DIE ZEITSCHRIFT DES SENATS DER BUNDESFORSCHUNGSINSTITUTE

FORSCHUNGS Report

ERNÄHRUNG · LANDWIRTSCHAFT · VERBRAUCHERSCHUTZ

Schwerpunkt: Leuchttürme der Forschung

Deutschland ist tollwutfrei

Hohe Agrarpreise: Traum oder Alptraum für die Landwirtschaft?

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

1/2008

Guten Tag!

Das Thema „Leuchttürme der Forschung" mag auf den ersten Blick etwas ungewöhnlich erscheinen, gerade für Forschungseinrichtungen aus dem Agrarbereich. Leuchttürme bringen Licht in die Dunkelheit. Genau das tut die Forschung auch – sie erhellt bislang unbekannte Sachverhalte, bringt also auch Licht ins Dunkle, macht Dinge sichtbar. Doch – um im Bild zu bleiben – Taschenlampen oder Autoscheinwerfer können auch die Dunkelheit erhellen. Was also ist das Spezifische an Leuchttürmen?

Leuchttürme erhellen nicht nur, sie geben auch Orientierung! Sie weisen Wege und warnen vor Klippen und anderen Risiken. Und gerade hier passt die Metapher ausgezeichnet auf die Arbeit in den Ressortforschungseinrichtungen im Geschäftsbereich des BMELV. Viele unserer Forschungsergebnisse dienen als Grundlage für eine wissensbasierte Politikberatung, geben Orientierung und zeigen mögliche Risiken, aber auch Lösungswege auf.

Orientierung

Die hier in diesem Heft versammelten „Leuchtturm-Beiträge" sind von allgemeinem Interesse und stehen gleichzeitig im Fokus der aktuellen Politik unseres Ministeriums. Das Thema Vogelgrippe beherrschte über weite Zeiten in den vergangenen zwei Jahren die Medien, führte zu weit reichenden Diskussionen um die Bevorratung mit Grippemitteln und hatte für die Geflügelhalter einschneidende Konsequenzen. Mittlerweile steht das Thema zwar nicht mehr so im öffentlichen Brennpunkt, doch die Politik ist nach wie vor auf Expertise angewiesen. In welchen Schüben sind die Viren zu uns gelangt, wie viel Virusstämme sind in den letzten Jahren hier aufgetreten? Und in welchen Gebieten bzw. für welchen Zeitraum ist eine Stallpflicht für Geflügel weiter sinnvoll? Wissenschaftlich fundierte Antworten und die entsprechenden politischen Umsetzungen können hier von größter Relevanz für das Allgemeinwohl sein.

Nicht anders verhält es sich mit den anderen „Leuchttürmen". Das Thema Mykotoxine betrifft nicht nur Landwirte, sondern alle Verbraucher, die sich darauf verlassen müssen, dass unser Brotgetreide möglichst wenig mit diesen natürlich vorkommenden Pilzgiften kontaminiert ist. Chemische Analysen der Mykotoxin-Rückstände in Lebens- und Futtermitteln und innovative Wege zur Reduktion des Pilzbefalls gehen hier Hand in Hand.

Grundlage für viele Entscheidungen in der Ernährungspolitik sind Daten zum konkreten Essverhalten der Bevölkerung. Die bisherige Datenbasis war in weiten Teilen dünn oder veraltet. Die neue Nationale Verzehrsstudie II hat hier eine Fülle von aktuellen Informationen geliefert.

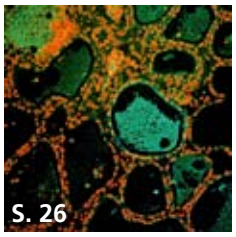
Die Bundesrepublik ist das Land mit den größten Holzvorräten in der EU. Auch hier sind umfassende Erhebungen und innovative Ideen nötig, um diese Ressource nachhaltig zu nutzen und die zahlreichen positiven Effekte der Wälder nicht zu beeinträchtigen. Zudem hat die Bundesrepublik im EU- und globalen Rahmen zahlreiche Berichtspflichten (z.B. in Zuge des Kyoto-Protokolls oder des europäischen Waldmonitorings), die von der Ressortforschung übernommen werden.

Von besonderer Bedeutung für die ländlichen Räume sind die Lebensverhältnisse der dort lebenden Bevölkerung. Sie entscheiden darüber, ob die Menschen in ihrer Region eine Perspektive sehen oder ob sie abwandern. Empirische Studien liefern wichtige Grundlagen für politische Entscheidungen zur Entwicklung attraktiver ländlicher Räume in Deutschland. Auch hier ist die Ressortforschung gefragt.

Dass außer den „Leuchttürmen" auch eine Fülle anderer interessanter Themen in unseren Forschungseinrichtungen bearbeitet wird, zeigen beispielhaft die weiteren Beiträge dieses Heftes. Ich wünsche Ihnen viel Vergnügen mit der neuen Ausgabe des ForschungsReports – und eine erhellende Lektüre.

Mit besten Grüßen

Prof. Dr. Dr. h.c. Thomas C. Mettenleiter
Geschäftsführender Präsident des Senats
der Bundesforschungsinstitute



Berichte aus der Forschung

Essen in Deutschland 4

Unsere Wälder nachhaltig nutzen 7

Tiergesundheit geht auch den Menschen an
Beispiel „Vogelgrippe“ 10

Moderne Methoden für gesunde Pflanzen und sichere Produkte
Mykotoxine erkennen und verhindern 14

Zwischen Abwanderung und regionalem Engagement
Lebensverhältnisse in ländlichen Räumen 18

Der Wurzelbildung auf der Spur
Ein integrierter Forschungsansatz zur Förderung der Jungpflanzenproduktion 21

Mit HighTech zur Eutergesundheit
Forschungsverbünde untersuchen immunologische Schutzmechanismen des Euters des Rindes und deren genetische Grundlagen 26

Hohe Agrarpreise: Traum oder Alptraum für die Landwirtschaft? 30

Deutschland ist tollwutfrei!
Erfolgreiche Tierseuchenbekämpfung im Wildtierbereich 34

Portrait

Neu formierter Forschungsbereich 39

Schlaglichter 42

Impressum 46

Der Forschungsbereich 47

Essen in Deutschland

Marianne Eisinger-Watzl (Karlsruhe)

Jeder fünfte Deutsche weist ein stark erhöhtes Körpergewicht auf und hat damit ein höheres Risiko, ein gutes Stück Lebensqualität wegen Krankheit aufgeben zu müssen. Mit der Veröffentlichung des ersten Berichtes zur Nationalen Verzehrsstudie II wurden nicht nur in Bezug auf das Übergewicht der Deutschen aktuelle Zahlen bekannt gegeben. Die NVS II gibt auch darüber Auskunft, welches Ernährungswissen vorliegt, in welchem Alter am besten gekocht wird, wer wo am häufigsten einkaufen geht und welche Bedeutung bei alledem die Bildung und die Schichtzugehörigkeit haben.

Die Nationale Verzehrsstudie II ist die bisher größte gesamtdeutsche Studie zur Ermittlung des Ernährungsverhaltens und des Lebensmittelverzehrs. Rund 20 000 Teilnehmer im Alter von 14 bis 80 Jahren haben die zahlreichen Befragungsmethoden der Studie durchlaufen. Die meisten Teilnehmer waren in einem der 500 in ganz Deutschland verteilten Studienzentren und wurden von speziell geschulten Interviewerinnen befragt und gemessen (Köpergröße und -gewicht, Hüft- und Taillenumfang).

Verschiedene Angaben der Teilnehmer, wie Alter, Geschlecht, Ausbildungsgrad und Rauchverhalten wurden mit der Gesamtbevölkerung (Mikrozensus) verglichen, wobei sich eine gute Überstimmung ergab. Verzerrungen wurden mit einer Gewichtung korrigiert und so können die Ergebnisse auf die gesamte deutschsprachige Bevölkerung im Alter von 14 bis 80 Jahren übertragen werden.

Der nächste Bericht wird die Ergebnisse zum Lebensmittelverzehr und der Nährstoffaufnahme enthalten.

Ergebnisse zum Körpergewicht

Die Ergebnisse zur Verteilung von Normalgewicht, Übergewicht und Adipositas (starkes Übergewicht) beruhen auf den Körpermessungen von über 14 000 Menschen. Demnach sind in Deutschland von den 18 bis 80 jährigen Frauen:

- etwa die Hälfte normalgewichtig,
- 30 % übergewichtig (BMI zwischen 25 und 30 kg/m^2),
- 21 % adipös (BMI > 30 kg/m^2).

Bei den Männern des gleichen Alters sind

- ein Drittel normalgewichtig,
- 46 % übergewichtig und ebenfalls
- 21 % adipös.

Je älter die Menschen sind, desto größer wird der Anteil an übergewichtigen und adipösen Personen. Das liegt zum Teil darin begründet, dass an das Altern biologische Veränderungen gekoppelt sind. So nimmt der Energiebedarf spätestens ab dem 30. Lebensjahr immer mehr ab. Die Menschen passen sich meist den Änderungen nicht an und essen weiter wie immer. Das hat jedoch zur Folge, dass sie stetig zuviel Energie aufnehmen. Erschwerend kommt hinzu, dass die sportliche Aktivität mit zunehmendem Alter eher abnimmt, der Energieverbrauch also auch von dieser Seite her geringer wird. Die Bilanz dieser physiologischen Fehlanpassung: im Alter von 70 bis 80 Jahren steigt der Anteil der Personen mit starkem Übergewicht (Adipositas) auf ein Drittel der Frauen und 28 % der Männer.

Mit Adipositas geht ein erhöhtes Risiko für Stoffwechselstörungen (z.B. erhöhte Blutfettwerte, Insulinresistenz) und für Folgekrankheiten wie Herz-Kreislauferkrankungen, Diabetes mellitus und Krebs einher. Diese Zusammenhänge sind wissenschaftlich gut gesichert. Zur Vermeidung von persönlichem Leid und einer Beeinträchtigung von Lebensqualität liegt in diesem Bereich eine große gesundheits- und ernährungspolitische Herausforderung. Frühzeitige Prävention im Bereich Ernährung und Bewegung ist deshalb notwendig.
Drei Viertel der Jugendlichen (14–17 Jahre) in Deutschland sind normalgewichtig. Maximal eine/r von zehn Jugendlichen ist als adipös einzustufen. Diese Häufigkeit weisen Jungen und Mädchen an Haupt- und Realschulen auf, nur halb so hoch liegt der Anteil bei denjenigen, die ein Gymnasium besuchen (4–5 %). Jedoch ist in dieser Altersgruppe (14–17 Jahre) auch das Problem von Untergewicht zu beachten. Bei den Mädchen steigt der Anteil von Untergewicht zwischen dem 14. und 17. Lebensjahr von 4 auf 10 % an, bei den Jungen schwankt der Anteil zwischen 7 und 5 %. Untergewicht findet sich mit größerer Häufigkeit bei den jugendlichen Frauen, die ein Gymnasium besuchen.
Bei den Erwachsenen besteht ein Zusammenhang von Köpergewicht und Bildung bzw. sozialer Schicht. Deshalb wurde die Auswertung nach dem Schichtindex vorgenommen.

Schichtindex

Die Einteilung in die fünf Gesellschaftsschichten beruht auf einem Modell des Schichtindex, dessen Bestimmungsfaktoren sich aus den drei Kriterien

- Schulabschluss
- berufliche Stellung des Hauptverdieners und dem
- Haushaltsnettoeinkommen

zusammensetzen. Die jeweiligen Ausprägungen der drei Merkmale werden mit Punkten versehen, wobei gilt, je höher die Ausprägung ist, desto mehr Punkte werden vergeben. Die Gesamtsumme legt

die Zuordnung zu einer von fünf sozialen Schichten fest. Er dient als Hilfsmittel, um die komplexe Realität zu vereinfachen.
Bei den Frauen ist der Einfluss der Schichtzugehörigkeit auf das Körpergewicht deutlicher zu sehen als bei den Männern; der Anteil normalgewichtiger Frauen steigt von der unteren Schicht bis in die Oberschicht von weniger als einem Drittel bis auf zwei Drittel an (Abb. 1). Parallel dazu finden sich in der unteren Schicht mehr übergewichtige und adipöse Frauen als in der Oberschicht.
Bei den Männern verändern sich die Anteile von Normalgewicht und Übergewicht nicht sehr deutlich nach dem Einfluss der sozialen Schicht (Abb. 2). Ab der unteren Mittelschicht zeigen sich ebenfalls ein leichter Anstieg des Normalgewichts und ein sinkender Anteil adipöser Männer. Das Übergewicht bleibt ohne erkennbaren Einfluss der sozialen Schicht unverändert.

Ergebnisse zum Ernährungsverhalten der Deutschen

5 % der Befragten hält zum Abnehmen eine Reduktionsdiät ein, 4 % richten sich nach einer besonderen Ernährungsweise (wie z.B. Vege-

Abb. 1: Verteilung von Unter-, Normal-, Übergewicht und Adipositas differenziert nach sozialer Schicht, Frauen 18–80 Jahre

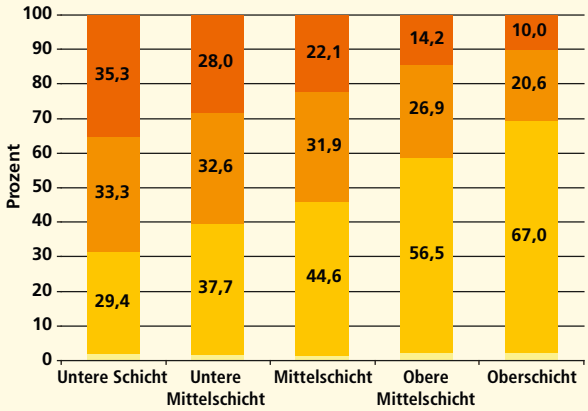
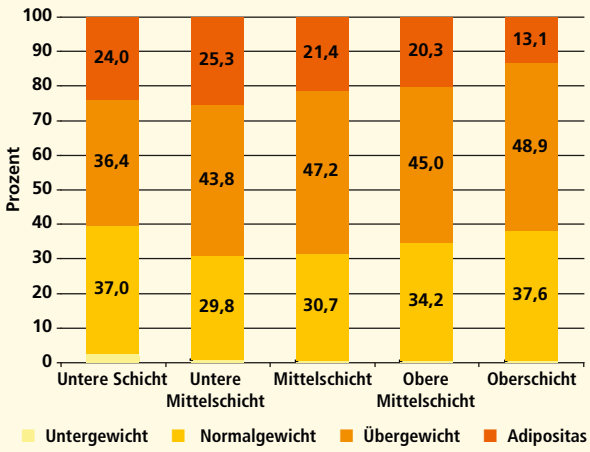


Abb. 2: Verteilung von Unter-, Normal-, Übergewicht und Adipositas differenziert nach sozialer Schicht, Männer 18–80 Jahre



dpa

tarismus, Vollwert-Ernährung, Trennkost etc.); Frauen in beiden Fällen doppelt so häufig wie Männer. Besonders junge Frauen im Alter von 14 bis 18 Jahren weisen bei der Einhaltung einer Reduktionsdiät bzw. junge Frauen im Alter von 14 bis 34 Jahren bei der Einhaltung besonderer Ernährungsweisen die größte Häufigkeit auf.

Auch bei den Ergebnissen zum Ernährungswissen kannten Frauen die richtige Beschreibung für probiotische Joghurts, ACE-Getränke und für die Bedeutung der Kampagne „5 am Tag" häufiger als Männer. Die Altersgruppen der über 50-Jährigen kennen diese Produkte weniger häufig. Ihren persönlichen Energiebedarf wussten nur 8 % aller Befragten mit einer tolerierbaren Abweichung. Jedoch konnte mehr als die Hälfte keine Angabe machen und von denen, die eine Schätzung abgegeben haben, schätzten die meisten ihren Energiebedarf zu gering ein.

Die Angst vor Rückständen aus der Produktion von Lebensmitteln (z.B. Rückstände von Spritzmitteln oder Tierarzneimitteln) ist weit verbreitet. Sie werden zusammen mit „verdorbenen Lebensmitteln" als höheres Gesundheitsrisiko gefürchtet als die Folgen von „zuviel und zu einseitig essen". In der unteren sozialen Schicht meint die Hälfte der Befragten „zu viel und zu einseitig essen" sei ein Risiko, während dies drei Viertel in der Oberschicht so sehen.

Frauen sind mehr als doppelt so häufig wie Männer für den Einkauf alleine zuständig. Keine Geschlechtsunterschiede gibt es bei der Bevorzugung der Einkaufsstätte. In Deutschland gehen Männer wie Frauen am häufigsten im Supermarkt, dann im Discounter gefolgt vom Lebensmittelfachgeschäft einkaufen. Je höher das Haushaltseinkommen umso weniger Befragte erledigen die Einkäufe im Discounter. Stattdessen werden häufiger das Fachgeschäft, der Wochenmarkt und der Bioladen aufgesucht. In den letzten Jahren haben Discounter verstärkt Bio-Lebensmittel ins Sortiment aufgenommen. Das könnte die Ursache sein, dass bis zu 30 Prozent der Personen mit weniger als 750 Euro Nettoeinkommen im Monat Bio-Lebensmittel kaufen.

In Deutschland gibt jeder 3. Mann (von 14 bis 80 Jahren; nach Selbstangaben) an, „wenig bis gar nicht gut" oder „überhaupt nicht" kochen zu können; in der Altersgruppe der 65 bis 80 Jährigen sind es sogar 55 %. Ihnen stehen etwa ein Drittel der Männer gegenüber, die ihre Kochkenntnisse als „sehr gut/gut" beschreiben. Beim Thema Kochkenntnisse zeigt sich deutlich, wie Frauen im Vergleich zu den Männern das Themengebiet „Ernährung" dominieren. Zwei Drittel aller Frauen geben an „sehr gut/gut" zu kochen, ein Anteil der bei den älteren Frauen (51–80 Jahre) auf drei Viertel ansteigt. Nur 6 % der Frauen kochen „wenig bis gar nicht gut oder überhaupt nicht".

Trends und Entwicklungen erkennen

Insgesamt liefern die Ergebnisse eine Momentaufnahme für die Essensituation Anfang des 21. Jahrhunderts in Deutschland. Wie sich zum Beispiel die Kochkenntnisse in Zukunft entwickeln oder welche Antworten auf die Zusammenhänge zwischen sozialem Status und Körpergewicht gefunden werden und welche Erfolge sie bringen, dass muss eine langfristige, fortlaufende Beobachtung zeigen.

Aufgabe des neu am Max Rubner-Institut angesiedelten nationalen Ernährungsmonitorings (NEMONIT) ist es deshalb, in kontinuierlichen Erhebungen Trends und Entwicklungen zu erkennen und transparent zu machen. Auf der Basis von aktuellen und soliden Daten können dann die notwendigen öffentlichen Diskussionen darüber erfolgen und gesundheits- und ernährungspolitische Maßnahmen getroffen werden. ■

Dr. Marianne Eisinger-Watzl, Max Rubner-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel, Haid-und-Neu-Str. 9, 76131 Karlsruhe.
E-Mail: nvs.karlsruhe@mri.bund.de

Unsere Wälder nachhaltig nutzen

Heino Polley (Eberswalde), Johannes Welling und Jan Lüdtke (Hamburg), Michael Welling (Braunschweig)

In einer auf Nachhaltigkeit ausgerichteten Gesellschaft sind nachwachsende Rohstoffe von zentraler Bedeutung. Einer der wichtigsten und zugleich vielseitig verwendbaren nachwachsenden Rohstoffe ist das Holz. In den letzten 15 Jahren ist der Holzvorrat in den deutschen Wäldern um 700 Millionen Kubikmeter gewachsen. Ein wichtiger Forschungsschwerpunkt im Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI), Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, ist die bestmögliche Erschließung des Rohstoffs Holz als ein wichtiger Beitrag zur nachhaltigen Rohstoffversorgung Deutschlands.

Eine Frage für die Quiz-Show von Günther Jauch: Was ist das holzreichste Land in der EU? Nicht jeder Kandidat würde auf die richtige Antwort – Deutschland – tippen. 11 Millionen Hektar, knapp ein Drittel der Gesamtfläche Deutschlands, sind bewaldet. Der Holzvorrat würde ausreichen, um daraus einen massiven Turm mit 3 x 3 m Grundfläche von der Erde bis zum Mond zu bauen. In der deutschen Forst- und Holzwirtschaft sind derzeit mehr als eine Million Arbeitskräfte beschäftigt und es wird ein Umsatz von rund 160 Milliarden Euro im Jahr erwirtschaftet. Forst- und Holzwirtschaft sind ein wichtiger Motor für die Wirtschaft in ländlichen Räumen.

Die Nachfrage nach Holz ist in den letzten Jahren, auch durch die Verteuerung fossiler Brennstoffe, erheblich gestiegen. Daher ist es sinnvoll, das nachhaltig nutzbare Holzpotenzial besser zu erschließen und den Rohstoff effizienter zu nutzen.

Doch wie viel Holz kann nachhaltig genutzt werden? Das vTI hat das für verschiedene Szenarien modelliert und wird nun die tatsächliche Entwicklung mit einer bundesweiten Stichprobenerhebung untersuchen. Das zeigt der folgende Teil dieses Beitrags. Durch eine effizientere Nutzung des Rohstoffs Holz können bei gleichem Ressourcenverbrauch mehr Endprodukte erzeugt werden. Ein am vTI entwickeltes innovatives Verfahren zur Herstellung von gewichtsreduzierten Spanplatten, die weniger Holz enthalten, soll das im abschließenden Teil des Artikels beispielhaft illustrieren.

Nachhaltigkeit als Prinzip

Die Nachhaltigkeit ist in der deutschen Forstwirtschaft seit Generationen ein fest verankertes Prinzip. Heute verstehen wir darunter den Grundsatz, ein regenerierbares natürliches System so zu nutzen, dass dieses in seinen wesentlichen Eigenschaften erhalten bleibt und sein Bestand auf natürliche Weise nachwachsen kann. Doch wie lässt sich bewerten, ob die Wälder nachhaltig bewirtschaftet werden? Die Ministerkonferenz zum Schutz der Wälder in Europa (MCPFE) hat im Jahr 2002 dafür einen Kriterien- und Indikatoren-Katalog vereinbart. Dieser umfasst neben der Erhaltung der forstlichen Ressourcen und der Produktionsfunktion der Wälder auch die Waldgesundheit, die biologische Vielfalt, die Schutzfunktion und sozioökonomische Funktionen der Wälder. Obwohl diese Kriterien und Indikatoren sehr zu einem neuen, umfassenden Verständnis von forstlicher Nachhaltigkeit beigetragen haben, bleiben in der politischen Umsetzung noch viele Fragen zu klären. Da es nicht möglich ist, alle Kriterien gleichzeitig in höchstem Maße zu erfüllen, sind Zielkonflikte nicht zu vermeiden.

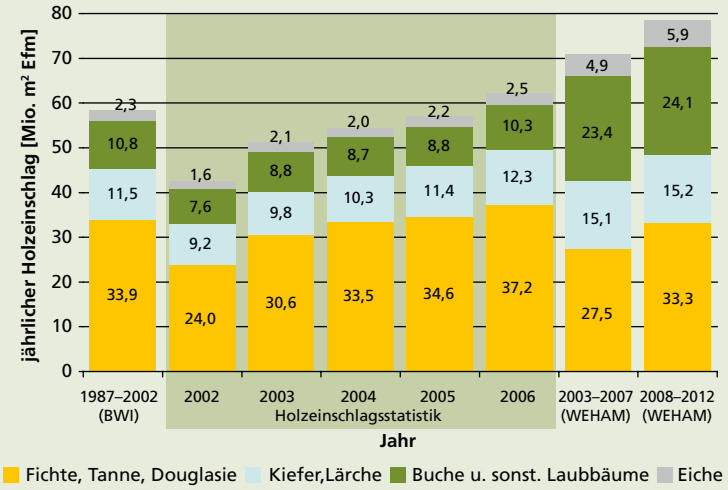
Als ein Beitrag zur Nachhaltigkeitsdiskussion wird das Institut für Waldökologie und Waldinventuren des vTI die Rohholzproduktion der Wälder in Deutschland für den Zeitraum 2002 bis 2008 analysieren. Wegen der zunehmenden Ansprüche der Gesellschaft an den Wald werden diese Daten für politische Entscheidungen und wirtschaftliche Planungen dringend benötigt.

Holz ist wieder ein gefragter Rohstoff

Für den Zeitraum von 1987 bis 2002 hat die von der Vorgängereinrichtung des vTI koordinierte Bundeswaldinventur belegt, dass der Holzeinschlag um 28 % unter dem Holzzuwachs lag. Eine Ursache dafür ist die gegenwärtige Alterstruktur, insbesondere der Nadelwälder, mit einem relativ großen Anteil zuwachsstarker, aber noch nicht hiebsreifer Bestände im Alter von etwa 50 Jahren.

Innerhalb von 15 Jahren ist der Holzvorrat um 17 % angestiegen. Eine auf den Daten der Bundeswaldinventur basierende Waldentwicklungs- und Holzaufkommens-Modellierung (WEHAM) hat ge-

Abb. 1: Entwicklung des Holzeinschlages in Deutschland nach Holzartengruppen



zeigt, dass in den nächsten 20 Jahren etwa 20 % mehr Holz genutzt werden könnte als in der zurückliegenden Periode. Dabei müssen sich Forstwirtschaft und Holzindustrie jedoch auf eine geänderte Baumarten- und Durchmesserstruktur einstellen. Die größten Nutzungsreserven gibt es beim Laubstarkholz und im Kleinprivatwald. Doch die Entwicklung in den letzten Jahren verlangt nach einer Neubewertung der Situation.

Da die Nachfrage nach Holz in den letzten Jahren stark angestiegen ist, bekommen zuverlässige Daten zur Entwicklung des Holzeinschlages und der Holzvorräte gegenwärtig eine besondere Bedeutung für die Beurteilung der Nachhaltigkeit. Der Turnus der Bundeswaldinventur ist mit 10 bis 15 Jahren zu lang für aktuelle Analysen, und eine Verknüpfung mit der jährlichen Holzeinschlagsstatistik ist aus methodischen Gründen problematisch. In Ermangelung besserer Daten sind in Abbildung 1 Ergebnisse aus verschiedenen Quellen zusammengeführt, die aber alle bestimmte Unzulänglichkeiten aufweisen:

- Bei der Bundeswaldinventur konnte der Holzeinschlag bislang nur für die alten Bundesländer ermittelt werden. Die Angaben für die neuen Bundesländer wurden auf der Grundlage verschiedener Quellen geschätzt und hinzugefügt. Da die Daten für den Zeitraum 1987 bis 2002 ermittelt wurden, ist die aktuelle Entwicklung darin nicht enthalten.
- Die Holzeinschlagsstatistik erfasst den Holzeinschlag nicht vollständig, zum Beispiel fehlen Angaben über den Eigenverbrauch der Privatwaldbesitzer. Außerdem wurde die Methodik in den letzten Jahren geändert. Die Daten lassen sich nur sehr eingeschränkt mit denen aus der Bundeswaldinventur vergleichen.
- Die Entwicklung des Holzeinschlages in den letzten Jahren hat gezeigt, dass die für das Basisszenario der Waldentwicklungs- und Holzaufkommensmodellierung angesetzten Annahmen zum Verhalten der Waldbesitzer nur zum Teil eingetreten sind.

Deshalb ist für eine zuverlässige Beurteilung der Nachhaltigkeit eine bessere Datengrundlage erforderlich.

Inventurstudie 2008

Im Jahr 2008 organisiert das Institut für Waldökologie und Waldinventuren des vTI eine Sondererhebung auf einer Unterstichprobe der Bundeswaldinventur. Anlass ist die Berichterstattung zur Kohlenstoffspeicherung im Wald für die erste Verpflichtungsperiode des Kyotoprotokolls (2008–2012). Durch den Vergleich mit der Daten der zweiten Bundeswaldinventur (2002) kann mit dieser Erhebung auch die Nachhaltigkeit der Rohholzproduktion der Wälder aktuell beurteilt werden.

