DIE ZEITSCHRIFT DES SENATS DER BUNDESFORSCHUNGSINSTITUTE

FORSCHUNGS Report

ERNÄHRUNG · LANDWIRTSCHAFT · VERBRAUCHERSCHUTZ

Schwerpunkt: Globale Ernährungssicherung

Kleine Mücke, große Wirkung

Sensoren in der Frischekette

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

2/2008

Guten Tag!

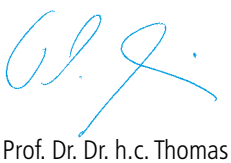
Forschung nicht nur im Labor

Wenn wir in Mitteleuropa – oder allgemein in den Industrieländern – über das Thema Ernährung nachdenken, kommen schnell Begriffe wie „Übergewicht" oder „ernährungsbedingte Krankheiten" in den Sinn. Blicken wir aber über den Tellerrand hinaus, wird deutlich, dass dies global betrachtet im wahrsten Sinne des Wortes „Luxusprobleme" sind. Auch im Jahr 2008 litten am 16. Oktober, dem Welternährungstag, rund 850 Millionen Menschen an Hunger.

Mit viel Optimismus und Vertrauen in die Zukunft hatten die Teilnehmer des Welternährungsgipfels 1996 die Erwartung geäußert, die Zahl der Hungernden in den nächsten 20 Jahren halbieren zu können. Leider stehen die Chancen schlecht, dass dieses Ziel auch nur annähernd erreicht wird. Fortschritte in der Produktivität wurden durch das Bevölkerungswachstum und durch eine deutlich verstärkte Nachfrage nach höherwertigen Lebensmitteln, besonders in den bevölkerungsreichen und wirtschaftlich prosperierenden Schwellenländern, weitgehend kompensiert.

Daher bleiben Anstrengungen für eine globale Ernährungssicherung eine permanente Aufgabe. Die Agrarforschung ist hier besonders gefordert. Allerdings lassen sich diese Probleme nicht allein in Laboratorien und auf Versuchsfeldern lösen. Der deutliche Anstieg der Lebensmittelpreise in den letzten zwei Jahren, der gerade die Ärmsten getroffen hat, ist ein Resultat aus witterungsbedingten Mindererernten, abnehmenden Lagerbeständen bei steigender Nachfrage und Spekulationen an den Warenterminbörsen, um nur einige Faktoren aus diesem komplexen Wirkungsgefüge zu nennen. Daher müssen auch die Anstrengungen zur Verbesserung der Ernährungslage vielschichtig sein. Die Beiträge im Themenschwerpunkt dieses Heftes geben einen Einblick in einige der Projekte der BMELV-Ressortforschung, die sich mit diesem Thema beschäftigen. Dabei wird deutlich, dass gerade auf diesem Gebiet die Forschung in den Bundesforschungsinstituten nicht nur im Labor stattfindet. Ebenso wichtig ist es, Daten zu erheben und Szenarien zu modellieren, um der Politik wissenschaftliche Grundlagen als Entscheidungshilfen zur Verfügung zu stellen. Denn ohne den ernsten politischen Willen – der Industrieländer wie auch der Entwicklungsländer – wird es keine entscheidenden Fortschritte bei der Bekämpfung des Hungers geben. Die Herausforderung bleibt, Innovationen auf dem Gebiet der Agrar- und Ernährungsforschung zur Steigerung der Erträge mit einer nachhaltigen Nutzung und Schonung der natürlichen Ressourcen in Einklang zu bringen. Daran arbeiten wir.

Mit besten Grüßen

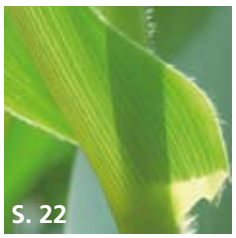


Prof. Dr. Dr. h.c. Thomas C. Mettenleiter
Präsident des Senats der Bundesforschungsinstitute

S. 4

S. 11

S. 14


S. 22

S. 30

S. 37

Berichte aus der Forschung

Hunger – ein vielschichtiges Problem
Die Entwicklung der Nahrungsmittelpreise und ihre Auswirkungen auf die Welternährungssituation 4

Schwarzrost bedroht Weizenproduktion in Äthiopien
Virulenzanalysen und Resistenzzüchtung als Beitrag zur Ernährungssicherung 8

Aquakultur: bedeutend für die Welternährung
Die Produktion aquatischer Organismen hat in den letzten Jahrzehnten eine rasante Entwicklung genommen 11

Mehr Milch und Fleisch für die Welt …
… wie ist das zu schaffen? 14

Nimmt uns die Getreideverbrennung das tägliche Brot?
Eine Datenanalyse zu Getreideernten und -verbräuchen 18

Mikroorganismen als natürliche Helfer für den Pflanzenbau
Auf der Suche nach biologischen Agenzien zur Förderung der Pflanzengesundheit 22

Neue Fischarten auf dem deutschen Markt
Mehr Vielfalt für den Verbraucher 26

Kleine Mücke, große Wirkung
Die Blauzungenkrankheit: Eine neue Tierseuche in Mitteleuropa 30

Sensoren in der Frischekette
Sensoren sichern Qualität und Sicherheit bei Obst und Gemüse 34

Forschung „live“

Mit Fachwissen und Improvisationstalent in den Busch 37

Portrait

Senat der Bundesforschungsinstitute 41

Schlaglichter 42

Impressum 46

Der Forschungsbereich 47

HUNGER – ein vielschichtiges Problem

Die Entwicklung der Nahrungsmittelpreise und ihre Auswirkungen auf die Welternährungssituation

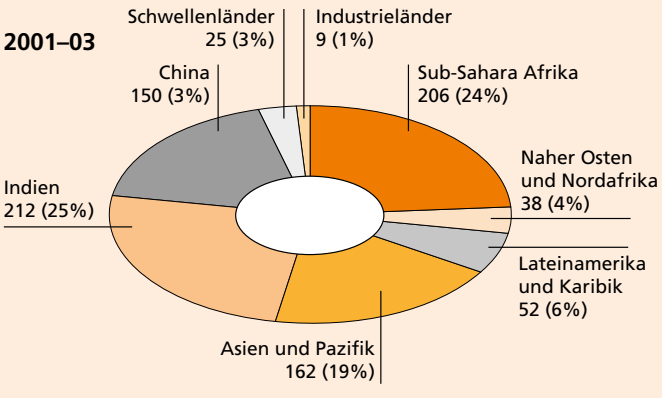
Martina Brockmeier und Rainer Klepper (Braunschweig)

Anfang 2007 ging die Bevölkerung in Mexiko auf die Straße, als sich die Preise für das zur Tortillaherstellung verwendete Maismehl innerhalb weniger Wochen verdoppelten. Erst staatliche Eingriffe mit der Festlegung von Obergrenzen für die Tortillapreise konnten die Bevölkerung beruhigen. Auch in vielen anderen Ländern gab und gibt es Unruhen wegen stark gestiegener Lebensmittelpreise, so in Ägypten, Indien, Indonesien und Haiti. Am härtesten trifft es dabei die Ärmsten der Armen. 2,7 Milliarden Personen – fast 40 % der Weltbevölkerung – leben von weniger als 2 US-$ am Tag, die bei den aktuellen Nahrungsmittelpreisen kaum mehr zum Leben ausreichen. Der folgende Beitrag geht der Frage nach, welche Auswirkungen die Preisanstiege für Lebensmittel für die Welternährungssituation hat, wo mögliche Ursachen liegen und welche Maßnahmen ergriffen werden können, um die Lage zu entschärfen.

Rückschläge bei der Beseitigung des Hungers

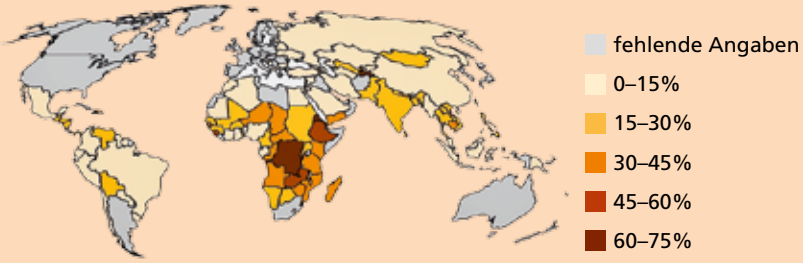
Im Jahr 1996 hatten sich die Teilnehmer des Welternährungsgipfels (World Food Summit, WFS) zum Ziel gesetzt, die Anzahl der chronisch Unterernährten der Welt von 854 Millionen bis 2015 mindestens auf die Hälfte zu reduzieren. Statt knapp 20 % der Weltbevölkerung würden dann nur noch weniger als 10 % unter Hunger leiden. Der Zwischenbericht der FAO von 2006 konnte nur kleine Fortschritte bei der Bekämpfung des Hungers vermelden; der prozentuale Anteil sank zur Halbzeit geringfügig. Doch die Anzahl der Hungernden blieb wegen des raschen Bevölkerungswachstums nahezu konstant bei 853 Millionen Menschen, etwa dem Doppelten der Bevölkerung der EU-27 (vgl. Abb. 1). Ursache für den geringen Fortschritt, so der Bericht der FAO, sei weniger das fehlende Wissen zur Beseitigung des Hungers als vielmehr der mangelnde politische Wille. Gestützt wird diese Aussage dadurch, dass der Fortschritt zwischen, aber auch innerhalb von Ländern sehr ungleich verteilt ist. Ausgehend von einem vergleichsweise hohen Niveau in Sub-Sahara Afrika mit einem Anteil von über 35 % unzureichend ernährten Menschen an der Gesamtbevölkerung, war auch zu Beginn des neuen Jahrtausends kaum eine Verbesserung zu vermelden (vgl. Abb. 2). Die Nahrungsmittelerzeugung und/oder die

Abb 1: Anzahl Unterernährter nach Regionen in Mio.



> insgesamt 853 Mio. Menschen

Abb 2: Anteil Unterernährter nach Ländern (2001–03)



wirtschaftliche Entwicklung der meisten dieser afrikanischen Länder konnten mit dem raschen Anstieg der Bevölkerung nicht mithalten. Aber auch andere Regionen stehen zunehmend im Fokus. So deuten jüngste Meldungen in vielen Ländern wieder darauf hin, dass sich die Lage der Schwächsten der Gesellschaft deutlich verschlechtert. Hierzu tragen die steigenden Preise bei, insbesondere die Preise für Energie und Lebensmittel, mit der die Einkommensentwicklung nicht Schritt halten kann. Bei einem Ausgabenanteil für Lebensmittel am Einkommen von 50–80 % sind die Ärmsten der Welt besonders hart von Preissteigerungen betroffen. In den Industrieländern wird hingegen nur zwischen 10–15 % des Einkommens für Nahrungsmittel ausgegeben.

Rasch steigende Preise

Nachdem in den letzten zwei Jahrzehnten die Lebensmittelpreise auf den Weltmärkten niedrig und teilweise sogar real rückläufig waren, ist seit 2005 ein beachtlicher Anstieg zu verzeichnen. Dies gilt insbesondere für Weizen, Mais, Soja sowie Reis und die Energieträger mit dem Leitprodukt Erdöl. Das Wort eines „stillen Tsunamis" oder einer „ag-flation" macht die Runde. So stiegen die Preise für die Grundnahrungsmittel (FAO-Nahrungsmittelindex) im Jahr 2006 um 9 %, 2007 um 23 % und machten bis Mitte 2008 noch einmal einen Sprung von 12 %. Seither ist allerdings wieder ein leichter Preisrückgang erkennbar (vgl. Abb. 3).

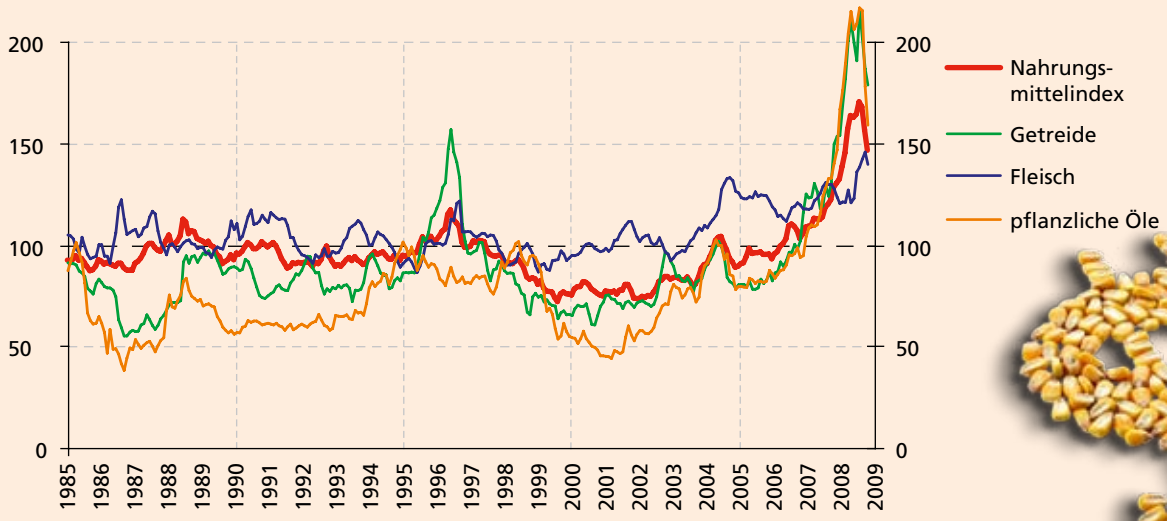
Düstere Prognosen

Zwar gehen alle in jüngster Zeit veröffentlichten Prognosen übereinstimmend davon aus, dass die Märkte auf die hohen Preise mit einer Ausdehnung und Intensivierung der Erzeugung reagieren. Eine Rückkehr zu dem Preisniveau für Lebensmittel wie in den 80er und 90er Jahren wird jedoch nicht erwartet. Dies hat erhebliche Folgen für den Fortschritt beim Erreichen des WFS-Zieles der Hungerbekämpfung. Nach Schätzungen der Weltbank verschlechtert sich bei einem Anstieg der Grundnahrungsmittelpreise um 1 % die kalorimetrische Versorgung der Bevölkerung in den unterentwickelten Regionen um einen halben Prozentpunkt. Nach Einschätzungen vom IFPRI (International Food Policy Research Institute) folgt daraus, dass die Zahl der mangelhaft ernährten Menschen infolge des Anstieges der Lebensmittelpreise zunimmt, und zwar je Prozentpunkt Erhöhung um 16 Millionen. Ein weiterer, wenn auch verlangsamter Anstieg der Lebensmittelpreise in den kommenden Jahren ist kaum aufzuhalten, so die einhellige Meinung. Für die kommende Dekade rechnet die FAO mit einem mindestens 50 % höherem Preisniveau als vor Beginn der Jahrtausendwende. Gestützt wird die Prognose durch die Erwartung, dass bis 2030 etwa 50 % mehr Getreide und 85 % mehr Fleisch erzeugt werden muss, um die globale Nahrungsmittelnachfrage der aufstrebenden Schwellen- und Entwicklungsländer befriedigen zu können. Die Halbierung der Hungernden bis 2015 ist daher in weite Ferne gerückt. Das IFPRI prognostiziert sogar eine Zunahme

Viele Menschen in Sub-Sahara Afrika müssen durch den Anstieg der Lebensmittelpreise hungern.

Australien als bedeutender Getreideexporteur war in den letzten Jahren von großen Ernteausfällen durch Trockenheit betroffen.

Abb 3: Globale Preisentwicklung ausgewählter Nahrungsmittel (indexiert)



der chronisch Unterernährten auf 1,2 Milliarden bis 2025. Dies entspricht einer Verdopplung gegenüber dem bis 2003 erreichten.

Was die Nahrungsmittelpreise treibt

Steigende Nahrungsmittelpreise führen grundsätzlich zu einer Ausweitung der Erzeugung und/oder einer Einschränkung der Nachfrage. Dies war jedoch in den letzten Jahren nicht oder nur unzureichend der Fall. Die Gründe hierfür sind komplex und vielfältig, wie im Folgenden erläutert wird.

Das Angebot stagniert

Die Wetterbedingungen und die Verfügbarkeit von Wasser haben einen wesentlichen Einfluss auf die Höhe des Angebots von Nahrungsmitteln. Durch eine große Trockenheit kam es in den letzten Jahren weltweit zu erheblichen Ernteausfällen, von der insbesondere Australien als bedeutender Getreideexporteur betroffen war. In den Jahren 2006 und 2007 wurden hier jährlich 10 Mio. t oder 4 % der globalen Getreideexporte weniger geerntet. Infolgedessen und aufgrund einer schon länger anhaltenden unter dem weltweiten Bedarf liegenden Erzeugung bei wichtigen Agrargütern schrumpften die Weizenvorräte auf ein 30-jähriges Tief, mit den dargestellten drastischen Preisreaktionen in den letzten drei Jahren. Unter den zuvor gegebenen Bedingungen langjährig niedriger Preise waren die Angebotsreaktionen auf den Weltagrarmärkten jedoch sehr verhalten. So hatte eine 10 %ige Preissteigerung nur eine 1 %ige Erhöhung des Angebots pro Jahr bewirkt. Produktivitätsfortschritte früherer Jahre konnten nicht mehr erreicht werden, nicht zuletzt wegen stagnierender oder rückläufiger Investitionen in Forschung und Entwicklung sowohl im Agrarsektor als auch den nachgelagerten Bereichen des Nahrungsmittelsektors. Dies gilt für die Industrieländer, aber in besonderem Maße für die Entwicklungsländer. Zusätzlich fehlen der dringend notwendige Ausbau geeigneter und verbesserter Lagerungsmöglichkeiten sowie Investitionen in die Transport- und Kommunikationsinfrastruktur in den Entwicklungsländern. Dies ist eine Grundvoraussetzung für eine effiziente Logistik im Handel. Nur so können die für Angebotsreaktionen notwendigen Preisanreize auch in das Landesinnere zu den Agrarproduzenten gelangen. Weltweit wird die notwendige Ausdehnung der Erzeugung allerdings auch durch die zeitgleich deutlich gestiegenen Kosten für die Inputs (Energie, Kraftstoff, Düngemittel, Pflanzenschutzmittel) verhindert, die im landwirtschaftlichen Produktionsprozess eingesetzt werden. So fielen auch weltweit ehemals genutzte Agrarflächen im Zeitablauf brach.

Die Nachfrage steigt

Nachfrageseitig spielt der weltweit gestiegene Bedarf an Nahrungs- und Futtermitteln eine Schlüsselrolle. Gründe hierfür sind zum einen die weltweite Zunahme der Bevölkerung von täglich 225.000 oder jährlich 82 Millionen Menschen, die ernährt werden müssen. Zum anderen resultiert aus dem Einkommensanstieg und der fortschreitenden Urbanisierung in zahlreichen Entwicklungsländern eine Verwestlichung der Ernährungsgewohnheiten mit wachsender Nachfrage nach Fleisch, was wiederum einen zusätzlichen Bedarf an Futtermitteln nach sich zieht. Von Bedeutung für die Nachfrage nach Nahrungsmitteln ist darüber hinaus deren zunehmende Verwendung für die Erzeugung von Bioenergie. Die Nachfrage in diesen verschiedenen Verwendungsrichtungen ist in den letzten Jahren jedoch sehr unterschiedlich verlaufen. Während die Verwendung von Getreide (inkl. Mais) für Nahrungs- und Futtermittelzwecke seit dem Jahr 2000 beispielsweise um 4 % bzw. 7 % anstieg, erhöhte sich die industrielle Verwendung von Getreide für die Produktion von Bioenergie im selben Zeitraum um 25 %. Eine besondere Steigerung verzeichnen die USA, wo bereits 30 % der inländischen Maisernte zu dem Ersatzkraftstoff Bioethanol verarbeitet werden. Gefördert wird diese Entwicklung weltweit durch unterschiedliche politische Maßnahmen in Form eines Beimischzwangs von Biokraftstoffen im Treibstoff und direkten und indirekten Vergünstigungen für die Erzeugung und Beimischung von Biokraftstoffen.

Einflüsse der Politik

Darüber hinaus existieren Faktoren, die sowohl das Angebot als auch die Nachfrage beeinflussen. Ein in seiner Wirkungshöhe um-

strittener Einflussfaktor ist die seit einigen Jahren fortlaufende Abwertung des US-$ gegenüber den meisten Währungen. Experten sind sich darüber einig, dass die Abwertung einen deutlichen Einfluss auf den Anstieg, aber vor allem auf die aktuell deutlich ausgeprägteren Schwankungen der Nahrungsmittelpreise hat. Dies gilt ebenso für Spekulationen über Fonds mit Nahrungsmitteln, denen jedoch nur ein kurzfristiger Einfluss zugeschrieben wird. Einen erheblichen Einfluss auf die Weltagrarmärkte haben dagegen die Agrarmarkt- und Agrarhandelspolitiken. Hier sind zunächst die von vielen Entwicklungsländern eingeführten ad hoc-Maßnahmen (z.B. Exportverbote oder -beschränkungen) zu nennen, die der eigenen Bevölkerung ein preisgünstigeres Nahrungsmittelangebot sichern soll. Die Situation auf den Weltagrarmärkten wird hierdurch jedoch deutlich angespannter, da das globale Nahrungsmittelangebot für andere Länder zusätzlich verknappt und der Spielraum zum Ausgleich der Preisschwankungen verkleinert wird.

Ebenfalls von Bedeutung sind die veränderten Agrarmarkt- und Agrarhandelspolitiken der wichtigsten Agrarexportländer, die darauf abzielen, die Überschussproduktion und die teure Lagerhaltung zu vermindern und so das Angebot auf den Weltagrarmärkten verknappt haben. Der dadurch erzielte Anstieg der Nahrungsmittelpreise auf den Weltagrarmärkten ist durchaus gewollt. Er soll den Agrarproduzenten in Entwicklungsländern die Chance und die notwendigen Preisanreize bieten, ihre Produktion von Nahrungsmitteln nachhaltig zu steigern. Wesentlich hierfür ist allerdings, dass gleichzeitig der Zugang zu den Agrarmärkten der Industrieländer erleichtert wird.

Was getan werden kann

Die Mehrzahl der Prognosen geht von deutlich höheren Preisen für Agrarrohstoffe und Lebensmittel im Vergleich zu früheren Dekaden aus. Die Ursachen werden in dem bereits beschriebenen weiterhin stetig wachsenden Bedarf an Nahrungsmitteln für die Ernährung bei nur schwachem Zuwachs in der Erzeugung gesehen. Dass daneben die Energiepreise an Bedeutung gewinnen, haben die letzten beiden Jahre gezeigt. Mit jedem Anstieg der Rohölpreise werden pflanzliche Öle und Getreide, wie auch zuckerhaltige Pflanzen verstärkt zur Erzeugung von Bioenergie, insbesondere Biodiesel und Bioethanol, umgeleitet und der menschlichen Ernährung entzogen. Preisreaktionen, bei begrenzt verfügbarer landwirtschaftlicher Fläche und anderer Ressourcen, können dabei nicht ausbleiben.

Um die drastischsten Folgen des Preisanstiegs zu mindern und unmittelbare Hungerkrisen zu verhindern, sollten kurzfristig Sofortmaßnahmen in Form direkter Einkommenstransfers oder Lebensmittelbezugsscheinen an die am stärksten Betroffenen ausgegeben werden. Dieser Art der zielgerichteten, weniger markt- und handelsverzerrenden Unterstützung sollte der Vorzug gegeben werden gegenüber der üblichen generellen Grundnahrungsmittelsubvention, staatlichen Preisfestsetzungen oder der Einführung von Exportbeschränkungen.

Mittel- und langfristig gilt es, die Akteure in die Lage zu versetzen, dem wachsenden Bedarf an Lebensmitteln durch ein entsprechendes Angebot gerecht zu werden. Zwar sind durch die derzeit hohen Preise hinreichende Anreize für eine Ausdehnung der Produktion gegeben. Diese sollten jedoch durch flankierende Maßnahmen, wie dem Aufbau einer leistungsfähigen Infrastruktur zur Senkung der Transaktionskosten, Abbau von Exporterstattungen und Handelshemmnissen jeglicher Art, die im Agrarbereich nach wie vor vergleichsweise sehr hoch sind, flankiert werden. Insbesondere in den Entwicklungsländern haben bei unzureichender finanzieller Ausstattung der Erzeuger die Bereitstellung von kostengünstigen Krediten für geeignetes Saatgut und eine verstärkte Mechanisierung sowie der Technologietransfers zur Steigerung der Produktivität und Investitionen in die Forschung und Ausbildung eine Schlüsselfunktion im Kampf gegen den Hunger. Die Kostenvorteile, die viele Entwicklungsländer bei der Erzeugung von Nahrungsmitteln haben, können jedoch nur zum Tragen kommen, wenn die Subventionen in den Industrieländern abgebaut werden und die derzeitigen Preissignale nicht durch (dauerhafte) Lebensmittellieferungen aus den Industrieländern unterlaufen werden.

