gesundheitspräventive Wirkung für Röstprodukte beschrieben. Darüber hinaus konnte die Preisträgerin zeigen, wie Röstprodukte im Körper abgebaut und ausgeschieden werden.

Dr. Veronika Somoza ist stellvertretende Direktorin der Deutschen Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie (DFA) in Garching und leitet dort die Arbeitsgruppe „Physiologische Wirksamkeit von Lebensmittelinhaltsstoffen". Seit vergangenem Jahr ist sie auch Privatdozentin an der Universität Kiel und der TU München. *(Senat)*

Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere

## Ernährungsphysiologe des FBN international geehrt

**Jean Boyazoglu-Preis geht an Wolfgang-Bernhard Souffrant**

Dr. Wolfgang-Bernhard Souffrant, Wissenschaftler am Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere (FBN) in Dummerstorf bei Rostock, wurde auf der IX. Tagung der Weltgesellschaft für Tierproduktion (World Association for Animal Production, WAAP) Ende 2003 in Porto Alegre (Brasilien) mit dem WAAP-Award ausgezeichnet.

Dieser Preis, der nur alle fünf Jahre vergeben wird, würdigt die Verdienste von Wissenschaftlern, die sich auf internationalem Sektor für die Entwicklung der Tierproduktion verdient gemacht haben.

Dr. Souffrant ist Wissenschaftler im Forschungsbereich Ernährungsphysiologie „Oskar Kellner" des FBN, einem Institut der Leibniz-Gemeinschaft. 1988 kam er von der Universität Leipzig nach Rostock, um die Leitung der Abteilung Eiweißforschung

*Mit dem Jean Boyazoglu-Preis ausgezeichnet: Wolfgang-Bernhard Souffrant vom FBN Dummerstorf*

am damaligen „Oskar-Kellner-Institut" zu übernehmen. 1993 wurde das Institut Teil des FBN Dummerstorf.

Die Forschungsgebiete des habilitierten Wissenschaftlers umfassen die Protein- und Aminosäurenversorgung von Schweinen. Die von Dr. Souffrant geleiteten Projekte zeichnen sich besonders durch Interdisziplinarität und internationale Zusammenarbeit aus. In mehreren Forschungsprojekten der Europäischen Union hat er mit führenden Forschergruppen in Frankreich, Belgien, den Niederlanden, Italien und Großbritannien zusammengearbeitet. Der Preis würdigt darüber hinaus seine wissenschaftlichen Kooperationen mit Kanada, Neuseeland, China und Kolumbien. *(FBN)*

Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)

## Henneberg-Lehmann Förderpreis für Ressortforscher

### Mykotoxin-Forschung im Mittelpunkt

Dr. Sven Dänicke, habilitierter Agrarwissenschaftler vom Institut für Tierernährung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), wurde am 10. März 2004 von der Landwirtschaftlichen Fakultät der Georg-August Universität Göttingen mit dem Henneberg-Lehmann Förderpreis 2004 ausgezeichnet. Der Preis würdigt Dänickes herausragende Arbeiten zu Vorkommen, Kinetik, Carry over und Risikobewertung von Mykotoxinen in der Tierernährung.

Mykotoxine werden von verschiedenen Schimmelpilzen gebildet und sind in unterschiedlich hoher Konzentration vor allem im Getreide enthalten. Gegenüber dem von Fusarium-Pilzen gebildeten Giftstoff Deoxynivalenol reagieren insbesondere Schweine mit einem Rückgang der Futteraufnahme sowie mit Veränderungen im Immunsystem, während das Mykotoxin Zearalenon zu Störungen im Reproduktionsgeschehen führen kann. Trotz intensiver Bemühungen um Minimierungsstrategien gelangen diese Gifte immer wieder in die Nahrungskette.

Dr. Dänicke hat mit seiner Arbeitsgruppe vor allem den Übergang dieser Toxine in Lebensmittel tierischen Ursprungs (Carry over) untersucht, den Einfluss von Deoxynivalenol auf das Immunsystem des Schweins erforscht und bei der Ableitung von Orientierungswerten (Höchstgehalte) von Deoxynivalenol und Zearalenon im Futter landwirtschaftlicher Nutztiere mitgearbeitet. Die Arbeitsergebnisse liefern auch Grundlagen für die Harmonisierung auf EU-Ebene. Durch die Forschungen hat Sven Dänicke nicht nur Beiträge zur Lebensmittelsicherheit, sondern auch zur Tiergesundheit geleistet. *(FAL)*

Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft

## Praktischer Ratgeber zu Holzschutzmitteln

In bestimmten Fällen ist ein vorbeugender oder bekämpfender Schutz des Naturstoffes Holz gegen Pilz- oder Insektenbefall unumgänglich. Holzschutzmittel werden dafür in großer Zahl und Vielfalt angeboten.

In der Europäischen Union werden derzeit neue gesetzliche Grundlagen zur Verbesserung des Verbraucherschutzes bei Biozid-Produkten, wozu auch die Holzschutzmittel gehören, umgesetzt. Diese Vorschriften greifen wegen mehrjähriger Übergangsfristen im Augenblick noch nicht lückenlos. Schon jetzt gibt es aber Holzschutzmittel, die verbraucher- und umweltfreundlicher sind, weil sie strengere Anforderungen freiwillig einhalten.