Die Sonderauswertung der Inventurstudie 2008 wird – erstmals nach der deutschen Wiedervereinigung – einen methodisch konsistenten Überblick zum Holzzuwachs und Holzeinschlag sowie zur Entwicklung des lebenden Holzvorrates in ganz Deutschland auf mathematisch-statistischer Grundlage liefern. Sie kann jedoch wegen des geringeren Stichprobenumfanges die nächste Bundeswaldinventur nicht ersetzen. Die im Jahr 2009 zu erwartenden Ergebnisse werden dazu beitragen, aktuell die Nachhaltigkeit der Holzproduktion auf nationaler Ebene bewerten zu können.

Holzwerkstoffe leichter machen

In Deutschland werden pro Jahr etwa 20 Millionen Festmeter Holz zu Holzwerkstoffen verarbeitet. Holzwerkstoffe sind allgegenwärtig – sie begegnen uns in unserem täglichen Umfeld in vielfältiger Form. Ein großer Teil unserer Möbel ist aus Spanplatten oder mitteldichten Faserplatten (MDF) hergestellt. Der Laminatfußboden basiert auf einem Faserwerkstoff. Beim Bauen im Bestand werden Fußböden, Trennwände, Decken- und Wandpaneele vielfach aus Holzwerkstoffen hergestellt. Eine normale Spanplatte wiegt zwischen 500 und 750 kg/m³, eine MDF-Platte für den Möbelbau 600–800 kg/m³. Jeder, der schon mal einen Kleiderschrank transportiert und selbst aufgestellt hat, weiß, wie schwer die Einzelteile sein können.

Seit vielen Jahren wird versucht, dass Gewicht der Spanplatten zu reduzieren. Möglichkeiten hierfür bieten die Verwendung leichter Holzarten oder Faser- und Partikelstoffe aus der landwirtschaftlichen Produktion. Geringere Dichten lassen sich auch dadurch erreichen, dass das Spanmaterial beim Verpressen weniger stark verdichtet wird. Um ähnliche Festigkeiten zu erreichen, muss dann aber mehr Klebstoff eingesetzt werden. Die hierdurch erzielbaren Gewichtseinsparungen liegen in der Größenordnung von 50–100 kg/m³. Eine weitere Alternative ist die Herstellung von so genannten Wabenplatten, bei denen die Mittellage aus aufrecht stehenden Papier- oder Pappwaben besteht (Abb. 2). Das geringe Gewicht dieser Platten wird dadurch erkauft, dass sie sehr viele Hohlräume enthalten. Das Anbringen von Verbindungsmitteln und Beschlägen erfordert deshalb relativ teure Speziallösungen.

Schaum ersetzt Holz

In enger Zusammenarbeit zwischen dem Institut für Holztechnologie und Holzbiologie am Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) und dem Zentrum Holzwirtschaft der Universität Hamburg wurde ein neuartiges Produktionsverfahren für Spanplatten und MDF entwi-

Abb. 2: Unterschiedliche Wege zur Gewichtsreduktion werden bei Röhren-, Sandwich- und Wabenspanplatten beschritten.

Abb. 3: Schaumkernplatte im Querschnitt

ckelt, mit dessen Hilfe span- oder faserbasierte Verbundwerkstoffe mit Schaumkern hergestellt werden können (Abb. 3). Das Gewicht der hierbei entstehenden Sandwich-Platten lässt sich in weiten Grenzen variieren. Gegenüber einer herkömmlichen Spanplatte können sie um 30–50 % leichter sein, ohne dass Einbußen bei der Qualität der Oberflächen zu befürchten wären.

Der Clou der Neuentwicklung liegt darin, dass die Schaumkernplatten nicht in mehreren Schritten aus zuvor hergestellten Einzelkomponenten im Sandwichverfahren hergestellt werden müssen, sondern – wie heutzutage bei Spanplatten üblich – nach dem Streuen mehrerer aufeinander liegender Lagen unterschiedlicher Zusammensetzung und anschließender Verpressung als endloses Band aus einer kontinuierlichen arbeitenden Heißpresse herauslaufen sollen (Abb. 4). Da Schaumkernplatten nicht aufgerollt werden können, werden am Auslauf der Presse großformatige Platten abgeschnitten. Das Verfahren wurde inzwischen zum Patent angemeldet.

Ziel der Entwicklung ist eine wirklich spürbare Gewichtsreduzierung der Spanplatten für die Herstellung von Möbeln. Andere Anwendungsbereiche, zum Beispiel Raumteiler mit Schalldämmfunktion, sind ebenfalls denkbar. Im Rahmen eines öffentlich geförderten Projekts wird derzeit untersucht, ob sich die neue Technik auch für die Herstellung von Holzformteilen eignet. Dies würde dem Werkstoff Holz Anwendungsbereiche eröffnen, die bislang anderen Werkstoffen vorbehalten sind.

Positiver Nebeneffekt der Neuentwicklung ist, dass bei der Herstellung der Schaumkernplatten in erheblichem Umfang Holz eingespart werden kann. Dies ist von besonderem Interesse, da durch die verstärkte Nachfrage verschiedener Branchen (Holzwerkstoff-, Zellstoff- und Papierindustrie sowie Energieerzeuger) die Rohstoffpreise für Holz deutlich gestiegen sind.

Der Schlüssel für eine nachhaltige Rohstoffversorgung im Cluster Forst und Holz liegt in einem angemessenen Ressourcenmanagement und einer effektiven Verwendung der nachwachsenden Rohstoffe. ■

Dr. Heino Polley, vTI, Institut für Waldökologie und Walderfassung, Alfred-Möller-Str. 1, 16225 Eberswalde.
E-Mail: heino.polley@vti.bund.de
Dr. Johannes Welling, vTI, Institut für Holztechnologie und Holzbiologie, Leuschnerstr. 91, 21031 Hamburg.
Dr. Michael Welling, vTI Pressestelle, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig.
Dr. Jan Lüdtke, Zentrum Holzwirtschaft der Universität Hamburg, Arbeitsbereich Mechanische Holztechnologie, Leuschnerstr. 91, 21031 Hamburg.

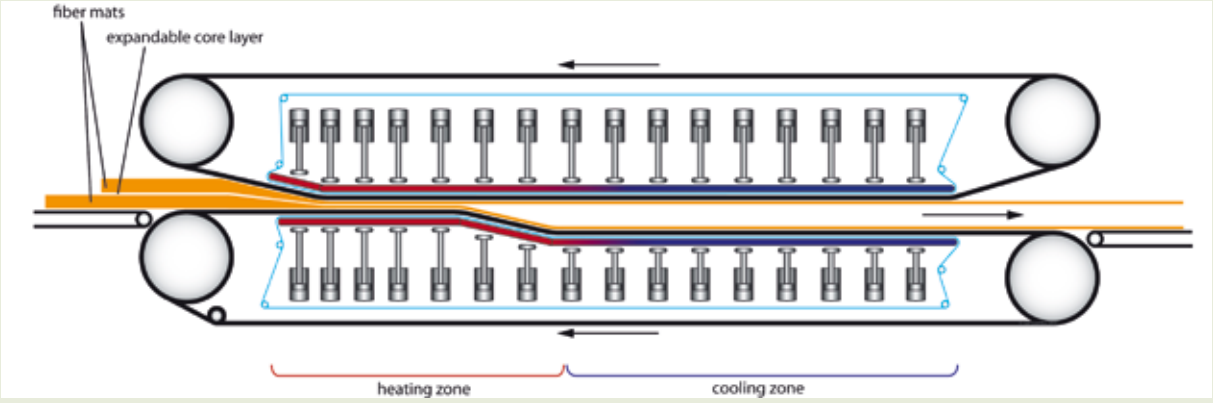


Abb. 4: Schema einer kontinuierlichen Presse. Zu Beginn des Pressvorgangs werden die Decklagen der dreilagigen Matte unter Druck und Hitze verdichtet und gehärtet, während im folgenden das aufschäumbare Mittellagenmaterial expandiert und den leichten Kern der Sandwichplatte bildet.

dpa

Tiergesundheit geht auch den Menschen an

Beispiel „Vogelgrippe“

Thomas C. Mettenleiter und Elke Reinking (Insel Riems)

Wenn bei landwirtschaftlichen Nutztieren Tierseuchen wie Schweinepest oder Maul- und Klauenseuche ausbrechen, erfahren die Halter dramatische wirtschaftliche Verluste. Vom Tier auf den Menschen übertragbare Krankheiten wie BSE oder Geflügelpest („Vogelgrippe“) – so genannte Zoonosen – stellen aber auch ein direktes Gesundheitsrisiko für den Menschen dar. Das Friedrich-Loeffler-Institut, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit, erforscht sowohl klassische Tierseuchen als auch Zoonosen und trägt so dazu bei, sie bekämpfen oder gar verhindern zu können.

Das Beispiel Klassische Geflügelpest („Vogelgrippe“) zeigt das breite Arbeitsspektrum des Instituts: Es verbessert diagnostische Systeme, untersucht den Ablauf der Krankheit nach der Infektion bei verschiedenen Vogel- und Säugetierarten, analysiert die bei Wildvögeln vorkommenden aviären Influenzaviren, entwickelt Prototypen für Impfstoffe und testet sie unter höchsten Sicherheitsbedingungen. Nicht zuletzt untersucht es die molekularen Grundlagen für die krankmachenden Eigenschaften der Viren.

Herkunft von H5N1

Die epidemiologischen Untersuchungen der Veterinärbehörden vor Ort, die von Spezialisten des Friedrich-Loeffler-Instituts (FLI) unterstützt werden, erfordern nahezu kriminalistische Detailarbeit, da sämtliche Eintragsmöglichkeiten hinterfragt werden müssen. Neben der Datenaufnahme durch Epidemiologen vor Ort, zu der Informationen über Transporte, die Art der Haltung, Lagerung von Futter und Einstreu usw. gehören, liefert die molekulare Epidemiologie durch die Ermittlung von Verwandtschaftsverhältnissen gefundener Viren wichtige Hinweise.

Die bis jetzt aufgetretenen Stämme von hochpathogenem H5N1 ‚Asia‘ können aufgrund geringfügiger Änderungen im Erbmaterial voneinander unterschieden und in Verwandtschaftsgruppen („Cluster“) eingeteilt werden. Untersuchungen der 2006 in Deutschland nachgewiesenen H5N1-Viren durch eine Arbeitsgruppe des FLI zeigen, dass zwei unterscheidbare Varianten des Virus bei Wildvögeln in Deutschland zirkulierten. Beide sind mit den am Qinghai-See in China aufgetretenen Viren (Cluster 2.2) eng verwandt. Der vornehmlich im Norden Deutschlands festgestellte Subtyp (Cluster 2.2.2) lässt sich genetisch von dem überwiegend im Süden Deutschlands zirkulierenden Typ (Cluster 2.2.1) abgrenzen (Abb. 1). Der einzige Ausbruch bei Nutzgeflügel in 2006 bei Puten in Sachsen geht dabei auf ein Virus des „nördlichen“ Subtyps zurück. Diese Ergebnisse und die Tatsache, dass europaweit H5N1 Infektionen zunächst bei Wild-

vögeln sowie dann erst später und nur vereinzelt bei Hausgeflügel auftraten, deuten auf eine Beteiligung von Wildvögeln bei der Einschleppung und Verbreitung des Virus hin. Aus dem gleichzeitigen Auftreten zweier genetisch unterscheidbarer H5N1 Varianten schließen die Wissenschaftler, dass es 2006 mindestens zwei voneinander unabhängige Einträge des Virus nach Deutschland gab.

Im Juni 2007 trat erneut „Vogelgrippe" vom Typ H5N1 Asia bei Wildvögeln in Deutschland auf. Zu einer lokalen Epidemie kam es am Stausee Kelbra an der Landesgrenze zwischen Thüringen und Sachsen-Anhalt. Hier wurde das Virus bei mehr als 200 verendeten Schwarzhalstauchern festgestellt. Diese Wasservogelart sucht den See bevorzugt zur Brut und Mauser auf. Vor Ausbruch der Epidemie wurden dort über 500 dieser Tiere gezählt. Die hohe Zahl frisch toter Tiere deutete auf einen Neueintrag des Virus und ein akutes Infektionsgeschehen hin. Genetische Untersuchungen der Viren zeigten, dass diese zu einem neuen Cluster 2.2.3 gehören, das vorher in Deutschland nicht nachgewiesen wurde. Ein Datenabgleich mit dem EU-Referenzlabor in Weybridge, Vereinigtes Königreich, sowie den nationalen Referenzlaboren in der Tschechischen Republik und Frankreich ergab eine enge Verwandtschaft der zur selben Zeit dort aufgetretenen H5N1 Viren. Wahrscheinlich wurden die Viren etwa zur gleichen Zeit aus einer gemeinsamen, weiterhin unbekannten Quelle neu in die betroffenen Länder eingetragen. Damit kam es in Deutschland innerhalb von eineinhalb Jahren zu insgesamt drei unabhängigen Einträgen von hochpathogenem H5N1. Weitere Einträge sind daher auch in Zukunft möglich. Entsprechend müssen Maßnahmen zum Schutz vor der Einschleppung in Nutzgeflügelbestände beibehalten werden.

Zur epidemiologischen Bedeutung der Hausenten

Als im August/September 2007 die Klassische Geflügelpest in Entenmastbetrieben in Bayern auftrat, zeigten in einer großen Mastanlage mit rund 170 000 Tieren nur einige Tiere einer Stalleinheit auffällige zentralnervöse Störungen. In einem anderen Stall mit 14 Tage alten Entenküken kam es dagegen nur zu einem geringen Anstieg der Mortalitätsrate um ein Prozent. Alle anderen Tiere zeigten keine Krankheitssymptome. In einer weiteren Anlage des gleichen Betreibers hatten viele gesunde Tiere Antikörper gegen das H5N1 gebildet. Dies deutet auf eine schon fast abgelaufene Infektion dieses Betriebes hin, ohne dass es zu auffälligen Symptomen gekommen wäre. Wie das Virus zu den ausschließlich im Stall gehaltenen Enten gelangen konnte, bleibt unklar. Auch hier ergab die genetische Analyse des Virus eine enge Verwandtschaft mit den gleichzeitig in Wildvögeln nachgewiesenen H5N1 Viren.

Die Ergebnisse aus den Ausbrüchen in den Entenhaltungen zeigen, dass Hausenten nicht in jedem Fall deutliche Anzeichen einer Geflügelpest ausbilden. Zudem gibt es Erfahrungen aus Asien, dass Enten klinisch unerkannt deutlich länger Virus ausscheiden können als bisher angenommen. Die epidemiologische Bedeutung der Hausenten bei der Verbreitung der Klassischen Geflügelpest muss daher auch in Europa genau analysiert und gegebenenfalls neu bewertet werden.

Abb1.: Stammbaum deutscher H5N1-Influenzaviren. Aus der phylogenetischen Analyse des Erbmaterials von 24 Virusisolaten infizierter Wildvögel und Säugetiere, die in Deutschland gefunden wurden, entstand ein genetischer Stammbaum (Gelb = Isolate aus dem Nordosten 2006, Grün = Isolate aus dem Südwesten 2006, Rosa = Isolate aus 2007). Je enger die genetische Verwandtschaft der Viren, desto näher liegen sie auf diesem Stammbaum auch räumlich zusammen. Daraus ist abzulesen, dass es mindestens drei separate Einträge von hochpathogenem H5N1 nach Deutschland gegeben hat.

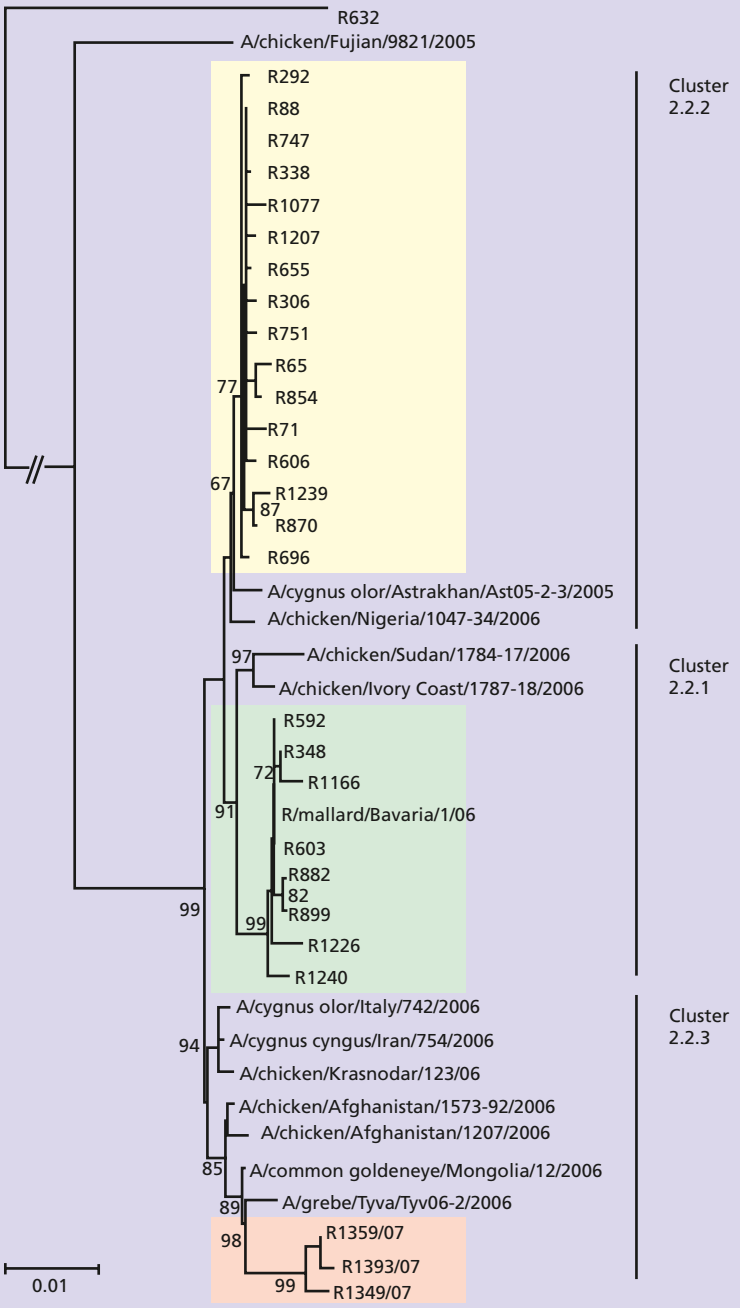


Abb. 2: Sentinel-Anlage. Wildvögel sind das natürliche Reservoir für Influenzaviren. Das FLI untersucht mit Hilfe von Wächtertieranlagen, welche Virustypen derzeit bei Wildvögeln in Deutschland vorkommen.

Wächtertiere im Dienst der Wissenschaft

Das FLI beobachtet bereits seit einigen Jahren das Vorkommen und die Verbreitung von Influenzaviren bei Wildvögeln. Besonders wilde Wasservögel gelten als natürliches Reservoir für aviäre Influenzaviren. In einem Forschungsprojekt werden flugunfähige Stockenten in Gehegen gehalten, die in Gebieten liegen, in denen 2006 das Virus bei Wildvögeln auftrat. Diese „Wächtertieranlagen" (Sentinel-Anlagen) umfassen auch Teile von Gewässern und sollen den Einflug wild lebender Wasservögel erlauben (Abb. 2). Die Stockenten erhalten regelmäßig Futter an offenen Futterstellen, die auch Wildvögel anlocken. Gegen Fressfeinde wie Füchse sind die Gehege mit Zäunen gesichert, Unterstände ermöglichen es den Stockenten, sich auch vor Greifvögeln zu verstecken. In regelmäßigen Abständen werden Blutproben sowie Tupferproben aus Rachen und Kloake der Tiere auf Influenzaviren untersucht. In der rund zweijährigen Projektlaufzeit konnten bisher eine Reihe verschiedener, jedoch ausschließlich geringpathogener Influenzaviren nachgewiesen werden. Zwar können diese gering pathogenen Influenzaviren selbst keine Geflügelpest auslösen, aber aus Viren der Subtypen H5 und H7 können nach einer Übertragung auf Hausgeflügel durch spontane Veränderungen im genetischen Material (Mutationen) jederzeit krankmachende Geflügelpestviren entstehen.

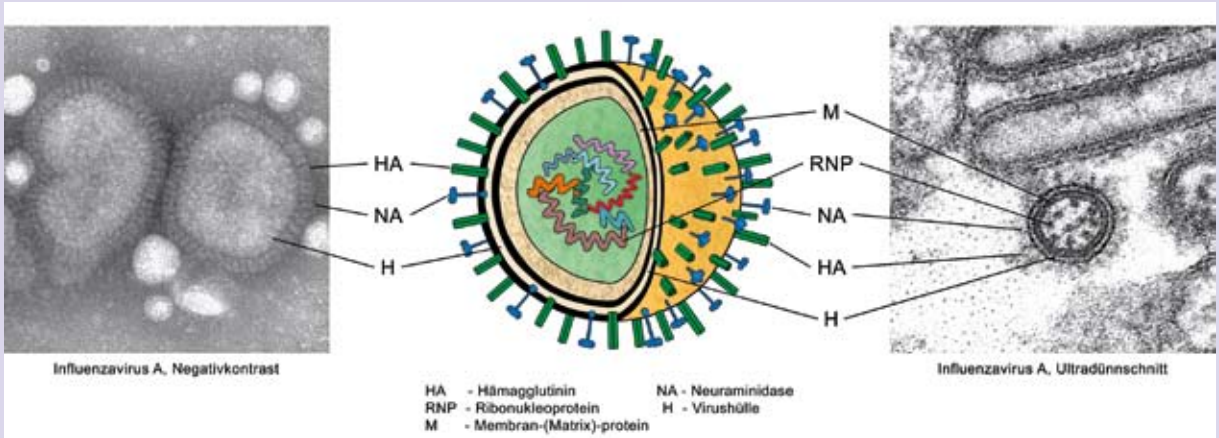
Schneller Nachweis des Virus

Seit den ersten Nachweisen von hochpathogenen H5N1 Viren in Deutschland Anfang 2006 entwickelte das FLI die diagnostischen Systeme weiter, um die Zeitspanne zwischen dem Verdacht auf Geflügelpest und der Bestätigung so gering wie möglich zu halten. So wurde den Untersuchungseinrichtungen der Bundesländer innerhalb kurzer Zeit ein verbessertes molekulares Nachweisverfahren (Polymerasekettenreaktion in Echtzeit – real-time polymerase chain reaction) zur Verfügung gestellt, das schnell und hoch empfindlich das Erbgut des Virus in diagnostischen Proben erkennt. Außerdem arbeitet das FLI an modernen Nachweissystemen wie der DNA-Chip-Technologie oder der schnellen Charakterisierung von Erbmaterial.

„Vogelgrippe"

Influenzaviren des Typs A kommen bei Wildvögeln natürlicherweise vor. Diese aviären Influenzaviren werden anhand bestimmter Oberflächenstrukturen, dem Hämagglutinin-(H) und der Neuraminidase-(N), charakterisiert und benannt. Derzeit sind 16 H-Typen und 9 N-Typen bekannt, die theoretisch beliebig kombinierbar sind und die Subtypen bilden. Bisher traten nur Influenzaviren der Subtypen H5 und H7 als Erreger der Klassischen Geflügelpest, einer besonders schwer verlaufenden Form der aviären Influenza, auf. Von diesen Subtypen gibt es niedrigpathogene Formen, die weder bei Wildvögeln noch bei Hausgeflügel zu einer schweren Erkrankung führt, und hochpathogene Formen, die letztlich die Geflügelpest auslösen. Niedrigpathogene Influenzaviren der Subtypen H5 und H7 können in infiziertem Nutzgeflügel zu hochpathogenen Formen mutieren. Als „Vogelgrippe" wird in der Öffentlichkeit meist die durch hochpathogenes Influenza A Virus vom Subtyp H5N1 ‚Asia' verursachte Geflügelpest bezeichnet.

Schema Influenzavirus: Das Schema in der Mitte zeigt den Aufbau eines Influenza A Virus, zu denen auch das hochpathogene H5N1 Typ Asia gehört. Links und rechts elektronenmikroskopische Aufnahmen.



FLI Celle

Hausenten sieht man eine Infektion mit „Vogelgrippe" nicht unbedingt an. Sie können aber unentdeckt Virus ausscheiden und so zur Verbreitung der Krankheit beitragen.

M. Welling

Schwäne sind sehr empfänglich für das H5N1-Virus. Ein besonderes Verbreitungsrisiko liegt darin, dass infizierte Tiere über mehrere Tage hohe Virusmengen ausscheiden, ohne äußerlich krank zu erscheinen.

Welche Tiere werden krank?

Welche Tiere sind für die „Vogelgrippe" empfänglich? Das war in den vergangenen Jahren wohl die meistgestellte Frage. In der Natur waren Höckerschwäne besonders betroffen. Doch tragen sie auch zur Verbreitung der Tierseuche bei? Versuche des FLI zeigen, dass Schwäne sehr empfänglich für das Virus sind. Infizierte Schwäne scheiden über mehrere Tage hohe Virusmengen aus; zu Beginn der Infektion sind die Tiere jedoch äußerlich gesund und können so den Erreger auch über kürzere Distanzen verbreiten. Andere Studien ergaben, dass beispielsweise Tauben zwar an „Vogelgrippe" erkranken und sterben können, aber zu wenig Virus ausscheiden, um andere Vögel zu infizieren.

Schweine, die generell für Influenzaviren empfänglich sind, ließen sich hingegen mit den zur Verfügung stehenden H5N1 Viren asiatischer Herkunft nicht infizieren. Auch Rinder und Hunde lassen sich nur schwer infizieren und scheiden kaum Virus aus. Im Gegensatz dazu sind Katzen hochempfänglich für das Virus, was auch durch den Fund von drei infizierten Katzen 2006 auf der Insel Rügen bestätigt wurde. Eigene Untersuchungen sowie die von holländischen Kollegen zeigten, dass Katzen ausreichend Virus ausscheiden, um andere Tiere anzustecken. Da der Mensch eng mit diesen Haustieren zusammen lebt, kann eine Infektion über diesen Weg nicht ausgeschlossen werden. Allerdings können Katzen mit einer abgetöteten (inaktivierten) Viruspräparation erfolgreich geimpft werden, zeigen dann nach der Infektion keine Krankheitssymptome und scheiden sehr viel weniger Virus aus als ungeimpfte Tiere. Im Notfall könnte durch eine solche Impfung also auch das Ansteckungsrisiko für Menschen gesenkt werden.

Schutz durch markierte Impfstoffe

Für Geflügel sind inaktivierte Impfstoffe weniger geeignet, da sie einzeln an jedes Tier mit einer Spritze verabreicht werden müssen, was bei den oft hohen Tierzahlen in der Geflügelhaltung sehr aufwändig ist. Außerdem erlauben es die meisten verfügbaren Impfstoffe nicht, geimpfte Tiere schnell und zuverlässig von infizierten Tieren zu unterscheiden, da beide weitgehend gleiche Antikörpermuster ausbilden. Das FLI entwickelt deshalb Prototypen von Markerimpfstoffen, die eine schnelle und zuverlässige Impfung von Hausgeflügel ermöglichen. Hierfür verwenden die Wissenschaftler abgeschwächte Impfviren, die selbst keine Krankheit verursachen, aber bereits in relativ geringen Dosen eine schützende Immunität induzieren und an große Tierzahlen über Augentropfen, Spray oder Trinkwasser einfach zu verabreichen sind (vgl. ForschungsReport 1/2006). Solche Impfviren werden als Träger (Vektor) für den für den Impfschutz wichtigsten Bestandteil des Vogelgrippevirus, das Oberflächenprotein Hämagglutinin, genutzt. Diese Impfstoffe werden nun in Zusammenarbeit mit der pharmazeutischen Industrie zur Marktreife entwickelt.