Die gestiegenen Nahrungsmittelpreise sollten vor allem für die weniger entwickelten Staaten auch als Chance verstanden werden, über eine effizientere Nutzung der meist reichlichen vorhandenen und nur extensiv genutzten Flächen die Versorgungslage mit Nahrungsmitteln im eigenen Land und weltweit zu verbessern. Gefordert sind hierbei sowohl die nationalen Staaten, Kooperationen zwischen den Entwicklungs- und Industrieländern als auch internationale Organisationen, wie der IWF, die Weltbank, die FAO und UN. ■

Kwiotek/Zeitenspiegel

Johann Heinrich von Thünen-Institut

Dir. u. Prof. PD Dr. Martina Brockmeier und Dipl.-Ing. agr. Rainer Klepper, Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Marktanalyse und Agrarhandelspolitik, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig.
E-Mail: martina.brockmeier@vti.bund.de

In Entwicklungsländern kommt es bei unzureichender finanzieller Ausstattung der Erzeuger vor allem darauf an, kostengünstige Kredite für geeignetes Saatgut bereitzustellen.

Schwarzrost bedroht Weizenproduktion in Äthiopien

Virulenzanalysen und Resistenzzüchtung als Beitrag zur Ernährungssicherung

Belayneh Admassu Yimer und Frank Ordon (Quedlinburg)

Landwirtschaftliche Produktion in Äthiopien

Weizen ist mit einer weltweiten Anbaufläche von 217,5 Millionen Hektar und einer Erntemenge von ca. 607 Millionen Tonnen im Jahr 2007 die für die menschliche Ernährung bedeutendste Kulturpflanze. In den wärmeren Anbaugebieten der Erde stellt der Schwarzrost (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*, Abb. 1) eine erhebliche Gefahr für die Weizenproduktion und damit für die Sicherung der Ernährung dar.

Vor rund zehn Jahren konnte der Pilz ein weltweit in der Weizenzüchtung genutztes Resistenzgen, *Sr31*, überwinden. Von seiner Ursprungsregion in Uganda breitet sich diese Schwarzrost-Rasse momentan über den afrikanischen Kontinent und den Mittleren Osten aus.

Die nach Ihrem Erstauftreten 1999 in Uganda bezeichnete Schwarzrost-Rasse Ug99 erreichte 2005 Äthiopien, dann den Yemen. Im März 2008 wurde sie erstmals im Iran nachgewiesen. Und es scheint nur eine Frage der Zeit zu sein, bis Ug99 die Weizenanbaugebiete der Türkei, Indiens und Chinas erreicht.

Abb. 1: Schwarzrost (Puccinia graminis f. sp. tritici) an Weizen

Am Institut für Resistenzforschung und Stresstoleranz des Julius Kühn-Institutes (JKI) in Quedlinburg läuft seit 2006 in Zusammenarbeit mit dem äthiopischen Plant Protection Research Center, Ethiopian Institute of Agricultural Research ein Projekt, in dem die Verbreitung und Virulenz der in Äthiopien vorkommenden Schwarzrost-Rassen erfasst und die in äthiopischen Weizensorten vorkommenden Resistenzgene bestimmt werden. Ziel ist es, Gene zu identifizieren, welche in dieser Region noch eine hinreichende Wirksamkeit gegen den Schadpilz besitzen. Darüber hinaus sollen molekulare Marker entwickelt werden, welche eine beschleunigte züchterische Nutzung dieser Resistenzgene bzw. eine Kombination mit vorhandenen Resistenzgenen (Pyramidisierung) zur Verbesserung der Schwarzrostresistenz äthiopischer Weizensorten ermöglichen.

Weizen für die Ernährung in Äthiopien immer wichtiger

Weichweizen *(Triticum aestivum)* und Hartweizen *(Triticum durum)* haben sich in Äthiopien in den vergangenen Jahren zu bedeutenden Kulturpflanzen entwickelt. Lag die Weizenanbaufläche in Äthiopien 1994 noch bei ca. 747.000 Hektar, so hat sie sich bis 2007 auf 1,35 Millionen Hektar nahezu verdoppelt. Weizen ist heute nach der Hirseart Tef *(Eragrostis tef)* die wichtigste Kulturpflanze in Äthiopien. Auch die Ertragsleistung konnte in dieser Zeit von durchschnittlich 10,75 dt/ha im Jahr 1994 auf 22,21 dt/ha gesteigert werden. Dem

Weizen kommt somit für die Ernährung in Äthiopien eine erhebliche Bedeutung zu – und damit auch dem Schwarzrost.

Verbreitung des Schwarzrostes in Äthiopien

Vom Schwarzrost infizierte Weizenpflanzen bleiben im Wachstum zurück, die Ähren bilden weniger Körner aus, das Tausendkorngewicht verringert sich und die Kornqualität nimmt ab. Der Pilz kann zu Ertragsverlusten von 50 % und bei einer Frühinfektion sogar zum Totalverlust führen. Primäre Wirte des Schwarzrostes sind Weichweizen und Hartweizen, aber es werden auch Gerste, Roggen und Triticale sowie Gräser infiziert. Neben dem asexuellen Lebenszyklus ist für den Schwarzrost ein sexueller Lebenszyklus bekannt, der aus epidemiologischen Gesichtspunken jedoch von untergeordneter Bedeutung ist und für den der alternative Wirt *Berberis vulgaris* benötigt wird. Eine Infektion geht in der Regel von Uredosporen aus, die vom Wind über große Distanzen verbreitet werden. Sie haben ihr Keimoptimum bei 18 °C und benötigen für eine erfolgreiche Infektion freies Wasser auf der Blattoberfläche sowie mindestens 10.000 lux. Für eine rasche Ausbreitung im Bestand sind Temperaturen von 30 °C optimal, so dass der Schwarzrost insbesondere in den wärmeren Anbaugebieten ein bedeutendes Pathogen ist.

In zunächst durchgeführten Arbeiten zum Auftreten des Schwarzrostes in Äthiopien zeigte sich, dass der Schwarzrost in den traditionellen Anbaugebieten Arsi und Bale, wo der Weizen häufig in Monokultur angebaut wird (Abb. 2), sowie in Teilen der angrenzenden Region Shewa mit 61–75 % wesentlich häufiger vorkommt als in West- und Nord-Shewa sowie Nordwest-Äthiopien (Abb. 3). Virulenzanalysen an insgesamt 152 in diesen Regionen gesammelten Schwarzrost-Isolaten ergaben, dass insgesamt 22 verschiedene Schwarzrost-Rassen in Äthiopien vorkommen. Dabei machen die fünf häufigsten Rassen 68 % der Schwarzrost-Population aus. Mit der höchsten Frequenz (26 %) über den gesamten Untersuchungsraum wurde dabei bereits die Rasse Ug99 nachgewiesen, wobei diese in den traditionellen Anbaugebieten Arsi und Bale besonders häufig auftritt (30 % bzw. 45 %).

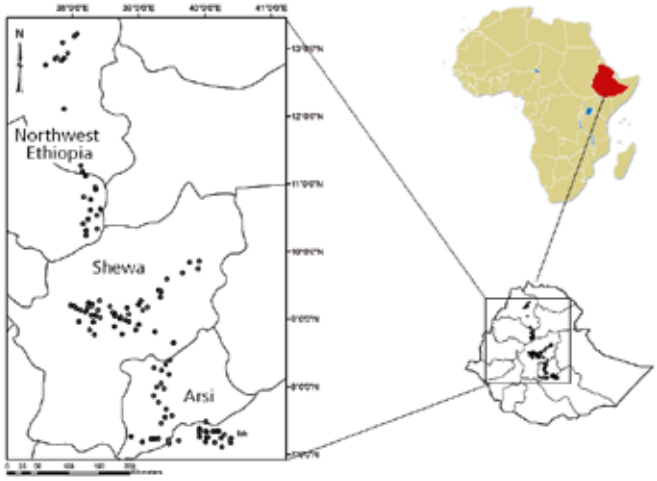


Abb. 3: Sammelorte der Schwarzrost-Isolate in Äthiopien

Weitergehende molekulare Analysen zur Aufklärung der verwandtschaftlichen Verhältnisse dieser in Äthiopien vorkommenden Schwarzrost-Isolate haben gezeigt, dass sich die Rassen in drei Gruppen (Cluster) einteilen lassen, die sich im Wesentlichen an ihrer geographischen Herkunft orientieren und nicht an ihrer Virulenz. So werden überwiegend Isolate aus Zentral-Athiopien (Shewa) und dem angrenzenden Südost Äthiopien (Arsi und Bale) gemeinsam gruppiert, während eine weitere Gruppe ausschließlich Isolate aus Nordwest Äthiopien und eine drittes Cluster im Wesentlichen Isolate aus Zentral Äthiopien und Nordwest Äthiopien enthält.

Abb. 2: Weizenmonokultur in Arsi

Suche nach Resistenzgenen

Im Rahmen der durchgeführten Virulenzanalysen zeigte sich, dass insbesondere die Resistenzgene *Sr13, Sr36,* und *SrTmp* noch über eine hinreichende Wirksamkeit gegenüber den in Äthiopien vorkommenden Rassen verfügen, während andere wie *SrMcN* oder *Sr10* nahezu von allen Rassen in allen Regionen überwunden sind. In weitergehenden Analysen konnte gezeigt werden, dass gegenüber Ug99 und den meisten anderen in Äthiopien dominierenden Rassen auch die Resistenzgene *Sr22, Sr24, Sr26, Sr33* und *Sr39* wirksam sind.

Um basierend auf diesen Erkenntnissen ein langfristiges Konzept für eine Verbesserung der Schwarzrostresistenz in Äthiopien zu entwickeln, galt es weiterhin festzustellen, welche Gene in dortigen Sorten bzw. Zuchtmaterial bereits vorhanden sind. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass in vielen Regionen Äthiopiens auch heute noch im Wesentlichen Landsorten angebaut werden, und neue verbesserte Sorten nur langsam ihren Weg in die Praxis finden. Basierend auf der Analyse von 50 Weizendifferentialsorten mit definierten Resistenzgenen sowie 60 aktuellen äthiopischen Weizenzuchtlinien *(T. aestivum, T. durum)* mit 10 bedeutenden Schwarzrostrassen konnten für einige Genotypen die Resistenzgene *Sr22, Sr24* und *Sr33* sowie *Sr27* postuliert werden (Tab. 1). Ferner zeigte sich, dass mehrere *T. durum* Genotypen, aber auch eine *T. aestivum* Linie resistent gegen alle bisher getesteten Rassen sind. Die genetische Grundlage der Resistenz dieser Zuchtlinien ist jedoch bisher nicht bekannt.

Neben diesem klassischen, sehr aufwendigen Verfahren zur Ermittlung von Resistenzgenen stehen heute für einige bedeutende Schwarzrost-Resistenzgene eng gekoppelte molekulare Marker mit einem hohen diagnostischen Charakter zur Verfügung. Momentan werden sie zum Beispiel für den Nachweis des Resistenzgens *Sr26* in äthiopischen Zuchtlinien eingesetzt (Abb. 4). Entsprechende Marker sind zwar für einige weitere Schwarzrost-Resistenzgene bekannt, nicht jedoch für *Sr13*, welches gegenüber der Mehrzahl der in Äthiopien vorkommenden Rassen einschließlich Ug99 wirksam ist. Weitergehende Analysen zielen daher darauf ab, die Position dieses Gens im Erbgut zu lokalisieren und molekulare Marker

Tab. 1: Für äthiopische *T. durum*- und *T. aestivum*-Sorten und -Zuchtstämme postulierte Resistenzgene

Sorte/Zuchtstamm	Postulierte Resistenzgene	Art
Coccorit 71	*Sr22, Sr24, Sr26*	*T. durum*
Ude	*Sr22, Sr24, Sr26*	*T. durum*
Bichena	*Sr24, Sr26*	*T. durum*
Obsa	*Sr24*	*T. durum*
Quamy	*Sr26*	*T. durum*
Yerer	*Sr22*	*T. durum*
Robe	*Sr26*	*T. durum*
Gerardo	*Sr27*	*T. durum*
K6295-4A	*Sr22*	*T. aestivum*
Enkoy	*Sr27*	*T. aestivum*

für dieses Resistenzgen zu entwickeln. Zu diesem Zweck wurden bereits Kreuzungen einer *Sr13* tragenden Linie mit der anfälligen Sorte ´Morocco´ durchgeführt und die aufspaltende F_2 wird momentan in Äthiopien phänotypisch im Jungpflanzenstadium analysiert. Basierend auf diesen Daten werden in einem nächsten Schritt molekulare Marker entwickelt, die eine markergestützte Selektion auf *Sr13* in frühen Entwicklungsstadien der Pflanzen unabhängig vom Auftreten des Pathogens erlauben, vor allem aber auch eine gezielte Kombination verschiedener Schwarzrost-Resistenzgene in einem Genotyp (Pyramidisierung) ermöglichen. Mit diesem Verfahren lässt sich die Nutzungsdauer von Resistenzgenen, die von einzelnen Pilzrassen bereits überwunden wurden, verlängern, und es können dauerhaftere Resistenzen geschaffen werden.

Die hier vorgestellten Untersuchungen haben wichtige Erkenntnisse über das Vorkommen des Schwarzrostes in Äthiopien, die dominierenden Rassen sowie wirksame Resistenzgene geliefert. Dieses Wissen gilt es nun züchterisch zu nutzen, um die Versorgungslage in Äthiopien, die nach wie vor schwierig ist und durch das Auftreten des Schwarzrostes weiter verschärft wird, zu verbessern. ■

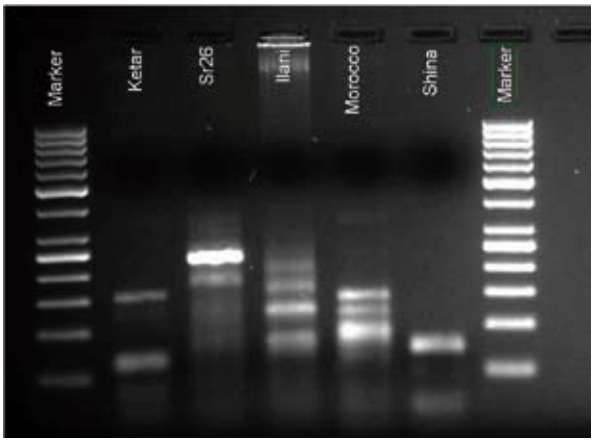


Abb. 4: Nachweis von Sr26 mittels eines molekularen Markers

Belayneh Admassu Yimer, Plant Protection Research Center, Ethiopian Institute of Agricultural Research, P.O. Box 37, Ambo, Äthiopien. Aktuell: Julius Kühn-Institut (JKI), Institut für Resistenzforschung und Stresstoleranz, Erwin-Baur-Str. 27, 06484 Quedlinburg.
Dir. u. Prof. PD Dr. Frank Ordon, Julius Kühn-Institut (JKI), Institut für Resistenzforschung und Stresstoleranz, Erwin-Baur-Str. 27, 06484 Quedlinburg.
E-Mail: frank.ordon@jki.bund.de

» Danksagung:
Die Autoren danken dem Katholischen Akademischen Ausländerdienst (KAAD) für die finanzielle Unterstützung von Herrn Belayneh Admassu Yimer.

Aquakultur: bedeutend für die Welternährung

Die Produktion aquatischer Organismen hat in den letzten Jahrzehnten eine rasante Entwicklung genommen

Volker Hilge (Ahrensburg) und Reinhold Hanel (Hamburg)

Die Aquakultur ist im globalen Maßstab der am schnellsten wachsende Nahrungsmittel-produzierende Sektor. Er stellt mit über 50 Millionen Tonnen etwa die Hälfte des Angebots an Konsumfisch zur Verfügung. Um den Bedarf der wachsenden Weltbevölkerung bei gleich bleibendem Pro-Kopfverbrauch zu befriedigen, muss die Aquakultur ihre Produktion bis 2030 massiv weiter steigern.

Als im Sommer 1976 in Kyoto die erste Technische Konferenz der FAO zur Aquakultur endete, lautete eine der Hauptaussagen: In den nächsten 30 Jahren verfünffachen sich die Erträge aus der Aquakultur. Die meisten Teilnehmer der Tagung beschlich bei so viel Optimismus ein eher unbehagliches Gefühl – zu utopisch erschien ihnen doch der Sprung von rund 5 Mio. Tonnen produzierter Fische, Krebse, Weichtiere und Algen von 1975 auf erhoffte 25 Mio. Tonnen in 2005.
Nur wenige Experten waren in der Lage, das Potenzial für diese dramatische Steigerung der Erträge aus der Aquakultur vor allem in den Ländern Asiens richtig einzuschätzen. Man rechnete vielmehr fest mit einer weiteren stürmischen Entwicklung der Fangfischerei. Die landete zu jener Zeit 63 Mio. Tonnen Fisch jährlich an, und eine weitere Zunahme dieser Anlandungen wurde vorausgesagt. Wozu also sich viel Gedanken über einen neuen Produktionszweig machen, dessen Entwicklung erhebliche Investitionen erfordern würde?
Vor diesem Hintergrund lohnt es, die heutige Situation der Aquakultur näher zu betrachten.

Weltproduktion

Die vorläufige FAO-Statistik weist für 2006 eine Gesamtproduktion der Aquakultur von 66,8 Mio. Tonnen aus. Die auf der Kyoto-Konferenz prognostizierte Produktionssteigerung wurde tatsächlich um mehr als das doppelte übertroffen. Dabei handelt es sich mit Ausnahme von 15,1 Mio. Tonnen Algen, die vor allem in Pharmazie, Nahrungsmittelindustrie und Kosmetik Verwendung finden, um Erzeugnisse für den direkten menschlichen Konsum. Fische machen mit 32,6 Mio. Tonnen rund die Hälfte der Produktion aus. Sie stammen zu 84 % aus dem Süßwasser. Dies spiegelt die Entstehungsgeschichte der Aquakultur wider, die ihre Ursprünge in der Aufzucht von Karpfen und seinen Verwandten in Süßwasserteichen in Asien hat, woher auch heute noch der ganz überwiegende Teil der gezüchteten aquatischen Organismen stammt. Mollusken und Krebse sind mit 14,1 bzw. 4,5 Mio. Tonnen die weiteren wichtigen Produktgruppen. Im Gegensatz zu Asien fallen die anderen Regionen der Welt dagegen mit 0,1 % (Sub-Sahara Afrika) bis 4,2 % (Europa) am Gesamtvolumen stark ab. Anzumerken sei hier auch noch, dass China allein über zwei Drittel der Weltproduktion für sich reklamiert. Allerdings ist dieser Wert korrekturbedürftig, was im Übrigen auch für die chinesischen Anlandungen aus der Fangfischerei gilt.
Der Gesamtwert dieser Weltproduktion wird für 2005 mit 70 Mrd. US-$ angegeben. Nach China belegen Indien, Vietnam, Indonesien, Thailand, Bangladesch, Japan, Chile und Norwegen die folgenden Plätze.

Europa und Deutschland

Ohne Zweifel ist das rasante Bevölkerungswachstum in Asien ein Auslöser für die Entwicklung und die hohen Zuwächse der dortigen Aquakultur gewesen. So wird es auch in Zukunft sein, denn die Zahl der hungrigen Münder nimmt dort weiter zu.

Ganz anders in Europa. Hier war und ist das Bevölkerungswachstum inzwischen gering oder sogar negativ. Die gleichzeitig sichtbar werdenden Änderungen in der Bevölkerungsstruktur beeinflussen auch das Konsumverhalten und damit die Nachfrage nach Fisch. Die jährliche Zuwachsrate in der Aquakulturproduktion betrug in den vergangenen Jahrzehnten rund 5 %, die derzeitige Produktionsmenge liegt etwa bei 2,2 Mio. Tonnen pro Jahr. Die mengenmäßig wichtigsten Fischarten sind der atlantische Lachs, die Miesmuschel und ihre Mittelmeerverwandte, Forellen, Austern, Goldbrassen und Wolfsbarsch sowie der Karpfen. Krebse (shrimps) – in anderen Regionen sehr wichtig – sind in Europa ohne Bedeutung. Überraschenderweise stagniert die Aquakulturproduktion seit nunmehr acht Jahren; Steigerungen bei Arten wie Lachs und Meerbarschen werden durch Rückgänge bei anderen Arten (Karpfen, Auster, Süßwasserforelle) konterkariert. Die EU-Kommission bemüht sich neuerdings, die Aquakultur in Europa anzukurbeln, denn sie befürchtet sicher nicht zu Unrecht, dass die Erträge aus der Fangfischerei kaum zu steigern sein werden und eine zunehmende Nachfrage nach Fisch auf Dauer nicht allein durch Importe befriedigt werden kann. Das Handelsbilanzdefizit der EU-Staaten für diesen Sektor ist beträchtlich und die Exportländer der Dritten Welt werden mit einem zunehmenden Inlandsbedarf konfrontiert werden.

Deutschland führt mehr als 80 % seiner gesamten Fischwaren aus dem EU-Raum oder aus Drittländern ein. Bei Erzeugnissen aus der Aquakultur spielt die inländische Produktion aber eine größere Rolle. In der Aquakulturproduktion nimmt die Bundesrepublik einen mittleren Platz in Europa ein. Karpfen, Forelle und Miesmuscheln sind die wichtigsten Arten. Daneben gibt es eine Reihe weiterer Fischarten, die in unterschiedlichen Systemen aufgezogen werden. Dazu gehören insbesondere Aale, Welse, Saiblinge und Störe.

M. Oberle, Inst. für Fischerei Stamberg, Außenstelle Höchstatt

Bäuerliche Karpfenteichwirtschaft in Bayern

Gründe für den Erfolg der Aquakultur

Das ursprünglich in Asien beheimatete System des kleinen Süßwasserteichs zur Produktion von Fischen für die familiäre Versorgung hat sich grundlegend gewandelt und seinen Siegeszug um die Welt schon lange begonnen. Aber erst Mitte des 20. Jahrhunderts startete die rasante Entwicklung der Aquakultur.

Eine der Voraussetzungen hierfür waren die Wissenschaften, die wie schon in der Landwirtschaft in der Lage waren, die neuen Ideen einiger Pioniere auf eine gesicherte Basis zu stellen. Traditionelle Systeme wurden fortentwickelt und völlig neue entstanden daraus bis hin zu geschlossenen Kreislaufanlagen, in denen das Wasser fortwährend aufbereitet wird und das Milieu für die Zuchtorganismen kontrolliert und gesteuert werden kann. Forschungsarbeiten des Instituts für Fischereiökologie in Ahrensburg legten dazu in den vergangenen Jahrzehnten die Grundlagen, und auch gegenwärtig leisten wir, zum Beispiel mit der Bestimmung von Funktionsparametern zur Auslegung von Biofiltern, einen wichtigen Beitrag. Auch die Erprobung von Arten auf ihre Eignung für diese Produktionsweise wurde am Institut vorgenommen. Durch das geschlossene Kreislaufsystem kann zuverlässig verhindern werden, dass Tiere aus der Anlage entkommen. Nicht-einheimische Arten stellen insofern kein Problem für die Umwelt dar. Dieser Aspekt hat inzwischen seinen Niederschlag in einer EU-Verordnung zur Aquakultur gefunden.

Doris Soto, FAO

Netzgehege für Lachse, Chile

Neuerdings richtet sich das Augenmerk der Öffentlichkeit vor allem auf die Produktion von hochwertigen Nahrungsmitteln, für die Futtermittel aus nachhaltig bewirtschafteten Ressourcen verwendet werden sollen. Gerade die Fisch- und Krebszucht erfordert hohe Anteile von hochwertigen Eiweißen und Fetten im Futter, die in der Vergangenheit in erheblichem Maße durch Fischmehl und Fischöl gedeckt wurden. Diese Grundsubstanzen der Futtermittelerzeugung entstammen allerdings teilweise einer nicht auf dem Nachhaltigkeitsprinzip basierenden Fischerei auf Schwarmfische wie Sardinen, Sardellen, Sandaalen oder Holzmakrelen. Der Lösung dieser Problematik widmet sich die Forschung der Abteilung Aquakultur innerhalb des Instituts für Fischereiökologie in nationaler Kooperation. So ist gerade ein Projekt mit der Universität Kiel angelaufen mit dem Ziel, die Fischmehlkomponente im Futter durch Proteinkonzentrate und -isolate, die aus Rapsmehl gewonnen werden, zu ersetzen. Raps ist besonders interessant, weil er nach allen Prognosen auch langfristig in großem Maßstab angebaut wird.

Bis weit in die 1980er Jahre hinein waren die Aquakulturkongresse geprägt von naturwissenschaftlichen Themen zu Tierphysiologie, -züchtung und -gesundheit oder zu technischen Entwicklungen von Systemen und Ausrüstung. So entstanden völlig neue Produktionsverfahren für Tier- und Pflanzenarten, die vorher nie kultiviert werden konnten, weil das notwendige Wissen fehlte. Weit über 360 Arten als Objekte der Kulturbemühungen des Menschen zählt die FAO heute. Und der Trend, neue Arten in die Kultur zu nehmen, scheint ungebrochen. Es ist noch nicht abzusehen, wann es zu einer Fokussierung auf einige wenige, Erfolg versprechende Arten kommen wird, und ob überhaupt.

Trends

Das Wachstum der globalen Aquakulturproduktion wird sich im Zeitraum bis 2030 vermutlich auf 4,5 % pro Jahr verlangsamen, sagen Prognosen voraus. Dennoch müssen dann etwa 30 Mio. Tonnen mehr produziert werden, wenn die jetzige Versorgung der Weltbevölkerung mit 16,7 kg pro Jahr und Kopf gesichert werden soll. Dieser Zuwachs an Produktion wird allerdings nicht zu einer Entlastung der Fischbestände der Meere beitragen. Hier helfen vorrangig eine Verringerung des Fischereiaufwandes und andere, bessere Managementmodelle.