Ein vom Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) in Zusammenarbeit mit dem Institut für Holzbiologie und Holzschutz der BFH erstellter Leitfaden zeigt, woran solche Holzschutzmittel zu erkennen sind. Das Heft enthält auch Hinweise auf die sichere Erkennung schadstoffarmer Anstrichmittel für Holzprodukte. Die richtige Anwendung der Produkte wird in einer Übersicht durch typische Anwendungsbeispiele erleichtert. Darüber hinaus sind zahlreiche nützliche Tipps zu finden sowie Kontaktadressen für Zusatzinformationen.

Diese und weitere Publikationen können kostenlos bestellt werden beim Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft in Bonn. Fax: 0180/522-1997 (0,12 Euro/Min.), Tel.: 0180/522-1996 (0,12 Euro/Min.), Internet www3.verbraucherministerium.de / „Service", broschuerenbestellung@bmvel.bund.de *(BFH)*

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

## Borkenkäfer integriert bekämpfen

### Faltblatt informiert über neue Leitlinien

Der moderne integrierte Waldschutz setzt darauf, Schäden in den Wäldern durch Vorbeugung, Überwachung und – wenn nötig – eine gezielte Bekämpfung einzudämmen. Wälder haben einen besonderen Wert für unsere Gesellschaft, sodass synthetische Pflanzenschutzmittel grundsätzlich als letztes Mittel angewendet werden. Auch beim Borkenkäfer gibt es eine Reihe von Maßnahmen. Zusammen mit den Fachleuten aus den Bundesländern hat die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) Leitlinien für eine integrierte Borkenkäferbekämpfung entwickelt. Diese gelten vor allem für den Buchdrucker und den Kupferstecher, die beiden wichtigsten rindenbrütenden Borkenkäfer an Fichte. Hier werden in diesem Jahr extreme Schäden erwartet.

*Vom Kupferstecher geschädigte Fichten*

Das Faltblatt kann im Internet unter www.bba.de/veroeff/popwiss/popwiss.htm heruntergeladen oder gegen Einsendung von Rückporto bestellt werden bei: Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Pressestelle, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig. 1 Exemplar 0,41 Euro, 2-5 Exemplare 0,56 Euro, 6-50 Exemplare 0,77 Euro, jeweils als Büchersendung verschickt. *(BBA)*

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

## Ökologischer Weinbau auf BBA-Flächen möglich

Die Rebfläche „Fiersfeld" des BBA-Instituts für Pflanzenschutz im Weinbau in Bernkastel-Kues (Mosel) ist jetzt offiziell für die Umstellung auf ökologische Landwirtschaft zertifiziert worden. Nach erfolgreicher Inspektion in diesem Jahr kann die Ernte 2004 von diesem Schlag mit dem Ökosiegel vermarktet werden.

Mit der Anerkennung der ökologischen Bewirtschaftung der Rebflächen ist nun auch das Durchführen von Projekten zum ökologischen Weinbau auf BBA-eigenen Flächen möglich. *(BBA)*

Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere

## Riems wird führendes Zentrum für Tiergesundheit

### Machbarkeitsstudie zeigt Perspektiven für die Zukunft auf

Die Ostseeinsel Riems bei Greifswald wird bis 2010 zu einem führenden Zentrum für Tiergesundheit in Europa ausgebaut. Die auf der Insel angesiedelte Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere (BFAV) soll dort eine ihrer Bedeutung entsprechende Infrastruktur erhalten. Am 13. April 2004 stellte der Staatssekretär im Bundesbauministerium, Thilo Braune, gemeinsam mit Vertretern des Bundesverbraucherschutzministeriums und des Landes Mecklenburg-Vorpommern eine städtebauliche Machbarkeitsstudie vor, die zeigt, dass die Konzentration der Forschungsanstalt auf der Insel Riems mit über 300 Beschäftigten städtebaulich und ökologisch verträglich möglich ist.

Das Konzept sieht unter anderem vor, umfangreiche Neubauten für Unterdruck-Labore und Ställe der höchsten Sicherheitsstufe L4 zu errichten. Dort sollen neben Experimenten mit hochinfektiösen Tierpathogenen wie den Erregern der Geflügelpest auch Untersuchungen an gefährlichen humanpathogenen Viren (z. B. SARS, Ebola) möglich sein.

Damit gehöre Riems neben Standorten in Kanada, Australien und den USA zu den weltweit führenden Tierseuchenstandorten, sagte der Präsident der BFAV, Professor Thomas C. Mettenleiter. Mit dem Ausbau soll den gestiegenen Anforderungen an den Verbraucherschutz Rechnung getragen werden. Es ist geplant, 2006 mit den wesentlichen Baumaßnahmen zu beginnen. Dabei sollen noch vorhandene historische Bauten aus der Gründerzeit der Forschungsanstalt saniert und – zum Teil in neuer Funktion – in den Gesamtkomplex integriert werden. In den Standort werden Gelder in dreistelliger Millionenhöhe investiert.

Im Oktober 2010, zum 100. Jahrestag der Gründung des Forschungsstandorts Riems, sollen die Baumaßnahmen abgeschlossen sein. Bereits jetzt sind vier der insgesamt acht BFAV-Institute und rund 20 nationale Referenzlaboratorien für Tierkrankheiten wie Maul-und-Klauenseuche, BSE oder Schweinepest auf dem Riems angesiedelt. *(Senat)*

*So könnte die BFAV auf der Insel Riems 2010 aussehen. Im Vordergrund die historischen Gebäude der Friedrich-Löffler-Institute*

Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel

## Entscheidung über den Hauptsitz der BFEL getroffen

*Der Hauptsitz der BFEL wird Karlsruhe. Hier war bislang schon die ehemalige Bundesforschungsanstalt für Ernährung angesiedelt.*

Die im Januar 2004 neu gegründete Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BFEL) wird ihren Hauptsitz in Karlsruhe haben. Das hat Bundesverbraucherministerin Renate Künast jetzt entschieden.