Bei vielen Projekten des FLI arbeiten die einzelnen Fachinstitute untereinander und zum Teil mit weiteren nationalen und internationalen Forschungseinrichtungen zusammen. Viele Ergebnisse aus den Forschungen zur „Vogelgrippe" sind auch für die Humanmedizin relevant, wenn es beispielsweise um Haustiere als mögliche Krankheitsüberträger geht. Die Tierseuche und Zoonose „Vogelgrippe" zeigt exemplarisch, wie eng Tiergesundheit und Gesundheit des Menschen zusammen hängen. Eine intensive Zusammenarbeit von Tier- und Humanmedizin ist daher notwendig: Es gibt nur „eine Gesundheit"! ■

» Info:

Informationen zu aktuellen Forschungsprojekten finden Sie im Internet unter www.fli.bund.de

Prof. Dr. Thomas C. Mettenleiter, Dipl.-Biol. Elke Reinking,
Friedrich-Loeffler-Institut, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit, Südufer 10, 17493 Greifswald-Insel Riems.
E-Mail: thomas.mettenleiter@fli.bund.de

Moderne Methoden für gesunde Pflanzen und sichere Produkte

Mykotoxine erkennen und verhindern

Georg F. Backhaus (Quedlinburg) und Cordula Gattermann (Braunschweig)

Ernährungs- und Qualitätsbewusstsein der Verbraucher sind in den vergangenen Jahren erheblich gestiegen. Die Verbraucher erwarten mit Recht pflanzliche Nahrungsmittel in hoher Qualität und ohne gesundheitlich bedenkliche Rückstände an Giftstoffen anthropogenen oder natürlichen Ursprungs. Zu den natürlich gebildeten Stoffen, die bei ihrer Aufnahme durch die Nahrung erhebliche gesundheitliche Risiken für die Gesundheit von Menschen und Tieren haben können, gehören giftige Stoffwechselprodukte pilzlicher Schadorganismen an Pflanzen, die Mykotoxine.

Die Risiken der Entstehung von Mykotoxinen und so auch der potenziellen Belastung des Erntegutes müssen frühzeitig erkannt und ausgeschlossen werden. Hierzu sind die vereinten Anstrengungen von Pflanzenzüchtung, Pflanzenbau und Pflanzenschutz sowie der modernen Analytik erforderlich. Die vernetzten wissenschaftlichen Arbeiten des Julius Kühn-Instituts (JKI) schaffen die Grundlage dafür, dass qualitativ hochwertige und gesunde Pflanzen sowie pflanzliche Produkte produziert und bereitgestellt werden (Abb. 1). Über das eigene Institut hinaus besteht in diesem Aufgabenfeld eine Zusammenarbeit mit dem Max Rubner-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel, im Hinblick auf den gesundheitlichen Verbraucherschutz im Ernährungsbereich und dem Friedrich-Loeffler-Institut, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit, im Hinblick auf die Vermeidung einer Mykotoxinbelastung von Futtermitteln.

Abb. 1: Gesundes Getreide – ein Anliegen der Forschung im JKI

Natürliche Gifte

Mykotoxine sind von Pilzen produzierte Stoffwechselprodukte, die zu gesundheitlichen Schädigungen beim Menschen und höheren Tieren führen können. Bisher wurden in der Literatur über 300 Mykotoxine beschrieben, die von mehr als 250 Pilzarten gebildet werden können. Einige Mykotoxine werden nur von bestimmten Arten, andere von vielen Arten unterschiedlicher Pilzgattungen gebildet. Mykotoxine weisen außerordentlich heterogene chemische Strukturen und unterschiedliche spezifische Toxizitäten auf. Zu den bedeutendsten Mykotoxinen in Nahrungs- und Futtermitteln zählen Aflatoxine, Ochratoxine, Ergotalkaloide, Fusariumtoxine, Patulin und Alternariatoxine. Im Allgemeinen sind Mykotoxine chemisch sehr stabil. Hohe Temperaturen, UV-Strahlung oder Sauerstoff führen deshalb zu keiner wesentlichen Verringerung der Konzentrationen.

Dass es sich bei der Mykotoxinbelastung von Lebens- und Futtermitteln um ein weltweites Problem handelt, wird anhand einer Schätzung der Food and Agriculture Organization (FAO) deutlich. Danach sind bis zu 25 % der Weltproduktion von Nahrungsmitteln mit Mykotoxinen kontaminiert. Besonders in heißen und feuchten Gebieten der Erde kommt es, begünstigt durch das dort vorherrschende Klima, zum Befall von Nüssen, Kaffee, Gewürzen, Ölsaaten und Trockenfrüchten mit Schimmelpilzen und damit zur Kontamination mit Mykotoxinen. Aber auch in gemäßigten Klimazonen treten Schimmelpilze auf, die vorwiegend Mais und Getreide befallen. Gemäß Schätzungen sind in ca. 20 % der Cerealienernte der EU messbare Konzentrationen an Mykotoxinen auffindbar.

Die Forschungsarbeiten im Julius Kühn-Institut zu Mykotoxinen und ihrer Vermeidung sind interdisziplinär ausgerichtet. Im Folgenden sind beispielhaft einige aktuelle Arbeiten aufgeführt.

Pilzsystematik und Mykotoxinproduktion

Neben den Pilzgattungen *Aspergillus* und *Penicillium* zählen insbesondere die Arten der Gattung *Fusarium* zu den bedeutendsten Mykotoxinbildnern. Alle drei Pilzgattungen sind weit verbreitet, was zum Auftreten der von ihnen gebildeten Mykotoxine in Lebens- und Futtermitteln unterschiedlichster Art und Herkunft führt. Sie gehören zu den wichtigsten pilzlichen Schadorganismen an Pflanzen oder pflanzlichen Ernteprodukten. Die Arten der Gattungen *Aspergillus* und *Penicillium* sind vor allem für Nachernte- und Lagerschäden verantwortlich und werden daher häufig als Lagerpilze bezeichnet. Demgegenüber werden Arten der Gattung *Fusarium* als Feldpilze charakterisiert, die auf oder in Pflanzen geeignete Bedingungen für ihre saprophytische oder parasitäre Lebensweise finden. Die Toxinbildung beginnt damit schon vor der Ernte und kann sich danach noch fortsetzen.

Die Gattung *Fusarium* ist seit mehreren Jahrzehnten sowohl in mykotoxikologischer als auch in taxonomischer Hinsicht Gegenstand intensiver Forschung. Taxonomische Studien, die die Ergebnisse möglichst vieler unterschiedlicher Bestimmungstechniken nutzen und damit eine einwandfreie Differenzierung von Arten ermöglichen, sind die Voraussetzung, um das Risiko einer natürlichen Kontamination von Lebensmitteln mit Mykotoxinen abzuschätzen.

Biologie der Mykotoxin bildenden Pilze

Für eine gezielte Bekämpfung von Toxin bildenden Organismen müssen Informationen zu den Ansprüchen der Schaderreger, den Infektionsmechanismen, den Infektionswegen und der Ausbreitung sowie dem Beginn der Toxinbildung bekannt sein. Sowohl für die *Fusarium*-Arten als auch für den Mutterkornpilz *Claviceps purpurea* und für *Alternaria*-Arten werden im JKI mykologische Untersuchungen durchgeführt. Für diese Studien werden fluoreszierende Arten verwendet, die einen genauen Nachweis der Infektion ermöglichen.

Nachweis von Mykotoxinen

Mykotoxine kommen in sehr geringen Konzentrationen vor, in denen sie aber trotzdem noch toxisch wirken können. Die Bestimmung von Mykotoxinen erfordert eine sehr arbeits- und kostenintensive Probenvorbereitung sowie aufwändige analytische Verfahren wie die Hochleistungs-Flüssigchromatographie in Kopplung mit der Massenspektroskopie (HPLC/MS-Kopplung, Abb. 2). Das JKI verfügt über die apparative Ausstattung, um auch kleinste Mengen an Mykotoxinen nachweisen zu können. Ein großes Problem bei der Bestimmung von Mykotoxinen ist deren inhomogene Verteilung in der Probe. So bilden sich in einer Probe, zum Beispiel von Getreidekörnern, häufig so genannte „Pilznester", die dazu führen können, dass sich bei einer nicht repräsentativen Probenahme falsche Analysenergebnisse ergeben.

Im Bereich der Landwirtschaft fallen insbesondere in der Erntezeit große Probenzahlen an, die in relativ kurzen Zeiträumen auf ihren Gehalt an Mykotoxinen analysiert werden müssen. Eine wichtige Aufgabe der Forschung besteht daher auch darin, Schnellmethoden zu entwickeln, die eine sichere Aussage über die Kontamination von Lebensmitteln mit Mykotoxinen bei einem großen Probenumfang er-

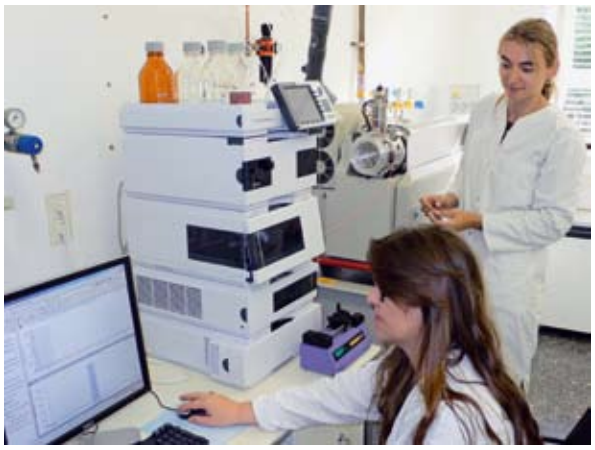


Abb. 2: Bestimmung von Mykotoxinen mit einem HPLC-Massenspektrometer

möglichen. Im JKI wurde im Rahmen von Arbeiten zur Verringerung des Mykotoxingehaltes von Weizen bei Befall mit Ährenfusariosen durch zuchtmethodische Verfahren eine HPLC/MS-Schnellmethode speziell für die Bestimmung des Fusariumtoxins Deoxynivalenol (DON) entwickelt, die als Voraussetzung für die Kalibration einer Nahinfrarot-Methode (NIR) dient. Auch die Probenvorbereitung hierfür wurde optimiert.
Doch im JKI werden nicht nur Mykotoxine im Getreide analysiert. Auch Untersuchungen zur Trockenfäule an Lagerkartoffeln im JKI belegen ein verstärktes Risiko der Kontamination mit Mykotoxinen, da einige Isolate des Erregers, *Fusarium sambucinum*, hohe Konzentrationen an Mykotoxinen im Kartoffelgewebe bilden können. Diese Mykotoxine wurden auch in angrenzenden unbefallenen Gewebeabschnitten nachgewiesen.

Strategien zur Vermeidung von Mykotoxinen

Der Befall der Kulturpflanzen mit Mykotoxinbildnern einerseits und die Belastung des Erntegutes mit Mykotoxinen andererseits hängen von vielen Einzelfaktoren ab. Die Witterung beeinflusst über die Feuchtigkeit das Vermehrungspotenzial der Pilze. Die Sorten sind unterschiedlich anfällig. Standortfaktoren und pflanzenbauliche Maßnahmen bestimmen über Vermehrung, Überdauerung und Neubefall durch die Pilze. Zudem stehen die Befallswerte nicht immer in enger Korrelation mit den Mykotoxingehalten im Erntegut. Hier besteht noch großer Forschungsbedarf.
Ein mehrjähriges Untersuchungsprogramm zum Vorkommen von Fusariumtoxinen im Erntegetreide Deutschlands ergab einen guten Überblick über die Belastungssituation des Getreides mit Mykotoxinen und ermöglichte eine Bewertung der Faktoren, die die Mykotoxinproduktion maßgeblich beeinflussen. Daraus konnten Strategien für die Praxis zur Risikominderung des Auftretens von Mykotoxinen im Getreide abgeleitet werden, die die Wahl geeigneter Sorten mit niedriger Fusariumanfälligkeit, die Vermeidung enger Fruchtfolgen mit hohem Mais und Getreideanteil, geeignete Bodenbearbeitung und die gezielte Anwendung wirksamer Fungizide umfassen.

Abb. 3: Der Mutterkornpilz Claviceps purpurea. Gesundheitliche Schädigungen durch die Stoffwechselprodukte dieses Pilzes können bis ins Mittelalter zurückverfolgt werden („Antoniusfeuer").

Abb. 4: Suche nach wertvollen Merkmalsgenen bei Getreide durch Evaluierung pflanzengenetischer Ressourcen

… durch Sortenresistenz

Die Resistenz von Kulturpflanzensorten gegenüber Mykotoxin bildenden Pilzen hat besondere Bedeutung für die Vermeidung von Mykotoxinen. Im JKI werden neue Getreidesorten kontinuierlich auf ihre Anfälligkeit untersucht. Diese Forschungsergebnisse bilden eine wertvolle Grundlage für die Sortenwahl.
Im Rahmen der Sortenbewertung für das Bundessortenamt werden derzeit deutsche Winterweizen- und Triticalesorten hinsichtlich ihrer Anfälligkeit gegen *Fusarium culmorum* und *F. graminearum* an sechs Standorten untersucht. Zur Beurteilung der genetischen Resistenz wird durch eine künstliche Inokulation ein hoher Befallsdruck erzeugt, der eine gute Differenzierung ermöglicht.
In begleitenden Untersuchungen wurde nachgewiesen, dass das Befallsrisiko bei langstrohigen Weizensorten geringer ist. Mit steigender Pflanzenlänge sinkt die Fusariumanfälligkeit der Sorten im derzeitigen Weizensortiment. Für die Züchter interessant waren auch Untersuchungen des JKI, die der Frage nachgingen, welche Rolle dem Blühverhalten von Winterweizensorten zukommt. Sie zeigten, dass die Infektionsgefahr mit Fusarien bei einer längeren Blühphase zunimmt.
Im Roggenanbau kann derzeit das Befallsrisiko mit dem Mutterkornpilz *Claviceps purpurea* (Abb. 3) nur durch den Anbau gering anfälliger Sorten minimiert werden. Durch die Ausweitung der Anbaufläche mit Populations- und Hybridsorten ist die Bewertung der Anfälligkeit der Sorten und Stämme im Rahmen der Sortenzulassung unverzichtbar.
Bei Mais führen starke Infektionen an Maiskolben zu einer erhöhten Belastung der Körner mit Trichothecenen und Fumonisinen. Um die Resistenz der Maissorten gegenüber den Fusarien zu bewerten, wurden Prüfmethoden entwickelt, validiert und bereits auf Praktikabilität getestet.
Eine zentrale Forschungsaktivität des Julius Kühn-Instituts ist es, pflanzengenetische Ressourcen auf ihre genetische Diversität und ihr Potenzial für die Züchtung von Nutzpflanzen zu untersuchen (Abb. 4). Mit Hilfe von DNA-Markern ist es möglich, wertvolle Erbfaktoren zu erkennen und markergestützt in die Kulturart einzukreuzen. So konnte zum Beispiel beim Roggen mit Hilfe von DNA-

Markern ein kleiner Genom-Abschnitt identifiziert werden, der aus exotischen Roggenformen stammt und eine hohe Pollenschüttung während der Roggenblüte fördert. Eine hohe Pollenschüttung wiederum wirkt dem Befall der Roggenblüten durch den Mutterkornpilz *Claviceps purpurea* entgegen. Damit sind die Grundlagen gelegt, um den Mutterkornbesatz des Erntegutes züchterisch – und somit bereits im Ansatz – drastisch zu reduzieren.

In Untersuchungen zur Reduzierung des Gehaltes an Fusariumtoxinen in Weizen mit einem genomischen Ansatz werden Ausgangsarten unseres heutigen Brotweizens – wie Einkorn oder Emmer – in Feldversuchen mit künstlicher Inokulation im Hinblick auf ihre Resistenzeigenschaften gegenüber *Fusarium culmorum* analysiert sowie der DON-Gehalt vielversprechender Genotypen bestimmt. Dabei wurde eine erhebliche genetische Variation der Resistenzeigenschaften insbesondere in *Triticum monococcum* festgestellt und es konnten Akzessionen mit hohem Resistenzniveau identifiziert werden (Abb. 5). Diese Herkünfte werden nun in Klimakammerversuchen hinsichtlich ihrer Resistenzeigenschaften untersucht. Sollten sich diese Resistenzeigenschaften bestätigen, werden molekulare Marker entwickelt, um diese Resistenzen markergestützt beschleunigt in den Brotweizen einzulagern (Abb. 6).

… durch pflanzenbauliche Maßnahmen

Bei konservierender Bodenbearbeitung können in den oberflächennah verbleibenden strohigen Pflanzenresten unter anderem Fusariumtoxine enthalten sein. Aktuelle Untersuchungsergebnisse zeigen, dass stark mit Fusarien belastetes Weizenstroh von dem Regenwurm *Lumbricus terrestris* als Primärzersetzer an Verrottungsprozessen schneller in den Boden eingearbeitet und zersetzt wird. Demnach leistet der Regenwurm mit seiner Abbauaktivität einen wichtigen Beitrag zur Minimierung des Infektionsrisikos. In Zusammenarbeit mit verschiedenen Partnern wird im JKI an der technischen Zerkleinerung befallener Ernterückstände zur Verbesserung der mikrobiellen Zersetzung gearbeitet. Vorbeugend könnte somit das Befallsrisiko für die Folgefrucht minimiert werden.

Aufgrund der großen Nachfrage durch neu errichtete Biogasanlagen nimmt der Maisanbau weiter zu. Mais als Vorfrucht zu Weizen übt jedoch einen stark infektionsfördernden Einfluss auf Fusarien aus, in dessen Folge der Mykotoxingehalt im Weizen steigt. Pfluglose Bodenbearbeitung steigert das Risiko, dass die Pilze den Winter auf der Stoppel überleben und schon frühzeitig die Folgekulturen infizieren. Geeignete Fruchtfolgen und Bodenbearbeitungsmaßnahmen leisten daher einen wichtigen Beitrag zur Vermeidung einer Mykotoxinbelastung im Erntegut.

… durch Pflanzenschutzmaßnahmen

Neben pflanzenbaulichen Maßnahmen kann durch die Anwendung von Fungiziden der Befall mit Fusarien gemindert werden. Insbesondere an Anbaustandorten mit befallsfördernden Einflussfaktoren wie Mulchsaat, Vorfrucht Mais oder beim Anbau einer anfälligen Sorte in Kombination mit Niederschlag zur Blüte stellt die Applikation von Pflanzenschutzmitteln die entscheidende Maßnahme zur Erzeugung verkehrsfähiger Rohware dar. Allerdings steht für die Fungizidanwendung nur ein Zeitfenster von fünf bis sieben Tagen zur Verfügung. Daher sind Prognosesysteme sehr wichtig. So kann der Zeitpunkt der Fungizidanwendung beispielsweise durch das Prognosemodell Fus-OPT optimiert werden. Darüber hinaus werden im JKI Effekte neuer Wirkstoffe und der Zusatz von Additiven zur verbesserten Wirkstoffaufnahme untersucht. Im Blickpunkt weiterer Bekämpfungsansätze im JKI steht die Nutzung von Mikroorganismen zur biologischen Kontrolle der Fusarien. Deren Praktikabilität wird in Kombination mit den in der Praxis durchgeführten Spritzfolgen getestet.

Für die Bekämpfung des Mutterkornpilzes *Claviceps purpurea* an Winterroggen ist derzeit kein Pflanzenschutzmittel zugelassen. Erste Untersuchungen im JKI zeigen Wirkungsgrade von bis zu 70 % für einige Wirkstoffe aus der Gruppe der Triazole und Strobilurine. ■

Präsident und Professor Dr. Georg F. Backhaus, Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Erwin-Baur-Straße 27, 06484 Quedlinburg.
WR Cordula Gattermann, Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Messeweg 11–12, 38104 Braunschweig.
E-Mail: cordula.gattermann@jki.bund.de

» Info:
Die Autoren danken allen Instituten des Julius Kühn-Instituts, die mit dem Thema Mykotoxine befasst sind, für ihre Unterstützung bei der Erstellung dieses Beitrags.

Abb. 5: Resistente und hochanfällige Genotypen von Einkorn (Triticum monococcum) im Feldversuch nach künstlicher Inokulation mit Fusarium culmorum

Abb. 6: Resistenz von Winterweizensorten gegenüber Ährenfusarien (links: anfällig; rechts: resistent)

Zwischen Abwanderung und regionalem Engagement

Lebensverhältnisse in ländlichen Räumen

Heinrich Becker und Andrea Moser (Braunschweig)

Die Entwicklung in den sehr verschiedenartigen ländlichen Räumen Deutschlands hängt neben den allgemeinen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen und Politikmaßnahmen stark von den Einstellungen der Akteure und der Bevölkerung in der jeweils konkreten Region ab. Diese wiederum werden wesentlich durch die tatsächlichen oder wahrgenommenen Lebensverhältnisse beeinflusst. Sie zu kennen ist eine wichtige Voraussetzung, um Politikmaßnahmen zur Entwicklung ländlicher Räume zielgerichtet konzipieren zu können. Das Institut für Ländliche Räume des Johann Heinrich von Thünen-Instituts (vTI) führt daher umfangreiche empirische Studien zu den Lebensverhältnissen in ländlichen Räumen durch.

Frauen in ländlichen Räumen

Die Perspektiven und Probleme von Frauen in ländlichen Räumen wurden in einem 2006 am Institut für Ländliche Räume abgeschlossenen Projekt eingehend untersucht. Dabei wurden in 15 Untersuchungspunkten, die sich über das gesamte Bundesgebiet verteilten, 1 168 Frauen im Alter von 18 bis 65 Jahren zu ihren Lebensverhältnissen interviewt, nach ihren Entfaltungschancen wie auch -hemmnissen gefragt, und um ihre Sicht regionaler Entwicklungswege gebeten. Mit diesen nach dem Prinzip der Stratifizierung zufällig ausgewählten Untersuchungspunkten sollte die Vielfalt ländlicher Lebensverhältnisse erfasst werden (s. Übersichtskarte). Im Folgenden werden einige ausgewählte Ergebnisse der Analyse zu den Lebensverhältnissen von Frauen in ländlichen Räumen vorgestellt.

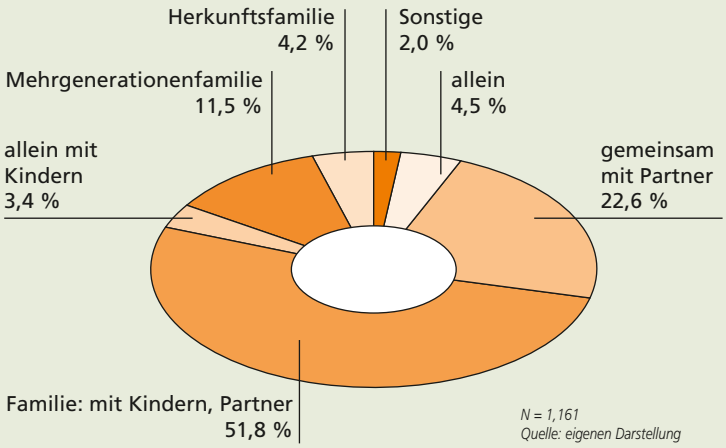
Zentral erscheint zunächst, dass aufgrund der großen sozialen Differenzierungen zwischen den Frauen in jeder der Untersuchungsgemeinden und der Unterschiede zwischen den einzelnen Gemeinden nicht von einheitlichen weiblichen Lebenssituationen gesprochen werden kann. Soziale Unterschiede werden besonders bei den Bildungsabschlüssen und den finanziellen Mitteln, über die die Frauen verfügen können, offensichtlich. Beide Aspekte bestimmen in großem Maße die Ausgangssituationen und Handlungsspielräume der Befragten.

Auf die Frage nach ihrer allgemeinen wirtschaftlichen Situation äußert sich der Großteil der Befragten trotz der auseinanderfallenden finanziellen Möglichkeiten zufrieden. Der Blick in die Zukunft ist dennoch von Sorgen und Existenzängsten geprägt. Dabei steht die Sorge um die Zukunft der eigenen Kinder im Vordergrund. Ob die Kinder und Jugendlichen in ihren Heimatorten bleiben oder dorthin zurückkehren, hängt maßgeblich von den gegenwärtigen und zukünftigen Bedingungen ab, hierüber sind sich die Befragten einig. Dort, wo Möglichkeiten der Zukunftsgestaltung fehlen, schulische Bildung, Ausbildungs- und Arbeitsplätze unzureichend sind, kommt es zu einer massiven Abwanderung der jungen Generation, die in den ostdeutschen Untersuchungspunkten bereits vorangeschritten ist, aber auch die Situation in einigen der westdeutschen Untersuchungspunkte kennzeichnet.

Neben den genannten sozialen Differenzierungen zeichnen zwei wesentliche Gemeinsamkeiten die Untersuchungsergebnisse wie auch die Lebenssituation von Frauen in ländlichen Räumen aus: eine hohe Familienorientierung, die sich auch in den tatsächlichen Lebensformen widerspiegelt, und eine starke Orientierung auf eine eigene Erwerbsarbeit, die (mittlerweile) wesentlicher Bestandteil weiblicher Rollenerwartungen und Lebensentwürfe ist. Die Erwerbsbeteiligung in dieser Untersuchung liegt bei rund 55 %. Eine Pluralisierung der Lebensformen, wie sie in städtischen Räumen das Nebeneinander vielfältiger Formen des Zusammenlebens beschreibt, ist hier weniger ausgeprägt. Vielmehr scheint der Wandel der Familien- und Haushaltsstrukturen in ländlichen Räumen und hier besonders in Dörfern deutlich anders zu verlaufen. Die vorherrschende Haushalts- und Familienstruktur verdichtet sich in allen Untersuchungspunkten im Zusammenleben in Kernfamilien (Abb. 1).

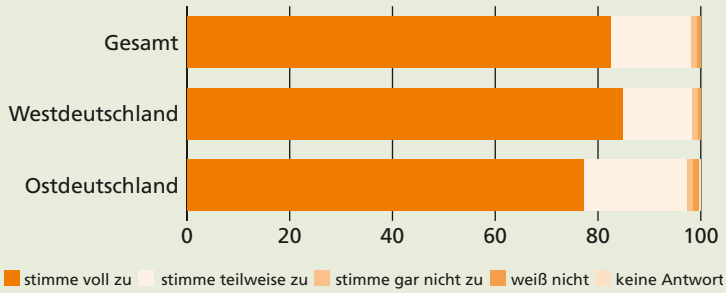
In den verschiedenen ländlichen Räumen stehen die befragten Frauen vor der besonderen Anforderung, ihre starke Ausrichtung auf ein Leben in Familie (Abb. 2) mit der gleichzeitig – besonders bei jungen Frauen – sehr hohen Bedeutung einer eigenen Berufstätigkeit zu vereinbaren (Abb. 3). Dabei erweisen sich die Befragten als „Meisterinnen ihres Lebens" und entwickeln individuelle und höchst kreative Lösungen.

Abb 1: Formen des Zusammenlebens



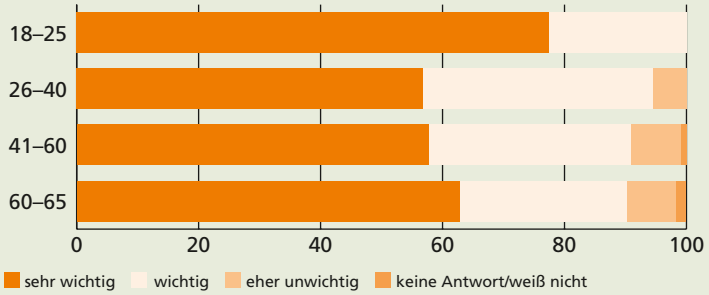
N = 1,161
Quelle: eigenen Darstellung

Abb. 2: „Die Familie steht an erster Stelle"



N = 1.168; N (West) = 797; N (Ost) = 371.
Quelle: Eigene Darstellung.

Abb. 3: Bedeutung einer eigenen Berufstätigkeit bezogen auf das Alter



N = 1.162
Quelle: Eigene Darstellung

Für das Handeln der Frauen, für ihre Gestaltungsmöglichkeiten und die zukünftige Entwicklung ihrer Wohnorte spielt das Vorhandensein von qualifizierten Arbeitsplätzen in Pendelentfernung eine zentrale Rolle. Alle anderen Aspekte der Lebensgestaltung ordnen sich dem nach. Angesichts der Entwicklungen innerhalb einer zunehmend globalisierten Wirtschaft, die auch die ländlichen Räume betreffen, sehen sich die befragten Frauen vor den gleichen Herausforderungen wie Männer. Dabei kommt den zentralen Orten und Kleinstädten ländlicher Regionen als Anker der regionalen Beschäftigung und Wirtschaft eine besondere Bedeutung zu.