F.V. Crespi, FAO

Reis cum Fisch, Haiti

Hassanai Kongkeo

Hausboot-Fischzucht in der Bucht von Hainan, China

Die Phase des exponentiellen Wachstums der Aquakultur wird zu Ende gehen. Die jetzt begonnene Debatte zur Nachhaltigkeit lenkt das Augenmerk verstärkt auf umweltschonende Produktionsweisen und qualitativ hochwertige Erzeugnisse. Entsprechende Produktionsverfahren basieren auf der Entwicklung von allgemein akzeptierten Standards, deren Respektierung nur durch Aus- und Weiterbildungsprogramme durchgesetzt werden kann. Dazu gehören auch Kontrollen in der Erzeugung und Verarbeitung, die zukünftig immer weiter verstärkt werden. Die EU ist hier schon auf einigen Märkten in entsprechender Weise tätig geworden.

Wasser und Land sind die Voraussetzungen für jede Aquakultur. Beide Ressourcen werden in einigen Regionen knapper. Folglich wird es zu einer Intensivierung der Produktionsverfahren kommen müssen. Zusätzlich wird sich die Produktion stärker in den marinen Bereich verlagern. Doch entlang der Küsten besteht bereits eine Konkurrenzsituation zwischen den verschiedenen Interessen wie Industrie, Tourismus oder Schifffahrt, und es ist sehr unwahrscheinlich, dass die Aquakultur – ebenso wenig wie die Fischerei – der Gewinner sein wird.

Als Konsequenz daraus werden die Produktionsanlagen offshore gehen. Absenkbare stationäre, verdriftende oder aktiv bewegliche und steuerbare Systeme sind in der Entwicklung und Erprobung. Sie stellen völlig neue Herausforderungen an die betroffene Industrie, zum Beispiel hinsichtlich Überwachung und Versorgung des Tierbestandes im Netzgehege. Aber auch der Gesetzgeber wird bei der Raumplanung, der Durchsetzung von Eigentumsansprüchen oder auch der Haftung im Falle von Schadensereignissen auf die neuen Entwicklungen reagieren müssen. ■

Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Fischereiökologie, Prof. Dr. Volker Hilge, Wulfsdorfer Weg 204, 22926 Ahrensburg, Prof. Dr. Reinhold Hanel, Palmaille 9, 22767 Hamburg. E-Mail: volker.hilge@vti.bund.de

Mehr Milch und Fleisch für die Welt ...

... wie ist das zu schaffen?

Gerhard Flachowsky, Sven Dänicke, Peter Lebzien und Ulrich Meyer (Braunschweig)

Die Erdbevölkerung wird bis zum Jahr 2050 voraussichtlich von derzeit 6,5 auf rund 9,0 Milliarden Menschen ansteigen. Nach Schätzungen der Welternährungsorganisation (FAO) der Vereinten Nationen wird sich aber die Nachfrage nach Lebensmitteln tierischer Herkunft in dieser Zeit annähernd verdoppeln. Als wesentliche Ursachen für diesen überproportionalen Anstieg werden die erhöhten Einkommen in Schwellen- und Entwicklungsländern sowie der hohe Genusswert von Fleisch, Milch und Eiern angesehen.

Die skizzierte Entwicklung stellt eine gewaltige Herausforderung für alle Akteure dar, die entlang der Nahrungskette arbeiten und forschen. Dabei geht es zum einen um den effektiven Umgang mit begrenzt verfügbaren Ressourcen, wie Fläche, Wasser, Energie und verschiedene Rohstoffe (vor allem Phosphor). Besondere Aufmerksamkeit verdienen aber auch die bei Nutztieren anfallenden Ausscheidungen: Nicht nur, dass sich in den Ausscheidungen Konvertierungsverluste niederschlagen, also Verluste bei der Umwandlung von Futter in Fleisch, Milch oder Eier – auch die Umweltrelevanz ist von Bedeutung. Stickstoff (N), Phosphor (P) und verschiedene Spurenelemente (z.B. Kupfer, Zink) in den Exkrementen wirken sich überwiegend lokal oder regional aus, indem sie zum Beispiel Oberflächen- und Grundwasser eutrophieren können oder sich im Boden anreichern, während direkt ausgeschiedene Gase (z.B. Methan, CH_4) oder aus Ausscheidungen entstehende Gase (z.B. Lachgas, N_2O) aufgrund ihrer Klimarelevanz von globaler Bedeutung sind.

In dem vorliegenden Beitrag gehen wir der Frage nach, wie effizient die Umwandlung von Tierfutter in die Produkte Milch, Fleisch und Eier vonstatten geht. In welchem Maße treten gasförmige Emissionen auf? Und welche Reduzierungspotenziale sind aus der Sicht der Tierernährung vorhanden?

Da in Europa die Erzeugung von essbarem Eiweiß das Hauptziel der Tierproduktion ist (in anderen Regionen haben Tiere auch noch weiterer Aufgaben zu erfüllen, z.B. Zugkraft), wird die Eiweißmenge als Bezugsbasis der Aufwendungen und Ausscheidungen verwendet. Bei den vorliegenden Betrachtungen bleiben die Fische (Aquakultur) unberücksichtigt.

Ressourceneffizienz

Die Umwandlung der Futtermittel in die Produkte Milch, Fleisch und Eier ist mit erheblichen Verlusten verbunden. Je nach Tierart,

Fütterung, Leistungshöhe und anderen Einflussfaktoren werden beispielsweise über 50 % des aufgenommenen Stickstoffs in den Exkrementen (Kot, Harn) wieder ausgeschieden (Tab. 1).

In der Tierernährung gilt die Grundregel, dass mit ansteigender Leistung die Produktion effizienter wird. Während die Ausscheidungen je Tier ansteigen, verringern sie sich bezogen auf die Produktmenge, da sich die auf den unproduktiven Erhaltungsbedarf entfallenden Ausscheidungen auf die größere Produktmenge verteilen.

Gegenwärtig stehen auf der Erde im Durchschnitt rund 30 g essbares tierisches Eiweiß je Einwohner und Tag zur Verfügung. Dabei ist die Variationsbreite zwischen den Ländern, aber auch zwischen verschiedenen Bevölkerungsgruppen in einzelnen Ländern immens (von weniger als 10 bis mehr als 80 g/Tag).

Unter Berücksichtigung der eingangs erwähnten Entwicklung wird dieser Wert auf rund 40 g tierisches Eiweiß je Einwohner und Tag im Jahr 2050 ansteigen. Eigene Kalkulationen haben ergeben, dass man dafür – ein gleiches Intensitätsniveau wie heute vorausgesetzt – aus globaler Sicht etwa doppelt so viel Futtermengen wie gegenwärtig benötigt. Dies scheint unter Berücksichtigung der Flächenkonkurrenz (nachwachsende Rohstoffe, Energiepflanzen, schützenswerte Flächen, Siedlungsareale) kaum realisierbar. Das bedeutet: Entweder muss man sich von dem anspruchsvollen Ziel eines global höheren Pro-Kopf-Eiweißverbrauchs verabschieden, oder man muss einen höheren Flächenertrag bei der Futterproduktion oder eine Leistungssteigerung bei der Tierproduktion erreichen. Nicht unerwähnt darf in diesem Zusammenhang bleiben, dass die Nutztiere weltweit eine vielfach größere Nahrungsmenge aufnehmen als die Menschen. So beläuft sich nach eigenen Berechnungen der jährliche Verzehr (in Trockensubstanz) der 6,5 Milliarden Menschen auf der Erde auf etwa 1 Milliarde Tonnen, während die rund 1,6 Milliarden Großtiere (Rinder, Büffel, Pferde, Kamele) mehr als die vierfache Menge – rund 4,6 Milliarden Tonnen – verzehren.

Die Erwartungen an die Pflanzenzüchtung und den Pflanzenbau gehen dahin, ertragreiche und ertragssichere Arten und Sorten zur Verfügung zu stellen, die gerade hinsichtlich der begrenzt verfügbaren Ressourcen relativ anspruchslos sind (sog. Low Input Varieties). Ähnliche Erwartungen ergeben sich auch an die Tierzucht, -haltung und -ernährung. In Tabelle 2 werden exemplarisch einige Kalkulationen zum Bedarf an Ackerfläche in Abhängigkeit von der täglich verzehrten Menge an essbarem Protein tierischer Herkunft, den Proteinquellen sowie dem Leistungsniveau von Pflanzen- und Tierproduktion vorgestellt. Die je Einwohner erforderliche Fläche zur Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft hängt (a) von der Höhe der Pflanzenerträge, (b) von der Leistungshöhe der Tiere sowie (c) von der verzehrten Proteinmenge ab. Der Flächenverbrauch ist bei gleichen Erträgen umso höher, je mehr Protein tierischer Herkunft weltweit verzehrt wird und je höher der Fleischanteil

Tab. 1: Produktion von essbarem Protein tierischer Herkunft mit verschiedenen Tierarten/-kategorien und Stickstoff (N)-Ausscheidung in Abhängigkeit von der Leistungshöhe (eigene Berechnungen)

Eiweißquelle (Lebendmasse)	Leistung je Tag	Verzehrbarer Anteil (%)	Proteingehalt im verzehrbaren Anteil (g/kg Frischmasse)	Essbares Protein (g/Tag)	N-Ausscheidung (in % der N-Aufnahme)
Milchkuh (650 kg)	10 kg Milch 20 kg Milch 40 kg Milch	95	34	323 646 1.292	75 70 65
Mastrind (350 kg)	1.000 g LMZ 1.500 g LMZ	50	190	95 143	84 80
Mastschwein (80 kg)	700 g LMZ 900 g LMZ	60	150	63 81	80 75
Mastküken (1,5 kg)	40 g LMZ 60 g LMZ	60	200	4,8 7,2	70 60
Legehenne (1,8 kg)	70 % LL 90 % LL	95	120	5,1 6,6	65 55

LMZ = Lebendmasse-Zunahme, LL = Legeleistung

Tab. 2: Flächenbedarf* zur Erzeugung von essbarem Protein tierischer Herkunft in Abhängigkeit von der Produktionsintensität und der Proteinquelle (in m² pro Jahr, eigene Kalkulationen)

Verzehr an essbarem Protein tierischer Herkunft (g/Tag)	10		20		40		60	
Ertrags- bzw. Leistungsniveau	A[1]	B[2]	A	B	A	B	A	B
Proportion zwischen Protein aus Fleisch[3] und Milch (% des Proteins)								
– 70 : 30	260	105	520	210	1.050	420	1.560	630
– 50 : 50	225	95	450	190	900	380	1.350	570
– 30 : 70	190	85	380	70	760	340	1.140	510

1) Leistungsniveau A: 4 t T Getreide, 10 t T (= Trockenmasse) Grundfutter/ha; 15 kg Milch, Lebendmassezunahme beim Mastrind: 600 g, Schwein; 400 g, Geflügel: 30 g/Tag

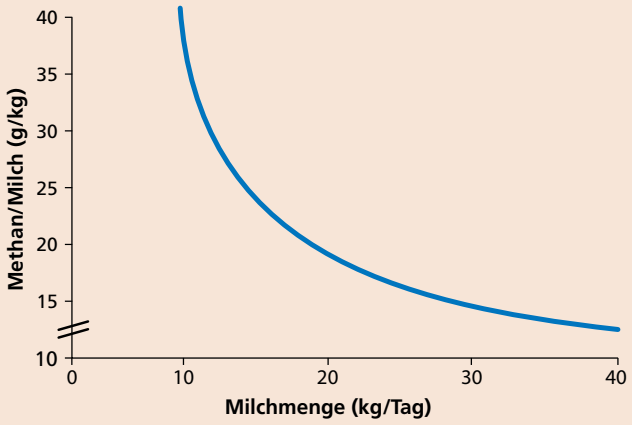
2) Leistungsniveau B: 8 t T Getreide, 15 t T Grundfutter/ha; 30 kg Milch, Lebendmassezunahme beim Mastrind: 1.200 g, Schwein: 800 g, Geflügel: 60 g/Tag

3) Proportion zwischen Protein von Mastrind, Schwein und Geflügel (in %): ≈ 15:60:25

* Neben der Fläche stellt das Wasser eine weitere begrenzt vorhandene Ressource dar. In vielen Regionen ist es bereits gegenwärtig Begrenzungsfaktor Nummer 1.

M. Welling

Abb 1: Schematischer Zusammenhang zwischen Milchmenge je Tag und Methan-Emission je kg Milch



an dieser Proteinmenge ist (für 1 kg Protein aus Fleisch wird mehr Fläche benötigt als für 1 kg Protein aus Milch). Entsprechend steigt bei geringeren Flächenerträgen oder niedrigen Leistungen der Tiere bei gleichem Proteinverzehr ebenfalls der Flächenbedarf (Tab. 2).

Unter Berücksichtigung der je Einwohner verfügbaren Ackerfläche (gegenwärtig: rund 2.300 m^2; 2050: rund 1.600 m^2) belegen die in Tabelle 2 zusammengestellten Zahlen, dass ein bestimmtes Leistungs- bzw. Intensitätsniveau erforderlich ist, um ausreichend Areale auch für weitere „Flächenverbraucher" verfügbar zu haben. Dazu ein konkretes Beispiel: Will jede der im Jahr 2050 auf der Erde lebenden Personen täglich 60 g tierisches Protein verzehren (das entspricht in etwa den Verzehrsgewohnheiten in Mitteleuropa), so würden dafür bei extensiver Tierproduktion (Leistungsniveau A) allein 1.560 m^2 – und damit fast die gesamte pro Einwohner zur Verfügung stehende Ackerfläche – für das Futter benötigt.

Ausscheidungen und Klimarelevanz

Die vom Tier nicht genutzten bzw. in andere Substanzen umgewandelten Futter-Inhaltsstoffe werden über Kot, Harn und Atemluft wieder ausgeschieden. Bedingt durch die gegenwärtige Klimadiskussion und das Treibhausgaspotenzial einiger bei der Tierproduktion anfallender Gase (CO_2, CH_4, N_2O) steht die Landwirtschaft auch in dieser Hinsicht im Blickpunkt der Öffentlichkeit. Immerhin soll nahezu ein Drittel der weltweit emittierten Treibhausgase auf die Landwirtschaft entfallen. Bei der klimarelevanten Bewertung ist das unterschiedlich hohe Treibhauspotenzial der verschiedenen Gase zu berücksichtigen (CO_2 = 1; CH_4 = 23 x CO_2; N_2O = ≈ 300 x CO_2). Diese Faktoren finden bei so genannten Ökobilanzen oder Life Cycle Assessments Berücksichtigung. Dabei bleibt das im Rahmen der Photosynthese durch die Pflanzen gebundene und im Tier wieder freigesetzte CO_2 meist unberücksichtigt, während das Betriebsmittel-bedingte CO_2 sowie CH_4 und N_2O entsprechend ihrem Treibhauspotenzial bei der Ermittlung von CO_2-Äquivalenten („CO_2-Footprints") berücksichtigt werden. Die Datenbasis für die Ableitung von CO_2-Äquivalenten für verschiedene Leistungen ist gegenwärtig noch sehr lückenhaft und bedarf weiterer Quantifizierung.

Aus Tabelle 3 wird ersichtlich, dass mit höheren Leistungen der Nutztiere die umwelt- bzw. klimarelevanten Ausscheidungen je Kilogramm essbares Protein geringer werden (vgl. auch Abb. 1).

Außerdem fällt auf, dass das von Wiederkäuern stammende Protein mit mehr CO_2-Äquivalenten erzeugt wird als das von Schweinen und Geflügel. Eine wesentliche Ursache dafür ist das im Verdauungstrakt der Wiederkäuer entstehende Methan, dessen Anteil am CO_2-Footprint je nach Leistungshöhe und Fütterung 50 bis 80 % betragen kann. Andererseits darf nicht übersehen werden, dass Wiederkäuer in der Lage sind, aus vegetativen Pflanzenbestandteilen wie Gras, Heu und Stroh, die von Menschen und von Nichtwiederkäuern nicht genutzt werden können, Milch und Fleisch zu erzeugen. Global

Rinderhaltung weltweit – Die Intensitätsniveaus sind regional sehr unterschiedlich

M. Welling

M. Welling

Tab. 3: Ausscheidungen je kg essbares Protein tierischer Herkunft bei verschiedenen Proteinquellen

Proteinquelle	Leistungshöhe (je Tag)	Ausscheidung (kg/kg essbares Protein)			
		N	P	CH_4	CO_2-Äquivalente
Milch	10 kg	0,65	0,10	1,0	30
	20 kg	0,44	0,06	0,6	16
	40 kg	0,24	0,04	0,4	12
Rindfleisch	1.000 g	1,3	0,18	1,5	55
	1.500 g	1,0	0,14	1,2	35
Schweinefleisch	700 g	0,7	0,10	0,08	12
	900 g	0,55	0,08	0,05	10
Geflügelfleisch	40 g	0,35	0,04	0,01	4
	60 g	0,25	0,03	0,01	3
Eier	70 %	0,4	0,07	0,02	5
	90 %	0,3	0,05	0,02	4

stehen immerhin 3,3 Mrd. ha Grasland zur Verfügung, die nur von Wiederkäuern verwertet werden können. Perspektivisch kommt es also darauf an, dieses gewaltige Potenzial noch ressourcen- und umweltschonender zu nutzen.

Potenziale zur Reduzierung der Ausscheidungen

Die Tierproduktion – und dabei vor allem die Tierernährung – verfügt über ein beachtliches Potenzial zur weiteren Senkung von Ausscheidungen. Zu nennen sind hier unter anderem:

– Verbesserung der Tiergesundheit, weniger Tierverluste.
– kurze Aufzuchtdauer und lange Nutzungsdauer. Hier kommt es darauf an, die wenig oder nicht produktiven Lebenszeitabschnitte möglichst kurz zu halten.
– Präzise Bedarfsermittlung und möglichst exakte Bedarfsdeckung. Das heißt: Überschüsse in der Tierernährung vermeiden.
– Einsatz von Futtermittelzusatzstoffen, um bei Wiederkäuern die Methanbildung zu senken. Hier kommen z.B. Wasserstoffbinder oder bestimmte Pflanzenextrakte in Betracht.
– Exkrement-Management (z.B. Nutzung von Exkrementen als Rohstoffe für Biogasanlagen).

Schlussfolgerungen und Forschungsbedarf

Um der globalen Herausforderung „mehr Milch und Fleisch" nachzukommen, müssen die Forschungsanstrengungen dahin gehen, die Effizienz in allen Gliedern der Nahrungskette zu steigern (Züchtung von Pflanzen mit geringen Ansprüchen, Verbesserung des Pflanzenbaus, bedarfsgerechte Tierernährung). Ferner sollten – gerade in viehreichen Regionen der Erde – Anreize geschaffen werden, die vom Tier stammenden Lebensmittel mit weniger Tieren zu erzeugen (z.B. Verbesserung von Tiergesundheit und Futterbasis, Entwicklung einer Futtervorratswirtschaft, Vermeidung von Lagerungsverlusten). Darüber hinaus sollten auch die Alternativen im Blick behalten werden, also die Erzeugung hochwertiger Nahrungsmittel aus pflanzlichen Rohstoffen, die dem Eiweiß tierischer Herkunft nahe kommen bzw. entsprechen. ■

Prof. Dr. Gerhard Flachowsky, PD Dr. Sven Dänicke, Dr. Peter Lebzien und Dr. Ulrich Meyer, Friedrich-Loeffler-Institut, Institut für Tierernährung, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig.
E-Mail: gerhard.flachowsky@fli.bund.de

dpa

agrar-portal

Nimmt uns die Getreideverbrennung das tägliche Brot?

Eine Datenanalyse zu Getreideernten und -verbräuchen

Meinolf G. Lindhauer (Detmold)

Geht der Welt das Getreide aus? „Getreide für den Tank stürzt immer mehr arme Länder in Hungersnöte" – „Energiegewinnung treibt die Brotpreise in die Höhe" – Solche und ähnliche Schlagzeilen beherrschten die öffentliche Wahrnehmung zum Ende des Jahres 2007 bis in den Sommer 2008. Was war geschehen?

Durch trockenheitsbedingte drastische Mindererträge im zweiten Jahr in Folge in Australien, aber auch durch deutliche Mindererträge in Europa und anderen Getreideerzeugerregionen der Welt, nahmen die Weltreserven an Getreide im Wirtschaftsjahr 2007/2008 spürbar ab. Diese Verknappung ging einher mit einer deutlich größer werdenden Nachfrage nach Futter- und Brotgetreide in Schwellenländern wie China und Indien. Knappes Angebot bei starker Nachfrage trieb die Preise auf lange nicht gekannte Höhen, verstärkt durch ein gerütteltes Maß an Spekulation an den internationalen Warenterminbörsen.

Einige Stimmen sahen auch in der Nutzung von Getreide als Energielieferant einen entscheidenden Grund für die hohen Getreidepreise. Gerade diese letztere Argumentation diente den Kirchen, aber auch Entwicklungs- und Sozialorganisationen als Basis für eine Ethikdebatte um die Verwerflichkeit, zumindest aber Zweifelhaftigkeit der Nutzung agrarischer Rohstoffe für industrielle Zwecke, insbesondere die Energiegewinnung, nach dem Motto „Getreide ist Brotgetreide, niemals Brennstoff!"

In dieser Situation widerstreitender emotionaler Dispute tut man gut daran, sich einmal die Daten der weltweiten, der europäischen und der heimischen Getreideerzeugung etwas näher anzusehen.

Fakten und Rahmenbedingungen

Zum Ende des Jahres 2007 und etwa bis zur Ernte 2008 auf der Nordhalbkugel lagen die Getreidepreise, insbesondere die Weizen-

preise, auf rekordverdächtigem Niveau: Für Brotweizen wurden in Deutschland und EU-Europa zeitweise mehr als 250 € pro Tonne gezahlt. Dies war in der Tat nach Jahrzehnten der Überschussproduktion und staatlich gestützter Preise eine lange nicht gekannte Größenordnung, wobei beim Benutzen des Begriffs „Rekord" vergessen wird, dass Ende der achtziger Jahre des 20. Jahrhunderts die Weizenpreise zeitweise noch höher gewesen sind. Doch zumindest in der alten EU hatten sich alle Marktbeteiligten einschließlich der Agrarpolitik zu sehr an Überschuss-Szenarien und entsprechend niedrige Preise gewöhnt.

Aktuell, im Getreidewirtschaftsjahr 2008/2009, hat sich das Preisgefüge für Brotweizen bei etwa 140 € pro Tonne eingependelt – immer noch höher als in den Jahren vor 2007, aber in einer überschaubaren Größenordnung.

Es bleibt abzuwarten, ob das augenblicklich moderate Getreidepreis-Gefüge auf Dauer Bestand haben wird. Dagegen spricht, dass Schätzungen zufolge die Bevölkerung der Erde bis 2050 auf 9,3 Milliarden Menschen anwachsen wird, mit entsprechendem Bedarf an Agrarprodukten und Lebensmitteln. Dabei ist die zur Verfügung stehende Ackerfläche begrenzt. Zwar sind im Augenblick sicher noch nicht alle Flächen- und Produktionsreserven ausgeschöpft, doch der Verlust an fruchtbaren Böden, beispielsweise durch zunehmende Versalzung, ist schon heute eine große Herausforderung. Dazu kommen schwindende Süßwasserreserven und ein im Verhältnis zum Bevölkerungswachstum als zu gering eingeschätzter Produktionsfortschritt in der Landwirtschaft. Der erwartete Klimawandel mag in vielen Regionen der Erde die Anbaumöglichkeiten in der Landwirtschaft weiter einengen.

Dieses aus globaler Sicht betrachtete Szenario kann im Einzelfall anders aussehen. So etwa in manchen westlichen Industriestaaten, wo die Bevölkerung aufgrund des Geburtenrückgangs in den nächsten 20 Jahren deutlich sinken wird. Unterstellt, die Landwirtschaft kann im gleichen Ausmaß und mit gleich bleibender Produktivität wie bisher betrieben werden, stünden einem abnehmenden Verbrauch vor Ort zunehmende Exportkapazitäten gegenüber. Theoretisch erschlössen sich auch größer werdende Potenziale für eine alternative Verwertung von Getreide.

Getreideproduktion und Verwendung

Deutschland

Wie vielschichtig die komplexen Verflechtungen zwischen Getreideproduktion, Verwendung und Nachfrage sind, soll zunächst anhand der heimischen deutschen Marktverhältnisse dargestellt werden.

Die in Deutschland geernteten Getreidemengen schwankten in den vergangenen 10 Jahren zwischen 39,43 Mio. t im Trockenjahr 2003 und 51,1 Mio. t im darauf folgenden Rekorderntejahr (Tab. 1). Diese Zahlen stehen für die Ertragsmöglichkeiten des deutschen Getreideanbaus, wobei die Schwankungen vornehmlich witterungsbedingt waren. Im Jahr 2007, dem Beginn der weltweiten Preishausse an den Getreidemärkten, war die produzierte Getreidemenge relativ klein ausgefallen, vornehmlich hervorgerufen durch die Mindermengen bei den beiden wichtigsten Getreidearten Weizen und Gerste.