Für die Neugründung wurden die Bundesanstalt für Milchforschung in Kiel, die Bundesanstalt für Getreide-, Kartoffel- und Fettforschung in Detmold und Münster, die Bundesanstalt für Fleischforschung in Kulmbach und die Bundesforschungsanstalt für Ernährung in Karlsruhe sowie der Institutsteil „Fischqualität" des Instituts für Fischereitechnik und Fischqualität der Bundesforschungsanstalt für Fischerei in Hamburg zusammengelegt.

Die Errichtung der BFEL trägt den Anforderungen Rechnung, die sich aus

den neuen Aufgaben und Schwerpunkten des Bundesministeriums sowie den geänderten Rahmenbedingungen auf europäischer Ebene ergeben. Die Schwerpunkte der Forschungsaufgaben der BFEL liegen in den Bereichen der Ernährung, der Verbesserung des Ernährungsverhaltens und der Ernährungsinformation, des gesundheitlichen Verbraucherschutzes sowie der Sicherung und Verbesserung der Produktqualität über die gesamte Prozesskette.

*(Senat)*

Leibniz-Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung

## Die Realität ist nicht genug

### 3D-Landschaften auf der CeBIT 2004

Auf der Computermesse CeBIT 2004 hat das Leibniz-Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) zusammen mit drei Forschungspartnern aus der Computergrafik und Visualisierung das interaktive Lenné3D-System präsentiert. Lenné3D visualisiert Geodaten in Form komplexer Landschaftsszenen in bisher unerreichter Qualität – fotorealistisch aus Spaziergängersicht und abstrakt als virtuelle 3D-Karten. Die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) fördert mit 1,5 Millionen Euro die Entwicklung und Erprobung dieser Technologien, um sie für die Bürgerbeteiligung in der Landschaftsplanung verfügbar zu machen.

„Ob ein Wald abgeholzt, ein Acker stillgelegt oder eine Hecke gepflanzt werden soll – Bürger, Bauern oder Behörden können jetzt in einer computergrafisch erzeugten 3D-Szene verfolgen, wie sich die jeweilige Entscheidung auswirkt", erläuterte Projektleiter Dr. Armin Werner vom Müncheberger ZALF. In großen, virtuell begehbaren Landschaften können interaktiv verschiedene Planungen erzeugt und vermittelt werden. Das Lenné3D-System berechnet hierzu aus Geodaten realitätsorientierte Pflanzenverteilungen. Anschließend können Landschaften und Gärten mit Millionen von detailreichen 3D-Pflanzen auf heutigen PC „flüssig" dargestellt werden. Die geometrische und farbliche Komplexität von Landschaften muss dabei für den Computer reduziert werden, ohne dass dies für den Betrachter sichtbar wird. Das Lenné3D-System (www.lenne3d.de) wird von einem interdisziplinären Forscherteam von ZALF, Zuse-Institut Berlin (ZIB), Hasso-Plattner-Institut für Softwaresystemtechnik Potsdam (HPI) und der Universität Konstanz entwickelt. Es besteht aus einer Planungskomponente zur Editierung und Analyse von Geodaten, einem 3D-Player für fotorealistische Darstellungen aus Spaziergängersicht und eine zur Vegetationsmodellierung.

***Fast echte Landschaft: Lenné3D-Szenario für den nördlichen Elmhang (GIS-Daten vom „Interaktiven Landschaftsplan Königslutter")***

Während Architekten schon immer räumliche Modelle gebaut haben, werden womöglich bald auch Landschaftsplaner über Lenné3D ihre Planungen dreidimensional darstellen können. Der Prototyp wird zurzeit im östlichen Niedersachsen im Rahmen des „Interaktiven Landschaftsplans Königslutter" eingesetzt. *(ZALF)*

Leibniz-Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung

## Ländliche Räume in der Europäischen Union

### ZALF koordiniert Untersuchungen zu Folgen der EU-Politik für ländliche Räume

Mit der EU-Erweiterung am 1. Mai ist die Beurteilung von Auswirkungen der EU-Agrar- und Regionalpolitik noch wichtiger geworden. Ländliche Räume stehen vor dramatischen Veränderungen, neue Wege der Landnutzung müssen für nachhaltige Entwicklungen gefunden werden. Ein vom Leibniz-Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) initiierter Forschungsantrag, welcher zu diesem Thema 33 Forschungseinrichtungen aus 15 europäischen Ländern vereint, hat jetzt grünes Licht bekommen.

Der EU-Antrag zum Integrierten Projekt SENSOR (Sustainability Impact Assessment: Tools for ENvironmental, Social and EcOnomic Effects of Multifunctional land Use in European Regions) wurde von einer Expertenkommission in Brüssel pünktlich zur EU-Erweiterung als wissenschaftlich exzellent und sehr wichtig insbesondere für die neuen Mitgliedsländer eingestuft.