Mobilität ist ein wesentliches Charakteristikum und prägendes Moment der Lebenssituation von Frauen in ländlichen Räumen. Die sich verschärfenden Anforderungen durch zunehmende Entfernungen zwischen Wohnorten und Arbeitsplätzen, durch Zentralisierungstendenzen wie auch durch die Verteuerung des Individualverkehrs lösen die bisherigen Vorteile von Dörfern in ländlichen Räumen als Wohnstandorte auf und setzen der Vereinbarkeit von Beruf und Familie enger werdende Grenzen.

Jugend in ländlichen Räumen

Die empirischen Untersuchungen zu den Lebensverhältnissen in ländlichen Räumen werden vom vTI durch das gegenwärtig beginnende Forschungsvorhaben „Jugend in ländlichen Räumen: zwischen Abwanderung und regionalem Engagement" fortgesetzt. Die Frage, ob Jugendliche aus ländlichen Räumen abwandern, weil sie ihre Entwicklungsvorstellungen dort tatsächlich oder vermeintlich nicht hinreichend realisieren können, oder ob sie sich in ihrer Region engagieren, ist für die Entwicklung ländlicher Räume, aber auch für die Gesellschaft insgesamt von hoher Relevanz. Ziel des Forschungsvorhabens ist es, das postulierte Spannungsverhältnis zwischen den Vorstellungen von Jugendlichen und jungen Erwachsenen über ihre Zukunft in ländlichen Räumen und den Möglichkeiten eben dieser Räume zu analysieren.

Ausgehend von den Lebensverhältnissen der Jugendlichen in ländlichen Räumen und deren Eigenwahrnehmung werden deren beruflichen und schulischen Entscheidungen wie auch deren Orientierungsmuster, Zukunftspläne, Einschätzungen zur Entwicklung der jeweiligen ländlichen Räume und ihre Partizipations- und Gestaltungsmöglichkeiten im Entwicklungsprozess erfasst. Die Ergebnisse der empirischen Analysen werden in Diskussionen mit Jugendlichen, regionalpolitischen Akteuren (Vertreter von Kommunen und Kreisen, der Arbeitsagentur, der Schulen usw.) und der interessierten Öffentlichkeit überprüft und mögliche Lösungsansätze für das genannte Spannungsverhältnis skizziert.

Die Jugendforschung in Deutschland ist zwar durch eine große Vielfalt an wissenschaftlichen Veröffentlichungen gekennzeichnet. Aus der Menge der empirischen Studien zur Jugend in Deutschland ragen die Shell-Jugendstudien und das deutsche Jugendsurvey heraus. Diese Untersuchungen liefern eine Vielzahl von interessanten Ergebnissen, die allerdings nicht nach Jugendlichen in ländlichen Räumen differenziert werden.

Das Forschungsprojekt „Jugend in ländlichen Räumen: Zwischen Abwanderung und regionalem Engagement" schließt damit eine Forschungslücke. Durch das verwendete Instrumentarium werden politische Handlungsfelder identifiziert, mit denen sich die Vorstellungen der Jugend besser mit den Möglichkeiten der ländlichen Räume in Übereinstimmung bringen lassen. Lösungsmöglichkeiten sollen in den Regionen diskutiert werden. Mit den Ergebnissen dieser Diskussionen leistet das Forschungsprojekt einen Beitrag zur Entwicklung der Politik für ländliche Räume.

Das Projekt beginnt im Frühjahr 2008. Nach 20 Monaten wird der erste Projektteil abgeschlossen sein. Eine zweite Projektphase mit der Einbeziehung weiterer Untersuchungsregionen wird angestrebt.

Fazit

Empirische Untersuchungen zu den Lebensverhältnissen in ländlichen Räumen liefern wichtige Erkenntnisse über individuelle Lebenseinstellungen und -zufriedenheit, über wahrgenommene Entwicklungschancen und -hemmnisse sowie über Faktoren, die Abwanderung oder regionales Engagement beeinflussen. Das Wissen hierüber ist eine wichtige Voraussetzung dafür, zukünftige Entwicklungen abschätzen und politische Maßnahmen zur ländlichen Entwicklung fundiert und differenziert konzipieren zu können. ■

Dr. Heinrich Becker, Dipl.-Ing. agr. Andrea Moser, Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Ländliche Räume, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig. E-Mail: heinrich.becker@vti.bund.de

M. Welling

Der Wurzelbildung auf der Spur

Ein integrierter Forschungsansatz zur Förderung der Jungpflanzenproduktion

Uwe Drüge, Klaus-Thomas Hänsch, und
Yvonne Klopotek (Erfurt), Philipp Franken (Großbeeren),
Sandra Lischewski und Bettina Hause (Halle),
Amir-Hossein Ahkami und
Mohammad-Reza Hajirezaei (Gatersleben)

Sobald die ersten wärmenden Sonnenstrahlen den Sommer nur erahnen lassen, strömen Millionen von Pflanzenliebhabern in die Geschäfte, um sich mit Beet- und Balkonpflanzen zu versorgen. Nur wenigen ist bekannt, mit welchem technologischen und logistischen Aufwand diese Pflanzen produziert werden. Etwa fünfzig Prozent der Zierpflanzen (Jahresumsatz in Deutschland ca. 6,5 Mrd. Euro) werden vegetativ über die Bewurzelung von Stecklingen vermehrt. Insbesondere wenn die Stecklinge an das Klima ferner Produktionsstandorte angepasst sind und vor der Bewurzelung um den halben Globus transportiert werden, ist die Bewurzelung unzureichend. Ein multidisziplinärer Forschungsansatz zu den molekularphysiologischen Grundlagen der Wurzelbildung soll neue Ansatzpunkte schaffen, um solchen Problemen besser begegnen zu können.

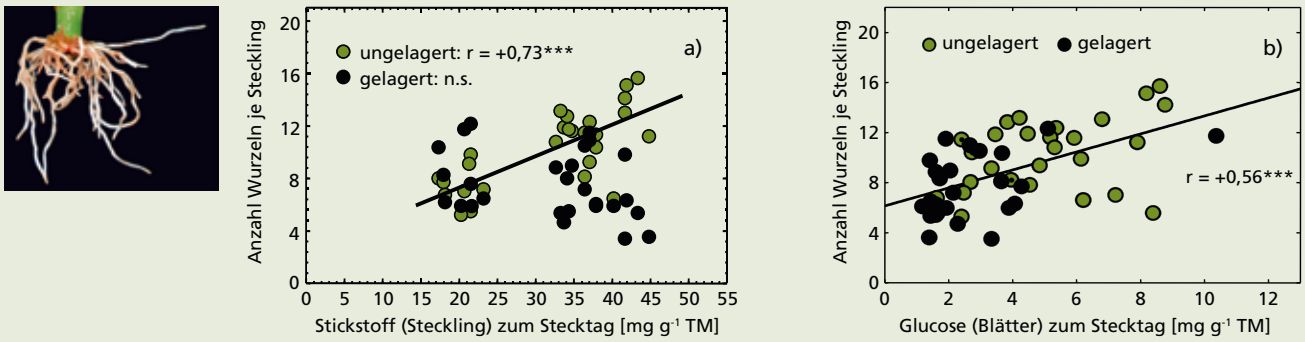
Stecklinge – in weniger als achtzig Stunden um die Welt

Die Bewurzelung der Stecklinge für die Beet- und Balkonpflanzenproduktion erfolgt während des Winters. Aufgrund der zu dieser Jahreszeit ungünstigen Lichtbedingungen in Mitteleuropa werden die Stecklinge überwiegend in klimatisch günstigeren Regionen wie Zentralafrika produziert. An einem solchen Mutterpflanzenstandort werden pro Tag bis zu 1,5 Millionen Stecklinge geerntet, in Kühlräumen zwischengelagert und anschließend per LKW und Luftfracht nach Mitteleuropa zur Bewurzelung transportiert. Wir konnten durch Erhebungen feststellen, dass sich der Transport über bis zu drei Tage erstreckt und die Stecklinge dabei erheblichen Temperaturschwankungen von 3–18 °C ausgesetzt sein können. Empfindliche Pflanzen wie die Pelargonie (Geranie) reagieren auf solch ungünstige Bedingungen mit Blattvergilbungen oder einer verzögerten Wurzelbildung. Hierdurch entstehen der Jungpflanzenproduktion erhebliche wirtschaftliche Verluste. Im Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ) möchten wir durch Aufklärung der beteiligten Mechanismen dazu beitragen, solche Verluste zu reduzieren.

Die Konditionierung beeinflusst die Bewurzelung

Wir haben uns seit einigen Jahren mit der Frage befasst, wie Stecklinge bereits vor der Ernte, das heißt über die Mutterpflanzenkultur, optimal auf die Phase der nachfolgenden Lagerung und Bewurzelung vorbereitet werden können. In Gegensatz zu der bis dato üblichen Lehrmeinung konnten wir für verschiedene Pflanzenarten feststellen, dass niedrige Stickstoffgehalte zu einer schlechteren Bewurzelung führen (Abb. 1a) – der Stickstoffgehalt in den Stecklingen

Abb. 1: Beziehung zwischen a) dem Stickstoffgehalt der Stecklinge und b) dem Glucosegehalt der Blätter zum Stecktermin und der Anzahl nachfolgend gebildeter Wurzeln. Pelargonie 'Isabell'. Lagerbedingungen: 1 Woche, 10 °C.



also die nachfolgende Bewurzelung begrenzt. Die Ursachen dieser Stickstoffwirkung sind bisher nicht bekannt. Diese N-Limitierung trifft jedoch nur dann zu, wenn die Stecklinge keinen Kohlenhydratmangel erleiden. Werden Stecklinge nach der Ernte gelagert, führt dies zu einer Kohlenhydratverarmung, die nach einer hohen Stickstoffversorgung besonders stark ausgeprägt ist. Je nach pflanzlichem Genotyp, der Gewöhnung der Stecklinge an die Lichtbedingungen des Produktionsstandortes („sonnenverwöhnte Stecklinge") und den aktuellen Lichtbedingungen während der Bewurzelung ist die Photosynthese während dieser Phase deutlich eingeschränkt. Unter solchen Umständen kann die Stickstofflimitierung der Bewurzelung „wegbrechen" (Abb. 1a) und durch eine Kohlenhydratlimitierung überlagert werden (Abb. 1b). Die genaue Rolle der Kohlenhydrate in diesem Zusammenhang ist jedoch weitgehend ungeklärt.

Arbuskuläre Mykorrhizapilze infizieren die Wurzeln von Wirtspflanzen und bilden mit Ihnen eine Symbiose, das heißt eine Wechselbeziehung von gegenseitigem Nutzen. Während die Pilze zum Beispiel zu einer besseren Nährstoffaufnahme der Pflanzen beitragen, stellt die Wirtspflanze dem Pilz die für sein Wachstum notwendigen Kohlenhydrate zur Verfügung. In Zusammenarbeit mit der Universität Hannover konnten wir zeigen, dass die Infektion von Mutterpflanzen mit arbuskulären Mykorrhizapilzen die Überlebensrate und Bewurzelungsfähigkeit der geernteten Stecklinge verbessern kann.

Offene Fragen erfordern integrierten Forschungsansatz

Die gefundenen Beziehungen haben den Jungpflanzenproduzenten bereits erste neue technologische Ansätze an die Hand gegeben. Für die Betriebe geht es jedoch zunehmend darum, auch „an den feinen Schrauben zu drehen". Hierzu ist ein vertieftes Verständnis der beteiligten Prozesse notwendig.

Ein entsprechender Forschungsansatz erforderte die Integration verschiedener Disziplinen an einem geeigneten Modellsystem. Entscheidendes Kriterium für die Auswahl der Modellpflanze war neben der Vermehrung über Stecklinge die Möglichkeit, moderne Methoden der Molekulargenetik ohne lange Vorlaufzeit integrieren zu können. Unter Förderung durch den Leibniz-Pakt für Forschung und Innovation konnten wir im Jahr 2006 ein Projekt initiieren, das die Petunie als Modellpflanze für die Aufklärung der molekularphysiologischen Zusammenhänge der Adventivwurzelbildung nutzt (Abb. 2).

Unter Federführung des IGZ werden an fünf Instituten unterschiedliche Methoden aus dem Bereich der Molekulargenetik, der pflanzlichen Biochemie, der Pflanzenphysiologie und der Histologie auf das Problem der Stecklingsbewurzelung ausgerichtet. In grundlagen-orientierten Teilprojekten wird in einem Standardsystem die Bedeutung bestimmter Prozesse für die Wurzelbildung untersucht. In anderen Teilprojekten wird geprüft, welcher dieser Prozesse bei den bereits angesprochenen Konditionierungseffekten durch Umweltfaktoren beteiligt ist.

Die Wurzelbildung als de novo Entwicklungsprozess

Die Neubildung von Wurzeln in Stecklingen ist ein komplizierter Entwicklungsprozess, bei dem zunächst bereits differenzierte, das

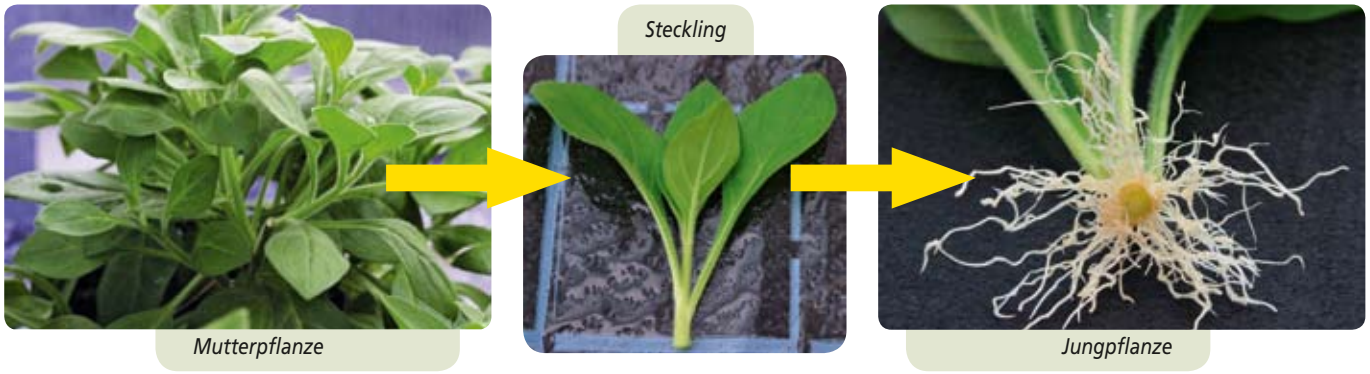


Abb. 2: Modellsystem Petunie: Von der Mutterpflanze über den Steckling zur bewurzelten Jungpflanze.

heißt in ihrer Funktion spezialisierte Zellen umprogrammiert werden. Diese durchlaufen danach verschiedene Entwicklungsphasen, um schließlich als neue Wurzel in Erscheinung zu treten. Eine Basis für alle weiteren Arbeiten bildete daher zunächst die mikroskopische Definition der einzelnen Entwicklungsstadien. Bei der untersuchten Sorte 'Mitchell' konnte drei Tage nach dem Stecken die erste Neubildung von Zellen beobachtet werden. Diese entwickelten sich innerhalb der nächsten 24 Stunden zu Wurzelmeristemen (Wurzelbildungsgewebe, Abb. 3a), die nach weiteren zwei Tagen differenzierte Wurzelanlagen bildeten (Abb. 3b). Nach insgesamt neun Tagen waren die ersten Wurzeln außen sichtbar.

Wichtige Rolle der Gene

Die Umprogrammierung der Zellen und das Durchlaufen der verschiedenen Entwicklungsphasen erfordert das An- und Abschalten bestimmter Gene. Diese Aktivitätsänderungen können durch die Analyse der Genexpression, also des Auftretens der entsprechenden mRNA (Boten-RNA) untersucht werden. Hierzu wird die gesamte mRNA eines Gewebes in eine komplementäre synthetische DNA (cDNA) umgeschrieben. Von dieser cDNA können dann einzelne Gene mit Hilfe der Polymerasekettenreaktion vervielfältigt und ihre Expression so nachgewiesen werden.

Neben diesen zielgerichteten Untersuchungen an ausgewählten Genen („targeted approach", siehe weitere Abschnitte) untersuchen wir die Expression aller während der Bewurzelung aktiver Gene („non-targeted approach"). Dies erforderte zunächst den Aufbau einer cDNA-Bank möglichst vieler Gene, die in der Sprossbasis der Stecklinge während der Bewurzelung angeschaltet werden. Durch Ansequenzierung der cDNAs (ca. 400–500 Basen) erhält man Kurzsequenzen, so genannte ESTs ("expressed sequence tags"), die die jeweiligen cDNAs und somit die Gene, von denen die cDNAs stammen, hinreichend charakterisieren. Wir haben eine EST-Datenbank erstellt, die rund 4.700 ESTs umfasst. Hierbei konnten wir etwa 3.000 Gene identifizieren und zum Teil verschiedenen Bereichen des pflanzlichen Stoffwechsels zuordnen (Abb. 4).

Aktuell untersuchen wir mit Hilfe von Microarrays die Expression dieser Gene während der einzelnen Abschnitte der Wurzelbildung. Neben dem Einsatz gentechnologisch veränderter Pflanzen für die Prüfung der Bedeutung einzelner Gene und dazugehöriger Stoffwechselbereiche nutzen wir eine Mutantenlinie der Petunie, die in ihrem Genom Transposons, so genannte springende Gene, aufweist

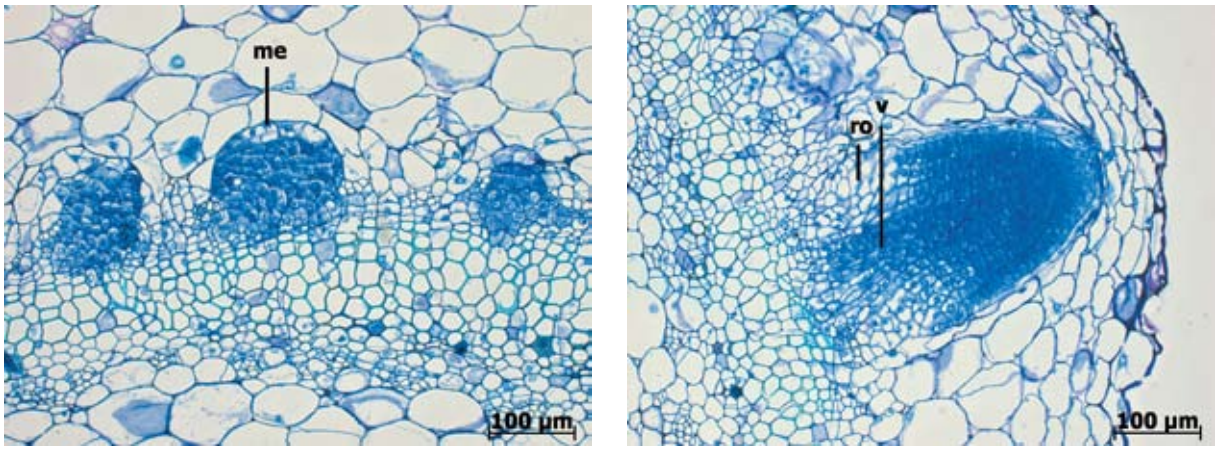


Abb. 3: Anatomie der Adventivwurzelbildung in Petunia hybr. 'Mitchell' a) 4 Tage und b) 6 Tage nach dem Stecklingsschnitt. me = Meristem, ro = Wurzelrinde, v = Gefäßbündel.

Abb. 4: Zuordnung der insgesamt 607 von ca. 4700 ETSs zu einzelnen Stoffwechselwegen (KEGG superpathway, http://www.genome.jp/kegg). Sprossbasis *Petunia hybr.* 'Mitchell' während der Wurzelbildung.

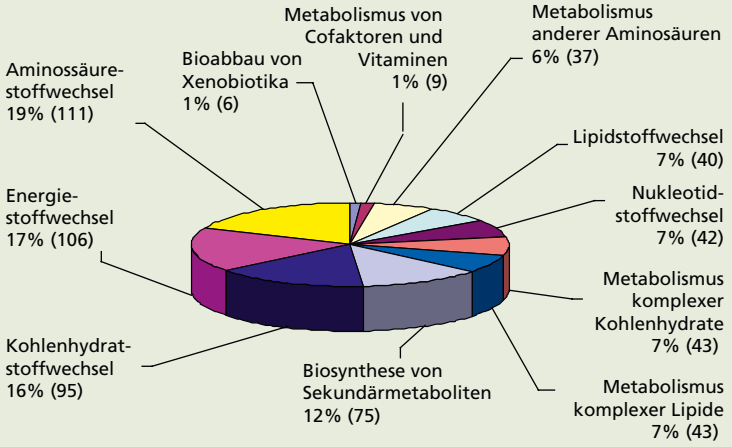
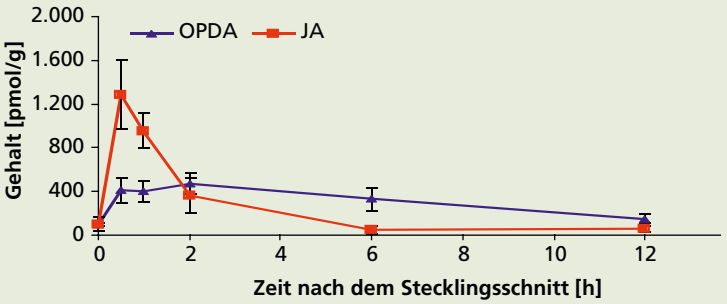


Abb. 5: Blüte der Mutantenlinie *Petunia hybr.* W138. Unterschiedlich gefärbte Bereiche beruhen auf Transposon-Insertionen in Genen für die Farbstoffbiosynthese.

Foto: Martin Olivi, Universität Köln

(Abb. 5). Während der Zellteilung können diese mobilen DNA-Abschnitte in andere Gene integriert werden und deren Funktion ausschalten. Über ein Screening dieser Mutantenlinie bezüglich der Wurzelbildung wollen wir neue Wurzelphänotypen finden und die hierfür relevanten Gene identifizieren.

Abb. 6: Konzentrationen von Jasmonsäure (JA) und deren Vorstufe OPDA in der Sprossbasis von *Petunia hybr.* 'Mitchell' in der frühen Phase nach dem Stecklingsschnitt. Fehlerbalken: Standardabweichung.



Pflanzliche Hormone als Schlüsselfaktoren

Das Abschneiden der Stecklinge von der Mutterpflanze hat zur Folge, dass der junge Spross aus dem Gesamtverbund der Pflanze isoliert und an der Schnittstelle verwundet wird. Offenbar ist beides notwendig, um die Neubildung der Wurzeln zu initiieren. Pflanzliche Hormone (Phytohormone) sind hierbei als Regulatoren wesentlich beteiligt. In dem Projekt konzentrieren wir uns vorrangig auf zwei Phytohormone. Auxine – im Wesentlichen die freie Indol-3-essigsäure (IES) – akkumulieren wenige Stunden nach dem Abschneiden in der Sprossbasis und sind bei der Auslösung der frühen Ereignisse der Wurzelbildung ursächlich beteiligt. Mit Hilfe der Gaschromatographie/Massenspektrometrie untersuchen wir zurzeit den Einfluss der Stickstoffversorgung auf die IES-Konzentration in der Stecklingsbasis.

Mit der gleichen Methode wird die Jasmonsäure untersucht. Obwohl Jasmonsäure eine wesentliche Rolle bei der Reaktion von Pflanzen auf Verwundung spielt, war die Beziehung zwischen diesem Phytohormon und der Wurzelbildung in Stecklingen bisher nahezu ungeklärt. Wir konnten feststellen, dass der Stecklingsschnitt bereits nach einer Stunde zu einem enormen Anstieg der Jasmonsäurekonzentration in der Sprossbasis führt (Abb. 6). Die Untersuchung der für die Jasmonsäuresynthese verantwortlichen Enzyme und Gene sowie die Nutzung gentechnologisch veränderter Pflanzen mit modifizierter Syntheseleistung sollen Aufschluss darüber geben, wie der Gehalt der Jasmonsäure reguliert wird und ob die Veränderungen der Jasmonsäure ursächlich bei der Wurzelbildung beteiligt sind.

Bedeutung des Kohlenhydratstoffwechsels

Unter Betrachtung der relevanten Enzymsysteme, des gesamten Metabolitspektrums des Primärstoffwechsels und der Expression der Gene von Schlüsselenzymen wird untersucht, inwieweit Veränderungen des Kohlenhydrathaushaltes bei der Wurzelbildung in Petunie beteiligt sind. Die bisherigen Ergebnisse zeigen deutliche Reaktionen bereits vor dem ersten Auftreten mikroskopisch sichtbarer Veränderungen. So steigt bereits wenige Stunden nach dem Stecklingsschnitt die Expression des Gens einer in der Zellwand lokalisierten Invertase, welche Saccharose als Haupttransportform der Zucker in Glucose und Fructose spaltet, an (Abb. 7a). Gleichzeitig steigt die Expression des Gens für einen Zuckertransporter, der Glucose und Fructose in das Cytoplasma transportiert (Abb. 7b). Beide Ereignisse zeigen eine frühe Bereitstellung der Zucker für die Wurzelbildung und werden möglicherweise durch den höheren Gehalt an Jasmonsäure (vgl. Abb. 6) reguliert. Die kausale Bedeutung dieser Prozesse für die Wurzelbildung soll durch Einbeziehung gentechnologisch veränderter Pflanzen, die Defekte in den betreffenden Stoffwechselbereichen aufweisen, geprüft werden.

Lagerung kann Bewurzelung verbessern!

Entgegen unserer Erwartung führte die Stecklingslagerung der Petunie cv. 'Mitchell' nicht zu einer Beeinträchtigung, sondern zu einer dramatischen Steigerung der Bewurzelung. Dies wurde in diesem Ausmaß bisher bei keiner anderen Pflanzenart beobachtet. Die Bewurzelungszeit wurde nicht nur um eine Woche verkürzt, sondern gleichzeitig wurde auch die Intensität der Bewurzelung gesteigert (Abb. 8). Erste Untersuchungen dieses Phänomens deuten darauf hin, dass gelagerte Stecklinge in der frühen Phase der Bewurzelung mehr Kohlenhydrate in Richtung Sprossbasis mobilisieren.
Wir hoffen, dass die weitere Aufklärung der molekularphysiologischen Zusammenhänge dieser Prozesse zu einer Optimierung der Vermehrungsverfahren auch für andere Pflanzenarten beiträgt und ebenfalls neue Ansätze für die Züchtung eröffnet. ■

Das Projekt wird durch den Leibniz-Pakt für Forschung und Innovation der WGL gefördert.

Abb. 8: Einfluss der Dunkellagerung (1 Woche, 10 °C) auf die Bewurzelung von *Petunia hybr.* 'Mitchell'. Fehlerbalken: Vertrauensbereiche 95 %.

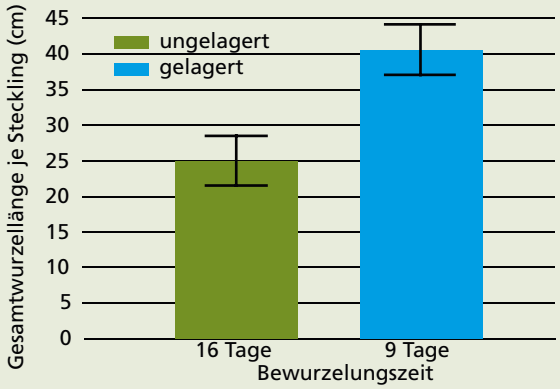
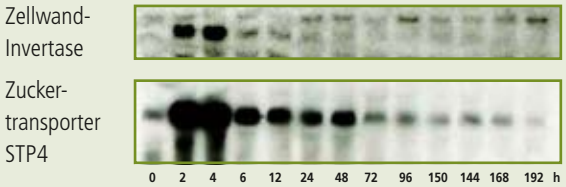


Abb. 7: Expression der Gene für eine Zellwandinvertase und den Zuckertransporter STP4 im zeitlichen Verlauf der Bewurzelung von *Petunia hybr.* 'Mitchell'. Northern Blot Analyse der mRNA Akkumulierung.



Dr. Uwe Drüge, Dr. Klaus-Thomas Hänsch, Yvonne Klopotek und PD Dr. Philipp Franken, Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Erfurt & Großbeeren, Kühnhäuser Str. 101, 99189 Erfurt-Kühnhausen. E-Mail: druege@erfurt.igzev.de
Sandra Lischewski und PD Dr. Bettina Hause, Leibniz-Institut für Pflanzenbiochemie, Weinberg 3, 06120 Halle (Saale).
Amir-Hossein Ahkami und Dr. Mohammad-Reza Hajirezaei, Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK), Corrensstraße 3, 06466 Gatersleben.