Tab. 1: Geerntete Getreidemengen (in Mio. t) in Deutschland

Getreide	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008*
Weizen	19,62	21,62	22,84	20,82	19,26	25,43	22,69	22,43	20,83	26,01
Roggen	4,33	4,15	5,13	3,67	2,28	3,83	2,79	2,64	2,70	3,69
Gerste	13,30	12,11	13,49	10,93	10,60	12,99	11,61	11,97	10,38	12,05
Hafer	1,34	1,09	1,15	1,02	1,20	1,19	0,96	0,83	0,73	0,82
Triticale	2,37	2,80	3,42	3,07	2,48	3,29	2,68	2,24	2,06	2,39
Körnermais, Corn-Cob-Mix	3,26	3,32	3,50	3,74	3,42	4,20	4,08	3,22	3,81	4,89
Getreide, insgesamt	44,45	45,27	49,71	43,39	39,43	51,10	45,98	43,47	40,63	49,90

Quelle: BMELV; Analysen und Daten; BEE verschiedene Jahrgänge *vorläufiges Ergebnis

Die Ernteergebnisse für 2008 zeigen im Vergleich zum Vorjahr eindeutig nach oben, bedingt durch Flächenausdehnung (ca. 7,3 %) als Reaktion der Landwirte auf höhere Gewinnerwartung und verstärkt durch höhere Erträge (+ 16,2 % bei Weizen).

Interessanter als die Betrachtung der Erntemenge ist sicher die Frage: Wo bleibt was? Auf Basis der von der ZMP (Zentrale Markt- und Preisberichtstelle, Bonn) für den deutschen Markt zusammengestellten Zahlen für das gesamte Getreide sind entsprechende Details in der Tabelle 2 für die Getreidewirtschaftsjahre 1999/2000 bis 2006/2007 aufgeführt (Angaben für das hochpreisige Wirtschaftsjahr 2007/2008 sind leider noch nicht verfügbar).

Unübersehbar ist, dass der mit Abstand größte Teil des Getreides (> 60 %) als Tierfutter dient. Der Bedarf an Getreide für die direkte menschliche Ernährung ist dagegen deutlich geringer (20 %). Das Segment „Energie" taucht erst im Getreidewirtschaftsjahr 2005/2006 erfassbar auf und umschließt im Wesentlichen die Verarbeitungsleistungen dreier Bioethanol-Anlagen in Ostdeutschland. Selbst der Wert für 2006/07 ist kleiner als der Wert für sonstige, nicht näher spezifizierte Industrieverbräuche. Gegenüber der Ansicht, Getreidenutzung für Energiezwecke treibe die Rohstoffkosten für Brotgetreide und Lebensmittel in die Höhe, ist hier zumindest für den heimischen Markt Skepsis angebracht.

Tab. 2: Verwendung von Getreide (in Mio. t) in Deutschland in den Wirtschaftsjahren 1999/2000 bis 2006/2007

Jahr	1999/00	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07
Gesamt	34,03	36,51	38,43	38,46	36,75	39,39	42,21	42,63
davon:								
– Saatgut	1,12	1,12	1,10	1,08	1,12	1,09	1,00	0,99
– Tierfutter	20,33	22,77	23,97	23,49	21,61	24,38	27,65	26,40
– Industrie	3,47	3.47	3,40	3,45	3,60	3,83	2,70	3,98
– Energie	–	–	–	–	–	–	0,99	1,49
– Nahrung	8,04	8,05	8,75	9,35	9,22	8,85	8,75	8,51

Quelle: ZMP – Agrarrmärkte in Zahlen; verschiedene Jahrgänge. Die Werte korrelieren nicht unmittelbar mit den Produktionsmengen, da im Einzelfall Importe und Exporte sowie Lagerbestände mit einbezogen werden.

Bioethanol-Anlage in Zeitz (Sachsen-Anhalt)

Das Segment „Nahrung" umfasst überwiegend Weizen und Roggen für die Mehlherstellung. Was viele Menschen jedoch nicht wissen: Weizen ist nicht gleich Weizen. Es gibt eine Vielzahl von Sorten mit markanten Qualitätsunterschieden – solche mit guten bis hervorragenden Backeigenschaften und andere, die im Wesentlichen „nur" als Tierfutter oder Industrierohstoff gezüchtet sind und sich für Lebensmittelzwecke gar nicht eignen. Bei den in Deutschland üblichen Weizenerntemengen dürften steigende Brot- und Brötchen-Preise nur zum geringsten Teil auf Getreideknappheit zurückzuführen sein.

Ist innerhalb des Segments „Energetische Nutzung" die Verwendung von Getreide für die Treibstoffgewinnung schon heftig umstritten, so gilt dies in der oft ethisch begründeten Diskussion um Tank oder Teller erst recht für die Getreideverbrennung. In Deutschland spielt die Getreideverbrennung jedoch kaum eine Rolle, sieht man einmal von Marginalmengen wie Reinigungsabgängen der Mühlen ab. Und was ist gegen die Verwendung von Reinigungsabgängen oder von so genanntem Mindergetreide (z.B. mit hoher Mykotoxinbelastung) als Brennstoff einzuwenden? Derartige Partien will doch wohl niemand ernsthaft als Nahrungsmittel oder Tierfutter verwenden?!

Einige andere interessante Relationen, um die Verwendung von Getreide für die energetische Nutzung einschätzen zu können: Für die Herstellung von Bioethanol sind in Deutschland 2006/07 rund 1,5 Mio. t Getreide (Weizen und Roggen) verwendet worden. Für die Herstellung von Bier werden bei uns jährlich rund 2 Mio. t Getreide (Braugerste) genutzt. Etwa 1 Mio. t Weizen sind nach Angaben des Fachverbandes der Stärkeindustrie im Jahr 2007 zu Stärke verarbeitet worden. 45 % dieser Stärke wird für chemisch-technische Zwecke eingesetzt, etwa für die Papierherstellung.

Europa

In der Europäischen Union sind Frankreich, Deutschland, Polen, Spanien, das Vereinigte Königreich und Italien die bedeutendsten Erzeugerländer für Getreide (Tab. 3). Erwähnt werden sollten noch Ungarn und Rumänien, die zwischen 2007 und 2008 deutliche Ertragszuwächse verzeichnen konnten, was auf noch ungenutzte Potenziale hindeutet. In den meisten Ländern ist Weizen die wichtigste Getreidekultur, gefolgt von Gerste. In einzelnen Ländern ist Körnermais eine wichtige Kultur.

Ähnlich wie in Deutschland fließt auch in der EU der größte Teil der Getreideerzeugung in die Tierfütterung. Im Getreidewirtschaftsjahr 2006/07 waren es nach Berechnungen des USDA (United States Department of Agriculture) 49 % des Weizens, 69 % der Gerste und 96 % des Körnermaises.

Tab. 3: Getreideproduktion in ausgewählten EU-Mitgliedsländern in 2007 und 2008 (in Mio. t)

	Jahr	Getreide (gesamt)
Frankreich	2007	59,82
	2008*	69,84
Deutschland	2007	40,51
	2008*	49,91
Vereinigtes Königreich	2007	19,00
	2008*	24,22
Polen	2007	27,12
	2008*	27,07
Spanien	2007	23,36
	2008*	23,12
Italien	2007	17,66
	2008*	21,05
Ungarn	2007	9,68
	2008*	16,76
Rumänien	2007	7,13
	2008*	17,61

Quelle: ACTI nach Töpfer International 17. Nov. 2008 * für 2008 geschätzt

Für das Jahr 2007 finden sich in der Tabelle 4 Schätzdaten des Rohstoffverbrauchs an Getreide (Weizen, Roggen, Gerste) für die Bioethanol-Produktion. Innerhalb der EU ist die Produktion besonders in Frankreich und Deutschland ausgeprägt, mit deutlichem Abstand folgen Spanien, Belgien und Ungarn. Gemessen an der Gesamtmenge des in der EU erzeugten Getreides (vgl. Tab. 5) sind diese Mengen aber nicht marktbestimmend.

Tab. 4: Getreidebedarf 2007 (t) für die Bioethanolproduktion in Europa*

Deutschland	2.000.000
Frankreich	2.600.000
Spanien	900.000
Belgien	750.000
Ungarn	700.000
Österreich	600.000
Niederlande	600.000
Tschechische Republik	400.000
Schweden	250.000

* Schätzungen aus verschiedenen Quellen zusammengetragen

Weltgetreidemarkt

Hielten sich die Turbulenzen an den Getreidemärkten innerhalb Deutschlands oder der EU im Getreidewirtschaftsjahr 2007/2008 noch einigermaßen in überschaubaren Grenzen, so lässt sich das für den globalen Getreidemarkt nicht behaupten. Ein vielschichtiges Konglomerat aus Mindererzeugung, Nachfrageanstieg, Schwund der Reserven, Korrelation der Rohstoffmärkte an externe Märkte

wie Rohöl- oder Aktienmarkt und daraus resultierende Spekulation hatten die Getreide-, insbesondere die Weizenpreise in ungeahnte Höhen getrieben.

In der Tat hatte nach Darstellung des Internationalen Getreiderates (IGC) der weltweite Verbrauch, vornehmlich bei den beiden wichtigsten Getreidearten Weizen und Mais, in den Jahren 2006/07 und 2007/08 die Produktion übertroffen. Schon vorher waren die Getreidevorräte in der Welt zunehmend geringer geworden.

Für das Jahr 2008/09 prognostiziert das USDA eine Ernte sämtlicher Getreide von 2.195 Mio. t, was gegenüber dem Vorjahr eine Steigerung um knapp 80 Mio. t bedeutet (Tab. 5). Zu den wichtigsten Getreideproduzenten zählen die USA, China, die EU-27, Indien und die GUS. Für den Weltmarkt bedeutsam sind aber auch Kanada, Argentinien und Australien, die aufgrund ihrer kleinen Bevölkerungszahl weit über ihren Bedarf produzieren. Witterungsbedingte Mindererträge, wie in jüngerer Zeit mehrfach vorgekommen, führen schnell zu knapper Versorgungslage im internationalen Handel.

In fast allen Anbauregionen, mit Ausnahme weitestgehend der EU, ist Wassermangel der entscheidende limitierende Ertragsfaktor. So sind die Erträge in Westeuropa dreimal höher als in Kanada, den USA, Australien oder Argentinien. Effizientere Nutzung des vorhandenen Wassers, vor allem aber die Züchtung trockenheitsresistenter Sorten werden entscheidende Faktoren der zukünftigen Getreideproduktion sein.

Auch weltweit dient der größte Teil des Getreides als Futtermittel. Für die Gewinnung von Bioethanol werden nach Schätzungen des IGC im Wirtschaftsjahr 2008/09 etwa 7 % (124 Mio. t) benötigt, wobei in erster Linie Mais herangezogen wird (117 Mio. t). Die Bioethanol-Produktion aus Mais ist eine US-amerikanische Domäne. Der Bedarf an Mais für diesen Sektor wird dort laut IGC auf 90–100 Mio. t steigen. Gleichzeitig werden aber die USA wie in der Vergangenheit 50 Mio. t Mais exportieren. Der zunehmende Bedarf an Mais wurde in den vergangenen Jahren vor allem durch Produktionssteigerungen aufgefangen. Nur 15 % der weltweiten Maisernte gelangen in die Bioethanol-Produktion. 11 % dienen der Lebensmittelerzeugung, 10 % zur Herstellung von Industrieprodukten, vornehmlich Stärke, aber 60 % der Tierfütterung.

Weltweit wird der größte Teil des geernteten Getreides als Tierfutter verwendet.

Tab. 5: Weltgetreideproduktion insgesamt (in Mio. t) (inklusive Reis, geschält)

Jahr	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09*
USA	321	294	345	386	363	336	414	397
VR China	340	343	323	356	372	395	399	408
EU (10–27)	254	258	241	305	273	259	255	305
Indien	198	169	191	189	194	197	213	213
GUS	152	158	117	149	147	145	148	183
Kanada	43	36	50	50	51	48	48	51
Argentinien	35	32	34	42	34	43	42	39
Australien	37	17	41	34	39	18	23	34
Welt	1.874	1.821	1.862	2.044	2.019	2.005	2.117	2.195

Quelle: USDA nach Töpfer International * für 2008 geschätzt

Weltweit werden derzeit 5,8 % der Getreideernte 2008 (inklusive Reis) der Produktion von Bioethanol zugeführt (IGC), wobei neben dem dominierenden Mais noch Gerste und Weizen eine gewisse Rolle spielen.

Bewertung und Ausblick

Die weltweite Nachfrage nach Getreide steigt zwar ständig, allerdings bisher auch die Erzeugung (vgl. Tab. 5). In der jüngeren Vergangenheit führten vor allem Missernten in wichtigen Erzeugerregionen zu weltweit schrumpfenden Vorräten, woraus sich eine bisher nicht dagewesene Hausse am Rohstoffmarkt ergab mit einem offensichtlich beträchtlichen Spekulationsanteil. Eine üppige Getreideernte in diesem Jahr auf der Nordhalbkugel ließ die geschilderten Ereignisse binnen Wochen wieder vergessen. Die Datenlage zeigt, dass die unterstellte Verknappung von Getreide wohl nur zu einem geringen Anteil auf seine Verwendung als Bioethanol-Rohstoff zurückzuführen ist. Wesentlich ausschlaggebender ist die zunehmende Nutzung als Tierfutter.

Die EU-Kommission geht davon aus, dass die Beimischungsvorgaben von 10 % Bioethanol im Jahre 2020 die Nahrungsmittelproduktion nicht beeinträchtigen werden, da noch genügend Ressourcen zur Verfügung stehen. Auch weltweit darf dies angenommen werden. Allerdings hat sich mit der energetischen Nutzung eine zusätzliche Nachfragekomponente auf dem Getreidemarkt etabliert. Sollte es in wichtigen Anbauregionen der Welt zu witterungsbedingten und damit unerwarteten Ertragsdepressionen kommen, dürfte dies auch künftig – wie in der jüngsten Vergangenheit – zu deutlichen Preisausschlägen führen. Zusätzlich stellen ungebremstes Bevölkerungswachstum, steigende Nachfrage nach Fleisch und nach Weizen für „westliches" helles Brot ernst zu nehmende Unsicherheiten dar. ■

Prof. Dr. Meinolf G. Lindhauer, Max Rubner-Institut (MRI), Institut für Sicherheit und Qualität bei Getreide, Schützenberg 12, 32756 Detmold.
E-Mail: meinolf.lindhauer@mri.bund.de

Mikroorganismen als natürliche Helfer für den Pflanzenbau

Auf der Suche nach biologischen Agenzien zur Förderung der Pflanzengesundheit

Philipp Franken, Diana Andrade und Rita Grosch (Großbeeren)

Wenn man bedenkt, dass Pflanzen permanent Insekten, Pilzen, Bakterien und Viren ausgesetzt sind, die nichts anderes im Sinn haben, als von ihnen zu leben, mag man sich wundern, dass es überhaupt noch Pflanzen gibt. Unsere Kulturpflanzen können von mehr als 100 Krankheiten betroffen sein. Im Laufe der Evolution haben sie sich ein erfolgreiches natürliches Abwehrsystem zugelegt, so dass die meisten Krankheitserreger einer Pflanze nichts anhaben können. Die Empfindlichkeit gegenüber einem Schadorganismus stellt eher die Ausnahme dar. Außerdem werden Pflanzen auch von Nutzorganismen besiedelt, die der Pflanze bei der Abwehr helfen können.

Abwehr von Pflanzenkrankheiten

Bei der natürlichen Abwehr von Pflanzen gegen Schadorganismen lassen sich passive und aktive Mechanismen unterscheiden. Passive Schutzmechanismen wie die Zellwand oder die Kutikula verhindern, dass Krankheitserreger in das Pflanzengewebe eindringen können (Tab. 1). Die Verstärkung der Kutikula und Epidermis durch Biopolymere wie Kutin, Suberin oder Lignin erschwert den Erregern zusätzlich den Weg. Neben diesen morphologisch-anatomischen Barrieren besitzt die Pflanze auch chemische Abwehrstoffe wie Enzyme oder Toxine, die das Eindringen von Bakterien und Pilzen verhindern. Diese allgemeinen und unspezifischen Abwehrmechanismen bezeichnet man als Nicht-Wirt-Resistenz und die Art der Wechselwirkung als inkompatibel.

Tab. 1: Komponenten der Pflanzenabwehr

	passive Schutzmechanismen	induzierte Abwehr
mechanisch	– Zellwand, Kutikula, Behaarung – Lipophile Substanzen (z.B. Wachs, Kutin, Suberin) – Phenolische Zellwandeinlagerungen (z.B. Lignin)	Anlagerung von Callose an die Zellwand
chemisch	Toxine in der Vakuole (z.B. Senföle, Alkaloide, Terpenoide)	– Phytoalexine (Flavonoide, Furanokumarine) – Sauerstoffradikale
enzymatisch	– Enzyme, die die Zellwand des Pathogens angreifen wie Chitinasen oder Glukanasen – Inhibitoren von Enzymen der Pathogene, die die Pflanze angreifen sollen – Defensine (bilden Poren in den Zellmembranen der Pathogene)	
zellulär	–	Hypersensitive Reaktion*

* Erklärung im Text

Wenn Pathogene diese ersten Barrieren umgehen, tritt eine zweite Verteidigungsebene in Kraft: „Bemerkt" eine Pflanze ihren Feind anhand von Erkennungsmolekülen, sogenannten Elicitoren, beginnt sie mit bestimmten Abwehrmaßnahmen. Zum Beispiel zieht sie zusätzliche Verstärkungen in ihre Zellwände ein und produziert Phytoalexine, die den Angreifer vergiften. Da diese Mechanismen erst aktiviert werden, wenn es zu einem konkreten Befall kommt, spricht man von „induzierter Abwehr" (Tab. 1).

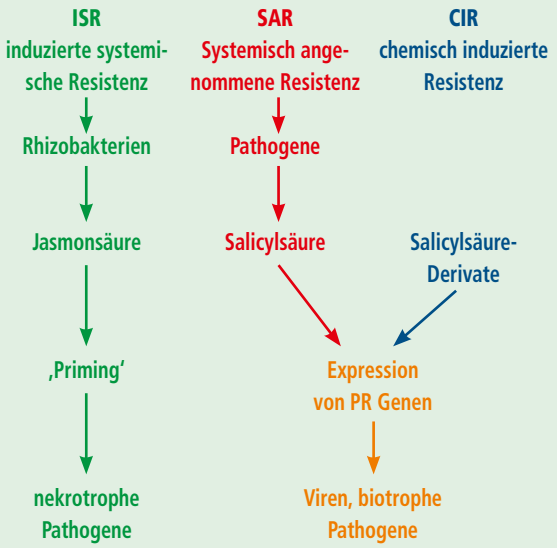
Zu den schnellen pflanzlichen Abwehrreaktionen, die nach Erregerkontakt beobachtet werden, gehört auch die lokale hypersensitive Reaktion (HR). Hierbei leiten die Pflanzen an den Stellen, an denen das Pathogen erfolgreich eingedrungen ist, den aktiven Zelltod ein, mitunter erkennbar an lokalen Nekrosen. Es ist das Prinzip der „verbrannten Erde" – dem eingedrungenen Erreger wird die Grundlage

für eine weitere Ausbreitung genommen, sodass sich der Schaden auf einen kleinen Gewebebereich beschränkt.
Der Ausgang des Kampfes zwischen Pathogen und Pflanze ist in erster Linie vom Zeitpunkt der Erkennung abhängig. Kann die Pflanze rechtzeitig reagieren, hat sie die Möglichkeit, den Eindringling abzuwehren. Kann der Angreifer aber sein Eindringen verbergen, zum Beispiel indem er die Bildung der Elicitoren verhindert, oder schafft er es, die Antwort des Wirtes aktiv zu unterdrücken, kann er sich erfolgreich in der Pflanze ausbreiten und die Pflanze wird krank. Je nach Pathogen äußert sich das in Fäulnis, Welke oder verschiedenfarbigen Belägen (z.B. bei Mehltau und Rost).

Die systemische Induktion

Tiere haben ein Immunsystem, das Pathogene wiedererkennt, um dann mit einer verbesserten Abwehr reagieren zu können. Pflanzen fehlen diese Mechanismen. Trotzdem konnte man schon Anfang des 20. Jahrhunderts beobachten, dass Pflanzen, die einen örtlichen Befall mit Viren, Bakterien oder Pilzen erfolgreich überstanden haben, anschließend in der ganzen Pflanze eine höhere Widerstandsfähigkeit gegenüber weiteren Angriffen aufweisen. Dieses Phänomen bezeichnet man als SAR (systemic aquired resistence). Die SAR ist immer mit der systemischen (d.h. in der ganzen Pflanze wirkenden) Aktivierung bestimmter Gene verbunden, die man aus der direkten Pflanzenverteidigung kennt. An der Übertragung des Signals in der Pflanze scheint die Salizylsäure als Pflanzenhormon beteiligt zu sein (Abb. 1). Diese Erkenntnis machte man sich für die chemisch induzierte Resistenz zu Nutze, bei der zum Beispiel Salizylsäure-Derivate dazu eingesetzt werden, einen breiten und länger andauernden Schutz zu erzielen, ohne wie bei Pestiziden die Pathogene direkt anzugreifen.
Seit etwa 15 Jahren kennt man noch eine weitere Form der Resistenzinduktion. Sie wird durch nicht-pathogene wurzelbesiedelnde Bakterien ausgelöst. Bei dieser ISR (induced systemic resistance) spielen die Phytohormone Jasmonat und Ethylen eine wichtige Rolle (Abb. 1). Hierbei konnte allerdings kein systemisches Anschalten bestimmter Gene beobachtet werden. Die Pflanzen sind wohl besser auf den Angriff eines Pathogens vorbereitet und aktivieren etwas früher die Verteidigung. Dieser Vorteil erscheint klein, er kann aber ausreichen, dass die Pflanzen das Eindringen und die Ausbreitung eines Erregers verhindern oder deutlich reduzieren. Diese bessere Vorbereitung der Pflanze bezeichnet man mit dem englischen Begriff ‚Priming'.
Neuere Erkenntnisse zeigen, dass die Reaktion verschiedener Resistenz-induzierenden Agenzien nicht immer auf eines der beiden klassischen Schemen zurückgeführt werden kann. So gibt es Mikroorganismen, die sowohl Salizylsäure als auch Jasmonsäure zur Resistenzinduktion benötigen, während andere ganz ohne auskommen und dafür abhängig von den Phytohormonen Abscisin- und Giberellinsäure sind. Eine andere bedeutende Signalsubstanz scheint die Beta-Amino-Buttersäure zu sein, die auch zur chemischen Resistenzinduktion im Wein- oder Obstbau eingesetzt wird.

Abb. 1: Mechanismen der induzierten Resistenz



Systemische Resistenz (ISR oder SAR) kann durch wurzelbesiedelnde Rhizobakterien oder durch Pathogene induziert werden. Dabei spielen bei der Signalvermittlung in der Pflanze die Phytohormone Jasmon- bzw. Salicylsäure eine entscheidende Rolle. Auf der Basis dieser Erkenntnis werden auch Salicylsäurederivate eingesetzt (CIR). Bei der SAR und der CIR findet man die verteidigungsrelevanten (pathogenesis-related) PR-Gene exprimiert. Sie wirkt gegen Viren und andere Pathogene, die lebende pflanzliche Gewebe parasitieren. Bei der ISR findet man kaum Unterschiede in der Genexpression. Durch das ‚Priming' kommt es aber zu einer schnelleren und heftigeren Reaktion auf nekrotrophe Pathogene, die pflanzliches Gewebe abtöten und von den freiwerdenden Nährstoffen leben.

Wurzelbesiedelnde Pilze als biologische Agenzien

Angesichts der geschilderten Möglichkeiten der pflanzlichen Pathogenabwehr und der Tatsache, dass es auch noch Antagonisten gibt, mit denen sich die pathogenen Mikroorganismen direkt biologisch bekämpfen lassen, mag man sich wundern, dass es nach wie vor notwendig ist, Pestizide einzusetzen. Der Praxis stehen derzeit jedoch nur wenige biologische Agenzien zur Verfügung. So wie die Pathogene auf bestimmte Pflanzenarten spezialisiert sind, so ist auch die Wirkung von biologischen Agenzien mitunter pathogen- oder pflanzenspezifisch, was ihre breite Verwendbarkeit einschränkt. Eine effektivere Selektion für spezifische Anwendungsgebiete wäre bei genauerer Kenntnis der Mechanismen möglich. Denkbar ist dann auch eine gezielte Kombination von Agenzien mit verschiedenen Wirkmechanismen. Am Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt (IGZ) konzentrieren wir uns auf endophytische (= in der Pflanze lebende) Pilze mit guter Besiedlungsfähigkeit der Wurzel, die in der Pflanze gezielt Abwehrreaktionen induzieren oder durch eine bessere Nährstoffversorgung die Pflanzengesundheit verbessern.

Abb. 2: Mykorrhiza-induzierte Resistenz

Die Wurzeln der Strauch-Luzerne (Medicago truncatula) können durch den pathogenen Pilz Aphanomyces euteiches (A.e.) infiziert werden. In den Kontrollpflanzen (K) kann sich der Pilz gut ausbreiten und neue Oosporen ausbilden. Wenn die Wurzeln vorher mit dem arbuskulären Mykorrhizapilz Glomus mosseae (G. mosseae) besiedelt sind, wird die Ausbreitung des Krankheitserregers unterdrückt..