Die Details der Forschungsinhalte und des Förderumfangs (ca. 10 Mio. Euro) werden jetzt zwischen dem ZALF und der Europäischen Kommission vereinbart, bevor im Herbst das Projekt seine vierjährige Laufzeit beginnen wird. Das ZALF im brandenburgischen Müncheberg untermauert damit seine Position als wichtiger europäischer Forschungsstandort.

*(ZALF)*

Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau

## Versuche zur Produktion von Öko-Zierpflanzen

In einem Gemeinschaftsprojekt mit der Universität Hannover untersucht eine Arbeitsgruppe am Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ) in Erfurt die Möglichkeiten, ökologisch produzierte Stecklinge in hoher Qualität für eine Öko-Produktion von Zierpflanzen bereitzustellen. Das Projekt umschließt die Bereiche Vermehrung und Jungpflanzenanzucht. Die Versuche wurden an den wirtschaftlich bedeutenden Kulturen Weihnachtsstern und Pelargonien durchgeführt.

Die Resultate zeigen, dass mit Hilfe der ökologischen Mutterpflanzenkultur hohe Erträge an qualitativ hochwertigen Stecklingen möglich sind. Eine besondere Bedeutung kommt der entzugsorientierten Stickstoffversorgung zu. Durch Einsatz geeigneter Mykorrhiza ließen sich die Stecklingserträge erhöhen und das Bewurzelungsvermögen verbessern. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine durchgängig ökologische Zierpflanzenproduktion bei den untersuchten Zierpflanzen möglich ist. Inwieweit dies auch für andere Zierpflanzen gilt, muss in weiteren Arbeiten geklärt werden. *(IGZ)*

Senat der Bundesforschungsanstalten

# Neue Schwerpunkte in der europäischen Agrarforschung

## EURAGRI tagte in Braunschweig

Europäische Agrarforschung in einem sich wandelnden Umfeld: Was sind unsere gemeinsamen Ziele? Unter dieser Frage stand das 18. Treffen der EURAGRI (European Agricultural Research Initiative), das vom 13.-15. Mai 2004 an der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft in Braunschweig stattfand. Die EURAGRI ist ein informeller Zusammenschluss führender Vertreter der europäischen Agrarministerien und der Leiter der nachgeordneten nationalen Agrarforschungseinrichtungen. Erstmals nahmen an der Konferenz auch Teilnehmer aus den neuen ost- und südosteuropäischen EU-Mitgliedstaaten teil.

Staatssekretär Alexander Müller unterstrich in seiner Begrüßung die Notwendigkeit einer länderübergreifenden Zusammenarbeit in der Forschungspolitik. Diese Neuorientierung hin zu einer effizienteren Nutzung der Forschungskapazitäten in Europa ist aus mehreren Gründen notwendig:

- In den meisten EU-Mitgliedstaaten werden die Mittel für Agrarforschung zurückgefahren.
- Zahlreiche Probleme, zum Beispiel Tierseuchen, machen an Ländergrenzen nicht halt, sondern haben eine multinationale Dimension.
- In einem zusammenwachsenden Europa verstärkt sich der Druck zur Spezialisierung und Kooperation.

Dr. Adam Galczynski aus Polen und Dr. Camelia Serbanescu aus Rumänien informierten über die Situation der Agrarforschung in den neuen EU-Beitritts- und Kandidatenländern. Trotz großer struktureller Unterschiede gibt es dort Probleme, wie sie auch aus Deutschland bekannt sind: Schwindende finanzielle Ressourcen, Überalterung des wissenschaftlichen Personals, Aufgabenverlagerung von der Wissensgenerierung zur Wissensaufbereitung.

***In Arbeitsgruppen und im Plenum wurden Fragen zur Agrarforschung im europäischen Kontext diskutiert.***

Prof. Howard Dalton, wissenschaftlicher Berater des britischen Agrarministeriums, hob die Notwendigkeit einer vorausschauenden, vernetzten Forschung gerade bei grenzüberschreitenden Problemen hervor und nannte beispielhaft Maul- und Klauenseuche, Klimawandel und unerwünschte Stoffe in der Nahrung. Dr. Christian Patermann, Leiter der Generaldirektion Forschung der Europäischen Kommission, betonte, dass die Schaffung eines europäischen Forschungsraums eine zentrale Achse der EU-Forschungspolitik sei: „Das Ziel ist ein gemeinsamer Markt für Forschung."

Dass es bereits Beispiele für europäische Programmzusammenarbeit in der Agrarforschung gibt, wurde auf der EURAGRI-Konferenz anhand der Mittelmeerkooperation (CIHEAM), der nordischen Kooperation und der deutsch-französischen Plattform für die Pflanzengenomanalyse überzeugend dargestellt. *(Senat)*

Senat der Bundesforschungsanstalten

# Breite Forschung für den Ökolandbau

Deutschland ist einer der forschungsintensivsten Standorte auf dem Gebiet des Ökologischen Landbaus. Auf dem Statusseminar „Ressortforschung für den Ökologischen Landbau 2004" gaben die Bundesforschungsanstalten und Leibniz-Institute im Geschäftsbereich des Bundesverbraucherministeriums (BMVEL) am 5. März 2004 einen Einblick in die Spannbreite ihrer aktuellen Forschungen aus den Bereichen Pflanze, Tier und Mensch. Mehr als 100 Interessierte waren der Einladung der Senatsarbeitsgruppe „Ökolandbau" in die Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) nach Kleinmachnow gefolgt.