Mit HighTech zur Eutergesundheit

Forschungsverbünde untersuchen immunologische Schutzmechanismen des Euters des Rindes und deren genetische Grundlagen

Hans-Martin Seyfert, Christa Kühn und Manfred Schwerin (Dummerstorf)

Entzündungen des Euters (Mastitis) sind seit Jahrzehnten die häufigste und teuerste Krankheitsursache beim Milchrind. Zwei unterschiedliche deutsche Forschungsnetze, die beide vom Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere (FBN) koordiniert werden, suchen nach neuen Lösungswegen aus dieser Problematik.

Der vom Bundesministerium für Bildung und Forschung sowie dem Forschungsverbund Biotechnologie e. V. geförderte MAS-Net-Verbund (im nationalen Forschungsprogramm „FUGATO") untersucht die molekularen Ursachen, die zu einer unterschiedlichen genetischen Anfälligkeit gegenüber Euterinfektionen führen. Damit soll ein züchterischer Beitrag zur Verbesserung der Eutergesundheit beim Rind möglich werden.
Die von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderte Forschergruppe FOR585 untersucht die immunphysiologischen Prinzipien der Pathogenabwehr im Euter, um neue Wege der Prophylaxe zu finden.
Beide Gruppen setzen modernste Methoden der strukturellen und funktionalen Genomanalyse ein.

Eine häufige und teure Krankheit

Die Mastitis der Kuh ist die teuerste Einzelerkrankung des Rindes in der Milchwirtschaft. Jährlich erkranken etwa 30 % der Kühe an einer Mastitis – die Kosten belaufen sich auf mindestens 200 Euro je Krankheitsfall. Beim Rind werden die Infektionen durch ein Spektrum unterschiedlicher Bakterien und Pilze hervorgerufen. Verschiedene Erreger führen zu unterschiedlichem Krankheitsverlauf. Gram-positive Erreger, besonders *Staphylococcus aureus*, führen oft zu subklinisch verlaufenden, chronischen Infektionen, bei denen sich die Erreger in das Drüsengewebe einnisten. Diese chronischen Infektionen verursachen etwa 80 % der wirtschaftlichen Gesamtschäden und bilden aufgrund möglicher Antibiotika-Rückstände in der Milch auch ein Problem für die Lebensmittelsicherheit. Gram-negative Erreger, wie der Artenkreis von *Escherichia coli*, führen hingegen meist zu heftigen Entzündungen des Euters der Kuh (Abb. 1). Die immunbiologischen Hintergründe für den Pathogen-spezifischen Krankheitsverlauf sind völlig unklar.

Mastitis beeinflusst Ertrag und Qualität der Milch

Mastitis mindert den Milchertrag. Bei schweren Entzündungen geht sie mit völligem Rückgang der Milchproduktion, Fieber und Schmerzen bei den Kühen einher. Aber auch milde verlaufende, chronische Entzündungen führen zur Ertragsminderung.
Darüber hinaus vermindern Entzündungen in der Milchdrüse auch die Qualität der Milch. Abwehrstoffe aus der Blutbahn gelangen in die Milchdrüse und in das Milch-bildende Gewebe. Dadurch werden das Aussehen, der pH-Wert, der Geschmack, die Verarbeitungseigenschaften und auch die Haltbarkeit der Milch beeinträchtigt. Zusätzlich werden auch Abwehrzellen in die Milch „gelockt". Dadurch

steigt die Anzahl der körpereigenen Zellen von weniger als 100 000 Zellen je ml Milch kräftig an und erreicht bei akuten Entzündungen oft Werte zwischen 1 bis 10 Millionen Zellen je ml Milch. Deshalb wird der Zellgehalt der Milch routinemäßig gemessen und dient auch als Qualitätsparameter für das Produkt. Steigt die Zellzahl über 400 000 Zellen je ml Milch, so sinkt der Erlös aufgrund geminderter Auszahlungspreise für den Rohstoff Milch.

Weder Züchtung noch Vakzinierung erfolgreich

Die Häufigkeit der Mastitis-Erkrankungen hat sich über Jahrzehnte in Deutschland nur wenig verändert. Zwar zahlt sich verbesserte Melkhygiene aus, weil dadurch der Infektionsdruck gemindert wird, aber dennoch ist das Infektionsrisiko auch heute noch etwa so hoch wie vor zwanzig Jahren.
Resistenzzüchtungen gegen die Mastitis waren bislang nicht erfolgreich. Wenn man bedenkt, wie stark der Infektionsdruck von den Haltungs- und Melkbedingungen abhängt, und noch die Vielfalt der Mastitis auslösenden Pathogene hinzu nimmt, dann wird verständlich, weshalb es schwierig ist, die Eutergesundheit in der Milchrindpopulation durch züchterische Mittel zu verbessern.
Es ist verschiedentlich versucht worden, die Kühe durch Impfungen mit inaktivierten Keimen gegen Neuinfektionen zu schützen, bislang aber ohne durchschlagenden Erfolg. Wir beginnen erst jetzt, die Gründe hierfür zu verstehen.

Abb. 1: Kühe mit (rechts) und ohne (links) Mastitis. Infektionsexperimente mit asservierten Bakterienstämmen (hier mit einem Escherichia coli-Stamm) sind zur Erstellung aussagekräftiger Versuchsbedingungen unabdingbar.

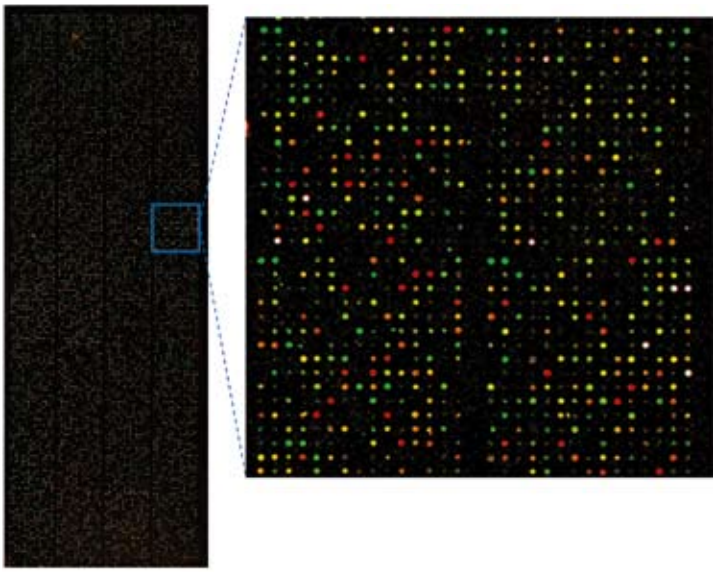


Abb. 2: DNA-Mikroarray: 18.000 Gene auf einem Träger. RNA von infizierten (grün) und nicht infizierten Kontroll-Eutern (rot) wurde gemischt und über Nacht auf den Rinder-DNA-Chip hybridisiert. Die Signalstärken der einzelnen ‚Spots' spiegeln die Menge der jeweiligen RNA wider.

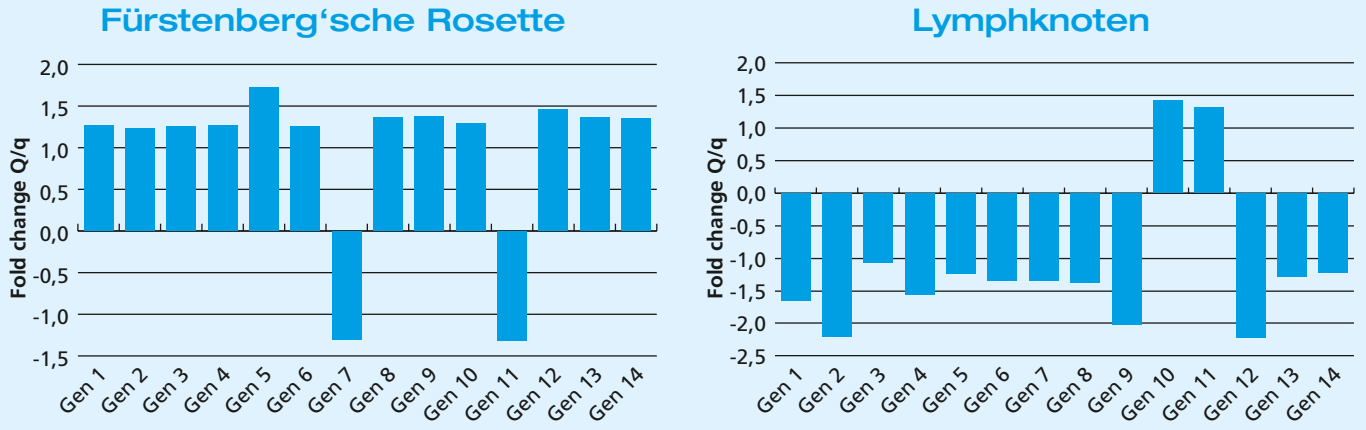
Genomsequenzierung als Basis für neue Forschungsansätze

Seit wenigen Jahren ist die vollständige Sequenz des Genoms der Kuh weitgehend verfügbar. Darauf aufbauend sind mit den DNA-Chips analytische Hilfsmittel entwickelt worden, die es ermöglichen, in einer Gewebeprobe alle bestimmten Situationen (z.B. „gesund" vs. „krank") oder Genotypen (z.B. „resistent" vs. „empfindlich") gleichzeitig zu ermitteln (Abb. 2). Neben diesen Verfahren der „Transkriptomanalyse" sind auch die Verfahren der „Proteomanalyse" entwickelt worden, mit denen die Gesamtheit der Proteine in einer Gewebeprobe erfasst werden. Weitere holistische Verfahren sind hinzugekommen.
Dies bietet ungeahnte Möglichkeiten. Bisher nahm man nur einen recht eingeschränkten Blick auf das Abwehrgeschehen im Euter wahr. Mit den neuen Methoden der holistischen Analysen ist es möglich, das Abwehrgeschehen unvoreingenommen zu analysieren.

MAS-Net: Die Suche nach Mastitis-Resistenzgenen

Die neuen Technologien der Genomanalyse und innovative statistische Modelle eröffnen die Möglichkeit, molekulargenetische Informationen mit konventionellen Zuchtmethoden im Rahmen einer Marker-assistierten-Selektion (MAS) zu verbinden. Voraussetzung ist jedoch, dass der genetische Hintergrund des unterschiedlichen Abwehrvermögens der Tiere gegenüber Mastitis bekannt ist. Die-

Abb. 3: Gene, die in der DNA-Chip-Hybridisierung der beiden Eutergewebe Fürstenberg'sche Rosette und Lymphknoten unterschiedliche Expression zwischen gesunden laktierenden Färsen mit hoher bzw. geringer Mastistisanfälligkeit zeigen.



ses Wissen wird in dem Verbundprojekt „MAS-Net" erarbeitet. In diesem Forschungsnetzwerk arbeiten insgesamt zehn Forschergruppen aus fünf deutschen Universitäten, zwei außeruniversitären Forschungseinrichtungen und einem Rechenzentrum der Wirtschaft eng zusammen.

Frühere Ergebnisse hatten gezeigt, dass es auf verschiedenen Chromosomen des Rindes Bereiche gibt, die offensichtlich für ein unterschiedliches Abwehrvermögen gegenüber Mastitis verantwortlich sind. Interessanterweise beeinflussen diese Regionen aber auch andere Merkmale wie zum Beispiel den Milchfluss oder das Temperament der Tiere. Ist das Zufall oder liegt hier ein Schlüssel für die Mechanismen, mit denen sich eine Kuh gegen das Eindringen von Keimen in die Milchdrüse wehren kann? Dies wird im Projekt ergebnisoffen geprüft.

Studien über die grundlegenden Mechanismen der Mastitis haben häufig als Versuchsansatz den Vergleich „gesund/erkrankt". Kernstück des MAS-Net-Projekts sind hingegen gesunde Rinder, die sich in ihrer Veranlagung, an Mastitis zu erkranken, deutlich unterscheiden, obwohl sie eng verwandt sind. Im MAS-Net-Projekt ist es damit erstmals möglich, Tiere, die sich nur in ihrem Abwehrvermögen gegenüber Mastitis unterscheiden, noch vor der tatsächlichen Erkrankung zu vergleichen und durch gezielte Inokulation mit Mastitiserregern die Mechanismen zu identifizieren, die der unterschiedlichen Mastitisempfindlichkeit zu Grunde liegen.

Erste Untersuchungen zeigten, dass sich die Gruppen besonders anfälliger und besonders unempfänglicher Tiere unter identischen Umweltbedingungen in dem Merkmal „Anzahl Körperzellen in der Milch" deutlich unterschieden: Tiere, deren Markerformation auf eine genetisch bedingt höhere Abwehrfähigkeit gegenüber Mastitis hinwies, zeigten eine signifikant niedrigere Zellzahl in der Milch als Tiere aus der Gruppe, für die aus den Markerinformationen eine hohe Empfänglichkeit gegenüber Mastitis vorausgesagt worden war. Da bekannt ist, dass eine enge genetische Beziehung zwischen einem erhöhten Zellgehalt in der Milch und der Anfälligkeit gegenüber Mastitis besteht, deutet dieses Ergebnis darauf hin, dass die Vorauswahl der Tiere anhand von Markerprototypen erfolgreich war. Zudem wurde beobachtet, dass sich die beiden Gruppen nur unwesentlich in der Milchleistung unterschieden. Damit sind bereits die im Forschungsprojekt eingesetzten indirekten genetischen Marker auch für die tierzüchterische Praxis von großem Interesse.

Mit den gegenüber Mastitis besonders wenig anfälligen und besonders stark anfälligen, aber noch klinisch gesunden Kühen stehen für die weiteren Untersuchungen hochinformative Tiere zur Verfügung, welche die Entwicklung eines verbesserten, familienunabhängigen Gentests für Eutergesundheit ermöglichen. In ersten Untersuchungen der gesunden, jedoch hinsichtlich Eutergesundheit unterschiedlich veranlagten Färsen ergaben sich bereits Hinweise auf mögliche funktionale Hintergründe dieser unterschiedlichen Veranlagung. So wurden vergleichende Transkriptom-Analysen von fünf verschiedenen, mit dem Erregereintritt bzw. der Erregerabwehr verbundenen Eutergeweben (Zitzenkanal, Fürstenberg'sche Rosette, Drüsenzisterne, Parenchym, Lymphknoten) durchgeführt. Tiere, deren Markerinformation auf eine genetisch bedingt höhere Abwehrfähigkeit hinweist, hatten eine signifikant größere Anzahl immunrelevanter Gene mit höherem Expressionsniveau in der Fürstenberg'schen Rosette als Tiere, für die eine hohe Empfänglichkeit gegenüber Mastitis vorausgesagt worden war (Abb. 3). Die Fürstenberg'sche Rosette am Übergang des Zitzenkanals zur Zisterne ist der erste Ort der immunzellulären Abwehr im Euter. Eine erhöhte Erregerabwehr in diesem Bereich der Zitzenzisterne könnte auch indirekt mit der beobachteten geringeren Immunreaktivität in den nachgeordneten Lymphknoten des Euters in Beziehung stehen. Gegenwärtig werden die Gene, die den betroffenen Regelkreisen des Immunsystems zuzuordnen sind und die sich in der Region der eingesetzten indirekten

genetischen Marker befinden, auf merkmalsassoziierte Varianten hin untersucht. Vor dem breiten Einsatz in der Rinderzucht müssen solche Genvarianten dann noch einen Test in mehreren unabhängigen Rinderpopulationen bestehen, um sicherzustellen, dass sie wirklich eine Beziehung zur genetisch bedingt unterschiedlichen Abwehrfähigkeit gegenüber Mastitis besitzen.

FOR585: Pathogen-spezifische Abwehrmechanismen

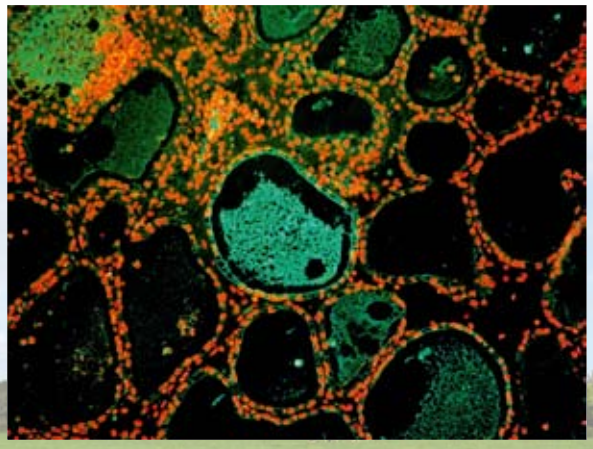
Dieser interdisziplinäre Forscherverbund untersucht Pathogen-spezifische Abwehrmechanismen der Milchdrüse sowie spezifische Virulenzmechanismen und -gene bedeutsamer Mastitiserreger. Kliniker der Universität München arbeiten zusammen mit Immunologen, Molekularbiologen, Biochemikern und Mikrobiologen, um die Regulation des Abwehrgeschehens im Euter der Kuh zu analysieren. Der Einsatz der modernen holistischen Verfahren der Transkriptom- und Proteomanalyse erfordert den Einsatz bestmöglich standardisierter Infektionsmodelle und Zellkultursysteme. Hierfür werden die Euter von gesunden, laktierenden Kühen mit Bakterienstämmen infiziert, die von Mastitis-erkrankten Eutern (vgl. Abb. 1) isoliert wurden. Neben diesem in vivo Infektionsmodell werden auch Molekülmuster der Pathogene charakterisiert, um einen Einblick in die Infektionsstrategien verschiedener Mastitiserreger zu gewinnen.
Hierfür isolieren die Biochemiker jene Moleküle der Bakterien, die von der Kuh als Pathogen-Signal erkannt werden. Diese Moleküle werden dann hinsichtlich ihres Aktivierungspotentials zur Stimulation der mammären Immunabwehr überprüft. Dafür werden sie in das Euter gesunder Kühe infundiert und ihre immunstimulatorische Wirkung gemessen. Feinanalysen der Modulation dieser immunstimulatorischen Eigenschaften dieser Moleküle werden auch in Gewebekulturen von Milch-bildenden Zellen durchgeführt. Besonderes Interesse gilt der Frage, wie bestimmte Arten von entzündungsauslösenden Bakterien die Immunabwehr des Euters umgehen und über lange Zeit als chronische Infektion im Euter persistieren können. Ein Verständnis dieser Mechanismen wäre eine wichtige Voraussetzung, um Abhilfe gegen subklinische, chronische Mastitis schaffen zu können.
Ziel der Untersuchungen ist es zunächst, ein möglichst umfangreiches Kataster von Mastitis-relevanten Genen des Rindes zu erstellen und das Zusammenwirken von Genprodukten im Hinblick auf Abwehrmechanismen in der Milchdrüse aufzudecken. Das Verständnis der molekularen Grundlagen von Infektions- und frühen Abwehrmechanismen in der Milchdrüse dient auch als Grundlage für die Definition neuer Parameter für das Merkmal ‚Eutergesundheit'. Darüber hinaus können die Erkenntnisse auch zur Entwicklung neuer diagnostischer und therapeutischer Ansätze für den Krankheitskomplex Mastitis führen.
Erste Ergebnisse dieses Forschungsverbundes zeigen, dass ein *Staphylococcus aureus*-Stamm, der subklinische Mastitis verursacht, die Immunabwehr im Euter dadurch behindert, dass er die Aktivierung des Faktors NF-KB blockiert, einem wohlbekannten Hauptfaktor der Aktivierung von Immunschutz-Genen. Dieser *Staphylococcus aureus-Keim* kann die normalerweise nach einer Infektion erfolgende Synthese von keimtötenden Peptiden in der Milchdrüse unterbinden (Abb. 4).
Dieses Ergebnis gestattet nun, sehr gezielt nach jenen Mechanismen zu suchen, die für diese Blockade der Immunantwort verantwortlich sind. Möglicherweise bieten die hierfür verantwortlichen Mechanismen neue molekulare Ziele für innovative Therapieansätze.

Licht am Ende des Tunnels

Wenn auch trotz züchterischer und verbesserter veterinärhygienischer Maßnahmen die Häufigkeit der Mastitiserkrankungen in Deutschland in den letzten Jahrzehnten kaum abgenommen hat, ist dennoch zu erwarten, dass die Ergebnisse der beiden komplementären Forschungsansätze zur Minderung der Infektionshäufigkeit des Euters von Kühen beitragen werden. Identifizierte merkmalsassoziierte Genvarianten werden nach erfolgreicher Testung in unabhängigen Rinderpopulationen die Möglichkeit eröffnen, die Eutergesundheit beim Rind effizient durch Zucht zu verbessern.
Darüber hinaus hoffen die Forscher, dem Milcherzeuger Hinweise für verbesserte Prophylaxe, Diagnose und Therapie von Euterinfektionen an die Hand geben zu können. ■

Prof. Dr. Hans-Martin Seyfert, PD Dr. Christa Kühn, Prof. Dr. Manfred Schwerin, Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere (FBN), Wilhelm-Stahl-Allee 2, 18196 Dummerstorf.
E-Mail: seyfert@fbn-dummerstorf.de

Abb. 4: Pathogene induzieren die Synthese von bakteriziden Peptiden. Gewebeschnitt eines mit E. coli infizierten Euters. Das Lingual Antibakterial Peptide (LAP) ist mit einem polyklonalen Antikörper grün sichtbar gemacht worden. Zellkerne erscheinen rot.



Hohe Agrarpreise: Traum oder Alptraum für die Landwirtschaft?

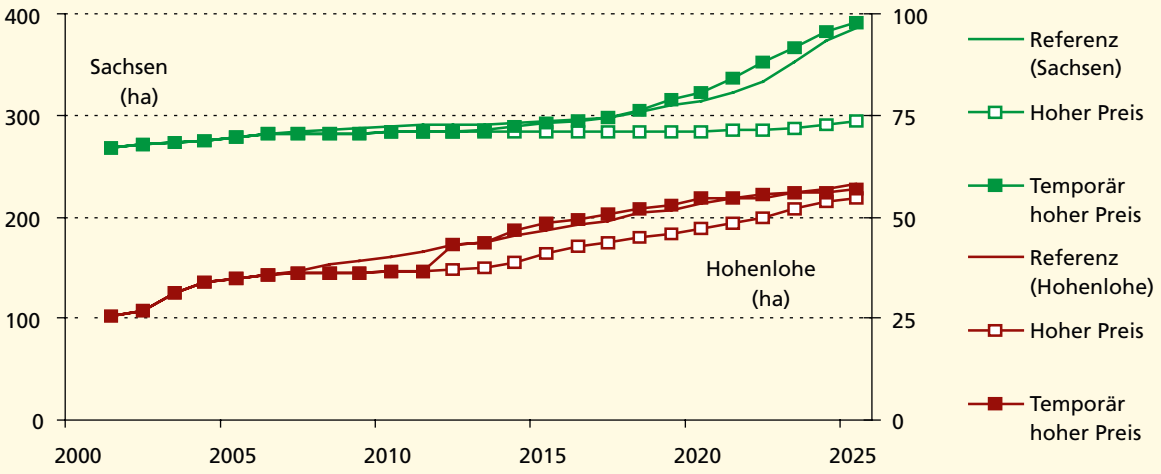
Alfons Balmann und Franziska Appel (Halle)

Die aktuelle Entwicklung der Agrarpreise lässt Spekulationen aufkommen, etwa ob es sich um ein temporäres Phänomen handelt oder ob sich die Bedingungen auf den Agrarmärkten grundlegend verändert haben. Der folgende Beitrag geht der Frage nach, was es eigentlich für die deutsche Landwirtschaft bedeuten würde, wenn für einige Jahre oder sogar langfristig von deutlich höheren Agrarpreisen auszugehen wäre.

Im 20. Jahrhundert gingen die Agrarpreise in der Tendenz stetig nach unten. Die Ursachen hierfür lassen sich mit dem vom amerikanischen Agrarökonomen Willard Cochrane in den 40er und 50er Jahren entwickelten Konzept der Tretmühle erklären: Cochrane argumentierte, dass die Einkommensmisere in der Landwirtschaft nicht einfach auf Agrarpreisschwankungen zurückzuführen sei, verantwortlich seien vielmehr sektorspezifische Besonderheiten. Durch weltweit stetige und massive Produktivitätssteigerungen konnten Nahrungsmittel immer kostengünstiger erzeugt und angeboten werden. Die Nachfrage nach Agrarprodukten stieg trotz starken Wachstums der Weltbevölkerung und Sozialproduktszuwächse aber nur gebremst, da die Nahrungsmittelnachfrage sowohl einkommens- als auch preisunelastisch ist. Daher konnten weder Einkommensanstiege bei der Bevölkerung noch Preisrückgänge bei den Lebensmitteln die Nachfrage wesentlich ankurbeln. Gesättigte Märkte und ein stetig abnehmender Einkommensanteil der Landwirtschaft am Sozialprodukt waren die Folge. Soweit nicht durch nationale Politiken verhindert, gab es einen stetigen Einkommensdruck auf die landwirtschaftlichen Produzenten, der diese im Rahmen des Strukturwandels zur erneuten Steigerung der Produktivität zwang, ohne allerdings der Tretmühle entkommen zu können.

Überlagert wird der Tretmühleneffekt durch das in den 50er Jahren durch Glenn Johnson beschriebene Problem quasifixer Faktoren, wonach sich landwirtschaftliche Produktionsfaktoren (Maschinen,

Abb. 1: Entwicklung der durchschnittlichen Betriebsgrößen in den Untersuchungsregionen Sächsisches Lössgebiet und Hohenlohe



Gebäude, Arbeit) bei Rentabilitätsrückgängen nur schlecht außerhalb der Landwirtschaft einsetzten lassen und somit ein Überangebot dieser Produktionsfaktoren bestehen bleibt. Hierdurch entsteht eine Art ruinöser Konkurrenz, bei der Produktionsentscheidungen anhand variabler, nicht jedoch unter Einbeziehung fixer Kosten getroffen werden. Da Investitionszyklen in der Landwirtschaft recht lang sind, entstehen langfristige Ungleichgewichte: Einerseits wirtschaften viele Landwirte mit überholten Technologien auf eher zu kleinen Betrieben, wodurch ihre Einkommenssituation unter Druck gerät. Andererseits lohnen sich infolge der ruinösen Konkurrenz Investitionen in modernste Technik nur bedingt.

Trendwende in Richtung höherer Preise

Seit einigen Jahren prognostizieren eine Reihe von Agrarökonomen und Forschungseinrichtungen eine Trendwende. Die weltweiten Lagerbestände wurden bereits in den vergangenen Jahren deutlich reduziert. Insbesondere 2007 sind die Preise für Agrarerzeugnisse sprunghaft gestiegen. Als Gründe werden angeführt, dass in Industrieländern, aber auch vielen Schwellenländern in Ostasien und Südamerika die Ertragsanstiege deutlich abnehmen und Boden und Wasser zunehmend begrenzend wirken. Durch die wachsende Weltbevölkerung erhöht sich gleichzeitig die Nachfrage nach Nahrungsmitteln, insbesondere nach tierischen Produkten. Verschärft wird die Situation dadurch, dass Agrarprodukte zunehmend für die Energiegewinnung genutzt werden, insbesondere in Brasilien, den USA und der EU. Neben politischen Gründen sind es seit einigen Jahren drastisch angestiegenen Energie- und Rohstoffpreise, in deren Folge die Nachfrage nach nachwachsenden Rohstoffen anwächst. Eine zunehmende Kopplung der Agrarpreise an die Energie- und Rohstoffpreise deutet sich an.

Es stellt sich daher die Frage nach den Konsequenzen für die Landwirtschaft. Dabei bestehen jedoch erhebliche Unsicherheiten. Im Marktfruchtbau wird zumindest in der Übergangsphase Unklarheit sowohl über die Entwicklungsrichtung als auch die Höhe von Preisschwankungen herrschen. Dies erfordert von den Landwirten ein ausgeprägtes Risikobewusstsein. Besondere Relevanz hat die Preisentwicklung in Bezug auf Wachstumsentscheidungen (Investitionen, Finanzierung, Berufswahl).