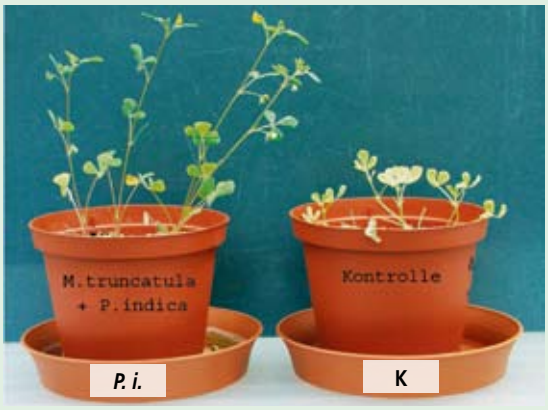
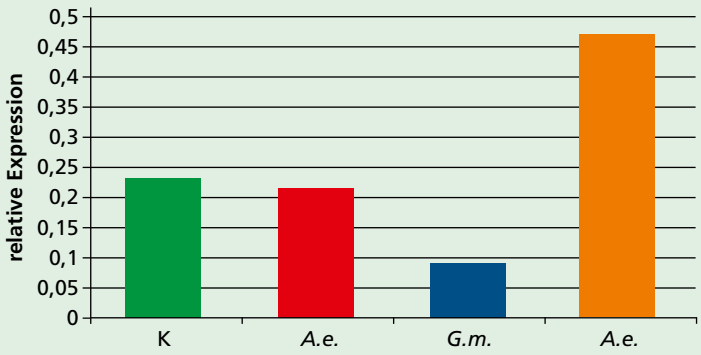


Abb. 4: Strauch-Luzerne (Medicago truncatula), deren Wurzeln von dem endophytischen Pilz Piriformospora indica (P. i.) besiedelt sind, entwickeln mehr Biomasse als die unbesiedelten Kontrollpflanzen (K).

Die am weitesten verbreiteten Wurzelbesiedler sind die arbuskulären Mykorrhiza-Pilze (AM-Pilze), die mit den Wurzeln von 80 % aller Landpflanzen eine klassische Symbiose eingehen. Diese Pilze versorgen die Pflanzen nicht nur mit Nährstoffen, sondern erhöhen auch die Resistenz gegenüber Krankheitserregern. Dieser Schutz beschränkt sich allerdings auf die Wurzel und kann meistens nicht in den Blättern beobachtet werden. Wir beschäftigen uns nun seit einiger Zeit mit einer Wurzelfäulnis, die bei vielen Leguminosen vorkommt. Sie wird durch den Pilz *Aphanomyces euteiches* ausgelöst. Gegen diese Erkrankung gibt es kaum natürliche Resistenzen oder spezifische chemische Bekämpfungsmethoden. Bei Erbsen, die durch einen AM-Pilz geschützt sind, verläuft die Krankheit aber wesentlich milder und die Pflanze überlebt. Um die Mechanismen dieser Mykorrhiza-induzierten Resistenz molekular zu untersuchen, haben wir die Strauch-Luzerne *(Medicago truncatula)* als Modellpflanze zur Hilfe genommen. Bei dieser Pflanze können wir in so genannten Array-Hybridisierungen die Expression von 16.000 Genen gleichzeitig beobachten. Auch hier funktioniert der Schutz durch den AM-Pilz (Abb. 2). Die Expressionsanalysen haben gezeigt, dass wir einen typischen ‚Priming'-Effekt vorliegen haben: Der pathogene Pilz ist in der Lage, die Aktivierung bestimmter Abwehr-Gene zu unterbinden. Ist die Wurzel aber durch den AM-Pilz besiedelt, funktioniert die Verhinderungsstrategie des Angreifers nicht mehr. Die Pflanze schaltet diese Gene an und wehrt den Pilz erfolgreich ab (Abb. 3).

Neben den AM-Pilzen gibt es eine Vielzahl anderer pilzlicher Organismen, die sich in der Wurzel tummeln. Einer davon ist der Basidiomyzet *Piriformospora indica*. Er besiedelt die Wurzeln aller bisher untersuchten Pflanzen und zeigt bei vielen von ihnen erstaunliche Wachstumseffekte (Abb. 4). Gemeinsame Untersuchungen mit der Arbeitsgruppe von Professor Karl-Heinz Kogel an der Universität Gießen haben ergeben, dass *P. indica* bei Gerstenpflanzen den Ertrag deutlich steigern und gleichzeitig die Pflanze schützen kann – und zwar anders als die AM-Pilze nicht nur gegen Wurzelpathogene, sondern auch gegen Echten Mehltau, eine Krankheit, die die Blätter befällt. Dabei scheint keiner der bisher bekannten Signaltransduktionswege eine Rolle zu spielen. Stattdessen konnte eine Erhöhung verschiede-

Abb. 3: „Priming"-Effekt



Das Resistenzgen MtEds1 aus der Strauch-Luzerne zeigt einen typischen ‚Priming'-Effekt. Seine Expressionsstärke wird in nicht-mykorrhiziertren Wurzeln durch den pathogenen Pilz Aphanomyces euteiches (A.e.) gegenüber den Kontrollen (K) kaum verändert. Auch der Mykorrhizapilz Glomus mosseae (G.m.) zeigt kaum einen Effekt, sondern reduziert eher die Expressionsstärke. In Wurzeln, die durch den Mykorrhizapilz vorbereitet (‚geprimet') sind, wird MtEds1 durch das Pathogen aber induziert und ist wahrscheinlich an der Resistenz dieser Wurzeln ursächlich beteiligt.

Abb. 5: Diana Andrade, Doktorandin aus Kolumbien, bei Untersuchungen von Tomatenpflanzen im Gewächshaus des IGZ.

ner Antioxidantien beobachtet werden, die die Pflanze gegen das Pathogen schützen. Am IGZ untersuchen wir nun, wie dieser Pilz im modernen Anbau von Tomaten eingesetzt werden kann.

Vor etwa zwei Jahren kam Diana Andrade aus Bogota an unser Institut (Abb. 5) und brachte eine Sammlung von Pilzen mit, die sie aus Tomatenwurzeln an verschiedenen Stellen in Kolumbien isoliert hatte. Nach einer ersten Untersuchungsphase im Labor blieben von den Isolaten 14 Kandidaten übrig, die einer genaueren Analyse unterzogen wurden. Dabei ging es um potenzielle wachstumsfördernde Effekte (Abb. 6) und um ihre Besiedelung der Wurzel. Drei verschiedene Isolate mit positiven Ergebnissen wurden hinsichtlich ihrer Schutzwirkung gegen eine Welke-Erkrankung der Tomate untersucht. Für eines dieser Isolate konnte eine solche Wirkung schließlich nachgewiesen werden. Mit Hilfe von Tomaten-Mutanten, die verschiedene Phytohormone nicht mehr synthetisieren können, soll nun untersucht werden, welche Mechanismen dabei eine Rolle spielen.

Abb. 6: Wachstum von Tomatenpflanzen unter normalen Bedingungen (linke Pflanze) oder in Anwesenheit eines wurzelbesiedelnden Pilzes (rechte Pflanze).

Einsatz im Gartenbau

Durch die Forschung über die Wurzelbesiedler können wir das Portfolio an möglichen biologischen Agenzien weiter ausbauen. Dies kann zum einen dazu beitragen, spezifische Pflanzenkrankheiten biologisch zu bekämpfen. Neue Erkenntnisse zu den Wirkungsmechanismen ermöglichen es zum anderen aber auch, verschiedene Agenzien zu kombinieren, die sich gegenseitig ergänzen und so die Erfolgsrate erhöhen.

Die Identifizierung von pflanzlichen Genen, die bei dem ‚Priming' eine Rolle spielen, ist ein wesentlicher Bestandteil unserer Forschung. Solche Gene müssen in Züchtungsprogrammen von zukünftigen Pflanzensorten verstärkt beachtet werden, um den Erfolg des biologischen Pflanzenschutzes zu erhöhen. ■

PD Dr. Philipp Franken, Dipl.-Biol. Diana Andrade, Dr. Rita Grosch, Institut für Gemüse und Zierpflanzenbau, Theodor-Echtermeyer-Weg 1, 14979 Großbeeren.
E-Mail: franken@igzev.de

Neue Fischarten auf dem deutschen Markt

Mehr Vielfalt für den Verbraucher

Horst Karl, Carsten Meyer, Hartmut Rehbein, Ines Lehmann
und Reinhard Schubring (Hamburg)

In den deutschen Fischtheken vollzieht sich zurzeit ein interessanter Wandel. War das Angebot vor zehn Jahren meist auf die typischen traditionellen Fischarten aus dem Nordatlantik und auf Forellen und Karpfen aus der heimischen Aquakultur beschränkt, findet man heute neben Rotbarsch, Kabeljau oder Hering auch zunehmend Fische aus dem Mittelmeerraum, aus Afrika und asiatischen Ländern in den Auslagen. Gleiches gilt für das Angebot in vielen Restaurants. Doraden, Wolfsbarsch und Streifenbarbe vom Mittelmeer, Victoriasee-Barsch aus Afrika oder Pangasius aus der Aquakultur in Vietnam gehören inzwischen zum festen Bestandteil der Speisekarten.

Der Verbraucher hat diese Fischarten während seines Urlaubs an der Mittelmeerküste oder auf Fernreisen schätzen gelernt und möchte dieses „Stückchen Urlaub" auch zu Hause nicht missen. Der Handel ist diesem Trend gefolgt, und die Liste der von den Großhändlern angebotenen Fischarten steigt ständig.

Moderne Transportmöglichkeiten ermöglichen eine rasche Lieferung aus allen Ländern der Welt. Mittelmeerfische werden als frischer Ganzfisch in Eis per LKW aus Griechenland, der Türkei, Italien oder Frankreich auf den Großmärkten angeliefert. Andere exotische Fische aus Afrika oder anderen Teilen der Erde werden als Filet oder ganzer

F. Baumann, Iglo

Aquakulturanlage im Mekong-Delta

vTI Hamburg

Wolfsbarsch

Fischinformationszentrum FIZ

Snapper

Fisch fangfrisch mit Eis gekühlt in Styroporkästen verpackt per Flugzeug meist via Frankfurt eingeflogen. Pangasius- oder Tilapiafilets aus Asien erreichen uns als Tiefkühlware in Schiffscontainern.

Steigende Vielfalt führt zu Wissenslücken

Im Gegensatz zu den traditionell gehandelten Fischarten wie Seelachs oder Hering liegen häufig keine oder nur sehr wenige Daten zur Zusammensetzung und den Nährwert bestimmenden Bestandteilen vor. Auch Fragen zur Qualität und zur Lagerfähigkeit als Tiefkühlware können nicht beantwortet werden. Wie ist die Haltbarkeit auf Eis? Können Qualitätsverluste über die gängigen Verderbsparameter wie den TVB-N-Wert kontrolliert werden (Der TVB-N-Wert steht für die quantitative Erfassung verschiedener Amine, die den „Fischgeruch" ausmachen und erst mit zunehmendem Verderb auftreten)? Sind die für nordatlantische Fische erarbeiteten mikrobiologischen Kennzahlen und sensorischen Frischekriterien übertragbar?
Ein weiteres Problem: Die richtige Artenbezeichnung in der Deklaration der Ware ist häufig nicht überprüfbar, da entsprechende Referenzdaten fehlen. Daher sind der Importeur, der Zoll und die Lebensmittelüberwachungsämter auf Angaben aus den Lieferpapieren angewiesen. Um Klarheit bei der Deklaration besonders bei Filetware zu erreichen und den Verbraucher vor Täuschung zu schützen, verwendet man zur Bestimmung der Fischart DNA- oder Protein-Analysemethoden. Doch auch hier gibt es bei den „neuen" Fischarten erhebliche Informationsdefizite.
Um die Datenbasis in diesem Bereich zu verbessern, werden am Standort Hamburg des Instituts für Sicherheit und Qualität bei Milch und Fisch des Max Rubner-Instituts (MRI) fortlaufend sowohl tiefgefrorene als auch frische „neue Fischarten" untersucht. Um möglichst realistische Aussagen über die bestmögliche erreichbare Frische bzw. Qualität auf dem deutschen Markt zu bekommen, wird die Ware auf dem Hamburger Fischmarkt eingekauft bzw. von Großhändlern bezogen, die den deutschen Markt beliefern. Dabei reicht die Vielfalt der untersuchten Fischarten und Angebotsformen von frischen, nicht ausgenommenen eisgelagerten Doraden aus Aquakulturanlagen des Mittelmeerraums über frische Victoriabarsch-Filets *(Lates niloticus)* aus Tansania, frische vakuumverpackte Red Snapper-Filets *(Lutjanus bohar)* von den Seychellen, bis zu tiefgekühlten Filets vom Kap-Seehecht *(Merluccius capensis)* aus Namibia, tropischen Steinbutt *(Psettodes bennetti)* aus Westafrika und Schlankwels- *(Pangasius sp.)* bzw. Tilapiafilets *(Oreochromis sp.)* aus den Aquakulturen in Vietnam, Indonesien und China. Berücksichtigt wird dabei auch der steigende Anteil der ökologisch aufgezogenen Aquakulturfische.
Das Untersuchungsspektrum umfasst die Entwicklung von DNA-Methoden zur eindeutigen Identifizierung der Art, die Bestimmung der chemischen Zusammensetzung und wichtiger Inhaltsstoffe des essbaren Anteils, die Erfassung des mikrobiologischen Status und chemischer Verderbsparameter sowie die sensorische Prüfung.
Im Folgenden werden die Ergebnisse für zwei beliebte Fischarten vorgestellt.

Fischinformationszentrum FIZ

Tilapia

Fischinformationszentrum FIZ

Nilbarsch

Dorade Royal

Dorade Royal *(Sparus aurata)* gehört im Mittelmeerraum zu den beliebtesten Speisefischen und wird inzwischen ganzjährig in Aquakulturanlagen produziert. In Deutschland ist überwiegend gefarmte Ware aus Frankreich und den Mittelmeeranrainerstaaten Griechenland, Türkei, Italien und Spanien erhältlich. Andere Doradenarten, die häufig unter dem Sammelbegriff Dorade Rosé verkauft werden, stammen aus Anlandungen von Wildfängen vor der Küste Afrikas.
Fische aus der Aquakulur werden zunächst zur Ausnüchterung für mehrere Tage in Hälterungsbecken umgesetzt, dann getötet und unausgenommen in Styroporbehältern mit Scherbeneis bedeckt und per LKW innerhalb von 2–3 Tagen gekühlt nach Deutschland transportiert. Wildfänge, zum Beispiel aus Senegal, werden direkt am Fangplatz ausgenommen und in Styroporbehältern mit Eis gekühlt per Flugzeug importiert. Damit ist auch diese Ware nach wenigen Tagen in Deutschland verfügbar.

Fischinformationszentrum FIZ

Dorade Royal

Um zu sehen, welche bestmögliche Qualität der Verbraucher in Deutschland erwarten kann, wenn er frische Doraden im Laden kauft, wurden ganze Fische aus Aquakulturanlagen in Frankreich und Italien und Flugware aus Senegal von verschiedenen Großhändlern bezogen, wobei darauf hingewiesen wurde, dass es sich um möglichst frische Ware handeln soll.

Unterschiede zwischen Wildfang und Aquakultur

Doraden aus den europäischen Aquakulturanlagen zeichnen sich durch eine ausgezeichnete Frische aus, aber auch die Fische aus den Wildfängen vor Afrika erreichen den Verbraucher in einer sehr guten Qualität. Dafür sprechen die sensorische Beurteilung der Frische nach den EU-Vermarktungsnormen, die mikrobiologischen Untersuchungsergebnisse und die niedrigen Gehalte der chemischen Verderbsindikatoren wie TVB-N und anderer flüchtiger Amine.
In ihrer Zusammensetzung unterscheiden sich gefarmte Doraden von den Wildfängen. Ihr Fettgehalt liegt mit 6–9 % deutlich höher im Vergleich zu 1,7 % bei wildlebenden Fischen.
Umgekehrt ist der Jodgehalt der Wildfische mit 860 µg I/kg Frischgewicht um ein Vielfaches höher. Auch bei den Doraden bestätigt sich, dass Fische aus der Aquakultur im Vergleich zu Seefischen generell niedrigere Jodgehalte haben.
Die Untersuchungen zeigen, dass dem Verbraucher in Deutschland Doraden in guter bis sehr guter Qualität angeboten werden können.

Pangasius

In den letzten Jahren hat sich mit dem Pangasius eine neue Fischart aus der Aquakultur sehr erfolgreich auf dem deutschen Markt positioniert. Angeboten wird fast ausschließlich aufgetaute oder gefrostete Filetware, die eine hohe Verbraucherakzeptanz besitzt.
Pangasius oder Schlankwels wird in Vietnam seit mehr als 15 Jahren hauptsächlich im Mekong-Delta gezüchtet. Der Fisch wird in über 65 Länder importiert. Gezüchtet werden hauptsächlich zwei Arten, *Pangasius bocourti* und *Pangasius hypophthalmus*, wobei letzterer mit einem Anteil von ca. 95 % marktbestimmend ist. Dabei handelt es sich um eine schnell wachsende Spezies, die ihre Marktgröße von 1, 5–2,0 kg in acht Monaten erreicht. Die Produktionsmenge steigt Jahr für Jahr und hat 2007 rund 900.000 t erreicht. Die Aufzucht erfolgt in vielen kleinen Farmen. Der Fisch wird manuell in modernen, EU-zugelassenen Verarbeitungszentren zu enthäuteten IQF-Filets (Individual Quick Frozen) verarbeitet. Die Einfuhr nach Deutschland betrug 2006 rund 27.400 t Filet, und der Marktanteil steigt weiter.
Um eine Marktübersicht über die bei uns angebotene Qualität zu erhalten, wurden von uns handelsübliche Tiefkühl-Filets von sieben verschiedenen vietnamesischen Verarbeitungsbetrieben untersucht, die auf dem deutschen Markt angeboten werden. Darunter war auch eine Anlage, der Filets aus ökologisch aufgezogenen Pangasius herstellt und vertreibt.

Möglichkeiten der Artenidentifizierung

In der Vergangenheit wurden von der Lebensmittelüberwachung mehrfach Betrugsfälle aufgedeckt, bei denen Pangasiusfilets aufgrund des niedrigen Einkaufspreises anstelle der deklarierten Seezunge, Rotzunge oder anderer Fischarten verkauft worden waren.
Zur Bestimmung der Fischart in Erzeugnissen aus Fischen der Gattung Pangasius wurden am Institut ein Protein-Elektrophoreseverfahren als Schnellmethode und verschiedene DNA-Analysemethoden entwickelt. Das Elektrophoreseverfahren (Isoelektrische Fokussierung, IEF) ergab Eiweißmuster, mit denen sich *Pangasius hypophthalmus* eindeutig von anderen Welsen und Plattfischen unterscheiden ließ.
Da die Anwendungsmöglichkeit dieser Methode aber auf Rohware begrenzt ist, wurde sie durch PCR (Polymerase-Kettenreaktion) -basierte Methoden ergänzt. Mit diesen Methoden ließen sich die beiden Pangasius-Arten nicht nur in Rohware, sondern auch in Konserven, eindeutig unterscheiden. Alle bisher von uns untersuchten Handelsproben sind der Art *P. hypophthalmus* zuzuordnen, obwohl zwei Proben als *P. bocourti* bzw. *P. micronemus* deklariert worden waren.

F. Baumann, Iglo

Pangasius

F. Baumann, Iglo

Pangasius-Verarbeitung in Vietnam

Zusammensetzung

Die Bestimmung der Grundzusammensetzung (Fett, Wasser, Rohprotein, Mineralstoffanteile) zeigte große Unterschiede zwischen den Filets, je nachdem, ob sie aus konventionell oder aus ökologisch gefarmten Fischen hergestellt wurden (Tab. 1). Die Rohproteingehalte der konventionellen Filets waren mit 13,3–15,7 % deutlich niedriger als die der ökologischen Ware mit 17,0–17,4 %. Umgekehrt waren die Wassergehalte der konventionellen Filets gegenüber der Ökoware erhöht. Die Fettgehalte waren dagegen vergleichbar und schwankten zwischen 1,4 und 3,2 %.

Unter der Annahme, dass die ökologisch erzeugten Filets weitgehend frei von Zusätzen auf dem Markt angeboten werden und die wirkliche Zusammensetzung von handgetrimmten Pangasiusfilets für den Export widerspiegeln, erscheint es wahrscheinlich, dass den konventionell produzierten Filets Wasser und wasserbindende Mittel ohne entsprechende Kennzeichnung auf der Packung zugesetzt worden waren. Auch die höheren pH-Werte und das bessere Wasserbindevermögen sprachen für den Einsatz von wasserbindenden Mitteln. Aus verschiedenen Quellen gibt es Hinweise, dass zur Erhöhung der Wasserbindung bei der Produktion von Pangasiusfilets Polyphosphate eingesetzt werden. Hierdurch wird das Filet saftiger, der Verbraucher kauft aber auch mehr Wasser. Der Zusatz von Di- und Polyphosphaten ist in Deutschland bei tiefgefrorenen Fischfilets nach der Zusatzstoff-Zulassungsverordnung bis zu einer Menge von 5g/kg (berechnet als P_2O_5) erlaubt, er muss allerdings deklariert sein. Eine entsprechende Kennzeichnung war nur auf einer Packung zu finden. Die Bestimmung des Gesamtphosphorgehaltes (s. Tab. 1) ergab zunächst keine Hinweise auf einen Polyphoshatzusatz, dazu sind die natürlichen Schwankungen zu groß und die zugesetzten Mengen offensichtlich zu gering. Erst durch Dünnschicht-Chromatografie konnte bei mehreren konventionellen Proben die Anwendung von Poly- bzw. Diphosphaten nachgewiesen werden.

Die Bio-Produkte enthielten keine Zusätze. Allerdings muss der Zusatz von wasserbindenden Mitteln nicht unbedingt zu einem sensorisch schlechteren Produkt führen, wie ein vergleichender Test von behandelten und unbehandelten Filets zeigte. Wichtig ist, dass der Verbraucher entscheiden kann, was er kauft. Unsere Untersuchungsergebnisse haben dazu geführt, dass beim Import von Pangasius-Filets verstärkt auf die richtige Deklaration geachtet wird.

Tab. 1: Mittlere Zusammensetzung von Pangasiusfilets auf dem deutschen Markt (n= 10 Filets)

Betrieb	Wasser %	Protein %	Asche %	Fett %	P_2O_5 g/kg	pH
Konventionelle Aufzucht						
I	82,3 ± 1,4	13,8 ± 0,6	1,2 ± 0,1	3,2 ± 1,1	n.b.	n.b.
II	82,7± 0,7	13,3 ± 0,7	0,8 ± 0,1	2,9 ± 0,4	4,6 ± 0,1	6,8 ± 0,1
III	82,2 ± 1,0	14,2 ± 0,9	1,1 ± 0,1	1,7 ± 0,3	3,6 ± 0,1	7,5 ± 0,2
IV	83,3 ± 1,0	13,5 ± 1,1	1.1 ± 0,1	1.8 ± 0,5	3,3 ± 0,2	7,6 ± 0,2
V	83,.3 ± 0,9	14,4 ± 0,8	0,8 ± 0,1	2,0 ± 0,3	4,3 ± 0,2	6,8 ± 0,2
VI	82,1 ± 0,8	15,7 ± 0,5	1,3 ± 0,1	1,.4 ± 0,4	3,0 ± 0,2	7,2 ± 0,1
Ökologische Aufzucht						
Ö1	79,9 ± 0,7	17,1 ± 0,4	1,0 ± 0,1	1,9 ± 0,3	4,3 ± 0,2	6,6 ± 0,1
Ö2	80,0 ± 0,5	17,4 ± 0,5	0,9 ± 0,1	1,8 ± 0,4	4,3 ± 0,1	6,4 ± 0,1
Ö3	80,4 ± 0,4	17,0 ± 0,5	0,8 ± 0,1	2,3 ± 0,9	3,8 ± 0,4	6,7 ± 0,1

n.b. = nicht bestimmt

Fettsäureprofil

Die Fettsäurezusammensetzung hängt von dem Fettsäuremuster des aufgenommenen Futters ab. Da es sich bei Pangasius um Süßwasserfische handelt, ist der Gehalt der Omega-3-Fettsäuren α-Linolensäure, Eicosapentaensäure (EPA) und Docosahexaensäure (DHA) geringer ist als in Seefischen. Tatsächlich enthält das Fett nur einen kleinen Anteil dieser Fettsäuren, nämlich 6,3 bis 8,8 %. Der Anteil der mehrfach ungesättigten Fettsäuren beträgt etwa 24 %. Verantwortlich hierfür ist der hohe Gehalt an Linolsäure (15,3–17,9 %), einer Fettsäure, die in Pflanzen zu finden ist. Der Anteil der gesättigten Fettsäuren sowie einfach gesättigten Fettsäuren beträgt jeweils etwa 38 %. Da der Schlankwels ein Pflanzenfresser ist, war dieses Ergebnis zu erwarten. Ein Unterschied der Fettsäurezusammensetzungen der konventionell oder ökologisch aufgezogenen Fische war nicht zu erkennen.