„Ökologischer Landbau kann auch innerhalb der Ressortforschung nicht nur an einem einzelnen Institut bearbeitet werden," betonte Dr. Gerold Rahmann, Leiter des Instituts für Ökologischen Landbau der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) und Sprecher der Senatsarbeitsgruppe. Zur Vernetzung der Forschung trägt die Senatsarbeitsgruppe wesentlich bei – unter anderem durch die im vergangenen Jahr initiierten jährlichen Statusseminare. Diese Seminarreihe strahlt bereits jetzt weit in die Fachwelt hinein. Das machte die Anwesenheit von Vertreterinnen und Vertretern aus 45 Einrichtungen wie Universitäten, Landesanstalten, Verbänden und freien Forschungsinstituten deutlich.

Die 20 Beiträge drehten sich besonders um Fragen des Saatguts, der Produktqualität und der Wirtschaftlichkeit des Ökolandbaus. Hohe Saatgutqualitäten sind essenziell für den erfolgreichen ökologischen Pflanzenbau, wie Dr. Marga Jahn von der Biologischen Bundesanstalt betonte. Hier gäbe es in Zukunft noch erheblichen Forschungsbedarf. Dr. Hartmut Rehbein von der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BFEL) stellte Methoden vor, Bio-Lachs von konventionell produziertem Lachs zu unterscheiden. Auch Probleme wurden angesprochen, zum Beispiel die häufig schwankende Qualität von Getreideerzeugnissen wie Brot oder Müslis, die zum Teil auf Mängel bei der Lagerung und Verarbeitung der Rohprodukte zurückzuführen ist.

In einem länderübergreifenden Vergleich zeigte Dr. Frank Offermann vom FAL-Institut für Betriebswirtschaft, dass sich Ökolandbau nicht nur in Deutschland, sondern auch in anderen europäischen Staaten mehrheitlich für den Landwirt rechnet. Über den wirtschaftlichen Erfolg entscheiden aber in hohem Maße die Sachkenntnis und das Engagement der jeweiligen Betriebsleiter.

Ein Instrument des Wissenstransfers ist das Internet-Portal www.oekolandbau.de, das wesentlich durch finanzielle Mittel des „Bundesprogramms Ökologischer

Landbau" aufgebaut wurde und in dem sich vielfältige Informationen für Erzeuger, Verarbeiter, Händler und Verbraucher finden. So steht hinter der von der BBA dort eingestellten Rubrik Pflanzenschutz die umfangreichste online verfügbare Stoffsammlung zu diesem Thema.

Die Teilnehmer waren sich einig in dem Wunsch, die Seminarreihe zum Ökologischen Landbau auch im nächsten Jahr fortzuführen. *(Senat)*

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe

## Energiepflanzenanbau bedarf zusätzlicher Forschungsaktivitäten

Die Nutzung von Energiepflanzen wird unter den aktuellen Rahmenbedingungen an Bedeutung gewinnen und damit zunehmend interessanter für die heimische Landwirtschaft. Bei einem Fachgespräch am 25./26. Februar 2004 zeigten sich die Experten einig in der Frage, dass neben dem Anbau von Raps für die Biodieselproduktion zukünftig auch andere Produktionslinien für die Biomasseerzeugung von Interesse sind.

Auf Einladung der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) und des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL) kamen mehr als 60 Experten aus den Bereichen Pflanzenzüchtung- und Pflanzenbau sowie der landwirtschaftlichen Praxis in Braunschweig zusammen, um die Voraussetzungen für eine Intensivierung des Energiepflanzenanbaus zu diskutieren.

Erheblicher Handlungsbedarf besteht insbesondere bei der Zucht angepasster Sorten und der Weiterentwicklung entsprechender Anbauverfahren. Hierbei sind ökologische und ökonomische Aspekte gleichermaßen zu beachten. Auch viele Detailfragen der Ernte, der Brennstoffkonditionierung und -klassifizierung sind noch ungelöst.

Die FNR erklärte sich bereit, notwendige Forschungs- und Entwicklungsprojekte zu initiieren.

Unter www.fnr.de/energiepflanzen können die Beiträge des Fachgesprächs heruntergeladen werden. *(FNR)*

Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel

## Teewurst – ein Risikoprodukt?

### Arbeitstreffen anlässlich der 39. Kulmbacher Woche

Am Rande der 39. Kulmbacher Woche, die vom 4. bis 5. Mai 2004 in der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel (BFEL), Standort Kulmbach, stattfand, tauschten sich Wissenschaftler und Praktiker zum Thema „Teewurst – ein Risikoprodukt?" aus. Eingeladen hatte der Leiter des BFEL-Instituts für Mikrobiologie

und Toxikologie, Dr. Dr. Manfred Gareis.