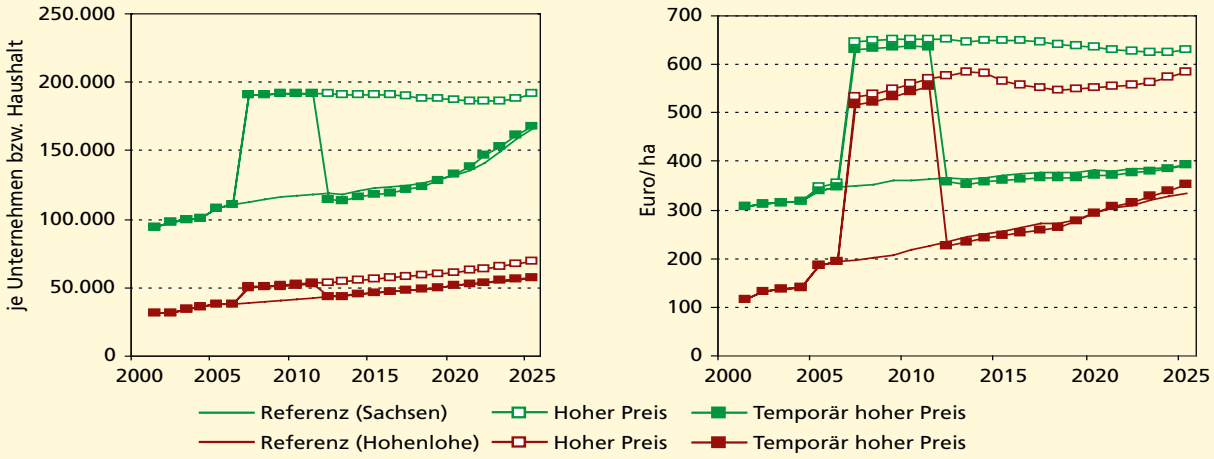
Modellrechnungen sollen Klarheit bringen

Am Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Mittel- und Osteuropa (IAMO) in Halle an der Saale wurden mithilfe von Simulationsmodellen verschiedene Szenarien durchgespielt. Im Folgenden werden für zwei Szenarien (dauerhaft bzw. temporär hohe Preise für Marktfrüchte) Simulationsergebnisse vorgestellt. Exemplarisch betrachtet werden zwei Regionen: Zum einen die Region Hohenlohe in Baden-Württemberg, die durch eine familienbetriebliche Struktur mit intensiver Tierhaltung gekennzeichnet ist, zum anderen das Sächsische Lössgebiet südöstlich von Leipzig, das sich durch eine großbetriebliche Struktur und ausgeprägten Marktfruchtbau bei sehr hoher Bodenfruchtbarkeit auszeichnet.

Die Simulationen wurden mit dem Model AgriPoliS durchgeführt. Die Regionen setzten sich darin aus einzelnen miteinander konkurrierenden räumlich Betrieben zusammen. Jeder der Betriebe ist bestrebt, sein Haushaltseinkommen (Einzelbetriebe) bzw. seinen Gewinn (Juristische Personen) zu maximieren. Dazu können die Unternehmen produzieren, investieren, um Flächen konkurrieren und auch aus der Produktion ausscheiden.

Bei den nun folgenden Betrachtungen liegt das Hauptaugenmerk auf der Pflanzenproduktion. Es wird angenommen, dass die Deckungsbeiträge in der Tierproduktion von den höheren Preisen nicht beeinflusst werden. Jedoch wird ein Preisanstieg von 57 % für Getreide, 36 % für Raps und

Abb. 2: Entwicklung der Gewinne und Einkommen in den Untersuchungsregionen Sächsisches Lössgebiet und Hohenlohe



6 % für Proteinpflanzen angenommen. Betrachtet werden zwei Fälle: Zum einen, dass die Preise dauerhaft auf dem hohen Niveau bleiben (hoher Preis) und zum anderen, dass die Preise im Jahr 2012 wieder das Ausgangsniveau von vor 2007 erreichen (temporär hoher Preis). Als Referenz dient die Umsetzung der EU-Agrarreform ohne Preisänderung (Referenz).

Durch die höheren Preise wird der Strukturwandel abgebremst, das heißt die durchschnittliche Betriebsgröße wächst nicht mehr im selben Maße wie im Referenzszenario. Sowohl für Hohenlohe als auch für Sachsen fällt auf, dass bei einem nur temporär hohen Preis, nachdem der Preis wieder sinkt, der Strukturwandel etwas schneller als im Referenzszenario stattfindet (Abb. 1). Ursache sind die gestiegenen Pachtpreise. Dadurch steigen die Kosten, was für ineffiziente Betriebe den Anreiz erhöht, schneller aufzugeben.

Die Haushaltseinkommen in Hohenlohe steigen durch die höheren Preise jährlich nachhaltig um ungefähr 10 000 Euro je Haushalt, was einem Anstieg um etwa 25 % entspricht. In Sachsen steigt der erzielte Gewinn je Unternehmen sogar um 80 000 Euro und verdoppelt sich damit fast (Abb. 2). Bei einem temporär hohen Preis gehen die Gewinne und Einkommen im Jahr 2012 wieder auf das Niveau des Referenzszenarios zurück.

Betrachtet man die Haushaltseinkommen bzw. Gewinne auf Ebene der einzelnen Unternehmen für das Jahr 2013 und stellt diese jeweils für das Referenzszenario und das Szenario mit hohen Preisen gegenüber, dann fällt auf, dass vor allem größere und ohnehin erfolgreiche Unternehmen deutlich profitieren (Abb. 3). Wenig profitieren bzw. sogar verlieren würden kleinere Betriebe; vor allem solche, die eigentlich vor der Entscheidung stehen, aus der Produktion auszusteigen und nur aufgrund der verbesserten Einkommenssituation einen Anreiz erhalten, weiter zu machen. Perspektivisch wäre es für viele dieser Betriebe wohl günstiger, durch Aufgabe und Verpachtung von steigenden Pachtpreisen zu profitieren.

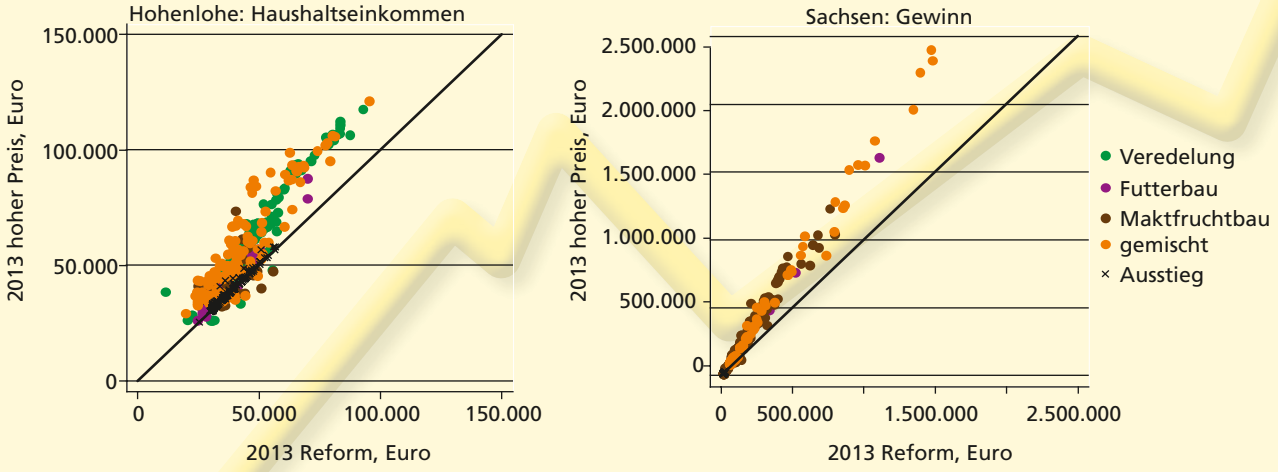
Denn die Pachtpreise steigen in beiden Regionen längerfristig deutlich, sodass ein zunehmender Anteil der höheren Preise an die Bodeneigentümer weitergereicht wird (Abb. 4). Allerdings sind die Effekte in den beiden Regionen unterschiedlich. Sachsen ist einerseits in besonderem Maße betroffen, da über 90 % der Fläche gepachtet ist. Andererseits steigen den Simulationen zufolge die Pachtpreise dort absolut deutlich langsamer. Erklärt werden kann dies im Modell dadurch, dass große Unternehmen aufgrund der Lohnarbeitsverfassung Pachtgebote anhand von Vollkostenkalkulationen bestimmen, während kleinere unter Flächenknappheit leidende Familienbetriebe die Kosten für Überkapazitäten bei der Arbeits- und Maschinenausstattung häufig nicht einkalkulieren. Bei nur temporär hohen Preisen bleiben die Pachtpreise infolge der Laufzeiten der Pachtverträge, die in Zeiten der höheren Produktpreise abgeschlossen werden, längerfristig über dem Niveau des Referenzszenarios.

Strukturdefizite werden verdeckt

Aus den Simulationen lassen sich folgende Thesen ableiten:

- Die hohen Preise bieten in erster Linie für größere, ohnehin erfolgreiche Marktfruchtunternehmen erhebliche finanzielle Vorteile, zumindest solange die Preise auf dem hohen Niveau bleiben. Allerdings wird ein zunehmender Anteil dieser Vorteile durch die steigenden Pachtpreise an die Bodeneigentümer weitergereicht.
- Der Strukturwandel wird durch die hohen Preise leicht gebremst. Auf Grund der hohen Preise könnten ineffiziente Betriebe dazu verleitet werden, in der Landwirtschaft zu bleiben.

Abb. 3: Einkommensvergleich mit und ohne Preissteigerung in 2013 in den Untersuchungsregionen Sächsisches Lössgebiet und Hohenlohe



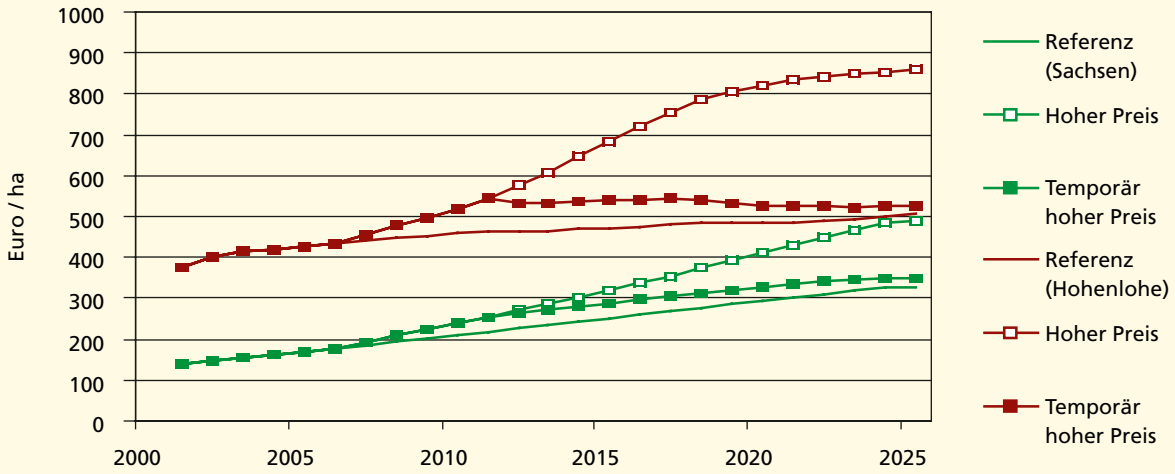
- Da die höheren Preise zu deutlich höheren Einkommen der Landwirte führen, lassen sich die aktuell noch recht hohen Direktzahlungen schlechter rechtfertigen. Der politische Druck auf den Abbau dieser Zahlungen wächst.

Auch wenn sich Marktfruchtunternehmen zunächst einmal über die positiven finanziellen Auswirkungen der hohen Preise – und sofern sie Bodeneigentümer sind auch über steigende Grundrenten und Pachtpreise – freuen können, sollten sie sich bewusst sein, dass mit Blick auf Investitions- und Wachstumsentscheidungen erhebliche Unsicherheiten hinsichtlich Richtung, Umfang und Stabilität der Preisentwicklung existieren. Eine gewisse Skepsis ist angebracht. Strukturdefizite lösen sich dadurch nicht, sondern werden eher verdeckt.

Ohnehin ist zu bedenken, dass sich der Agrarstrukturwandel derzeit international erheblich beschleunigt und neue Aspekte an Bedeutung gewinnen, insbesondere durch zunehmende vertikale Kooperations- und Integrationstendenzen (z.B. durch Vertragsproduktion) der agrarischen Wertschöpfungsketten sowie auch durch deren Internationalisierung. Bislang ist die europäische Ernährungsindustrie sehr erfolgreich. Vor diesem Hintergrund sowie auch angesichts der geringen Preiselastizität der Nachfrage nach Nahrungsmitteln ist zu erwarten, dass Landwirte auch zukünftig vorrangig Nahrungsmittelproduzenten bleiben werden. Für die Landwirte ebenso wie für die Ernährungsindustrie liegt die Herausforderung darin, die eigenen Chancen und Risiken in diesem Wettbewerb um die Nahrungsmittelmärkte zu erkennen und sich entsprechend zu positionieren. ■

Prof. Dr. Alfons Balmann, Franziska Appel, Leibniz-Institut für die Agrarentwicklung in Mittel- und Osteuropa (IAMO), Theodor-Lieser-Str. 2, 06120 Halle (Saale).
E-Mail: balmann@iamo.de

Abb. 4: Entwicklung der Pachtpreise in den Untersuchungsregionen Sächsisches Lössgebiet und Hohenlohe



Deutschland ist tollwutfrei!

Erfolgreiche Tierseuchenbekämpfung im Wildtierbereich

Conrad Freuling, Thomas Selhorst, Anke Kliemt,
Franz J. Conraths und Thomas Müller (Wusterhausen)

Was lange währt, wird endlich gut: Nach genau 25 Jahren werden im Frühjahr 2008 zum letzten Mal Fuchsköder im Rahmen der Tollwutbekämpfung in einem ca. 10 000 Quadratkilometer großen Impfgebiet im Südwesten Deutschlands ausgelegt. Dabei ist bei vielen Menschen in Deutschland der Begriff Tollwut nach wie vor mit dem Rotfuchs assoziiert und erzeugt auch heute immer noch Unbehagen, wohl wissend, dass diese vom Tier auf den Menschen übertragbare Viruserkrankung immer tödlich verläuft. Der Rotfuchs war für die Erhaltung und Ausbreitung der Seuche verantwortlich und verursachte regelmäßig Infektionen bei Haustieren und gelegentlich auch beim Menschen. Die Betonung dabei liegt auf „war", denn der letzte Tollwutfall wurde vor mehr als zwei Jahren, am 3. Februar 2006, diagnostiziert. Nie zuvor in seiner langen Geschichte war Deutschland über einen so langen Zeitraum ohne Fall von klassischer Tollwut. Damit erfüllt es wie bereits unsere westlichen und südlichen Nachbarländer die internationalen Kriterien der Weltorganisation für Tiergesundheit (OIE) für die Tollwutfreiheit und steht unmittelbar vor der Tilgung dieser Krankheit.

Der Durchbruch in der Tollwutbekämpfung gelang erst durch die großflächige Schluckimpfung der Füchse mit Lebendimpfstoffen. Dieses moderne Verfahren der Tierseuchenbekämpfung im Wildtierbestand wurde maßgeblich am Friedrich-Loeffler-Institut (FLI) mit- und weiterentwickelt und durch die Bundesländer erfolgreich umgesetzt.

Abb. 1: Der Rotfuchs (Vulpes vulpes) war die Reservoirspezies der Tollwut in Deutschland

Zunächst der Hund, dann der Fuchs

Bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts trat die Tollwut in Deutschland im Allgemeinen als typische Haustiertollwut auf, wobei vorwiegend Hunde das Virusreservoir darstellten. Strenge veterinärbehördliche Maßnahmen wie Quarantäne, Registrierung und Maulkorbzwang von Hunden sowie die Kontrolle streunender Tiere konnten die urbane Form der Tollwut jedoch in Deutschland sowie weiten Teilen West- und Mitteleuropas erfolgreich unter Kontrolle bringen. Erst mit dem Ende des zweiten Weltkriegs ergab sich eine neue Gefahr. Nach 1945 schritt die durch den Rotfuchs (*Vulpes vulpes*, Abb. 1) übertragene silvatische Form der Tollwut von einem Herd im damaligen Ostpreußen unaufhaltsam in Richtung Westen voran. Schon 1947 erreichte sie die Oder, 1950 die damalige innerdeutsche

Grenze, und ein Jahr später wurden bereits die ersten tollwütigen Füchse im Südosten Bayerns festgestellt. Bis zur Mitte der 1970er Jahre hatte sich die Fuchstollwut fast vollständig über Mitteleuropa ausgebreitet.

Vergebliche Bekämpfungsversuche

Die anfänglichen Bemühungen zur Bekämpfung der Wildtiertollwut zielten einzig darauf, die Fuchspopulation stark zu dezimieren, um so den Kontakt zwischen infizierten und empfänglichen Tieren zu unterbinden. Dadurch sollte die natürliche Infektkette unterbrochen und die Ausbreitung der Krankheit gestoppt werden. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden verschiedene Methoden wie Versuche zur hormonellen Sterilisation, das Auslegen von Giftködern, das Fallenstellen, das Ausgraben von Fuchswelpen und die Fuchsbaubegasung eingesetzt. Diese Methoden waren jedoch aus Natur- und Tierschutzgründen bedenklich und führten auch nicht zum erhofften Erfolg. Auch durch Bejagung konnten die Fuchspopulationen nur begrenzt dezimiert werden. Eine wirksame Eindämmung des Seuchengeschehens ließ sich mit diesen Verfahren nie erreichen.

Lebendimpfstoffe als neuer Ansatz

Erst die Entwicklung von Tollwut-Lebendimpfstoffen bot die Möglichkeit, neue Wege in der Tollwutbekämpfung zu beschreiten. Das Schlagwort hieß „orale Immunisierung" der Füchse gegen die Tollwut. Der weltweit erste erfolgreiche Einsatz unter Feldbedingungen in der Schweiz bewies die prinzipielle Eignung dieses Verfahrens. Danach kamen bereits 1983 in Deutschland als zweitem europäischem Land im Rahmen von Feldversuchen in Hessen und Bayern mit Impfstoff präparierte Köder zur Auslage. Bei den ersten Impfködern handelte es sich um Hühnerköpfe, in denen sich eine Impfkapsel mit dem abgeschwächten Tollwutimpfstoff befand (Abb. 2).
Neben der Verbesserung des oralen Tollwutimpfstoffs stellte die Entwicklung eines maschinell herstellbaren Köders, des so genannten Tübinger Köders, einen Meilenstein in der Tollwutbekämpfung dar. Hierbei war die damalige Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere (BFAV) in Tübingen (heute Friedrich-Loeffler-Institut) maßgeblich beteiligt. Insbesondere die Verfügbarkeit industriell herstellbarer Köder schaffte erstmalig die Vorraussetzung für großflächige Impfprogramme, bei denen zunehmend Flugzeuge für die Auslage der Köder eingesetzt werden konnten. In den westlichen Bundesländern wurden ab 1985 großflächige Impfaktionen durchgeführt, während in der damaligen DDR 1989 die ersten Impfversuche auf der Insel Rügen erfolgten. Die Größe der Impfflächen stieg in den darauffolgenden Jahren stetig an und erreichte im Jahr 1995 ein Maximum von 215 000 Quadratkilometern. So konnte die Tollwut-Inzidenz (Anzahl der Neuerkrankungen) eindrucksvoll reduziert werden. Die Zahl der Tollwutfälle sank von 10 484 im Jahr 1983 auf 56 im Jahr 1999 (Abb. 3).
Während unsere Nachbarländer durch die orale Immunisierung der Füchse wesentlich früher tollwutfrei wurden, dauerte es in Deutschland immerhin 25 Jahre, um diesen Status zu erlangen. Im Gegensatz zu anderen europäischen Ländern liegt die Tierseuchen- und

Abb. 2: „Hühnerkopfköder", der mit einem Impfstoffblister mit Tollwut-Lebendimpfstoff präpapariert wurde.

somit auch die Tollwutbekämpfung im Verantwortungsbereich der Bundesländer. Die föderale Struktur erwies sich jedoch bei der Tollwutbekämpfung als wenig vorteilhaft, denn bekanntermaßen machen Wildtiere an administrativen Grenzen nicht halt. So war ein länderübergreifend einheitliches und abgestimmtes Vorgehen erst mit der Zeit zu erreichen, da in den Bundesländern – unter anderem in Abhängigkeit von den finanziellen Voraussetzungen – zum Teil unterschiedliche Strategien bei der Planung und Durchführung der Impfaktionen angewandt wurden. Hierbei lernte man jedoch aus den Erfahrungen und Rückschlägen in anderen Teilen Deutschlands. Während in den westlichen Bundesländern die Auslagegebiete in Abhängigkeit von der jeweils vorherrschenden Tollwutsituation häufig geändert wurden, waren die Impfaktionen in den ostdeutschen Bundesländern über einen längeren Zeitraum großflächig angelegt. Diese Strategie erwies sich als erheblich effizienter, denn bereits nach wenigen Jahren war die Tollwut in den betroffenen Regionen eliminiert.
Im Gegensatz dazu bot der „Flickenteppich" der Impfgebiete in den westlichen Bundesländern tollwutinfizierten Füchsen immer wieder

Abb. 3: Tollwutfälle in Deutschland 1954–2008. Der Pfeil markiert den Beginn der Bekämpfung mit Impfstoffködern.

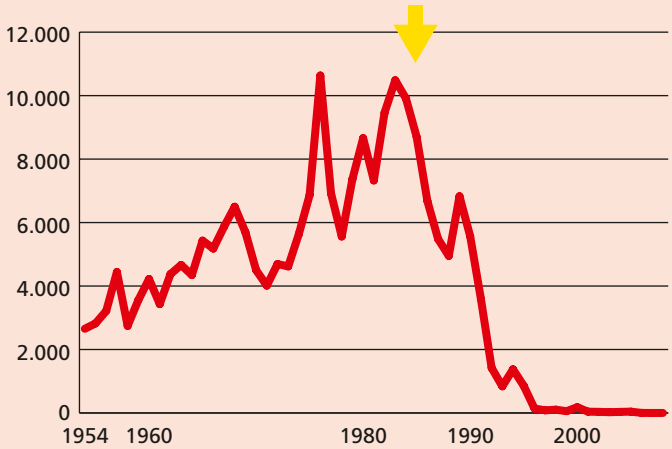
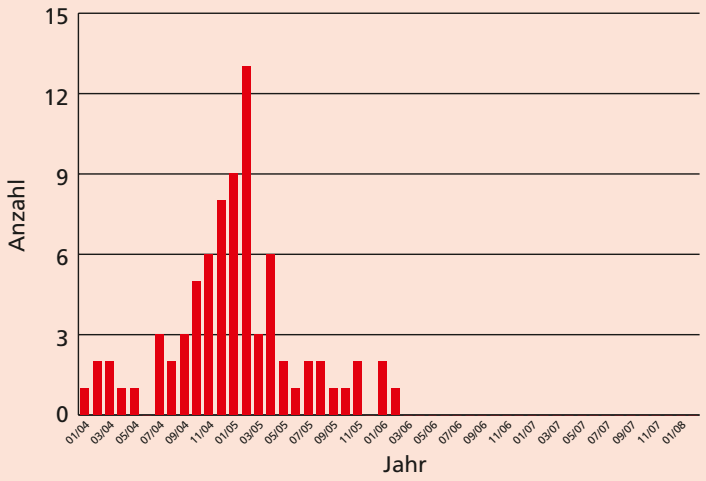


Abb. 4: Tollwutfälle in der Bundesrepublik Deutschland vom 1.1.2004 bis 5.2.2008 (ohne Fledermaustollwut)



die Gelegenheit, nicht immunisierte Tiere anzustecken und somit zum Fortbestand der Infektion beizutragen. Oft wurden auch Gebiete zu früh als tollwutfrei erklärt. Eine Umstellung auf die großflächige Impfstrategie führte letztlich auch hier zum Erfolg.

Ausmerzen letzter Infektionsherde

Der Weg zum Erfolg war allerdings oft steinig. Während Probleme mit den benachbarten Ländern weitgehend durch gemeinsame grenzüberschreitende Impfstrategien gelöst werden konnten, stand die Tilgung der Tollwut am Anfang des neuen Jahrtausends in bestimmten Regionen Deutschlands weiterhin aus. Im Jahr 2000 waren noch immer zwei isolierte Tollwutinfektionsherde vorhanden.

In Nordrhein-Westfalen zog sich die Tollwut ins Ruhrgebiet und damit in eines der am dichtesten besiedelten Gebiete Europas zurück. Das Vorkommen der Krankheit in urbanen und semiurbanen Gebieten stellte eine logistische Herausforderung für die Immunisierung der Fuchspopulation dar. Erst durch die Anpassung der Impfstrategie an die fragmentierte Landschaft und den hohen Fuchsbesatz konnte die Tollwut auch dort innerhalb von zwei Jahren eliminiert werden.

Der zweite Infektionsherd beschränkte sich zu dieser Zeit auf das Grenzgebiet zwischen Hessen und Bayern. Während eine Intensivierung der Bekämpfung auf der bayerischen Seite die Seuche dort 2002 zum Erlöschen brachte, blieb nur noch ein eng begrenztes Gebiet im Süden Hessens trotz großflächiger Impfaktionen weiter endemisch verseucht. Zwar war die Zahl der Tollwutfälle jährlich auf ein niedriges Niveau gesunken, jedoch wies das Problem viele Parallelen zur Situation in Nordrhein-Westfalen auf. Die Tollwutbekämpfungsmaßnahmen in der stark fragmentierten Landschaft Südhessens führten nicht zum gewünschten Erfolg. Die Tollwut konnte sich wieder ausbreiten, und Ende 2004 kam es zur Reinfektion des schon seit mehreren Jahren tollwutfreien Bundeslandes Baden-Württemberg. Die Situation spitzte sich Anfang 2005 weiter zu, als die Tollwut den Rhein überquerte. Der noch kurzfristig in Rheinland-Pfalz etablierte Impfgürtel zu Hessen hielt dem Infektionsdruck nicht stand. So musste Rheinland-Pfalz im Jahr 2005 nach sechs tollwutfreien Jahren wieder neue Fälle melden. Die Tatsache, dass die Tollwut dort auf eine nahezu ungeschützte Fuchspopulation traf, begünstigte eine rasche Ausbreitung in westliche Richtung und die Zahl der Fälle stieg drastisch an.

Diese Entwicklung wurde sowohl national als auch international mit Besorgnis verfolgt. Es musste unverzüglich gehandelt werden, um eine Ausbreitung der Tollwut zu verhindern und die verbliebenen Tollwutherde schnellstmöglich zu eliminieren. In einer Bund-Länder-adhoc-Gruppe wurden unter stärkerer Einbindung des nationalen Tollwutreferenzzentrums des FLI die Ursachen der neuen Tollwutausbrüche analysiert und die Impfstrategie länderübergreifend geplant, abgestimmt und verbessert.

Neben der strikten Umsetzung von EU-Empfehlungen wurden die Impfgebiete in Reinland-Pfalz, Hessen, Bayern und Baden-Württemberg drastisch vergrößert sowie die Handauslage von Impfködern in städtischen und suburbanen Gebieten und die Tollwutüberwachung intensiviert. In Rheinland-Pfalz als besonders betroffenem Gebiet kam darüber hinaus erstmals eine durch das FLI entwickelte Notfall-Impfstrategie zur Anwendung, bei der das Impfintervall auf sechs Wochen verkürzt wurde. Das FLI übernahm zusätzlich die Auswertung der Flugzeugauslagen in den betroffenen Bundesländern. Dabei wurden computergesteuerte, automatische Köderabwurfsysteme und die satellitengesteuerte Positionsbestimmung (GPS) genutzt, bei der die Koordinaten der Fluglinien sowie jedes einzelnen abgeworfenen Köders exakt aufgezeichnet werden. Mit Hilfe von geografischen Informationssystemen wurde innerhalb kürzester Zeit aus den Rohdaten die reale Verteilung und Dichte der Köder in den Impfgebieten exakt bestimmt und in Landkarten eingetragen.