Die Informationsbasis verbreitern

Die beiden Beispiele zeigen, wie wichtig es ist, mehr Informationen über Fischarten zu sammeln, die in Deutschland bisher weitgehend unbekannt sind. Deshalb wird das Institut künftig das Analysenspektrum bei neuen Fischarten erweitern. Neben den vorgestellten Ergebnissen werden auch die Gehalte an Dioxinen und dioxinähnlichen PCB sowie an anorganischen Spurenelementen wie Selen, Cadmium und Blei bestimmt.

Damit leistet das Institut einen wichtigen Beitrag zur Verbrauchersicherheit und hilft, die Qualität von neuen Fischprodukten auf dem Markt zu verbessern. ■

MRI Max Rubner-Institut

Dr. Horst Karl, Dr. Carsten Meyer, Dr. Hartmut Rehbein, Ines Lehmann und Dr. Reinhard Schubring, Max Rubner-Institut, Institut für Sicherheit und Qualität bei Milch und Fisch, Palmaille 9, 22767 Hamburg.
E-Mail: horst.karl@mri.bund.de

Kleine Mücke, große Wirkung

Die Blauzungenkrankheit: eine neue Tierseuche in Mitteleuropa

Doreen Werner (Müncheberg) und Franz J. Conraths (Wusterhausen)

Optisch machen sie nicht viel her mit ihrer Größe von 0,5 bis 5 mm. Das erklärt vielleicht, dass Gnitzen, regional auch Gnitten genannt, wissenschaftlich noch sehr wenig untersucht wurden, obwohl sie nahezu weltweit verbreitet sind, viele blutsaugende Arten enthalten und häufig in hoher Dichte auftreten. Fast jeder ist mit diesen lästigen Mücken schon in Berührung gekommen. Ihr Massenauftreten kann sowohl die Land- und Forstwirtschaft als auch den Tourismus stark behindern. Doch erst der überraschende, erstmalige Ausbruch der Blauzungenkrankheit 2006 in Mitteleuropa rückte diese unscheinbaren Insekten als Krankheitsüberträger auch in unseren Breiten verstärkt in das Interesse von Wissenschaftlern verschiedenster Fachrichtungen, wie der Veterinärmedizin, der Epidemiologie, Virologie, Entomologie und Limnologie.

Mehlhorn (agrar-press)

Was sind Gnitzen?

Gnitzen oder Bartmücken (Ceratopogonidae, Abb. 1) sind eine kleine, relativ einheitlich gestaltete Familie innerhalb der Zweiflügler (Diptera) mit ungefähr 5.400 beschriebenen Arten, die sich auf 125 Gattungen verteilen. Für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland sind bisher ca. 300 Gnitzen-Arten nachgewiesen, von denen einige Arten innerhalb der Gattung *Culicoides* als Vektoren (Überträger) im aktuellen Blauzungengeschehen fungieren.

In manchen Regionen und an bestimmten Standorten, zum Beispiel in Strandnähe und Mooren, können Gnitzen in hohen Dichten auftreten. Während sich die adulten Tiere beider Geschlechter von zuckerhaltigen Pflanzensäften ernähren, benötigen die Weibchen vieler Arten zusätzlich eine Blutmahlzeit zur Reifung ihrer Eier. Aus diesem Grund können sie regional und saisonal gefürchtete Lästlinge und Plageerreger sein, auch wenn die Lebensdauer der adulten Tiere nur wenige Wochen beträgt und ihr Aktionsradius, von passiver Verdriftung abgesehen, nur eine kurze Distanz umfasst.

Die Gnitzenweibchen legen ihre Eier artspezifisch teils an Land, teils am Ufer von Gewässern oder im Wasser selbst ab. Die schlüpfenden Erstlarven sind durch eine voll sklerotisierte Kopfkapsel mit stark ausgebildeten Mandibeln und einer typischen wurmförmigen Gestalt charakterisiert. Die Mücken durchlaufen insgesamt vier Larvenstadien. In Abhängigkeit von der Art, dem Nahrungsangebot und anderen Bedingungen verpuppt sich das letzte Larvenstadium nach einem definierten Zeitabstand. Typisch für die Puppe ist ihr kompakter Bau. Die adulten Mücken halten sich nach dem Schlupf oft in der Nähe der Lebensräume auf, die sie als Larven besiedelt haben. Die meisten Gnitzen-Arten bevorzugen hierbei Feuchtwiesen und stark überdüngte Lebensräume. Auch in Schlamm, rottender Vegetation, faulenden Früchten, Kompost, moderndem Holz und Laub, Tierdung und Gülle sowie in Mooren und Sümpfen, den unterschiedlichsten Arten permanenter

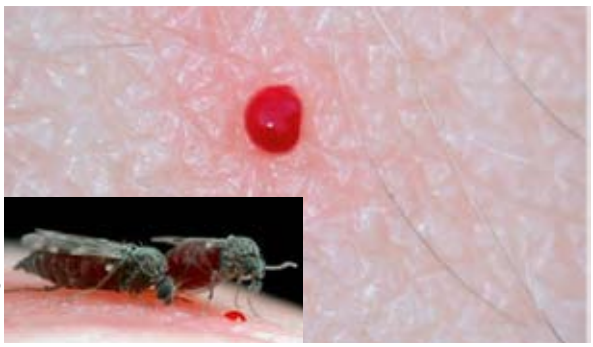
Werner

Abb. 1: Culicoides spec. beim Saugakt am Menschen

Gewässer und ihrer Überflutungsbereiche, Baumhöhlen und temporären Wasseransammlungen können sich ihre Larven entwickeln.

Gnitzen als Vektoren

Nicht nur als Lästlinge und Plageerreger nehmen die blutsaugenden Gnitzen einen wichtigen Platz ein (Abb. 2). In vielen, insbesondere tropischen und subtropischen Regionen der Welt, finden sich in dieser Mückenfamilie auch Überträger für zahlreiche Viren, Protozoen und Filarien. Die Rolle der Blutwirte als Reservoirwirte für die Erreger und die Pathogenität der von Gnitzen übertragenen Krankheitserreger für Mensch und Tier sind bisher allerdings kaum untersucht.



Werner

Denison & Archibald, IAH Pirbright, UK

Abb. 2: Culicoides spec. (klein), frische Einstichstelle mit austretendem Blutstropfen am menschlichen Bein (groß)

Als Krankheitsüberträger kommen weltweit rund 50 *Culicoides*-Arten in Frage. Während der Mensch für die meisten Krankheitserreger nicht empfänglich ist bzw. nicht an den Infektionen erkrankt, stellen die durch Gnitzen übertragenen Erreger in der Tierhaltung und -zucht – vor allem bei Schafen, Rindern und Pferden – ein ernstes Problem dar, da sie zum Teil mit hoher Morbidität und Mortalität einhergehen können.

Blauzungenkrankheit

Ein typisches Beispiel für die Übertragung einer Infektionserkrankung durch Gnitzen ist die Blauzungenkrankheit, die bei Wiederkäuern auftritt und durch ein Orbivirus verursacht wird. Sie ist aus dem Mittelmeerraum seit langem bekannt, wurde aber im August 2006 erstmals auch in Deutschland festgestellt. Unter natürlichen Bedingungen wird das Virus durch Gnitzen der Gattung *Culicoides* übertragen. Die Überträger nehmen das im Blut eines infizierten Wirtstieres zirkulierende Virus während des Saugaktes auf. Es vermehrt und verbreitet sich im Insektenkörper und gelangt in die Speicheldrüse. Von dort kann das Virus bei der nächsten Blutmahlzeit auf einen anderen, gegebenenfalls noch nicht infizierten Wirt übertragen werden.

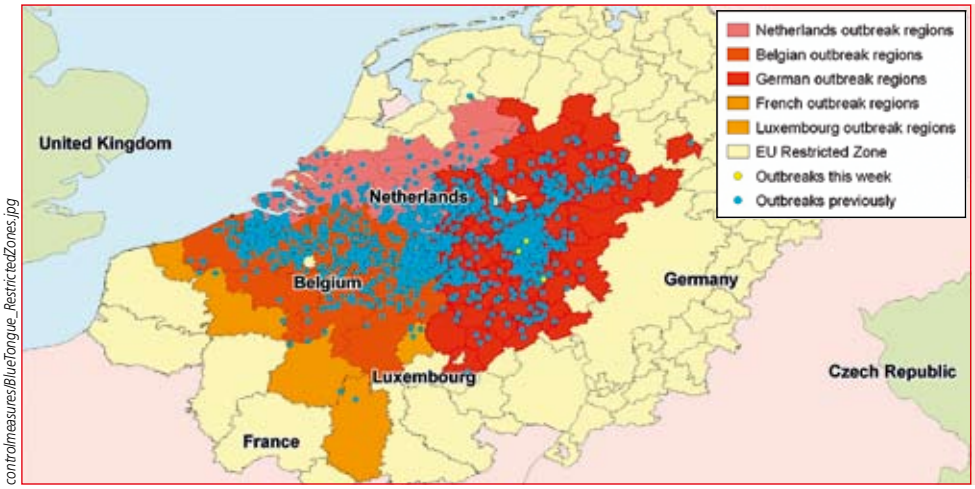
Die in Endemiegebieten des Mittelmeerraums für die Virusverbreitung verantwortlich gemachte Spezies *Culicoides imicola* wurde nördlich der Alpen bisher nicht nachgewiesen. Diese Art ist der weltweit wichtigste Vektor der Blauzungenkrankheit und der Afrikanischen Pferdepest.

Bis zum Jahresende 2006 konnte sich das Blauzungenvirus (Serotyp 8) insbesondere im Dreiländereck von Holland, Belgien und Deutschland weiter ausbreiten. Betroffen waren zu diesem Zeitpunkt fünf Länder: Holland, Belgien, Deutschland, Frankreich und Luxemburg (Abb. 3).

Doch dies war nur der Anfang: Bis Ende 2007 wurden in Deutschland in dreizehn Bundesländern Fälle der Blauzungenkrankheit festgestellt (Baden-Württemberg, Bayern, Bremen, Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Saarland, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen). Die 150 km-Restriktionszone, in der Handelsbeschränkungen für Wiederkäuer bestanden, betraf zu diesem Zeitpunkt bereits alle Bundesländer Deutschlands entweder flächendeckend oder teilweise.

Nach fortschreitender Ausbreitung umfasste das Schadgeschehen im Jahr 2007 folgende Länder Europas: Belgien, Niederlande, Deutschland, Frankreich, Luxemburg, Großbritannien, Dänemark, Schweiz, Tschechische Republik (Abb. 4). 2008 kamen die Schweiz, Spanien, Italien, Schweden und Ungarn hinzu (Abb. 5).

Nach bisherigem Kenntnisstand zeigt unter den domestizierten Wiederkäuern das Schaf die deutlichsten Krankheitssymptome nach einer Infektion. Zwischen den Schafrassen bestehen jedoch Unterschiede in der Empfänglichkeit. Rinder und Ziegen erkranken weniger häufig und weniger stark. Virusreservoire können in latent



Quelle: http://ec.europa.eu/food/animal/diseases/controlmeasures/BlueTongue_RestrictedZones.jpg

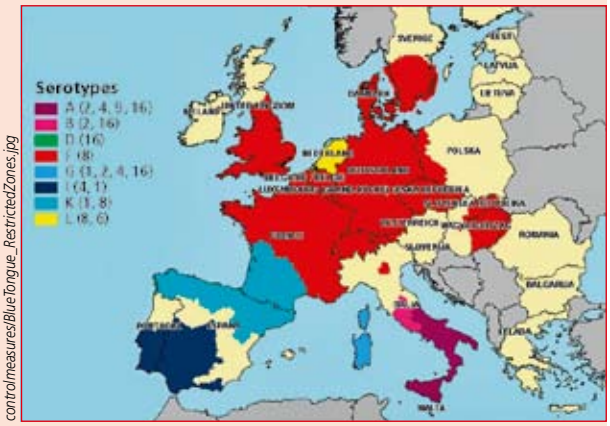
Stand: 21.12.2006

Abb. 3: Verbreitungszonen der Blauzungenkrankheit in Europa

Stand:
28.11.2007

Abb. 4: Verbreitungszonen der Blauzungenkrankheit in Europa

Stand:
27.10.2008



Quelle: http://ec.europa.eu/food/animal/diseases/controlmeasures/BlueTongue_RestrictedZones.jpg

Abb. 5: Verbreitungszonen der Blauzungenkrankheit in Europa

Holsteg, Landwirtschaftskammer NRW

Abb. 6: Euterveränderungen nach einem Gnitzenbefall

infizierten Haus- und Wildwiederkäuern vorliegen. Die betroffenen Tiere leiden an äußeren Veränderungen im Hautbereich (Abb. 6), Fieberausbrüchen und Kreislaufstörungen. Weitere Symptome sind verstärkte und schaumige Speichelsekretion (Abb. 7), Hyperämie (Blutandrang), Hämorrhagien (Blutungen) und Ödembildungen nebst Schwellungen am Kopf, vorrangig im Augen-, Ohren- und Maulbereich. Darüber hinaus kann es auch zu Geschwürbildungen an den oralen und nasalen Schleimhäuten, Atembeschwerden und Lahmheit infolge von Muskelentzündungen kommen. Das Symptom, das der Krankheit ihren Namen gegeben hat, ist eine Blaufärbung der Zunge sowie der Mundschleimhaut bei Schafen infolge mangelnder Sauerstoffsättigung des Blutes. Dieses Krankheitszeichen tritt allerdings nur bei einem geringen Teil der Tiere auf.

Entomologisches Monitoring in Deutschland

Wie konnte die Blauzungenkrankheit in unseren Breiten überhaupt auftreten und sich so stark verbreiten, wo doch der aus dem Mittelmeerraum bekannte Überträger bei uns gar nicht vorkommt? Hat die entsprechende Gnitzen-Art – etwa aufgrund der letzten milden Winter – bei uns mittlerweile doch Fuß gefasst? Oder fungieren verwandte heimische Arten als Vektoren? Um Licht ins Dunkel zu bringen, haben Deutschland und die anderen betroffenen Länder Mitteleuropas 2007 und zum Teil 2008 ein groß angelegtes Untersuchungsprogramm begonnen (entomologisches und serologisches Monitoring), welches in Deutschland vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) finanziert und von der EU kofinanziert wurde. Die Leitung und Planung auf deutscher Seite übernahm das BMELV.

Nachdem zum Jahresbeginn 2007 eine Expertengruppe gebildet worden war, begann im April/Mai desselben Jahres das entomologische Monitoring, in welches diverse Forschungsgruppen sowie die 89 Veterinärämter der Landkreise, in denen „Gnitzenfallen" aufgestellt wurden, in enger Kooperation eingebunden waren. Die Arbeitsgruppen verteilten sich auf die Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf, die Justus-Liebig-Universität Gießen, die Carl-von-Ossietzky-Universität Oldenburg, die Ruhr-Universität Bochum, die Freie Universität Berlin, die Humboldt-Universität zu Berlin, die Universität Regensburg sowie die Fa. Zecklab in Burgwedel, Niedersachsen. Weiterhin waren das Institut für Epidemiologie des Friedrich-Loeffler-Instituts (FLI) in Wusterhausen, das Institut für Virusdiagnostik des FLI auf der Insel Riems und das Deutsche Entomologische Institut (DEI) am Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) in Müncheberg eingebunden.

Nach einem flächendeckenden Rasterverfahren fand auf ausgewählten Bauernhöfen in der Restriktionszone der Fang der als Vektoren in Frage kommenden Gnitzen im Rahmen des entomologischen Monitorings statt. Für den Nachweis möglicher Vektoren kamen UV-Lichtfallen zum Einsatz. Zugleich wurden Einflüsse von abiotischen Faktoren auf die Verbreitung und das Vorkommen der Gnitzen erfasst, indem an jedem Lichtfallen-Standort auch eine Wetterstation betrieben wurde, die Klimadaten nach einem einheitlichen zeitlichen Muster aufzeichnete.

Die Fangproben wurden grob in die jeweiligen Artengruppen vorsortiert. Ein Teil dieser Proben wurde zur Artbestimmung an das DEI weitergegeben. Alle Proben wurden nach der morphologischen Bearbeitung an das FLI zur weiteren Untersuchung im Bereich der Virusdiagnostik weitergeleitet.

Aufgrund der Fangdaten und Virusnachweise werden inzwischen die Arten des *C. obsoletus*-Komplexes sowie die des *C. pulicaris*-Komplexes als wichtigste Vektoren eingestuft.

Vorkommen und Verbreitung des Blauzungenvirus

Hat sich eine vektorkompetente Gnitze mit dem Blauzungenvirus infiziert, so bleibt sie lebenslang infektiös. Obwohl für einheimische Arten fundamentale biologische Daten fehlen, geht man davon aus, dass die Lebensdauer adulter Gnitzen kaum mehr als drei Wochen beträgt. In dieser Zeit saugen die weiblichen Gnitzen mehrfach Blut. Mit steigender Temperatur nimmt ihre Stechaktivität und -frequenz zu, so dass sich in warmen Jahreszeiten die Wahrscheinlichkeit ihrer Infektion mit dem Virus der Blauzungenkrankheit sowie einer Erregerübertragung erhöht.

Angesichts der nicht einmal drei Monate andauernden Virämie bei Wiederkäuern (= die Zeit, in der Viren im Blut infizierter Tiere zu finden sind) und der kurzen Lebensdauer adulter Gnitzen wäre bei Abwesenheit der Vektoren im Winter zu erwarten, dass Seuchenherde der Blauzungenkrankheit, saisonal und klimatisch bedingt, von selbst erlöschen. Ein derartiges Phänomen wurde verschiedentlich in Südeuropa, zum Beispiel in Zentralspanien, beobachtet. Im Gegensatz dazu scheint das Virus in bestimmten anderen Gebieten offenbar überwintern zu können, ohne dass jedoch die zugrunde liegenden Mechanismen vollständig verstanden wären.

Im Jahre 2006 trat die Blauzungenkrankheit ab dem Spätsommer mit stark steigenden Fallzahlen auf, die erst nach dem Absterben des größten Teils der Vektorpopulation wieder fielen. 2007 bestand noch bis ins späte Frühjahr in den im Vorjahr von der Blauzungenkrankheit heimgesuchten Regionen die Hoffnung, dass die Krankheit erloschen war. Im Juni bestätigte sich jedoch bei einem Rind in Nordrhein-Westfalen, welches im serologischen Monitoring geführt wurde, der erste neue Fall des Jahres 2007. Im Jahr 2008 wurde ein einzelner neuer Fall bereits im Februar diagnostiziert. Möglicherweise verhinderten die milden Temperaturen im Winter 2006/2007 sowie die vorherrschenden Bedingungen im Winter 2007/2008 eine ausreichend lange vektorfreie Phase (d.h. eine über die virämische Phase ihrer Wirte hinausgehende Inaktivität der Gnitzen) und dadurch ein Erlöschen des Seuchengeschehens. Jedenfalls zeigt der frische Fall, der im Februar 2008 festgestellt wurde, dass eine Übertragung zumindest auf niedrigem Niveau auch in der kalten Jahreszeit möglich ist. Als weitere Hypothesen, mit denen das Überwintern der Infektion erklärt werden kann, werden derzeit die Übertragung vom Muttertier auf die ungeborenen Kälber während der Trächtigkeit, chronische Infektionen bei Wiederkäuern, die Reservoirbildung bei Wildwiederkäuern und die mechanische Übertragung (z. B. Verwendung der selben Injektionskanülen bei mehreren Tieren) diskutiert.

Im Jahr 2007 kam es wiederum ab dem Spätsommer, allerdings einige Wochen früher als 2006, zu einem explosionsartigen Anstieg der Fälle, der in der 37. Kalenderwoche mit fast 3000 neuen Fällen/Ausbrüchen ein Maximum erreichte. Im Jahre 2008 konnte eine Epidemie vergleichbaren Ausmaßes durch das Impfen von Rindern, Schafen und Ziegen verhindert werden.

» Info:

Im Oktober 2008 wurde in den Niederlanden überraschend der Serotyp 6 des Virus der Blauzungenkrankheit nachgewiesen. In Pressemeldungen wird vermutet, dass Landwirte ihre Tiere mit einem Lebendimpfstoff geimpft haben könnten, der diesen Serotyp enthält. Das Friedrich-Loeffler-Institut hat die Veterinäruntersuchungsämter in Deutschland mit Tests ausgestattet, die sie in die Lage versetzen, die unerlaubte Verwendung von Lebendimpfstoffen gegen die Blauzungenkrankheit zu entdecken. Es besteht kein Anlass, solche Vakzinen anzuwenden, da sichere und zugelassene inaktivierte Impfstoffe gegen den in Deutschland vorkommenden Serotyp 8 der Blauzungenkrankheit zur Verfügung stehen.

Adams, Landwirtschaftskammer NRW

Abb. 7: Umfangreiche entzündliche Erosionen am Flotzmaul eines Rindes mit Geschwürbildung und eitrigem Ausfluss bzw. Verkrustungen, streifenförmige Hautablösung am Übergang Haut und Schleimhaut nach BTV-Befall

Neuer Impfstoff entwickelt

Da eine erfolgreiche Vektorkontrolle aufgrund der mangelnden biologischen Daten zu den einheimischen Gnitzen-Arten mittelfristig aussichtslos erscheint, wird mittlerweile ein großflächiges Impfprogramm durchgeführt. Impfstoffe gegen den Serotyp 8 des Blauzungenvirus wurden 2007 im Eiltempo von verschiedenen Firmen entwickelt und getestet. Im Jahr 2008 kamen sie bereits zum Einsatz.

Gesichert ist, dass mit der Impfung ein Schutz der Tiere vor einer Infektion erreicht wird und die klinischen Symptome der Blauzungenkrankheit gemindert und dadurch Verluste in der Landwirtschaft vermieden werden. Ob es gelingt, den Serotyp 8 des Blauzungenvirus mit der Impfung in Europa zu tilgen, bleibt abzuwarten. ■

Dr. Doreen Werner, Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung e.V., Deutsches Entomologisches Institut, Eberswalder Str. 84, 15374 Müncheberg.
E-Mail: dwerner@zalf.de

PD Dr. Franz J. Conraths, Friedrich-Loeffler-Institut, Institut für Epidemiologie, Seestr. 55, 16868 Wusterhausen.
E-Mail: franz.conraths@fli.bund.de

Sensoren in der Frischekette

Sensoren sichern Qualität und Sicherheit bei Obst und Gemüse

Helene Foltan, Antje Fröhling und Christiane von Haselberg (Potsdam)

Bevor der knackige Salat auf dem Teller liegt und uns genüsslichen Verzehr verspricht, hat er meist schon einiges durchlebt. Von der Ernte über die Reinigung und Sortierung bis zum Transport sind zahlreiche Be- und Verarbeitungsschritte erforderlich. An verschiedenen Stellen kann es hier zu Qualitätseinbußen kommen. Neu entwickelte Sensoren sollen dazu beitragen, kritische Punkte zu überwachen und die Produktqualität von Obst und Gemüse zu verbessern.

Abb. 1: Auch beim Salat werden Convenience-Produkte im Supermarkt immer stärker nachgefragt.

Vor allem die immer beliebteren Convenience-Produkte (Abb. 1), also küchen- bzw. verzehrsfertig vorbereitete Gemüse und Salatmischungen, unterliegen im Hinblick auf Qualität und Hygiene hohen Anforderungen. Sortieren, Zerkleinern, Waschen und Lagern in der Verpackung, auch unter Transportbedingungen – dies sind besonders kritische Momente, in denen eine entscheidende Qualitätsminderung eintreten kann (Abb. 2). Der entstandene Schaden wird häufig erst im Supermarkt oder beim Konsumenten sichtbar, ohne dass die eigentlichen Ursachen erkennbar sind.

Um die Qualität und Sicherheit insbesondere empfindlicher Frischprodukte zu erhöhen und damit auch dem Verbraucher mehr Sicherheit zu garantieren, ist es notwendig, die einzelnen Verfahrensschritte entlang der Erzeugungskette weiter zu optimieren und ständig zu kontrollieren.

Wissenschaftler des Forschungsverbundes „ProSenso.net2" haben sich dies zur Aufgabe gemacht. In dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekt, das vom Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB) koordiniert wird, erarbeiten fünf Forschungsinstitute und acht Unternehmen gemeinsam neuartige sensorgestützte Lösungskonzepte, mit denen Prozess- und Produktqualitäten von Obst, Gemüse und Kartoffeln während der Lagerung und beim Transport vor Ort bestimmt werden können.