In seiner Einführung begründete Dr. Gareis, warum Teewurst ein kritisches Produkt ist. Reich an Eiweiß und verfügbarem Wasser stellt sie mit ihrer feinen Körnung einen idealen Nährboden für Keime aller Art. Auf betrieblicher Ebene seien Betriebs- und Personalhygiene entscheidend für die Sicherheit des Produkts, führte Dipl.-Ing. Wolfgang Koch, Fa. Stockmeyer, aus. Doch es gibt für Mikroorganismen auch andere Eintragsquellen als den Herstellerbetrieb. Am Beispiel der Salmonellen zeigte Hansgeorg Hechelmann von der BFEL, dass eine wichtige Eintragsquelle auch der landwirtschaftliche Betrieb sein kann, der seine Salmonellenbelastung über die Schlachtung und die Zerlegung in das Endprodukt einbringt.
Ein interessanter Teilaspekt sind die Produkte aus ökologischer Produktion, denen Dr. Lothar Kröckel seinen Beitrag widmete. Die verminderte Verwendung oder gar der Verzicht auf Nitritpökelsalz könnte sich möglicherweise negativ auf die Keimsituation auswirken. Doch der Kulmbacher Fleischforscher gab Entwarnung: Die Öko-Teewurst gleiche in ihrem Keimspektrum den konventionellen Produkten – es gäbe keinen Anlass, größere Risiken zu unterstellen.

„Vertrauen ist gut, aber erst Überwachung macht sicher", mahnte Dr. Martin Lohneis vom Chemischen und Veterinär-Untersuchungsamt Karlsruhe. Nach seinen Analysen weisen Teewürste allgemein einen guten mikrobiologischen Status auf. Nur in der Belastung mit Listerien gibt es zwischen den Betrieben Unterschiede, auf die man achten sollte. Namentlich ökologische Betriebe waren für diese Keimart vereinzelt auffällig. Beruhigend ist, dass Salmonellen und enterohämorrhagische Coli-Bakterien (EHEC) in den Jahren 2003 und 2004 in keinem Fall nachgewiesen wurden.

Die Hürdentechnologie ist ein Zauberwort, das für die Teewurst einen besonders hohen Rang hat. Die Temperaturführung, Säuerung, Abtrocknung und Verminderung des aktiven Wassers im Produkt sind Hürden, an denen unerwünschte Mikroorganismen scheitern sollen. „Werden alle Hürden richtig genutzt, so ist die Teewurst mikrobiologisch stabil und sicher", bekräftigte Dr. Wolfgang Rödel in seinem Vortrag.

Dr. Manfred Gareis zog ein positives Resümée des Arbeitstreffens. Der direkte Kontakt zwischen Wissenschaft und Praxis trage dazu bei, die Sicherheit bei empfindlichen Fleischerzeugnissen zu erhöhen. Und aus dieser Sicht blieb nur der Kommentar: Teewurst – mit Sicherheit kein Risikoprodukt. *(BFEL)*

Leibniz-Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung

## Fällt der Spreewald trocken?

### Entwicklung des Wasserhaushaltes modelliert

Mit möglichen Auswirkungen des globalen Wandels auf den Wasserhaushalt, die Ökologie und Nutzung des Spreewaldes beschäftigte sich ein Workshop am 6. April 2004 in Lübbenau, zu dem das Biosphärenreservat Spreewald und das Leibniz-Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) e. V. eingeladen hatten.

Vorgestellt wurden Ergebnisse von Untersuchungen im Rahmen des BMBF-Projektes GLOWA-Elbe, die sich mit den Auswirkungen des globalen Wandels auf den Wasserhaushalt, die Umwelt und die Gesellschaft im gesamten Elbegebiet auseinandersetzen.

Die Forscher haben für die Prognosen bis zum Jahr 2050 verschiedene Szenarien der Klimaentwicklung zugrunde gelegt. Alle Modelle ergeben erhebliche Auswirkungen auf das Feuchtgebiet Spreewald. Abnahme von Niederschlägen und zunehmende Verdunstung in den Sommermonaten sowie damit einhergehend der Rückgang der Grundwasserneubildung führen zu erheblichem Wassermangel. Die durch den Bergbau verursachten Veränderungen des Wasserhaushalts (u. a. Flutung der Tagebaue) verschärfen diese Situation.

Als Folge befürchten die Wissenschaftler eine Zunahme des Wasserdefizits im Spreewald vor allem in den Sommermonaten. Mögliche Auswirkungen auf Wirtschaft und Ökologie sind Ertragseinbußen bei der Grünlandnutzung, der Rückgang spreewaldtypischer Lebensräume wie Feuchtwiesen oder nasse Erlenwälder sowie eine massive weitere Schädigung der wertvollen Niedermoore des Spreewaldes. Nach 2040 kann es laut der Prognosen in trockenen Sommermonaten zu extremen Wassermangelsituationen kommen. Davon betroffen wären auch die Zuflüsse der Spree nach Berlin.

Diesem Problemen kann und muss mit der vorausschauenden Planung der Wasserbewirtschaftung in den regionalen Entwicklungskonzepten entgegen gewirkt werden. Die auf dem Workshop vorgestellten Ergebnisse stellen dabei einen Anfang dar. Unter Abwägung der Interessen der verschiedenen Nutzer werden nun Handlungsstrategien entwickelt. In ersten Modellen wird dabei zum einen auf eine Umverteilung der Wasserressourcen durch geänderte Prioritäten der Wasserbereitstellung gesetzt, zum anderen auf eine Zuführung von Wasser aus dem Einzugsgebiet der Oder.

Wie die Entscheidungen ausfallen werden, ist heute noch nicht abzusehen. Tatsache aber ist, dass dem globalen Wandel in den langfristigen Planungen stärker als bisher Rechnung getragen werden muss, damit im Konsens der Nutzer notwendige wasserwirtschaftliche Maßnahmen realisiert werden.