Die so erstellten Karten nutzten die Veterinärbehörden vor Ort für die Optimierung der Handauslage in den urbanen und semiurbanen Gebieten, die mit Hilfe der Flugzeugauslage nicht ausreichend beködert werden konnten. Diese konzertierten Aktionen stoppten die Ausbreitung der Epidemie und führten schließlich zur Tilgung des letzten Tollwutherdes in Deutschland im Jahr 2006 (Abb. 4). Letztendlich lieferten sie auch den Beweis dafür, dass die Tierseuchenbekämpfung auch innerhalb der föderalen Strukturen effizient erfolgen kann, sofern sich die Akteure länderübergreifend abstimmen.

Die Impfaktionen wurden nach dem letzten Tollwutfall zwei Jahre lang weitergeführt, um mit großer Sicherheit das Überdauern eventuell unentdeckter Tollwutfälle und eine erneute Ausbreitung zu verhindern. Obwohl Deutschland die internationalen Kriterien der Tollwutfreiheit bereits erfüllt, gehen unsere nationalen Richtlinien zur Tollwutbekämpfung über die Bestimmungen in anderen europäischen Ländern hinaus: Auf das Ende der Impfaktionen folgt noch eine weitere Überwachungsphase von zwei Jahren.

Fledermaustollwut

Auch wenn die klassische Form der Tollwut bei uns der Vergangenheit angehört, wird Deutschland den Status der Tollwutfreiheit nach

den Kriterien der Weltgesundheitsorganisation WHO dennoch nicht erreichen. Wie kann das sein? Im Gegensatz zur Weltorganisation für Tiergesundheit (Office international des epizooties, OIE) definiert die WHO aus gesundheitspolitischen Aspekten die Tollwutfreiheit als „Freiheit von jeglichen Tollwutviren". Da Deutschland in Europa jedoch eines der Länder mit den meisten nachgewiesenen Fällen von Fledermaustollwut ist, wird eine komplette Tollwutfreiheit nach den WHO-Kriterien nicht erreicht werden können.

In Europa wird diese Form der Tollwut durch die Europäischen Fledermaustollwutviren der Typen 1 und 2 (EBLV-1 und 2) hervorgerufen. Diese Viren sind eng mit dem klassischen Tollwutvirus verwandt, durchlaufen aber einen von diesem epidemiologisch abzugrenzenden Infektionszyklus bei insektenfressenden Fledermäusen. Zwischen 1954 und 2007 wurden europaweit insgesamt 831 Tollwut-positive Fledermäuse an das „WHO Collaborating Centre for Rabies Surveillance and Research" des FLI gemeldet. Über 80 % der Nachweise Tollwut-positiver Fledermäuse stammen aus den Niederlanden, Dänemark und Deutschland mit jeweils mehr als 200 gemeldeten Fällen, gefolgt von Polen, Spanien und Frankreich.

Epidemiologische Untersuchungen ergaben, dass die Fledermaustollwut signifikant häufiger im norddeutschen Flachland vorkommt (Abb. 5). Dies scheint mit der Verbreitung und Häufigkeit der Breitflügelfledermaus (*Eptesicus serotinus*) zusammenzuhängen. Diese Art stellt offenbar das wichtigste Reservoir für EBLV-1 dar. Die genetische Charakterisierung von Virusisolaten ergab, dass sich die in Deutschland vorkommenden EBLV-1-Isolate weiter in Subtypen (1a und 1b) unterteilen lassen, wobei der überwiegende Anteil der Isolate dem Typ 1a zuzuordnen ist. Der Nachweis von 1b-Varianten blieb bisher auf das Saarland beschränkt. Das Europäische Fledermaustollwutvirus Typ 2 (EBLV-2) wurde bisher bei Wasser- und Teichfledermäusen (*Myotis spp.*) in den Niederlanden, in Großbritannien und der Schweiz nachgewiesen. In 2007 konnte EBLV-2 auch erstmals in Deutschland bei einer Wasserfledermaus (*Myotis daubentonii*) aus dem baden-württembergischen Biberach nachgewiesen werden.

Die Fledermausart mit den häufigsten Nachweisen von Fledermaustollwut (über 95 %) ist die Breitflügelfledermaus (*Eptesicus serotinus*). Aber auch beim Großen Abendsegler (*Nyctalus noctula*),

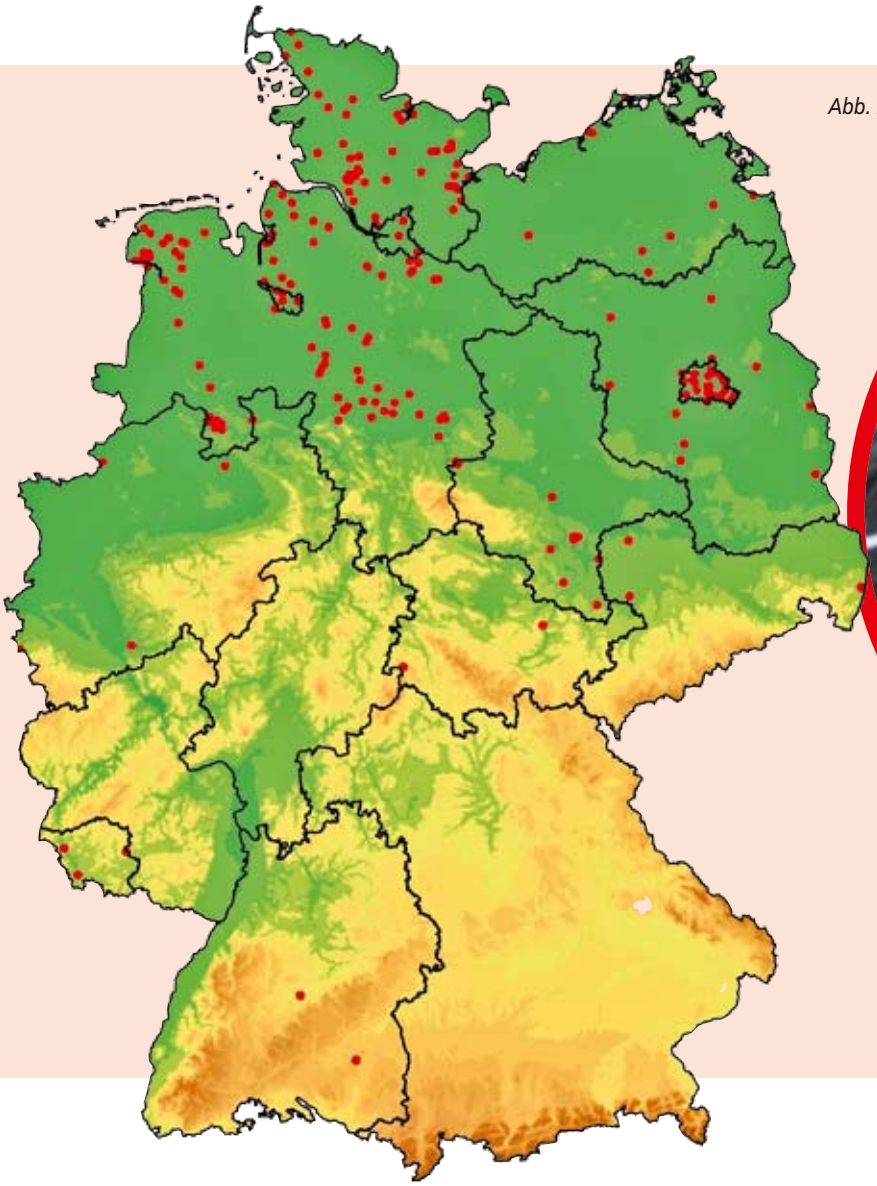


Abb. 5: Fledermaustollwutfälle in Deutschland 1982–2007

Abb. 6: Speicheltupferprobe bei einem Großen Mausohr (Myotis myotis)

Fledermäuse sind faszinierende, wild lebende Mitgeschöpfe und wichtige Bestandteile eines funktionierenden Ökosystems

dpa

der Wasserfledermaus (*Myotis daubentonii*), der Teichfledermaus (*Myotis dasycneme*), der Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*), der Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) und beim Braunen Langohr (*Plecotus auritus*) wurden vereinzelt EBLV-Infektionen festgestellt. Eine Artbestimmung der Fledermäuse anhand morphologischer Merkmale ist schwierig und kann an den Veterinäruntersuchungsämtern im Rahmen der Routineuntersuchungen auf Tollwut häufig nicht durchgeführt werden. Dies ist jedoch für eine weitere Erforschung der Epidemiologie sowie für eine Risikobewertung des gesundheitlichen Gefährdungspotenzials von EBLV wichtig. Deshalb wurde am FLI die Technik des genetischen „Fingerabdrucks" zur Identifizierung der Fledermausarten etabliert.

Übertragung auf den Menschen?

Alle in Europa vorkommenden Fledermäuse fressen Insekten – „Vampire", das heißt blutleckende Fledermäuse, gibt es hierzulande nicht. Wie gefährlich ist dann eigentlich die Fledermaustollwut für Tier und Mensch? Übertragungen von Fledermaustollwut auf andere Tiere sind in Europa eher seltene Ereignisse und die Infektionsgefahr ist demzufolge sehr gering. Dennoch zeigen Berichte über EBLV-1-induzierte Tollwutfälle bei Schafen in Dänemark und einer Katze in Frankreich, dass es zur Übertragung auf andere Tierarten kommen kann. Der erste Übergang von EBLV-1 auf Wildtiere wurde im Jahr 2001 in Deutschland bei einem Steinmarder aus der Stadt Burg (Jerichower Land) in Sachsen-Anhalt festgestellt.

Im Falle einer Übertragung auf den Menschen geht von der Fledermaustollwut prinzipiell die gleiche Gefahr wie von der klassischen Fuchstollwut aus. In den USA, wo Fledermaustollwut durch das klassische Tollwutvirus hervorgerufen wird, war die Mehrzahl humaner Tollwutfälle der letzten Jahre auf Fledermauskontakte zurückzuführen. In Europa dagegen sind in den letzten 50 Jahren bislang nur fünf tödlich verlaufene Tollwuterkrankungen beim Menschen infolge von EBLV-Infektionen bekannt geworden. Diese Tatsache sollte weder Anlass zu Sorglosigkeit noch Grund zur Panik sein, denn grundsätzlich kommen Fledermäuse aufgrund ihrer versteckten Lebensweise nur selten mit Menschen in Kontakt. Außerdem können sich Menschen schützen, indem sie Fledermäuse nicht mit bloßen Händen anfassen. Kommt es doch einmal zu einem direkten Kontakt mit einer Fledermaus, ist ein Arzt aufzusuchen. Die derzeit verfügbaren Tollwutimpfstoffe schützen auch zuverlässig vor Infektionen mit europäischen Fledermaus-Tollwutviren. Auch nach einem möglichen Kontakt mit Fledermaus-Tollwutvirus kann man sich noch impfen lassen. Die Impfung sollte dann allerdings so früh wie möglich erfolgen.

Für Personen, die regelmäßig Kontakt zu Fledermäusen haben, empfiehlt die WHO eine vorbeugende Impfung. Fledermäuse stehen gemäß nationaler und internationaler Richtlinien unter strengem Schutz, da sie in ihrem Bestand mitunter stark gefährdet sind. Da es einerseits notwendig ist, mehr über das Vorkommen und die Ausbreitungswege der Fledermaustollwut zu erfahren, andererseits aber die Forschung den Erfordernissen des Artenschutzes gerecht werden muss, ist eine enge Zusammenarbeit mit Biologen und ehrenamtlichen Fledermausschützern unerlässlich. Sachlichen Informationen kommt daher eine wichtige Rolle zu.

In Zusammenarbeit mit den Fledermaus-Sachverständigen verstärkte das FLI in den letzten Jahren die passive (Untersuchung von Totfunden) und aktive Überwachung von Fledermäusen auf Tollwut. Bei der aktiven Überwachung werden im Rahmen von nächtlichen Beringungsaktionen Speichel- und Blutproben von Fledermäusen genommen (Abb. 6) und im Labor auf Tollwut untersucht, um einen besseres Verständnis für die Dynamik von EBLV-Infektionen in Fledermausbeständen zu erlangen. Darüber hinaus unterstützt die Bundesregierung Forschungsprojekte zur Pathogenität und zum Infektionsverlauf von EBLV bei anderen Säugetieren (Schaf, Fuchs, Frettchen) sowie in den natürlichen Reservoirspezies. All dies trägt dazu bei, das Infektionsrisiko für den Menschen besser abzuschätzen zu können.

Fledermäuse sind faszinierende, wild lebende Mitgeschöpfe und wichtige Bestandteile eines funktionierenden Ökosystems. Die Forschung zur Fledermaus-Tollwut am FLI leistet somit auch einen Beitrag zum Artenschutz. ■

Tierarzt Conrad Freuling,
PD Dr. Thomas Selhorst,
Anke Kliemt,
PD Dr. Franz J. Conraths, Dr. Thomas Müller,
Friedrich-Loeffler-Institut, Institut für Epidemiologie,
Seestr. 55, 16868 Wusterhausen.
E-Mail: conrad.freuling@fli.bund.de

Neu formierter Forschungsbereich

Seit 1. Januar 2008 hat der Forschungsbereich des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) ein neues Gesicht. Die bisher sieben Bundesforschungsanstalten wurden zu vier Bundesforschungsinstituten zusammengeführt. Die neuen Einrichtungen sind nach Wissenschaftlern benannt, die für das jeweilige Forschungsgebiet Herausragendes geleistet haben.

Julius Kühn-Institut (JKI)

Das neue Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen trägt den Namen Julius Kühn-Institut. Der 1825 bis 1910 lebende Namenspatron lehrte als Professor für Landbauwissenschaft an der Universität Halle und gilt als einer der wichtigsten Begründer der Phytopathologie, der Lehre von den Pflanzenkrankheiten. Als umfassender Kenner der Landwirtschaft förderte er die angewandte Forschung und war ein maßgeblicher Gestalter für das Universitätsstudium der Agrarwissenschaften in Deutschland.

Das Julius Kühn-Institut setzt sich aus der ehemaligen Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, der Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen und zwei ehemaligen Instituten der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft zusammen.

Das JKI ist als Ressorteinrichtung des BMELV für das Schutzziel „Kulturpflanze" in seiner Gesamtheit zuständig. Diese Zuständigkeit umfasst gesetzliche Aufgaben und die Forschung in den Bereichen Pflanzengenetik, Pflanzenbau, Pflanzenernährung und Bodenkunde sowie Pflanzenschutz und Pflanzengesundheit. Das JKI ist für alle wichtigen Ressortthemen um die Kulturpflanze – ob auf dem Feld, im Grünland, im Gewächshaus oder im urbanen Bereich – zuständig. Das JKI erarbeitet Entscheidungshilfen für das BMELV und entwickelt ganzheitliche Konzepte für den gesamten Pflanzenbau, für die Pflanzenproduktion bis hin zur Pflanzenpflege.

Die Ausstattung des Julius Kühn-Instituts umfasst rund 700 Planstellen sowie eine wechselnde Zahl von Drittmittelstellen. Sein Hauptsitz ist Quedlinburg. Nach Abschluss der Umstrukturierungen sollen die 15 Institute des JKI neben Quedlinburg an den Standorten Braunschweig, Kleinmachnow, Dossenheim, Siebeldingen und Dresden-Pillnitz konzentriert sein und durch eine Versuchsstation zur Kartoffelforschung in Groß Lüsewitz ergänzt werden.

jKi
Julius Kühn-Institut
Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen

Max Rubner-Institut (MRI)

Das Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel ist nach Max Rubner benannt. Rubner (1854–1932), Mediziner und Physiologe, schuf mit seinen experimentellen Arbeiten über den Energiegehalt von Nährstoffen und der Erstellung von Nährstoffbilanzen wesentliche Grundlagen der heutigen Ernährungswissenschaft. Er war Nachfolger von Robert Koch auf dem Lehrstuhl für Hygiene der Universität Berlin und später Rektor der Universität.

Das Max Rubner-Institut ist aus der Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel hervorgegangen, die 2004 aus den vier produkt- und ernährungsbezogenen Bundesforschungsanstalten in Karlsruhe, Kulmbach, Detmold/Münster und Kiel sowie dem Institutsteil „Fischqualität" in Hamburg gebildet wurde.

Das MRI gliedert sich in acht Institute, die sich in vier „horizontale" produktübergreifende und vier „vertikale" produktionskettenorientierte Institute aufteilen. Hauptsitz ist Karlsruhe, weitere Institutsstandorte befinden sich in Kiel, Detmold und Kulmbach.

Das MRI verfügt über 465 Planstellen. Dazu kommt eine wechselnde Zahl von Drittmittelstellen. Für die Forschungsaktivitäten auf dem Gebiet der Ernährungs- und Lebensmittelwissenschaften stehen dem MRI unter anderem ein Humanlabor ebenso wie definierte Bevölkerungsgruppen (Kohorten) für Ernährungsstudien zur Verfügung. Für Arbeiten auf dem Gebiet der Fleischqualität und Handelklasseneinteilung verfügt es über einen Röntgen-Computertomographen. Ein Linearbeschleuniger kann für Arbeiten zur Lebensmittelbestrahlung eingesetzt werden.

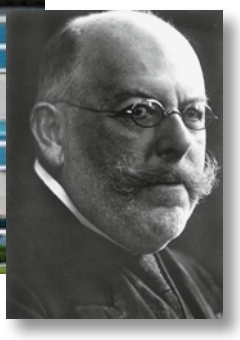
MRI
Max Rubner-Institut
Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel

Friedrich-Loeffler-Institut (FLI)

Bereits seit Mitte 2004 gibt es das Friedrich-Loeffler-Institut, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit, mit Hauptsitz auf der Insel Riems. Friedrich Loeffler (1852–1915), zeitweise Mitarbeiter von Robert Koch, war Ordinarius für Hygiene an der Universität Greifswald. Dort beschrieb er mit dem Erreger der Maul- und Klauenseuche zum ersten Mal ein tierpathogenes Virus und wurde zum Mitbegründer der Virologie. Das auf ihn zurückgehende Institut auf der Ostseeinsel ist die älteste virologische Forschungsstätte der Welt.

Dem Friedrich-Loeffler-Institut ist der Forschungsbereich „Tier" der ehemaligen Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft mit drei Instituten zugeordnet worden. Damit bündelt das Institut Forschungsarbeiten zu Gesundheit und Wohlbefinden landwirtschaftlicher Nutztiere sowie zum Schutz des Menschen vor Zoonosen (von Tieren auf den Menschen übertragbare Infektionen). Es umfasst 11 Fachinstitute, die am Ende der Umstrukturierungsphase auf der Insel Riems sowie an den Standorten Jena und Mariensee angesiedelt sein sollen.

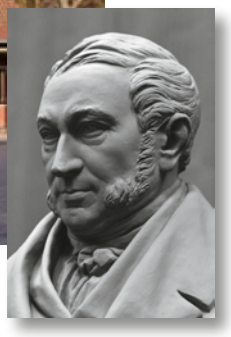
Das FLI verfügt derzeit über 650 Planstellen, die durch eine wechselnde Zahl von Drittmittelstellen ergänzt werden. Ein im Rahmen eines Neubauprojekts geplanter Hochsicherheits-Labor- und Stallbereich auf der Insel Riems (bis zur Sicherheitsstufe 4) wird es in naher Zukunft auch ermöglichen, mit hochinfektiösen tier- und humanpathogenen Erregern wie Hendra- und Nipah-Viren zu arbeiten. Als führende deutsche Einrichtung betreibt das FLI über 40 nationale Referenzlabore für anzeigepflichtige Tierseuchen sowie sechs Referenzlabore der Weltorganisation für Tiergesundheit OIE. Das FLI arbeitet als „Collaborating Centre for Zoonoses in Europe" der OIE und führt ein „Collaborating Centre" der Weltgesundheitsorganisation (WHO) für Tollwut.



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

Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI)

Große Teile der bisherigen Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft bilden nun zusammen mit den ehemaligen Bundesforschungsanstalten für Fischerei und für Forst- und Holzwirtschaft das Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei. Thünen (1783–1850) war Agrar- und Wirtschaftswissenschaftler, der theoretische Kenntnisse der Mathematik mit praktischen Erfahrungen aus seinem landwirtschaftlichen Musterbetrieb in Mecklenburg vereinte. Er entwickelte wichtige land- und forstwirtschaftliche Produktions-, Standort- und Raumtheorien (sog. Thünen'sche Ringe), formulierte Grundprinzipien für eine optimale Forstwirtschaft und gilt als Begründer der landwirtschaftlichen Betriebslehre in Deutschland.
Ziel der Forschung am vTI ist es, für die Land-, Forst- und Holzwirtschaft sowie die Fischerei Konzepte einer nachhaltigen und wettbewerbsfähigen Land- bzw. Ressourcennutzung zu entwickeln. Dafür bringt es fachgebietsübergreifende Kompetenz auf ökonomischem, ökologischem und technologischem Gebiet ein. Das Johann Heinrich von Thünen-Institut umfasst 15 Fachinstitute. Der Hauptsitz ist Braunschweig. Weitere Institutsstandorte sind Hamburg, Großhansdorf, Rostock, Trenthorst, Eberswalde und – nach derzeitiger Planung – künftig auch Bremerhaven. Das vTI verfügt über 577 feste Stellen, dazu kommen in wechselndem Maße Drittmittelstellen.
Auf der Grundlage eines Staatsvertrages kooperieren das vTI und das Zentrum Holzwirtschaft der Universität Hamburg in Forschung und Lehre im Rahmen des Studiengangs Holzwirtschaft. Daneben arbeitet es mit zahlreichen nationalen und internationalen Universitäten und anderen Forschungseinrichtungen zusammen. Zu den besonderen Ausstattungsmerkmalen des vTI zählen Fischereiforschungsschiffe, eine Aquakultur-Anlage, ein Ökobetrieb mit Viehhaltung sowie verschiedenartige technische Versuchsanlagen.



vTI
Johann Heinrich
von Thünen-Institut

Effizienter Forschungsbereich

Um die Flexibilität der Bundesforschungsinstitute zu erhöhen, haben die Einrichtungen eine größere Eigenständigkeit in Sachen Haushalt, Organisation und Personal erhalten.
Die Bundesforschungsinstitute bearbeiten langfristige Forschungsansätze. In vielen Bereichen führen sie kontinuierliche Monitoringaufgaben durch, wodurch sie wertvolle Datenreihen gewinnen. Gleichzeitig können sie bei Bedarf kurzfristig Fachwissen abrufen.
Als ausgewiesene Experten ihrer Fachrichtungen sind Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Bundesforschungsinstitute in zahlreichen wissenschaftlichen Kommissionen und Gremien aktiv. Ergebnisse ihrer Arbeiten fließen in Richtlinien und Normen sowie in Verordnungen und Gesetze ein.
Zum Ressortforschungsbereich des BMELV zählt weiterhin das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) in Berlin. Darüber hinaus sind sechs Einrichtungen der Leibniz-Gemeinschaft dem BMELV-Geschäftsbereich thematisch zugeordnet.
Ziel der jetzigen Umstrukturierung ist es, die Ressortforschung des BMELV an geänderte Schwerpunkte auszurichten und so fortzuentwickeln, dass sie mit den vorhandenen Ressourcen auch künftig exzellente Forschung und Politikberatung betreiben kann.
Wichtige Aufgabe aller vier Einrichtungen ist es, den politischen Akteuren auf der Basis eigener Forschungsergebnisse wissenschaftlich begründete Entscheidungshilfen zur Verfügung zu stellen. ■

Dr. Michael Welling, Senat der Bundesforschungsinstitute, c/o Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig. E-Mail: michael.welling@vti.bund.de

Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim

Effizientere Biogasanlagen

Experten eines EU-Forschungsprojektes (EU-AGRO-BIOGAS) haben sich im Februar 2008 auf Einladung des Leibniz-Instituts für Agrartechnik Potsdam-Bornim (ATB) am Seddiner See bei Potsdam getroffen, um Möglichkeiten zur Verbesserung der Leistung von Biogasanlagen zu beraten. Das EU-Projekt hat sich zum Ziel gesetzt, die Effizienz von mittleren und großen Biogasanlagen deutlich zu steigern.

Biogas ist eine Mischung aus Methan und Kohlendioxid, die beim bakteriellen Abbau von Biomasse (Gülle, Pflanzen und organische Abfälle) unter Luftausschluss entsteht. Der Methananteil des Biogases kann beim Einsatz in Blockheizkraftwerken verbrannt werden und erzeugt dabei elektrischen Strom und Wärme.

Allerdings könne die Effizienz der meisten bestehenden Biogasanlagen noch erheblich gesteigert werden, so die einhellige Meinung der Wissenschaftler aus sieben europäischen Nationen. In dem von der EU geförderten Forschungsprojekt arbeiten die Forscher daran, die Auswahl der zur Biogaserzeugung eingesetzten Stoffe dahingehend zu optimieren, dass einerseits Kosten gesenkt und andererseits die Leistung der Anlagen verbessert werden. Darüber hinaus sollen auch die Anlagentechnik optimiert werden.

Ein weiteres Ziel ist die effizientere Nutzung der erzeugten Energie. Die Wärmeauskopplung aus Blockheizkraftwerken soll verbessert und der Einsatz dieser Wärme gesteigert werden. „Insbesondere im Bereich der Landwirtschaft gibt es unausgeschöpfte Potenziale", unterstreicht Matthias Plöchl vom ATB die Möglichkeiten einer effizienteren Ernergienutzung. „Durch die Anbindung einer Futtermitteltrocknung konnte beispielsweise die Wärmenutzung einer von uns betreuten Biogasanlage auf 80 % gesteigert werden. Das erhöht die Nutzung der im Biogas enthaltenen Energie um mehr als 40 %."

Das von der Europäischen Union geförderte Projekt ist im Januar 2007 angelaufen und geht bis Ende des Jahres 2009. Beteiligt sind Forschungseinrichtungen aus Deutschland, Österreich, Dänemark, Großbritannien, Italien, Tschechien und Polen. ■

Bundesinstitut für Risikobewertung

Keine Gesundheitsrisiken durch nachgewiesene Pestizid-Rückstände im Wein

Bei einer im Auftrag des europäischen Pesticide Action Network (PAN) durchgeführten Untersuchung von 40 Flaschen Wein aus dem europäischen Handel wurden Rückstände von 24 Pestiziden nachgewiesen. In den meisten Proben war mehr als ein Pestizid enthalten. PAN hatte im März 2008 die Analyse-Ergebnisse veröffentlicht.

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat die Ergebnisse nun im Hinblick auf eine mögliche gesundheitliche Gefährdung der Verbraucher bewertet. Das Ergebnis: Von keinem der in diesen Weinen nachgewiesenen Pestizide geht unter Berücksichtigung der gemessenen Konzentrationen ein Risiko für Verbraucher aus.

Für die Bewertung wurde der jeweils höchste in einer der Proben bestimmte Rückstand eines Pestizids mit dessen Akuter Referenz-Dosis (ARfD) verglichen. Unter diesem Wert versteht man die Menge, die der Verbraucher innerhalb eines Tages ohne

erkennbares Gesundheitsrisiko aufnehmen kann. In vielen Fällen war für das Pestizid die Ableitung einer ARfD wegen der geringen akuten Toxizität nicht notwendig. Für die Berechnung wurde das Modell der European Food Safety Agency (EFSA), das die Verzehrsdaten der EU-Mitgliedstaaten enthält, verwendet.

Die Pestizidrückstände, die im Wein auftraten, schöpften die jeweilige ARfD nur zu weniger als einem Prozent aus, lediglich bei einem der 24 Pestizide lag der Wert bei 7,4 Prozent. Damit lag die aufgenommene Menge eines Pestizids meistens um mehr als den Faktor 100 unterhalb der ARfD. Die ARfD wiederum wird so festgesetzt, dass sie um einen Sicherheitsfaktor von meistens ebenfalls 100 unterhalb der Konzentration liegt, die im Tierversuch gerade noch keine schädliche Wirkung hervorruft.