Keimen auf der Spur

Die Forscher interessiert dabei insbesondere der Nachweis von human- und phytopathogenen Mikroorganismen. Bakterien und Pilze beschleunigen einerseits den Verderb der frischen Produkte und tragen darüber hinaus zur Entstehung von Schimmelpilzgiften (Mykotoxinen) bei. Mikrobiologische Oberflächenkontaminationen auf Gemüse und Salat können unter Umständen erhebliche Lebensmittel-

Abb. 2: Waschstrecke für Gemüse, Sortieranlage für Äpfel

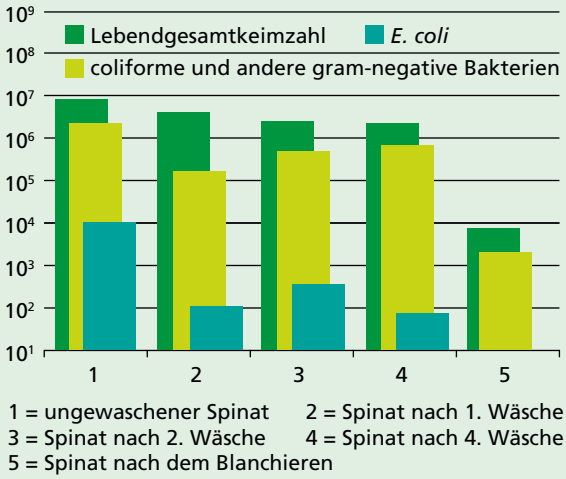
Abb. 3: Schaderreger werden mit Hilfe molekulargenetischer Methoden identifiziert (DNA-Fingerprint).

vergiftungen hervorrufen. Nach der Ernte anhaftende Erde ist in der Regel mit einer wechselnden Anzahl von Mikroorganismen verunreinigt, beispielsweise dann, wenn die Produkte mit den Ausscheidungen von Tieren, also Wild bzw. Vögeln in Berührung kommen. Solche Verunreinigungen lassen sich selbst durch eine gründliche Reinigung in speziellen Gemüsewaschanlagen nicht hinreichend entfernen.

Keimbelastung im Waschwasser

Jüngste, am ATB durchgeführte Untersuchungen haben ergeben, dass Gemüsewaschwasser eine nicht unerhebliche Keimbelastung aufweisen kann. Waschwasserproben aus verschiedenen gemüseverarbeitenden Betrieben wurden mit mikrobiologischen sowie molekulargenetischer Analysemethoden (genetischer Fingerabruck, Abb. 3) untersucht, um die Höhe und Art der Keimbelastung zu charakterisieren. Möhren- und Spinatwaschwasser waren mit bis zu 106 bzw. 107 Kolonie-bildenden Einheiten je ml Waschwasser (KBE/ml) belastet, wobei überwiegend gramnegative Bakterien detektiert wurden (Abb. 4). Etwa 43 % der detektierten DNA-Sequenzen ließen sich

Abb. 4: Keimzahlen in Waschwasserproben aus der Spinatverarbeitung



1 = ungewaschener Spinat
2 = Spinat nach 1. Wäsche
3 = Spinat nach 2. Wäsche
4 = Spinat nach 4. Wäsche
5 = Spinat nach dem Blanchieren

potenziellen Krankheitserregern zuordnen, unter anderem Vertretern der Gattungen Pectobacterium, Clostridium und Pseudomonas.

Forschungsziel: ein Biosensor zur Detektion von Schaderregern

Mit Hilfe einer prozessbegleitenden mikrobiologischen Überwachung ließen sich im Falle einer hohen Keimbelastung rechtzeitig gezielte Maßnahmen zur Vermeidung und Reduzierung von Verlusten und Risiken durchführen. Der qualitative Nachweis einer Kontamination könnte über das Waschwasser erfolgen. Bei Einsatz konventioneller Methoden und nach dem aktuellen Stand der Technik ist die Bestimmung des mikrobiellen Kontaminationsgrades im Waschwasser jedoch zu zeitaufwändig und praktisch nicht in die Prozessabläufe integrierbar. Hier soll künftig ein Biosensor helfen, durch eine schnelle Kontrolle Hygienerisiken zu vermeiden.
Ein neues On-Chip-System, das seit 2006 gemeinsam von Forschern und Entwicklern des ATB, der Berliner Elektronenspeicherring-Gesellschaft für Synchronstrahlung mbH (BESSY) und des Hightech-Unternehmens ELBAU Elektronik Bauelemente GmbH Berlin entwickelt wird, soll künftig in der Lage sein, vollautomatisch und parallel zur Gemüsewäsche Proben des Waschwassers zu entnehmen und weiter zu verarbeiten. Die Methodik entwickeln die Wissenschaftler am Beispiel der Gemüsewäsche mit dem Ziel, einen Prototyp des Biosensors zu erstellen, der künftig auch für andere Produktbereiche einsetzbar sein soll. Die Untersuchungen wurden mit Möhren und Spinat unter realen Praxisbedingungen durchgeführt. Die Tests beinhalteten auch einen anschließenden Blanchiervorgang.

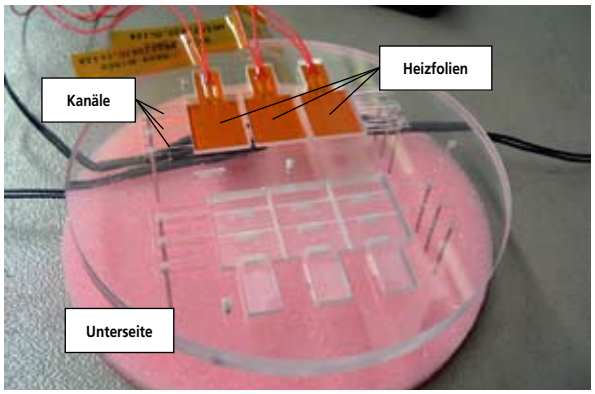


Abb. 5: Prototyp der miniaturisierten PCR-Einheit des On-Chip-Systems.

Der schnelle Nachweis ist entscheidend

Die Qualitätskontrolle muss prozessbegleitend erfolgen. In der Praxis ist Schnelligkeit gefragt, denn wenn die Analyse einer Probe mehr als 15 Minuten benötigt, ist das Obst oder das Gemüse bereits verpackt. Mithin eine ehrgeizige Entwicklungsaufgabe für die Projektbeteiligten! Dabei ist eine Unterscheidung zwischen pathogenen und nicht pathogenen Mikroorganismen nicht einfach. Eine molekulargenetische Methode, mit deren Hilfe selbst kleinste DNA-Mengen der Verderbnis-Erreger zeitnah nachgewiesen werden können und die beim Biosensor

zum Einsatz kommen wird, ist die quantitative Real-Time-Polymerase-Kettenreaktion (Q-PCR). Um diese Methode im miniaturisierten Sensor einsetzen zu können, werden zunächst spezifische Marker für die Bestimmung der relevanten Arten entwickelt und getestet.

Hierzu nutzen die Wissenschaftler die Durchflusszytometrie. Mit dieser, unter anderem in der medizinischen Diagnostik eingesetzten automatisierten Technik werden Zellen und Mikropartikel differenziert und nach Anzahl erfasst. Mit Hilfe von Laserlicht können morphologische und physiologische Eigenschaften von Zellen in einem Flüssigkeitsstrom nach einer Anfärbung mit Fluoreszenzfarbstoffen untersucht werden, während sie nacheinander, quasi im Gänsemarsch, durch eine kleine Messkammer strömen. Mit dieser hochinnovativen Analysetechnik ist es möglich, mehr als 100.000 Zellen pro Minute in Echtzeit zu bestimmen. Anhand der so gewonnenen Erkenntnisse lassen sich spezifische Marker testen, die dann in der PCR zum Einsatz kommen. Auf Basis der Forschungsergebnisse werden aktuell am ATB in einem anderen Projekt innovative Hygienisierungsverfahren wie die Oberflächenbehandlung mit Kaltplasma erprobt. Da die Durchflusszytometrie es ermöglicht, zwischen lebenden, subletal und letal geschädigten Bakterien zu differenzieren, werden die Messprotokolle auch zur Bewertung des Verfahrenserfolgs eingesetzt.

Als Ergebnis der Forschungsarbeit wird ein miniaturisiertes, robustes und automatisierbares PCR-Verfahren verfügbar sein: ein echter Biosensor (Abb. 5). Dieser bildet das Herzstück eines kompakten Geräts, das einsetzbar an verschiedenen kritischen Stellen der Verarbeitungskette Verderberreger am Frischeprodukt spezifisch und online aufspüren kann. Der neue Biosensor, der für eine PCR etwa fünf Minuten braucht, soll in den nächsten Jahren Praxisreife erlangen.

Prognosemodell für Produktion und Handel

Eine weitere Entwicklungsaufgabe des Verbundprojektes „Prosenso.Net2" ist die Erstellung eines technischen Systems zur lückenlosen Überwachung des Frischezustandes von Obst und Gemüse von der Ernte bis zur Verkaufstheke – zukünftig vielleicht bis zum Kühlschrank des Konsumenten.

Unvorhersehbare Vorkommnisse, beispielsweise längerer Kühlausfall oder ein Transportstopp unter ungünstigen Klimabedingungen wie zum Beispiel starker Sonneneinstrahlung, sind im Geschäft mit der Frischware nicht immer zu verhindern. Für ein Handelsunternehmen stellt sich dann die Frage, wie mit der Frischeware umzugehen ist, um den Schaden gering zu halten oder abzuwenden. Gerade bei Obst und Gemüse leidet die Frischequalität durch ungeplante Temperaturschwankungen und Wasserverluste. Nur wenn solche Vorkommnisse schnell bemerkt werden, können der Produzent oder der Händler prompt und angemessen reagieren.

Umgebungsbedingungen während des Transports und im Kühllager haben direkten Einfluss auf die Qualität und die (Rest-)Haltbarkeit der Frischware. Das modulare intelligente System, das vom ATB zusammen mit der Berliner Firma ESYS GmbH entwickelt wird, besteht aus aktiven RFID-Etiketten (Radio Frequency Identification; auf diesen Etiketten lassen sich produktspezifische Daten, z.B. der Temperaturverlauf, speichern), funkbetriebenen Dataloggern und

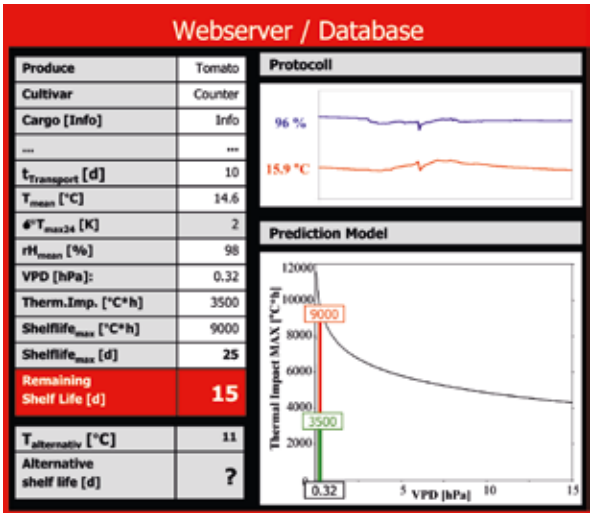


Abb. 6: Das Web-basierte Vorhersagemodell zeigt die Resthaltbarkeit der Tomate bei veränderlichen Umgebungsbedingungen nach der Ernte an.

einer datenbankbasierten Web-Anwendung (Abb. 6). Zurzeit bauen die Wissenschaftler eine Datenbank mit produktspezifischen Vorhersagemodellen auf, die auch den Einfluss unterschiedlicher gängiger Verpackungen auf das Verhalten der Frischware berücksichtigt. Das System soll zukünftig dem Produzenten, dem Händler und dem Verbraucher erlauben, anhand einer automatisch erstellten Zustandsbewertung und Haltbarkeitsprognose für die weitere Vermarktung und den Verbrauch der Ware die richtigen Entscheidungen zu treffen. Der Produktzustand ist dabei jederzeit über das Internet abrufbar.

Sensoreinsatz entlang der gesamten Kette

Biosensor und Prognosemodell sind nur zwei von sieben Forschungsaufgaben innerhalb des ambitionierten Themenspektrums von „Prosenso.Net2". So arbeiten die ATB-Wissenschaftler auch an einem Sensorsystem, das äußerlich nicht erkennbare Schädigungen nach mechanischer Belastung bei Äpfeln, Kiwis oder anderen Früchten in Zukunft spektrometrisch erfassen soll.

Dabei haben die Forscher die gesamte Verfahrenskette der empfindlichen Erzeugnisse im Visier. Die neuartigen Sensor-Kombinationen und eine komplexe Datenvernetzung tragen dazu bei, die Prozessführung insgesamt zu optimieren. Bei der Bewertung der Prozesse über Kettengrenzen hinweg werden ökologische und sozio-ökonomische Kriterien in einem ganzheitlichen Ansatz einbezogen. So können letztlich weitere Nachhaltigkeitspotenziale in der Produktion pflanzlicher Lebensmittel erschlossen werden. ■

ATB Agrartechnik Bornim

Helene Foltan, Antje Fröhling und Dr. Christiane von Haselberg, Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V., Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam.
E-Mail: hfoltan@atb-potsdam.de

Mit Fachwissen und Improvisations-talent in den Busch

Tierkrankheiten machen nicht an Grenzen halt

Die Luft flimmert über der geflickten Startbahn von Juba, Südsudan. Ohne jegliches Anzeichen eines geordneten Einsteigeverfahrens werden wir über eine Treppe in den Flieger, eine ehemalige russische Militärmaschine, gedrängt. Es riecht nach Schweiß. Die Fenster sind abgedunkelt und die Sitze müssen erst umgeklappt werden, damit man Platz nehmen kann. Ein ganz eigener Standard eben – nicht besonders vertrauenserweckend, aber typisch für viele Entwicklungsländer. Nach drei Wochen Feldeinsatz bei 40 °C im Schatten geht es jetzt zurück nach Khartum und dann wieder nach Hause ins kühle, heimische Deutschland. Aber jetzt erst einmal alles der Reihe nach.

Im Jahr 2007 wurde am Friedrich-Loeffler-Institut (FLI) unter dem Eindruck der Geflügelpest („Vogelgrippe“), die im Vorjahr auch Deutschland erreicht hatte, die Arbeitsgruppe Internationale Tiergesundheit (AG-ITG) gegründet. Die Grundidee dabei war, eine Gruppe von Spezialisten zur Verfügung zu haben, eine Art „Task Force“, die in außereuropäischen Ländern beim Auftreten von Geflügelpest schnell und unbürokratisch Hilfestellung geben kann. Betroffene Länder sollten die Möglichkeit haben, Unterstützung anzufordern, damit sich lokale Seuchengeschehen nicht unkontrolliert weiter ausbreiten.

In der Folgezeit zeigte sich, dass weniger ein schnelles Eingreifen im Krisenfall, sondern hauptsächlich Projektarbeit benötigt wurde – vor allem Beratung und Training für Epidemiologen und spezialisierte Labors in den betroffenen Saaten. Diese Mission hat das vierköpfige Team in die verschiedensten Regionen der Welt geführt, vor allem nach Afrika, aber auch auf den Balkan, in den Kaukasus und in asiatische Länder, oft auch in Zusammenarbeit mit anderen europäischen Partnern. Hauptauftraggeber waren die GTZ (Deutsche Gesellschaft für technische Zusammenarbeit) und die FAO (Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen). Und im Fokus stand nicht nur die Geflügelpest, sondern eine ganze Reihe von bedeutenden Tierkrankheiten und Zoonosen.

Land der Gegensätze: Sudan

Der Sudan – flächenmäßig der größte afrikanische Staat – ist ein Land voller geographischer und ethnischer Gegensätze. Der Norden ist arabisch-muslimisch geprägt, der Süden traditionell christlich-animistisch. Ölfunde haben, neben den kulturellen Spannungen, zu heftigen Verteilungskämpfen zwischen Nord und Süd geführt.

Intensive Hühnerhaltung im Norden Sudans

Improvisierte Laborarbeit auf dem Dorfmarktplatz im Sudan: Bei Temperaturen zwischen 30 und 40 Grad läuft ohne Sonnenschutz gar nichts.

Tierarzt Dr. Manfred Tanner von der AG-ITG berichtet: „Dr. Filippo Cilloni aus Padua und ich bildeten das deutsch-italienische Team, welches zur Probenentnahme und zu Ausbruchsuntersuchungen von der FAO in den Sudan entsandt wurde. Die Schwierigkeiten beginnen schon bei der Einreise: Am Flughafen Khartum steckt unser Equipment im Zoll fest. Doch dank der Hilfsbereitschaft unserer örtlichen Kollegen aus dem Veterinärlabor können wir unsere Arbeit trotz fehlender Ausrüstung zügig beginnen.
Nach zwei Wochen in den nördlichen Provinzen unter glühender Hitze folgt in der letzten Woche der Flug in den Süden, nach Juba. Dort ist es zwar nicht ganz so heiß, aber dafür so schwül, dass wir bereits schweißgebadet sind, als wir aus dem Flughafengebäude treten. Wenigstens dürfen wir hier kurze Hosen tragen. Die Bevölkerung vor Ort begegnet uns äußerst freundlich, wir werden tatkräftig unterstützt, wobei sich vor allem die Kinder mit ihrem unermüdlichen Einsatz hervortun. Mit großem Hallo werden Hühner und Enten für die Untersuchungen herbeigeschafft. Um festzustellen, ob die Tiere mit dem Geflügelpestvirus Kontakt hatten, werden Proben entnommen. Die Laborarbeit ohne Labor, unter einem Schatten spendenden Notdach, fordert ein gehöriges Maß an Improvisationstalent. Entschädigt werden wir durch die große Gastfreundschaft: Am Ende unseres Aufenthalts laden uns die Honoratioren des Dorfes zu einem üppigen Festmahl mit landestypischen Spezialitäten wie gekochten Okraschoten, rohen Innereien und anderen ‚Überraschungstellern‘ ein.“

Ghana: Es geht alles, wenn man nur will

Nachdem 2007 in Ghana der hochpathogene Typ H5N1 des Geflügelpestvirus um sich gegriffen hatte, sollte die Arbeitsgruppe im Auftrag der GTZ eine zweiwöchige veterinärmedizinische Trainingsmaßnahme durchführen. Ziele waren die Etablierung einer verbesserten Virus-Diagnostik (RT-PCR und ELISA) und die Ausbildung des Laborpersonals in der Anwendung von Schnelltests. Gleichzeitig sollten die Infrastruktur der Labore erfasst und die fachliche Kompetenz des vorhandenen Laborpersonals einschätzt werden.
Die Planung sah vor, zunächst im Zentrallabor in der Hauptstadt Accra, wo alle Untersuchungen zur Geflügelpestdiagnostik stattfinden, die Mitarbeiter zu trainieren und die Arbeitsmöglichkeiten zu verbessern. Danach sollten in zwei Regionallaboren in der Zentralregion und im Norden die Mitarbeiter in der Anwendung von Schnelltests geschult werden.
Die ersten Tage der Reise sind nach Aussage des Teams, Dr. Anja Globig und Dr. Detlef Höreth-Böntgen, chaotisch: „Unsere Ankunft in Accra fällt mit dem dreitägigen Gipfeltreffen der Staatschefs der Afrikanischen Union und den Feierlichkeiten aus Anlass des 50. Jahrestags der Unabhängigkeitserklärung in Ghanas Hauptstadt zusammen, was die Arbeiten nicht gerade erleichtert. Alle Behörden sind geschlossen, die Zollabfertigung am Flughafen lahmgelegt und jede Fahrt vom Hotel zum Labor oder zu Gesprächen mit Vertretern internationaler Organisationen benötigt viel mehr Zeit als gewöhnlich. Trotz alledem wird das Training durchgeführt, auch wenn tagelang kein Wasser und kein Strom zur Verfügung stehen und auch das Notstromaggregat wegen Dieselmangel versagt. Improvisation, Geduld, Hartnäckigkeit und Toleranz sind unter diesen Bedingungen die wichtigsten Tugenden.
Die beiden anderen Trainingseinheiten machen eine Reise in einem Fahrzeug der GTZ durch das ganze Land erforderlich. Zuerst hoch in den Norden nach Pong Tamale an der Grenze zu Burkina Faso, wo die Engländer 1912 ein Veterinärlabor errichtet hatten. Für die Strecke von 530 km Luftlinie benötigen wir 17 Stunden, Reifenplatzer inklusive.

Das noch in englischer Kolonialzeit errichtete Labor in Pong Tamale, Ghana

Mitarbeitertraining im Labor von Pong Tamale

Das Training selbst verläuft sehr gut, es ist nur etwas schwierig, in der Stadt Fotokopien der Trainingsunterlagen für die Teilnehmer zu erstellen. Doch weil die Geschäftsleute dort sehr flexibel sind, gelingt auch das: Da der Laden mit dem Kopiergerät in einem Stadtviertel ohne Strom liegt und der tragbare Generator nicht ausreichend Strom erzeugt, wuchtet der Ladenbesitzer seinen Kopierer kurzerhand in unser Auto und wir fahren durch die Stadt, bis wir ein Viertel finden, das von der Stromabschaltung verschont ist. Der Kopierer wird in ein Haus gebracht und die umfangreichen Kopien werden im Schlafzimmer einer auch dem Ladenbesitzer völlig fremden Person gegen Zahlung eines kleinen Obolus angefertigt.
Die letzte Trainingseinheit findet am Regionallabor der Zentralregion in Kumasi statt und verläuft nahezu problemlos.“

Erreger machen nicht vor Grenzen halt

Die geschilderten Eindrücke aus dem Sudan und Ghana mögen nach Abenteuerurlaub klingen. Man mag sich auch fragen, ob es die Aufgabe einer deutschen Ressortforschungseinrichtung ist, Staaten in weit entfernten Regionen der Welt bei der Bekämpfung von Tierseuchen unter die Arme zu greifen.
Doch was ist in unserer globalisierten Welt mit ihren vielfältigen Verflechtungen noch weit entfernt? Der hochpathogene Virustyp H5N1 der Geflügelpest ist innerhalb kurzer Zeit um den halben Globus verbreitet worden. Auch andere Infektionen, die bislang nur in subtropischen oder tropischen Regionen eine Rolle spielen, können plötzlich bei uns auftreten – siehe das aktuelle Beispiel Blauzungenkrankheit.

Der Erreger der Afrikanischen Pferdepest benutzt in den afrikanischen Verbreitungsgebieten den gleichen Vektor wie der Erreger der Blauzungenkrankheit. Den Sprung in nördlichere Regionen hat eine andere Seuche, die Afrikanische Schweinepest, bereits geschafft. Sie grassiert mittlerweile auch in Armenien, Georgien, Aserbeidschan und Süd-Russland. Tierseuchen wie die Afrikanische Schweinepest stellen in angrenzenden osteuropäischen Ländern die Struktur der tierärztlichen Überwachung vor große Herausforderungen. Ob sie ohne Unterstützung gemeistert werden können, scheint in einigen Regionen fraglich. Dies sind nur zwei von vielen Beispielen, die belegen, dass Krankheitserreger aus anderen Regionen der Welt durch Handelsströme, die erhöhte Mobilität des Menschen und den Klimawandel immer näher heranrücken. Dabei geht es nicht nur um Tierkrankheiten. Mehr als 60 Prozent der derzeit bekannten humanpathogenen Erreger haben zoonotischen Charakter, das heißt sie können von Tieren auf den Menschen übertragen werden.
Die Übertragung vieler Infektionskrankheiten wird durch klimatische Faktoren beeinflusst. Moskitos wie *Anopheles*, *Culex* und *Aedes* sowie Gnitzen wie *Culicoides* sind Überträger zahlreicher Krankheitserreger. Wenn die Temperaturen steigen, brauchen die Mückenlarven weniger Zeit, sich zu entwickeln, wird die Zahl der Nachkommen anwachsen, werden die weiblichen Mücken öfter Blut saugen. All dies wird für viele Erreger die Übertragungsintensität beschleunigen und die Verbreitungsareale vergrößern.
Das Friederich-Loeffler-Institut verfügt über vielfältige und langjährige Erfahrungen in der Bekämpfung und Überwachung zoonotischer und vektorübertragener Erkrankungen. Die Zusammenarbeit mit anderen betroffenen Ländern und den jeweiligen Veterinärdiensten kann dazu beitragen, Tier und Mensch nicht nur

vor Ort, sondern auch bei uns vor neu auftretenden Krankheiten zu schützen. In diesem Zusammenhang sind die Aktivitäten der am FLI eingerichteten Arbeitsgruppe Internationale Tiergesundheit zu sehen.

Armenien: Gute Ansätze, aber Mängel in der Umsetzung

Ein konkretes Beispiel für Gefährdungspotenziale aufgrund von begrenzten Möglichkeiten der lokalen Behörden liefert der Ausbruch der Afrikanischen Schweinepest (ASP) in Armenien.

Tierärztin Dr. Anja Globig schildert ihre Eindrücke: „Lorut, ein abgelegener Ort in den armenischen Bergen an der Grenze zu Georgien, hatte im Sommer 2007 verschiedentlich Verdachtsfälle von ASP bei Hausschweinen gemeldet. Im Oktober 2007 fahren wir – ein zweiköpfiges Team von der Insel Riems und der FAO in Rom – zusammen mit dem zuständigen armenischen Epidemiologen nach Lorut, um einen Eindruck von der Situation zu gewinnen und möglicherweise frische Proben zu nehmen. An der Grenze des Regierungsbezirks ist eine Straßensperre aufgebaut, um Autos und LKWs auf Schweine oder Schweineprodukte zu kontrollieren. Alle Autos müssen außerdem durch ein Desinfektionsbad fahren.