*(ZALF)*

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

## Hürden für „Bio" abbauen

### Biologische Pflanzenschutzmittel kommen nur schwer auf den Markt

Nicht-chemische Pflanzenschutzmittel auf der Basis von Mikroorganismen haben aus Umweltsicht bestechende Vorteile. Ihre Kommerzialisierung kommt aber nicht richtig voran. Anlass genug für das Institut für biologischen Pflanzenschutz der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (BBA) in Darmstadt, ihr drittes Fachgespräch zum biologischen Pflanzenschutz im November 2003 dem Thema „Entwicklung und Kommerzialisierung mikrobiologischer Pflanzenschutzmittel" zu widmen. Diese Produkte enthalten Bakterien, Pilze oder Viren, die als Gegenspieler von Schaderregern wirken. Aufgrund ihrer selektiven Eigenschaften zählen sie seit langem zum Repertoire eines umweltverträglichen Pflanzenschutzes und werden für den integrierten Pflanzenschutz und insbesondere auch für den Ökologischen Landbau dringend benötigt.

In einer Übersicht wurde dargestellt, dass biologische Pflanzenschutzmittel in Deutschland inzwischen auf einer Fläche von 36.000 ha verwendet werden. Die BBA stellte wichtige Forschungsvorhaben zur Anwendung von Mikroorganismen im Pflanzenschutz vor. Hersteller mikrobiologischer Präparate erläuterten Probleme im Zusammenhang mit der europäischen Wirkstoffprüfung und der nationalen Zulassung und wiesen vehement auf die für kleine Unternehmen nur sehr schwer zu erfüllenden Datenanforderungen und hohen Kostenbelastungen hin (mikrobiologische Präparate müssen ebenso wie chemische Pflanzenschutzmittel eine amtliche Zulassung besitzen, um in Verkehr gebracht zu werden). Sie forderten für biologische Mittel ein vereinfachtes Zulassungsverfahren.

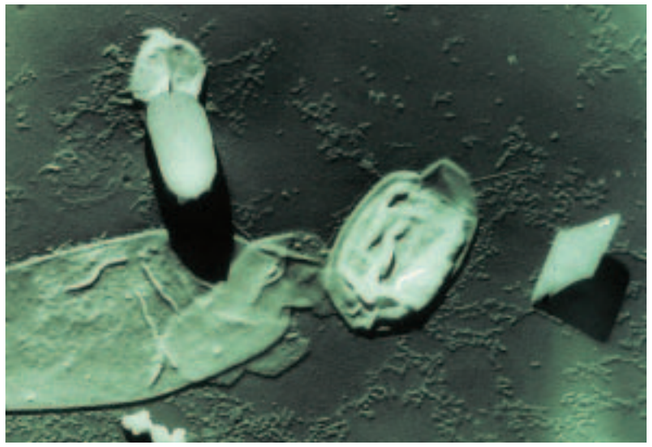
Es wurde vereinbart, dass unter Federführung des Instituts für biologischen Pflanzenschutz ein Strategiepapier erarbeitet wird, von dem neue Impulse für die Anwendung mikrobiologischer Präparate ausgehen sollen. *(Senat)*

Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft

## Warten auf den Schädling Nr. 1

### Kann der Maiswurzelbohrer noch aufgehalten werden?

Unter den Schadinsekten gilt er als derjenige, gegen den weltweit die meisten Insektizide eingesetzt werden: Der Westliche Maiswurzelbohrer (Diabrotica virgif-



***Bacillus thuringiensis (Bt): Spore, Sporenhülle und Toxinkristall (rechts). Bt-Präparate zählen zu den am meisten verwendeten mikrobiologischen Pflanzenschutzmitteln. (Foto: BBA Darmstadt)***

era virgifera). Der nur rund 5 mm kleine Verwandte des Kartoffelkäfers verursacht in seiner Heimat USA Kosten von jährlich 1 Milliarde US$. Vor gut 10 Jahren wurde er erstmals in Europa gefunden und bewegt sich derzeit von mehreren Seiten – Österreich, Elsass, Holland – auf Deutschland zu. Auf einem Workshop, den die Deutsche Phytomedizinische Gesellschaft (DPG) gemeinsam mit der Biologischen Bundesanstalt für Land-und Forstwirtschaft (BBA) am 25./26. Februar 2004 in Braunschweig veranstaltete, berieten Wissenschaftler aus Forschungseinrichtungen, Behörden und Pflanzenschutzfirmen über mögliche Gegenmaßnahmen.

Die größten Schäden für Körner- und Silomais verursachen die Larven des Käfers: Sie leben im Boden und ernähren sich von den Maiswurzeln. Als Folge verliert der Mais seine Standfestigkeit, knickt um und lässt sich nur schwer ernten. Die erwachsenen Käfer fressen an den Haarbüscheln der jungen Maiskolben, als Folge werden kaum noch Körner gebildet – fatal für die Produzenten von Körnermais und Saatgut.

Zwei zentrale Fragen beschäftigten die Experten: Wie kann man das weitere Vordringen des Maiswurzelbohrers verhindern oder verzögern? Und, weiter vorausschauend: Welche Gegenstrategien kann man schon jetzt entwickeln, sollte

sich der Schädling auch bei uns in größerem Maße festsetzen? An der BBA befassen sich Wissenschaftler mit beiden Fragen.