Die Akute Referenz-Dosis wird für die Bewertung akuter toxikologischer Wirkungen herangezogen. Die nachgewiesenen Pestizide haben aber auch toxikologische Eigenschaften, die für eine Langzeitexposition von Bedeutung sind. Daher wurde zusätzlich die chronische Aufnahme mit dem jeweiligen ADI-Wert verglichen. Der ADI-Wert (Acceptable Daily Intake) beschreibt die Menge einer Substanz, die ein Leben lang täglich aufgenommen werden kann, ohne dass gesundheitliche Auswirkungen zu erwarten sind. Die Auswertung hat ergeben, dass der ADI-Wert durch die jeweils nachgewiesenen Rückstandsgehalte in Wein in den meisten Fällen zu weniger als 1 Prozent, in allen Fällen zu weniger als 5 Prozent ausgeschöpft wird. ■

Bundesinstitut für Risikobewertung

Sicherheit trotz Produktvielfalt

Globale Märkte: Herausforderung für den Verbraucherschutz

Über 20 Millionen Produkte hat ein amerikanischer Spielwarenhersteller im vergangenen Jahr zurückgerufen, sie enthielten Bestandteile, die für Kinder gesundheitsgefährlich waren. Die Produkte waren in China produziert worden, und die Rückrufaktion entfachte eine breite Debatte über die Sicherheit von Spielzeug und anderen verbrauchernahen Produkten aus China.

Die Globalisierung der Märkte und die höchst unterschiedlichen Rechtsregelungen für Produkte, mit denen Verbraucher täglich in Berührung kommen, stellen die Überwachung vor eine große Herausforderung. Können Verbraucher überhaupt darauf vertrauen, dass Spielzeug, kosmetische Mittel, Textilien und andere Gebrauchsgegenstände sicher sind? Diese Frage stand im Mittelpunkt des 5. BfR-Forums Verbraucherschutz, das am 3./4. März 2008 im Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) in Berlin stattfand. Unter dem Titel „Verbrauchernahe Produkte – Sicherheit trotz Produktvielfalt" diskutierten die rund 200 Teilnehmer, in welchen Bereichen die Sicherheit verbrauchernaher Produkte gewährleistet ist und wo es Nachbesserungsbedarf gibt. „Über die Inhaltsstoffe vieler Produkte auf dem Markt wissen wir wenig", sagte BfR-Präsident Professor Dr. Andreas Hensel. Einen Teil dieser Wissenslücken will das BfR in Zukunft schließen. Dazu baut das BfR vor allem die Abteilung Produktsicherheit in den nächsten Jahren aus.

Die Kennzeichnung von Inhaltsstoffen wurde von den Teilnehmern der Veranstaltung als wichtiges Instrument der Verbraucherinformation und damit als Beitrag zur Produktsicherheit gesehen – solange sie nachvollziehbar und verständlich ist. Gütesiegel hingegen könnten zur Sicherheit und Verbraucherinformation nur beitragen, wenn sie von unabhängigen Prüfstellen nach einheitlichen Kriterien vergeben werden.

Nicht nur die Kennzeichnung auf Verpackungen muss stimmen, auch die Verpackungen selbst dürfen für Verbraucher nicht zum Risiko werden. Für Verpackungen von Lebensmitteln gilt ein besonderer Sicherheitsstandard: Aus ihnen dürfen keine Stoffe auf das Lebensmittel übergehen, die die Gesundheit der Verbraucher gefährden können. Da Verpackungen immer häufiger aus Recycling-Materialien hergestellt werden, müssen diese Materialien während des Recyclings mit besonderen Verfahren gereinigt werden. Für Recycling-Kunststoffe wird dieses demnächst europaweit durch eine Verordnung sichergestellt. Für Recycling-Material aus Altpapier sind Einzelmaßnahmen erforderlich, wie sie beispielsweise für Rückstände von Klebstoffen in Papieren und Kartons getroffen worden sind.

Um bewerten zu können, ob ein chemischer Stoff ein Risiko für die Gesundheit von Verbrauchern darstellt, muss neben der Toxizität (Giftigkeit) des Stoffes auch die Exposition berücksichtigt werden, also die Art und das Ausmaß, in dem Verbraucher mit dem Stoff in Kontakt kommen. Für zahlreiche Stoffe fehlen hier belastbare Daten, die zur wissenschaftlichen Bewertung benötigt werden. Gerade hier will das BfR künftig mit seiner erweiterten Abteilung Wissenslücken schließen. ■

Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere

Soja-Isoflavone in der Schweinezucht

Nutzen und Risiken liegen eng beieinander

Soja wird sowohl in Europa als auch in Asien als Eiweißquelle in der Tierernährung verwendet. Soja enthält steroid-ähnliche Substanzen, die man aufgrund ihrer hormonellen Wirkung als Phytoöstrogene bezeichnet. Zu diesen gehören die Isoflavone Genistein und Daidzein, welche in Sojamilch enthalten sind und häufig auch in der Hormonersatztherapie während der Wechseljahre Anwendung finden.

Da Studien den Einfluss von im Soja enthaltenen Isoflavonen auf das Wachstum von Schweinen nahe legen, hat das Forscherteam um Dr. Charlotte Rehfeldt vom Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere (FBN) die direkte Wirkung von Genistein und Daidzein auf das Wachstum und die Differenzierung von isolierten Skelettmuskelzellen untersucht. Für solche Untersuchungen ist im Dummerstorfer Institut ein leistungsfähiges Zellkulturmodell aus Satellitenzellen (Muskelstammzellen) der Schweinemuskulatur etabliert worden.

Die Ergebnisse der in-vitro-Versuche lassen negative Wirkungen der Isoflavone auf das Muskelzellwachstum von Ferkeln erwarten, wenn die zirkulierenden Serumkonzentrationen über den Werten (ca. 1 µmol/l) liegen, die bei herkömmlicher sojabasierter Fütterung erreicht werden. Die Wachstumshemmung in den Versuchen resultierte hauptsächlich aus DNA-Schädigung und Zelltod, wobei Genistein deutlich wirksamer war als Daidzein. Die im Serum enthaltenen Wachstumsfaktoren IGF-I und EGF konnten das Wachstum von Schweinemuskelzellen wirkungsvoll stimulieren – sie wirken offensichtlich den toxischen Effekten hoher Isoflavon-Konzentrationen entgegen.

In differenzierenden Muskelzellkulturen, welche Vorläufer von Muskelfasern (Myotuben), bilden, verringerten die Isoflavone die Proteinabbaurate. Insofern haben nahrungstypische Isoflavon-Konzentrationen das Potenzial, den Muskelproteinansatz positiv zu beeinflussen. Andererseits führten 10 bis 1000-fache Isoflavon-Konzentra-

tionen zu einer Abnahme der Proteinmenge und wirkten toxisch auf differenzierende Zellkulturen.

„Fluch und Segen" der isoflavonen Phytoöstrogene liegen offenbar eng beieinander. Ein besonders verantwortungsvoller und kritischer Umgang mit diesen Substanzen ist daher geboten. Da das Schwein eine dem Menschen ähnliche Physiologie und einen für die Isoflavone vergleichbaren Stoffwechsel besitzt, sind die hier vorgestellten Ergebnisse nicht nur für die Tierernährung bedeutsam, sondern ebenso für die Beurteilung der Auswirkungen sojabasierter Babynahrung auf Entwicklungsprozesse im menschlichen Neugeborenen oder einer Hormonersatztherapie von Erwachsenen mit reinen Isoflavonen. ■

Julius Kühn-Institut

Erdbeeren mehr Aroma verleihen

Erdbeeraroma ist eine komplexe Angelegenheit, denn anders als bei Kirschen, wo für das Aroma lediglich zwei, drei Substanzen ausschlaggebend sind, lassen sich in der Erdbeere 360 geschmacksrelevante Substanzen nachweisen. Doch neben dem ansprechenden Aroma muss so ein Früchtchen heutzutage auch widerstandfähig gegen Krankheiten und transportabel sein. Die Züchtungsforscher des Julius Kühn-Instituts (JKI) versuchen den Spagat, neue Sorten zu züchten, die robust sind und gleichzeitig möglichst viel Aroma haben. Auf dem Weg dahin sind sie einen entscheidenden Schritt vorangekommen.

Züchtungsforscher des JKI versuchen, aromarelevante Komponenten aus Walderdbeeren und alten Sorten in moderne Hochleistungssorten hineinzukreuzen.

Mit eigens entwickelten Methoden wurden in Kultur- und Wildformen der Erdbeeren 200 flüchtige Inhaltsstoffe gemessen. Auf der Grundlage dieser Daten lassen sich die Vererbungsgesetzmäßigkeiten für einige Schlüsselverbindungen und damit das schwache Aroma handelsüblicher Sorten erklären. „Wir beobachten bei der Erdbeersortenzüchtung eine genetische Erosion," erklärt Dr. Detlef Ulrich vom Institut für ökologische Chemie, Pflanzenanalytik und Vorratsschutz des JKI. So ist der Gehalt der Schlüsselsubstanz Methylanthranilat, die für die blumig-fruchtige, walderdbeerige Note zuständig ist, in den vermessenen alten Sorten wie beispielsweise der Sorte ‚Mieze Schindler' enthalten. In heute üblichen Hochleistungssorten ist sie jedoch nicht mehr nachweisbar. „Bei dem Bestreben, die Erdbeeren haltbarer und weniger anfällig für Krankheiten zu machen, ist der Geschmack etwas vernachlässigt worden", so Ulrichs Einschätzung. In dem laufenden Züchtungsprojekt des JKI versuchen die Forscher nun, aus dem Aromareservoir alter Sorten und Wildarten zu schöpfen und in neuen Sorten alle geforderten Eigenschaften zusammenzuführen.

Bei ihrer Arbeit bedienen sie sich modernster technischer Hilfsmittel wie der Headspace-SPME-Gaschromatographie. Ein Blick auf die Ausdrucke von Aromaprofilen zeigt: Bei der ‚Elsanta', einer der häufigsten Handelssorten, fehlen fast alle aromarelevanten Substanzen. Bei der heimischen Walderdbeere *Fragaria vesca* hingegen stehen zahlreiche hohe Wirkstoffsäulen nebeneinander.

Die Erdbeerzüchtungen, bei denen zum Beispiel ‚Mieze Schindler' (aromatisch top, aber leider nicht transportabel) mit der robusten ‚Elsanta' gekreuzt wird, laufen auf vollen Touren. Der Geschmack einiger neuer Kreuzungen sei sehr erfreulich gewesen, sagt Ulrich. Nachdem nun die Aromamuster der Wildformen bekannt sind, lassen sich geeignete Partner finden, die den Geschmack der Erdbeeren aufpeppen helfen. ■

Friedrich-Loeffler-Institut

Gipfeltreffen der Wissenschaftsakademien in Japan

FLI-Präsident als eingeladener Redner

Im Vorfeld des diesjährigen G8-Gipfels in Japan haben sich am 17. und 18. März 2008 Vertreter der Nationalen Wissenschaftsakademien der G8-Staaten und der fünf Schwellenländer Brasilien, China, Indien, Mexiko und Südafrika in Tokio getroffen.

Bei der Konferenz ging es um die Themen Nachhaltigkeit, Energieeffizienz, Klimaschutz und globale Gesundheit. Für Deutschland nahmen von der gerade erst zur Nationalen Akademie der Wissenschaft berufenen „Leopoldina" deren Präsident Prof. Volker ter Meulen, die Generalsekretärin Prof. Jutta Schnitzer-Ungefug und auf besondere Einladung der Präsident des Friedrich-Loeffler-Instituts, Prof. Thomas C. Mettenleiter, teil.

Mettenleiter referierte auf der Tagung über die Bedeutung des Klimawandels für die Ausbreitung von Infektionskrankheiten wie Malaria oder Dengue-Fieber. Ziel des Gipfeltreffens der Wissenschaftsakademien war es, Handlungsempfehlungen zu erarbeiten und an die jeweiligen Regierungen weiterzuleiten. ■

Friedrich-Loeffler-Institut

Forschungsverbund zu Q-Fieber

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung hat das Friedrich-Loeffler-Institut (FLI) mit der Koordinierung des Projektverbundes „Erforschung der molekularen Pathogenese des Q-Fiebers und ihre Anwendung in der Diagnostik und Epidemiologie in Deutschland" beauftragt. Im Projektverbund arbeiten Partner aus Human- und Veterinärmedizin zusammen. Das Vorhaben läuft über drei Jahre und ist insgesamt mit 2 Millionen Euro ausgestattet.

Q-Fieber ist eine Infektion, die durch das Bakterium *Coxiella burnetii* verursacht wird. Sie kann sowohl Menschen als auch Tiere (z.B. Schafe) betreffen und zählt somit zu den Zoonosen. Menschen infizieren sich meistens über die Luft durch die Inhalation infektiöser Stäube. Coxiellen stellen ein besonderes gesundheitliches Risiko dar, da sie in der Umwelt sehr lange überleben können und die Aufnahme weniger Erreger ausreicht, um eine Erkrankung auszulösen. Das Krankheitsspektrum beim Menschen reicht von grippeartigen Symptomen über Atemwegserkrankungen und Aborte bis hin zu Hepatitis und Myoperikarditis. Im Sommer 2005 kam es in Jena, ausgehend von einer Schafherde, zu einem größeren Q-Fieber-Ausbruch mit mehr als 320 gemeldeten erkrankten Personen.

Der Projektverbund umfasst fünf Einzelprojekte, unter anderem zum Vorkommen von Coxiellen-Infektionen bei Mensch und Tier, zu den Übertragungswegen des Erregers sowie zur Verbesserung der Labordiagnostik. Die Ergebnisse des interdisziplinären Verbunds sollen dazu beitragen, Q-Fieber-Ausbrüche mit ihren erheblichen gesundheitlichen und finanziellen Folgen zu vermeiden. ■

Thomas Stephan, BLE

Getreideanbau in Weiter Reihe.

Johann Heinrich von Thünen-Institut

Anbau in „Weiter Reihe“

Seit Mitte der neunziger Jahre wird das von einigen engagierten Landwirten entwickelte System des Getreideanbaus in „Weiter Reihe“ in ökologisch wirtschaftenden Betrieben angewendet. Dabei liegt der Reihenabstand bei 50 cm statt wie üblich bei 12,5 cm. Mittlerweile haben einzelne Betriebe dieses Verfahren auf die gesamte Fruchtfolge ausgedehnt.

Auf Basis von Versuchsergebnissen in zwei Praxisbetrieben und einer Befragung von 10 weiteren Landwirten mit langjähriger Erfahrung im Weite-Reihe-Anbau wurde nun vom Institut für Betriebswirtschaft des Johann Heinrich von Thünen-Instituts (vTI) im Auftrag der Universität Gießen die Rentabilität dieses Verfahrens genauer unter die Lupe genommen.

Bei der „Weiten Reihe“ handelt es sich nicht um ein starres System, vielmehr versuchen die durchweg sehr experimentierfreudigen Landwirte, das System individuell für ihren Standort zu optimieren. Die Ertragsrückgänge werden von den meisten der befragten Landwirte im Schnitt der Jahre mit etwa 10 % angegeben. Auf einzelnen Standorten würden bei Anwendung der Weiten Reihe auch dauerhaft Erträge erzielt, die vergleichbar oder sogar höher als die im Normalsaatverfahren erzielten Ernteergebnisse sind. Dies sei neben Winterweizen am ehesten bei Ackerbohnen, Raps und zum Teil auch bei Hafer der Fall.

Wesentliche Vorteile der Weiten Reihe sind aus Sicht der Betriebsleiter die deutlich größere Stabilität bei der Erzeugung von Qualitätsgetreide sowie die besseren Möglichkeiten der Beikrautunterdrückung, unter anderem durch Mulchen.

Wie die Berechnungen zeigen, liegt – abgesehen von der Erzielung höherer Qualitäten – das eigentliche betriebswirtschaftliche Potenzial des Anbaus in Weiter Reihe vor allem in einem höheren Gesamtfruchtfolgeertrag. So kann durch die Erhöhung des Anteils umsatzstarker Kulturen zum einen der Gesamterlös gesteigert werden, zum anderen ermöglicht die bessere Auslastung der vorhandenen Technik eine Senkung der Arbeitserledigungskosten. ■

Max Rubner-Institut

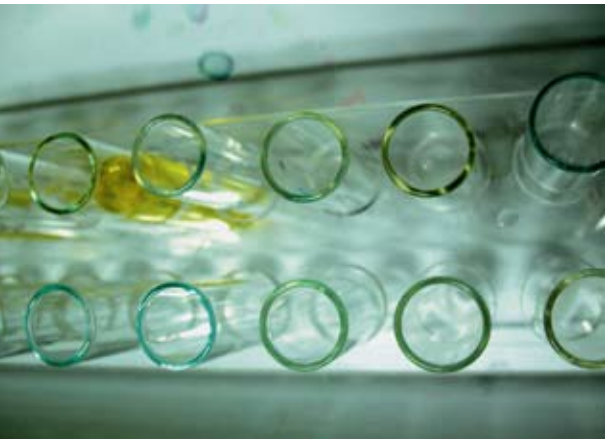
Allergene im Reagenzglas

Workshop in Kulmbach

Am 6. und 7. Dezember 2007 war die Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) am Kulmbacher Standort des Max Rubner-Instituts (damals noch Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel) zu Gast. Unter dem Rahmenthema „Lebensmittelallergien – Was soll und kann die Analytik leisten?“ standen neben medizinischen und rechtlichen Aspekten vor allem die Nachweismethoden für allergen wirkende Bestandteile unserer Nahrung zur Diskussion.

Nach wie vor sind Diagnostik und Therapie von Allergien problembehaftet. Eine der Ursachen: Häufig fehlen standardisierte Extrakte der Allergene, nicht zuletzt, weil häufig gar nicht jedes Detail dieser Substrate bekannt ist.

Die unglaubliche Vielfalt der Lebensmittelallergene ist wohl die größte Herausforderung für die Analytiker. Allerdings stehen der modernen Lebensmittelchemie hoch empfindliche immunologische und molekularbiologische Methoden zur Verfügung, mit denen sich auch geringe Spuren von allergenen Stoffe aufspüren lassen, sofern sie bekannt sind.



Die rechtliche Dimension thematisierte der Münchner Rechtsanwalt Prof. Dr. Alfred Hagen Meyer: „Mit der Pflicht zur Etikettierung ergibt sich die Sorgfaltspflicht, die für die Hersteller unweigerlich in die Produkthaftung einmündet." Neben der peniblen Einhaltung der rechtlichen Vorgaben sei deshalb die permanente Beobachtung des Produkts dringend anzuraten. Schon harmlose Schadensmeldungen könnten Hinweise auf ein anwachsendes Problem geben. Damit gab der Referent bereits den Schritt für die weiteren Vorträge vor: Eine der wichtigsten Frage der Chemiker war, wie mit Allergenen in den verschiedenen Lebensmitteln umzugehen ist.

Ei-Bestandteile können bei empfindlichen Personen schon in geringsten Konzentrationen allergische Reaktionen auslösen. Dabei verursachen Eiklarproteine häufiger allergische Reaktionen als Bestandteile des Dotters, so Dr. Fredi Schwägele vom Kulmbacher Institut. Eier oder Eikomponenten sind in einer Vielzahl von Lebensmitteln enthalten, auch aufgrund ihrer technologischen Eigenschaften (Emulgator, Bindemittel, Klär- und Lockerungsmittel). Hinsichtlich der kommerziell erhältlichen Testsysteme auf Ei-Allergene besteht dringende Notwendigkeit, diese in Vergleichsuntersuchungen umfassend für die Praxis zu validieren.

Viele Lebensmittelallergien sind mittlerweile in der Öffentlichkeit bekannt, es gibt aber immer wieder auch Neuankömmlinge. „Die Lupine ist mit einem potenten Allergen durch die Hintertür gekommen", so Dr. Evelyn Ilg Hamp vom Kantonalen Institut in Basel. Denn eigentlich ist die Lupine für die menschliche Ernährung uninteressant. Für Teile der Bevölkerung soll sie aber heute den pflanzlichen Eiweißträger Soja ersetzen: Soja ist zu einem hohen Anteil nur noch gentechnisch verändert erhältlich, bei der Lupine dagegen gibt es transgene Stämme bisher nicht. Also Gentechnik raus und dafür ein neues Allergen rein? Zum Glück gibt es beim Allergen der Lupine keine Kreuzallergien mit anderen Lebensmitteln, und sicher nachweisbar ist es zudem. ■

Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung

Wissensbasierte Beratungssysteme für die EU-Politik

Um vorausschauende Nachhaltigkeitsbewertung ging es auf einer internationalen Konferenz im April 2008 an der Humboldt Universität zu Berlin, an der Experten unterschiedlicher Fachgebiete auf Einladung des am Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) angesiedelten SENSOR-Projekts teilnahmen. Hauptanliegen dieser Konferenz war es, in einem interdisziplinären Rahmen Ideen, Herangehensweisen und innovative Ergebnisse im Bereich der Nachhaltigkeitsprüfung von Landnutzung und der Politikunterstützung auszutauschen.

Im ländlichen Raum werden sozioökonomische Entwicklungen und Umweltprozesse maßgeblich durch die Landnutzung beeinflusst. Zielsetzung der Landnutzungspolitik auf europäischer Ebene ist es unter anderem, den sozialen Zusammenhalt im ländlichen Raum zu fördern und den Negativzusammenhang von Wirtschaftswachstum und Umweltzerstörung aufzulösen. Um dies umsetzen zu können werden Werkzeuge benötigt, die Vorhersagen über mögliche Auswirkungen von Landnutzungsentscheidungen auf alle Teilaspekte der nachhaltigen Entwicklung erlauben.

Das EU-finanzierte Projekt SENSOR entwickelt solche Werkzeuge. Mit ihnen lässt sich die Nachhaltigkeit von politischen Entscheidungen für die Landnutzung europäischer Regionen bereits im Vorfeld bewerten. SENSOR bildet zusammen mit drei weiteren Projekten zur Forstwirtschaft, zur Landwirtschaft und zu den Beziehungen zwischen Stadt und Land eine Familie von Großprojekten der Europäischen Kommission, die zusammen 120 Forschungseinrichtungen in Europa für einen Zeitraum von vier Jahren vereint, um wissensbasierte Entscheidungsunterstützung für EU-Politik zu entwickeln.

Das SENSOR-Projekt wird vom Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) in Müncheberg koordiniert. ■

Im ländlichen Raum werden sozioökonomische Entwicklungen und Umweltprozesse maßgeblich durch die Landnutzung beeinflusst

IMPRESSUM

FORSCHUNGSREPORT
Ernährung – Landwirtschaft – Verbraucherschutz
1/2008 (Heft 37)

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

Schriftleitung & Redaktion:
Dr. Michael Welling
Geschäftsstelle des Senats der Bundesforschungsinstitute
c/o Johann Heinrich von Thünen-Institut,
Bundesalle 50,
38116 Braunschweig
Tel.: 0531 / 596-1016
Fax: 0531 / 596-1099
E-Mail:
michael.welling@vti.bund.de

Redaktionsbeirat:
Dr. Stefan Kühne,
JKI Kleinmachnow

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

Internet-Adressen:
www.forschungsreport.de
www.bmelv-forschung.de

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

Erscheinungsweise:
Der ForschungsReport erscheint zweimal jährlich

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

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

ISSN 1863-771X

Druck auf Papier mit Recyclinganteil

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

Das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) unterhält einen Forschungsbereich, der wissenschaftliche Grundlagen als Entscheidungshilfen für die Ernährungs-, Landwirtschafts- und Verbraucherschutzpolitik der Bundesregierung erarbeitet und damit zugleich die Erkenntnisse auf diesen Gebieten zum Nutzen des Gemeinwohls erweitert (www.bmelv.de, Rochusstr. 1, 53123 Bonn, Tel.: 0228/529-0). Dieser Forschungsbereich wird von vier Bundesforschungsinstituten sowie dem Bundesinstitut für Risikobewertung gebildet und hat folgende Aufgaben:

Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen:
Selbständige Bundesoberbehörde und Bundesforschungsinstitut mit im Pflanzenschutzgesetz, Gentechnikgesetz, Chemikaliengesetz und hierzu erlassenen Rechtsverordnungen festgelegten Aufgaben. Beratung der Bundesregierung und Forschung in den Bereichen Pflanzengenetik, Pflanzenbau, Pflanzenernährung und Bodenkunde sowie Pflanzenschutz und Pflanzengesundheit. Die Forschung umfasst die Kulturpflanze in ihrer Gesamtheit und schließt die Entwicklung ganzheitlicher Konzepte für den Pflanzenbau, die Pflanzenproduktion bis hin zur Pflanzenpflege ein. Zu den gesetzlichen Aufgaben zählen u. a.: Mitwirkung bei der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln und Biozidprodukten, Prüfung von Pflanzenschutzgeräten, Beteiligung bei pflanzengesundheitlichen Regelungen für Deutschland und die EU, Mitwirkung bei der Genehmigung zur Freisetzung und zum Inverkehrbringen gentechnisch veränderter Organismen (Erwin-Baur-Straße 27, 06484 Quedlinburg, Tel.: 03946/47-0, www.jki.bund.de).

Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI), Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei:
Selbstständige Bundesoberbehörde und Bundesforschungsinstitut. Die Forschungsarbeiten haben das Ziel, für die Land-, Forst- und Holzwirtschaft sowie die Fischerei Konzepte einer nachhaltigen und wettbewerbsfähigen Land- bzw. Ressourcennutzung zu entwickeln. Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen als politische Entscheidungshilfen, insbesondere auf den Gebieten Ländliche Räume, Wald und Fischerei. Wahrnehmung deutscher Verpflichtungen und Interessen in internationalen Meeresnutzungs- und -schutzabkommen, Koordination und Beteiligung bei Monitoringaufgaben zum Zustand der Wälder, Aufgaben im Rahmen des Strahlenschutzvorsorgegesetzes und des Bundeswasserstraßengesetzes (Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, Tel.: 0531/596-0, www.vti.bund.de).

Friedrich-Loeffler-Institut (FLI), Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit:
Selbstständige Bundesoberbehörde und Bundesforschungsinstitut mit im Tierseuchengesetz und Gentechnikgesetz festgelegten Aufgaben. Forschung und Beratung des BMELV insbesondere auf den Gebieten der Tiergesundheit, der Tierernährung, der Tierhaltung, des Tierschutzes und der tiergenetischen Ressourcen (Südufer 10, 17493 Greifswald-Insel Riems, Tel.: 038351/7-0, www.fli.bund.de).

Max Rubner-Institut (MRI), Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel:
Selbstständige Bundesoberbehörde und Bundesforschungsinstitut. 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 der Bestimmungsgründe des Ernährungsverhaltens und Durchführung des Nationalen Ernährungsmonitoring (NEMONIT). Aufgaben im Rahmen des Agrarstatistikgesetzes und des Strahlenschutzvorsorgegesetzes (Haid-und-Neu-Str. 9, 76131 Karlsruhe, Tel.: 0721/6625-0, www.mri.bund.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 88–92, 14195 Berlin, Tel.: 01888/412-0, www.bfr.bund.de).

Einrichtungsübergreifende wissenschaftliche Aktivitäten des BMELV-Forschungsbereiches werden durch den **Senat der Bundesforschungsinstitute** koordiniert, dem Vertreter aller Forschungseinrichtungen angehören. Der Senat wird von einem Präsidium geleitet, das die Geschäfte des Senats führt und den Forschungsbereich gegenüber anderen wissenschaftlichen Institutionen und dem BMELV vertritt (Geschäftsstelle des Senats der Bundesforschungsinstitute, c/o vTI, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, Tel.: 0531/596-1016, www.bmelv-forschung.de).

Forschungseinrichtungen der Leibniz-Gemeinschaft (WGL)
Darüber hinaus sind sechs Forschungseinrichtungen der Wissenschaftsgemeinschaft G. W. Leibniz (WGL) dem Geschäftsbereich des BMELV zugeordnet:
Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie (DFA) (Lichtenbergstr. 4, 85748 Garching, Tel.: 089/28914170, dfa.leb.chemie.tu-muenchen.de);
Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB), (Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam-Bornim, Tel.: 0331/5699-0, www.atb-potsdam.de);
Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt e. V. (IGZ) (Theodor-Echtermeyer-Weg 1, 14979 Großbeeren, Tel.: 033701/78-0, www.igzev.de);
Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V. (Eberswalder Straße 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);
Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Mittel- und Osteuropa (IAMO) (Theodor-Lieser-Str. 2, 06120 Halle/S., Tel.: 0345/2928-0, www.iamo.de).

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