Noch in den letzten Jahren ging man allgemein davon aus, dass die Larven sich bei uns nur an Maiswurzeln entwickeln könnten. Würde man also dafür sorgen, dass in gefährdeten Gebieten nicht Mais nach Mais angebaut wird, könnte man den Tierchen die Nahrungsgrundlage entziehen. Doch abgesehen davon, dass der Maisanbau in bestimmten Regionen wie

***Starker Befall von Maispflanzen mit dem Westlichen Maiswurzelbohrer in Ungarn (Fotos: P. Baufeld, BBA)***

im Emsland oder in Baden von existenzieller Bedeutung ist, wird mittlerweile deutlich, dass die Käfer doch nicht so wählerisch sind. Die Weibchen legen ihre Eier durchaus auch in Getreidefelder in der Hoffnung, dass dort im nächsten Jahr Mais angebaut wird. Und die Larven können sich zur Not auch von den Wurzeln einiger anderer Pflanzen ernähren. Das senkt die Chancen, die weitere Ausbreitung zu stoppen.

Hilft also doch nur der Griff zur Insektizidspritze? Dr. Udo Heimbach vom BBA-Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, sieht dies differenziert: „Um den Wurzelbohrer in neuen Befallsgebieten wieder zu eliminieren, müssten Insektizide in relativ hohen Aufwandmengen gespritzt werden, was in der Öffentlichkeit kaum zu vermitteln ist. Außerdem braucht man für eine Behandlung in 2 m hohen Maisbeständen Spezialgeräte, die nur die wenigsten Betriebe besitzen." Er favorisiert die bereits in den USA erprobte Möglichkeit, Insektizide in geringer Dosierung mit speziellen Fraßlockstoffen zu kombinieren und so die Tiere aktiv zur Aufnahme der tödlichen Dosis zu verleiten. Kollege Dr. Peter Baufeld von der BBA-Abteilung für Pflanzengesundheit betont die ökologischen und gesamtwirtschaftlichen Vorteile, die eine Ausbreitungsverzögerung des Schädlings mit sich brächte: „In jedem Jahr, in dem Diabrotica noch nicht bei uns ist, sparen wir großflächige Insektizidanwendungen. Daher machen Anstrengungen Sinn, den Schädling so lange wie möglich aus Deutschland herauszuhalten." Aktuelles zum Westlichen Maiswurzelbohrer ist unter folgender Internetadresse abrufbar: www.bba.de/mitteil/aktuelles/diabrotica.pdf. *(Senat)*


**IMPRESSUM**

**FORSCHUNGSREPORT**
Verbraucherschutz – Ernährung – Landwirtschaft
1/2004 (Heft 29)

**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

**Redaktionsbeirat:**
Dr. Stefan Kühne, BBA

**Konzeption, Satz und Druck:**
Printec Offset Medienhaus
Ochshäuser Str. 45
34123 Kassel
Tel. 0561 / 57015-0
Fax: 0561 / 57015-555
zentrale@printec-offset.de

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

**Bildnachweise:**
Printec Offset Medienhaus, M. Welling, Hessen Forst, Autoren

**Erscheinungsweise:**
Der ForschungsReport erscheint zweimal jährlich

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

ISSN 0931-2277

Druck auf Papier mit Recyclinganteil

Bundesministerium
für Verbraucherschutz,
Ernährung
und Landwirtschaft

**Das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL)** unterhält einen Forschungsbereich, der wissenschaftliche Grundlagen als Entscheidungshilfen für die Verbraucherschutz-, Ernährungs- und Landwirtschaftspolitik der Bundesregierung erarbeitet und zugleich die Erkenntnisse auf diesen Gebieten zum Nutzen des Gemeinwohls erweitert (BMVEL, Rochusstr. 1, 53123 Bonn, Tel.: 0228/529-0, www3.verbraucherministerium.de). Dieser Forschungsbereich wird von sieben Bundesforschungsanstalten, der Zentralstelle für Agrardokumentation und -information (ZADI) sowie dem Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) gebildet und hat folgende Aufgaben:

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

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

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

- **Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere (BFAV):**
Eine selbstständige Bundesoberbehörde mit im Tierseuchengesetz und Gentechnikgesetz festgelegten Aufgaben. Erforschung und Erarbeitung von Grundlagen für die Bekämpfung von Tierseuchen sowie weiterer wichtiger viraler, bakterieller und parasitärer Infektionen von Nutztieren (Boddenblick 5a, 17493 Greifswald Insel Riems, Tel.: 038351/7-0, www.bfav.de).

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

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

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

- **Zentralstelle für Agrardokumentation und -information (ZADI):**
Konzeption, Entwicklung und Betrieb von Internet-Portalen, Online-Angebot nationaler und internationaler Datenbanken, Beratung in allen Fragen des Informationsmanagements, 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, www.zadi.de).

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

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

Anstaltsübergreifende wissenschaftliche Aktivitäten des Forschungsbereiches werden durch den **Senat der Bundesforschungsanstalten** koordiniert, dem die Leiter der Bundesforschungsanstalten, der ZADI und des BfR sowie sieben zusätzlich aus dem Forschungsbereich gewählte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler angehören. Der Senat wird von einem auf zwei Jahre gewählten Präsidium geleitet, das die Geschäfte des Senats führt und den Forschungsbereich gegenüber anderen wissenschaftlichen Institutionen und dem BMVEL vertritt (Geschäftsstelle des Senats der Bundesforschungsanstalten, c/o BBA, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig, Tel.: 0531/299-3396, **www.bmvel-forschung.de**)

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