Auf der Fahrt diskutieren wir mit unserem armenischen Kollegen darüber, wie die ASP nach Lorut gelangen konnte. Während vor Ort generell die Annahme vertreten wird, dass die Krankheit von Georgien über die Hauptverkehrsstraße nach Armenien verschleppt wurde, wird der naheliegenden Verbreitung durch Wildschweine leider wenig Glauben geschenkt, obwohl ein stetiger Kontakt zwischen den Haus- und Wildschweinen bekannt ist.

In Lorut hat sich bei unserer Ankunft die höherrangige Dorfgemeinschaft versammelt, darunter einige Schweinebauern und der Dorftierarzt. Von insgesamt 3.000 Tieren sind seit Anfang August 500 Tiere gestorben. Eine Keulung der restlichen Schweine hat allerdings nicht stattgefunden. Am Tag unseres Besuches waren zwei Schweine gestorben und eins getötet worden.

Von der Seuchenbekämpfung und ‚unschädlichen Beseitigung' der toten Schweine erhalten wir einen aufschlussreichen Einblick: Die Tiere werden ohne Abdeckung in den Kofferraum eines Autos verfrachtet und an den Dorfrand befördert. Desinfektionsmittel ist zwar vorhanden, aber niemand macht Gebrauch davon. Die Überlebensfähigkeit des Virus und auch seine Übertragungswege scheinen nicht bekannt zu sein. Wenn es den Veterinärbehörden nicht gelingt, eine erfolgreiche Aufklärungs-Kampagne zu starten, könnte sich die gefährliche ASP für lange Zeit im Kaukasus etablieren.

Die Veterinärstruktur Armeniens ist eigentlich gut ausgebaut. In jeder Gemeinde gibt es ein bis zwei Tierärzte, doch mangelt es an fachlicher Praxis. So sind selbst bei den akuten ASP-Ausbrüchen so gut wie keine Probenentnahmen ausgeführt worden. Maßnahmen zur Biosicherheit und Hygiene bei der Bekämpfung der ASP wurden wenig beachtet bzw. waren selbst den Tierärzten unbekannt. Eine ähnliche Situation zeigt sich im Laboralltag."

Grundvoraussetzungen wie die uneingeschränkte Versorgung mit Strom und fließendem Wasser sind im von Krisen gebeutelten Armenien nicht immer gewährleistet. Das Personal versucht sein bestes,

Ein an ASP verendetes Schwein wird am Dorfrand von Lorut „entsorgt".

ist aber häufig überfordert. All diese Faktoren ergeben erschwerte Rahmenbedingungen für die Veterinärdiagnostik; weitere fachkundige Unterstützung durch entsprechende Organisationen und erfahrene Wissenschaftler ist nötig. Daher absolviert auch eine junge Wissenschaftlerin aus Armenien derzeit ein Labortraining im nationalen Referenzlabor für klassische und afrikanische Schweinepest am FLI auf der Insel Riems.

Feuerwehr und langer Atem

Der Januskopf der Globalisierung zeigt sich auch im Veterinärwesen: Nicht nur die Menschen und die Warenströme sind mobiler geworden, auch Krankheiten und ihre Überträger können sich leichter als je zuvor über große Strecken ausbreiten.

In Kooperation mit europäischen und anderen Partnern erstellt das FLI Überwachungs- und Frühwarnsysteme, um die Entwicklung relevanter Krankheiten vorherzusagen und Schäden abzuwehren. Neben den notwendigen „Feuerwehrarbeiten" sind aber auch Langzeituntersuchungen erforderlich, die sich über Jahrzehnte erstrecken. Dies bedeutet, dass das Monitoring ökologischer Parameter und Prozesse in Ländern außerhalb Europas initiiert beziehungsweise verstärkt werden muss. Nur dann kann sich gesellschaftliches Handeln beim Ausbruch von neuen Tierkrankheiten auf eine solide wissenschaftliche Informationsbasis stützen, aus der rationale Anpassungs- und Vermeidungsstrategien abzuleiten sind. ■

Dr. Michael Welling, Senat der Bundesforschungsinstitute, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig.
E-Mail: michael.welling@vti.bund.de

Dr. Wolfgang Böhle, Dr. Anja Globig, Dr. Detlef Höreth-Böntgen und Dr. Manfred Tanner, Friedrich-Loeffler-Institut, Arbeitsgruppe Internationale Tiergesundheit, Südufer 10, 17493 Insel Riems.
E-Mail: wolfgang.boehle@fli.bund.de

Senat der Bundesforschungsinstitute

Der Forschungsbereich des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) hat seit Beginn des Jahres 2008 eine neue Struktur. Die sieben bislang bestehenden Bundesforschungsanstalten sind zu vier Bundesforschungsinstituten zusammengefasst worden. Ziel war es, die Einrichtungen fachlich und organisatorisch optimal am Entscheidungshilfebedarf des Ministeriums auszurichten. Im Zuge der Reorganisation hat auch der Senat, das einrichtungsübergreifene Koordinationsgremium des Forschungsbereichs, eine neue personelle Zusammensetzung und neue Aufgabenfelder erhalten.

Die Politik ist in unserer technisierten und vielfältig vernetzten Welt in steigendem Maße auf wissenschaftlich fundierte Entscheidungshilfen angewiesen, um ihren Aufgaben nachzukommen (wissenschaftliche Politikberatung). Im Geschäftsbereich des BMELV sind es in erster Linie die vier Bundesforschungsinstitute, die die wissenschaftlichen Beratungsleistungen erbringen. Die Forschungsschwerpunkte dieser Einrichtungen orientieren sich an den Themenbereichen des Ministeriums: Pflanze (Julius Kühn-Institut, JKI), Tier (Friedrich-Loeffler-Institut, FLI), Ernährung und Lebensmittel (Max Rubner-Institut, MRI) sowie ländliche Räume, Wald und Fischerei (Johann Heinrich von Thünen-Institut, vTI). Auch das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) betreibt mit einem Teil seiner Kapazitäten Forschung.
Eine neue Einrichtung, die vom Ministerium institutionell gefördert wird, ist das Deutsche Biomasseforschungszentrum (DBFZ). Die Arbeiten am DBFZ sollen in erster Linie dazu beitragen, den Anteil der Bioenergie am Gesamtenergieaufkommen zu erhöhen. Daneben ist es auf seinem Fachgebiet auch in die Politikberatung eingebunden.
Eng mit dem Forschungsbereich verknüpft sind auch sechs Einrichtungen der Leibniz-Gemeinschaft – rechtlich und wirtschaftlich eigenständige Forschungsinstitute, die vom Bund und den Ländern gemeinsam finanziert werden und deren wissenschaftliche Arbeitsgebiete in den Ressortbereich des BMELV fallen.

Koordinationsgremium

Damit verfügt das BMELV über leistungsfähige und thematisch breit aufgestellte Forschungskapazitäten. Das Gremium, das übergreifende wissenschaftliche Aktivitäten zwischen den einzelnen Einrichtungen koordiniert und thematische Querverbindungen knüpft, ist der Senat der Bundesforschungsinstitute. Das BMELV beteiligt den Senat bei der Forschungsplanung und -koordination.
Der Senat dient dem wissenschaftlichen Austausch, entwickelt perspektivische Leitlinien auf forschungsstrategischer Ebene und betreibt einrichtungsübergreifende Öffentlichkeitsarbeit.
Der Senat setzt sich zusammen aus den Präsidenten der Bundesforschungsinstitute und einem/einer zugewählten Wissenschaftlerin oder Wissenschaftler aus jedem Bundesforschungsinstitut, dem Präsidenten des BfR sowie den Leitern der im Geschäftsbereich des BMELV angesiedelten Leibniz-Einrichtungen.

Teilnehmer an der konstituierenden Senatssitzung im Dezember 2008 in Berlin. Erste Reihe: Senatspräsident Thomas Mettenleiter (links) und Vizepräsident Gerhard Rechkemmer (rechts).

Die Präsidenten des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL), des Bundessortenamtes (BSA) und der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) sowie die Leiter des DBFZ und der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (FNR) können als Gäste an den Sitzungen des Senats teilnehmen, ebenso Vertreterinnen und Vertreter des Ministeriums.
Ein zweiköpfiges Senatspräsidium führt die Geschäfte des Senats und vertritt den Forschungsbereich gegenüber anderen wissenschaftlichen Institutionen und dem BMELV. Auf seiner konstituierenden Sitzung im Dezember 2008 wählte der Senat Prof. Thomas Mettenleiter (FLI) zum Senatspräsidenten und Prof. Gerhard Rechkemmer (MRI) zum Vizepräsidenten. ■

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

Julius Kühn-Institut

Biotechnologische Zuchtmethoden für Äpfel

Internationales Symposium in Dresden

Moderne biotechnologische Verfahren haben die Obstzüchtung revolutioniert. Angesiedelt zwischen Gentechnik und traditionellen Methoden können damit nicht nur Sorten mit neuen Eigenschaften, etwa Resistenzen gegen Schädlinge, erzeugt werden, sondern dies geht auch erheblich schneller als bisher. Wie dies gelingt, darüber haben sich im September 2008 Wissenschaftler aus 40 Ländern auf dem ersten Internationalen Symposium zur Biotechnologie bei Obst in Dresden ausgetauscht. „In den Vorträgen wurden insgesamt 38 Obstarten aus den Tropen, Subtropen und der gemäßigten Zone betrachtet", berichtet die Gastgeberin Dr. Magda-Viola Hanke vom Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen. Auch an ihrem Institut in Dresden-Pillnitz kommen moderne Methoden bei der Züchtung neuer Apfel-, Kirsch- oder Erdbeersorten zum Einsatz.

Die Obstzüchtung ist sehr zeitintensiv – ein Nachteil, wenn man auf veränderte Umweltbedingungen (z.B. Klimawandel) oder Verbraucherwünsche reagieren will. Für eine Neuzüchtung werden 20–25 Jahre benötigt. Die Wissenschaftler aus dem JKI haben ein Verfahren entwickelt, mit dem sich der Zuchtprozess beim Apfel beschleunigen lässt. Gewöhnlich blühen Apfelsämlinge nach 5–12 Jahren; erst dann kann der Züchter eine weitere Kreuzung durchführen. „Mit dem neuen System bilden die Pflanzen bereits im Jahr der Aussaat erste Blüten und Früchte, sodass nachfolgende Zuchtschritte schneller realisiert werden können als bisher", nennt Hanke den Vorteil. Am Ende des verkürzten Zuchtprozesses steht eine neue Apfelsorte, die ausschließlich apfeleigene Gene enthält.

Weitere Tagungsthemen waren Fragen der Biotechnologie ohne Gentechnik, das so genannte „smart breeding". Bei dieser Präzisionszüchtung wird das Zuchtergebnis nicht anhand des Erscheinungsbildes der ausgewachsenen Pflanze, sondern schon frühzeitig durch einen Blick auf das Genspektrum beurteilt.

Den Abschluss bildeten Fragen zur biologischen Sicherheit sowie zum internationalen Stand der Nutzung transgener Pflanzen in Zuchtprogrammen und zur Zulassung solcher Pflanzen für die Obstproduktion. ■

M. Welling

Neue Methoden bei der Obstzüchtung waren Thema eines internationalen Symposiums in Dresden

Bundesinstitut für Risikobewertung

Hautmodelle statt Kaninchen

Tierversuchsfreie Methode zur Prüfung der hautreizenden Wirkung von Stoffen

Auf einer Sitzung im Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) in Berlin hat sich eine internationale Expertenkommission der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) auf eine neue, tierversuchsfreie Prüfmethode zur Ermittlung reizender Eigenschaften von Fremdstoffen an der Haut geeinigt. Die Methode verwendet rekonstruierte Modelle der menschlichen Haut anstelle von bisher vorgeschriebenen Kaninchen. Die Zentralstelle zur Erfassung und Bewertung von Ersatz- und Ergänzungsmethoden zum Tierversuch am BfR hatte sie zuvor in Ringversuchen geprüft, ob sie den Tierversuch ersetzen kann, ohne den Arbeitsschutz und den Verbraucherschutz zu gefährden. Die Methode wird nun in die europäische Gesetzgebung einfließen und Anfang 2009 auch als OECD-Richtlinie verabschiedet.

„Tierschutz darf nicht an Grenzen Halt machen. Das gemeinsame Vorgehen von EU und OECD ist deswegen ein großer Erfolg", sagt Professor Dr. Dr. Andreas Hensel, Präsident des BfR. Die Methode wird in der EU dringend benötigt, damit Hersteller von chemischen Stoffen die Anforderungen der EU-Kosmetikverordnung und des neuen Gesetzes zur Chemikaliensicherheit (REACH) erfüllen können. Danach müssen sie hautreizende Eigenschaften von Stoffen ohne Tierversuche prüfen.

Im Zuge der neuen europäischen Chemikaliengesetzgebung wird die Zahl der Chemikalienprüfungen drastisch zunehmen. Doch wenn die tierversuchsfreien Prüfmethoden nur in der EU anerkannt sind, kann das dazu führen, dass für die Vermarktung eines Stoffes auf außereuropäischen Märkten (zum Beispiel USA und Japan) zusätzlich noch herkömmliche Tests an Tieren gefordert werden. Um dies zu vermeiden, hatte die OECD für die neue Prüfmethode ein beschleunigtes Verfahren der internationalen Kommentierung und Konsultation mit Experten eingeleitet.

Die nun erzielte Einigung bedeutet nicht nur fachlich, sondern auch verfahrenstechnisch einen Durchbruch, weil sich zeigte, dass die weltweite Anerkennung von Ersatzmethoden zum Tierversuch deutlich schneller erreicht werden kann als in der Vergangenheit. ■

Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere

Neue Herausforderungen für die Schweinezucht

Wissenschaftler des Forschungsinstituts für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere (FBN) in Dummerstorf haben belegt, dass in der praktischen Tierzucht und Tierproduktion die Gleichmäßigkeit von Körpergewichten nicht nur für das Überleben von Ferkeln, sondern auch für deren spätere Fleischqualität wichtig ist.

Eine Sau bringt pro Wurf durchschnittlich 13 Ferkel zur Welt. Normalerweise unterscheiden diese sich in ihrer Größe beträchtlich.

Die Auswertung von Ferkelgewichten, die zwischen 1998 und 2004 in der „Experimentalanlage Schwein" des FBN Dummerstorf aufgezeichnet worden sind, zeigt, dass im Durchschnitt ein Ferkel etwa 1,3 kg gewogen hat. Das kleinste Ferkel war lediglich 0,3 kg schwer, das größte brachte 2,7 kg auf die Waage. Je größer diese Unterschiede zwischen den Geschwistern eines Wurfes waren, umso niedriger war die Überlebensrate der Ferkel während der Säugezeit. Es fällt untergewichtigen Ferkeln schwerer, an die Zitzen und damit an die Muttermilch zu kommen.
Um eine gleichmäßige Ernährung der Ferkel und damit ein einheitliches Wachstum zu gewährleisten, ist es üblich, dass ähnliche Ferkel kurz nach der Geburt auf so genannte Pflegemütter verteilt werden. Eine solche Maßnahme ist arbeitsintensiv und insgesamt nicht ausreichend. Wie wichtig ein einheitliches Geburtsgewicht auch für die spätere Muskelstruktur ist, brachte eine weitere Studie aus dem FBN Dummerstorf an den Tag. Es konnte nachgewiesen werden, dass diejenigen Ferkel, die bei der Geburt durchschnittlich schwer, also „normalgewichtig" waren, letztendlich die beste Fleischqualität lieferten.
Im Forschungsbereich Genetik und Biometrie des FBN hat die Wirtschaftsmathematikerin Dörte Wittenburg den genetischen Hintergrund für die Variabilität des Geburtsgewichtes innerhalb eines Wurfes mit Hilfe statistischer Verfahren untersucht. Sie konnte zeigen, dass das Ausmaß dieser Variabilität vererbbar ist. Das eröffnet den Schweinezuchtunternehmen die Aussicht, auf eine erhöhte Einheitlichkeit bei der Geburt züchten zu können. Das Ergebnis wäre eine verringerte Ferkelsterblichkeit und eine verbesserte Fleischqualität. ■

A. Zorn, FLI

Gut beschirmt bei der Grundsteinlegung im strömenden Regen (v. l. n. r.:): Staatssekretär Dr. Engelbert Lütke Daldrup (BMVBS), Ministerpräsident Erwin Sellering, FLI-Präsident Prof. Thomas Mettenleiter und Staatssekretär Gert Lindemann (BMELV).

Friedrich-Loeffler-Institut

Neubau auf der Insel

Unter widrigsten Witterungsbedingungen, aber dennoch erfolgreich, fand am 30. Oktober 2008 am Friedrich-Loeffler-Institut (FLI) auf der Insel Riems die feierliche Grundsteinlegung für neue Labor- und Stallgebäude statt. Auf einer Fläche von rund 79.000 Quadratmetern entstehen 89 Labore und 163 Stalleinheiten, die neuesten und höchsten Technik- und Sicherheitsansprüchen genügen. „Mit dem Neubau bauen wir in Deutschland das hohe Niveau wissenschaftlicher Expertise im Bereich der Tiergesundheit weiter aus", erklärte Staatssekretär Gert Lindemann beim Festakt.
Der Neubau ist die derzeit größte Hochbaumaßnahme des Bundes in den neuen Ländern. In Zukunft wird das FLI damit über die Möglichkeit verfügen, am Nutztier auch mit Tierseuchenerregern der höchsten Biosicherheitsstufe 4 zu forschen. Dies ist weltweit bisher nur in zwei vergleichbaren Institutionen in Australien und Kanada möglich. Es ist vorgesehen, die neuen Gebäude zum 10. Oktober 2010, dem 100. Jahrestag der Gründung des Instituts auf der Insel Riems, einzuweihen. ■

Friedrich-Loeffler-Institut und Bundesinstitut für Risikobewertung

Empfehlung: Keine Fütterung von Wiederkäuern mit Wiederkäuerfetten

BSE oder „Rinderwahnsinn" ist eine tödliche Erkrankung, die durch infektiöse Eiweiße (Proteine), die Prionen, verursacht wird. Durch die Verfütterung von Proteinen, die aus erkrankten Rindern gewonnen werden, können weitere Rinder infiziert werden. Aus diesem Grund gilt seit 2001 innerhalb der EU für Wiederkäuer und andere Nutztiere ein Verfütterungsverbot für Futtermittel, die tierische Proteine enthalten.
Deutschland ging in seiner gesetzlichen Regelung weiter. Hier ist auch das Verfüttern von Fetten aus Gewebe warmblütiger Landtiere und von Fischen an Nutztiere, die der Lebensmittelgewinnung dienen, verboten (dieses Verbot gilt nicht für das Verfüttern von Fetten aus Geweben von Fischen an Nichtwiederkäuer). Grund für den deutschen Sonderweg sind Studien, die zeigen, dass an der Entstehung von BSE auch tierische Fette beteiligt sein können. Bei den derzeit üblichen Schlachttechniken ist es außerdem nicht möglich, Fette zu gewinnen, die frei von Nervengewebe sind. Dieses Nervengewebe kann unter Umständen infektiöse Prionen enthalten, ohne dass dies durch den BSE-Schnelltest erkannt wird.
Derzeit wird diskutiert, ob eine Lockerung des deutschen Fett-Verfütterungsverbotes möglich ist. Vor diesem Hintergrund haben das Friedrich-Loeffler-Institut, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit (FLI) und das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) gemeinsam zu der Frage Stellung genommen, ob vom Intra-Spezies-Recycling von Futterfetten bei Wiederkäuern eine Gefahr ausgehen könnte.

Konsens zwischen FLI und BfR war, dass das Vorhandensein infektiöser proteinhaltiger Materialien in Fetten aus den Geweben von Wiederkäuern nach wie vor nicht ausgeschlossen werden kann. FLI und BfR empfehlen dringend, das Intra-Spezies-Recycling bestimmter verarbeiteter Fette konsequent zu verhindern, um das Risiko einer Re-Zirkulation des BSE-Erregers in den Tierbeständen so weit wie möglich auszuschließen. Für die Fütterung von Wiederkäuern mit Wiederkäuerfetten gelten nach wie vor die gleichen Vorbehalte wie für Wiederkäuerproteine. ■

Julius Kühn-Institut

Erhalt von Brachenteilflächen sichert Artenvielfalt

Weniger Vogelarten durch Rückgang der Brachen

Viele Landwirte schaffen sich durch den Anbau von Energiepflanzen wie Mais ein zweites Standbein. Da sie seit 2008 nicht mehr gesetzlich verpflichtet sind, 10 Prozent ihrer Fläche stillzulegen, nutzen sie dazu nun unter anderem diese Brachen. Von 2007 auf 2008 hat sich der Anteil der Brachen nach Erhebungen des Statistischen Bundesamtes halbiert. Brachen erfüllen jedoch eine wichtige Funktion in der Kulturlandschaft. Wildpflanzen siedeln sich an, Tiere nutzen sie als Lebensräume, unter anderem dienen sie vielen Vogelarten als Brutplatz. Brachen tragen damit zum Erhalt der Artenvielfalt bei. Wissenschaftler des Julius Kühn-Instituts (JKI) haben den Einfluss des drastischen Brachenrückgangs auf die Artenvielfalt untersucht und kommen zu dem Schluss, dass es sinnvoll ist, zumindest Teile der Brachflächen zu erhalten, um keinen Artenrückgang zu riskieren.

„Bestimmte Vogelarten wie Braunkelchen, Feldlerche und Grauammern, die am Ende der Nahrungskette stehen, gelten als Indikatoren für die biologische Qualität einer Landschaft", sagt Dr. Jörg Hoffmann. Der Wissenschaftler vom JKI-Institut für Pflanzenbau und Bodenkunde hat deshalb für

J. Hoffmann, JKI

Das Braunkehlchen ist eine wichtige Indikatorvogelart, die vom Brachenrückgang betroffen ist.

Brandenburg ermittelt, welche und wie viele dieser Indikatorvögel 2008 noch zu finden waren. Neben den schwindenden Brachen lag ein zweiter Augenmerk auf Maisflächen, die seit dem Vorjahr deutschlandweit um 6,5 Prozent zugenommen haben. Dabei konnte der Biologe auf Vogelbestandsdaten aufbauen, die er mit Kollegen auf 65 je einen Quadratkilometer großen Monitoringflächen in Brandenburg 2005/2006 erhoben hatte. Hoffmanns Fazit: „Da selbstbegrünte Brachen ein wichtiger Lebensraum für Vögel sind, führt der starke Rückgang dieser Flächen zum Verlust der lokalen Artenvielfalt. Wir haben festgestellt, dass sich in einer zu ‚aufgeräumten' Landschaft weniger Tiere der Indikatorvogelarten ansiedeln." Zudem stellte sich heraus, dass neu entstehende Maisflächen weniger attraktiv für die Vögel sind.

„Unsere Empfehlung ist, zumindest Teilflächen der Brachen zur Erhaltung der Artenvielfalt beizubehalten", sagt Hoffmann. „Besonders in den Grenzzonen zu Kleingewässern sowie an Waldrändern und Hecken bietet es sich an, breite Saumstrukturen von 10-20 Metern zu schaffen." Diese sind nach seinen Studien gut als Ausgleich für fehlende Brachen geeignet.

Da es sich in vielen Regionen bei Brachen häufig um Land mit minderer Bodenqualität handelt, dürfte es den Landwirten nicht schwer fallen, kleine Flächenanteile in ein „Brache-Management" aufzunehmen, so die Hoffnung des Wissenschaftlers. Zumal wenn dafür finanzielle Anreize, vielleicht im Rahmen von Agrarumweltmaßnahmen, geschaffen würden. ■

Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Mittel- und Osteuropa

Landwirtschaftliche Mega-Unternehmen expandieren

Anlässlich des IAMO-Forums 2008, veranstaltet vom Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Mittel- und Osteuropa (IAMO), widmeten sich führende Experten den bemerkenswerten Entwicklungen in den Nachfolgestaaten der Sowjetunion. Diese betreffen die Entstehung landwirtschaftlicher Mega-Unternehmen, so genannter Agro-Holdings. „Landwirtschaftliche Betriebe werden häufig als Profitcenter von einem Mutterunternehmen koordiniert. Diese haben häufig keinen direkten landwirtschaftlichen Hintergrund und stammen aus dem Rohstoffsektor, der Ernährungsindustrie oder dem Dienstleistungsbereich", erklärte Prof. Dr. Heinrich Hockmann, der am IAMO ein Forschungsprojekt über Agro-Holdings in Russland leitet.

Die fachfremden Mutterunternehmen entscheiden über das Produktions- und Finanzmanagement und über die Investitionstätigkeiten. Darüber hinaus tragen sie in der Regel das finanzielle Risiko der Agrarproduktion. Laut Dimitri Rylko vom Institut für Landwirtschaftliche Marktstudien (IKAR) in Moskau existieren in Russland derzeit mehr als 200 private Agro-Holdings, die rund 11,5 Millionen Hektar landwirtschaftliche Nutzfläche bewirtschaften – eine Fläche für ein Viertel der gesamten russischen Getreideernte. Die Holdings konzentrieren sich vor allem auf die Schwarzerderegionen im Süden Russlands. Experten gehen davon aus, dass bis zum Jahr 2020 rund 20 Millionen Hektar hochproduktiven Ackerlandes von ihnen kontrolliert werden.

In Kasachstan konzentrieren sich Agro-Holdings vor allem auf Getreideproduktion und deren Verarbeitung. Sie erwirtschaften dort 80 % der gesamten Getreideproduktion, ebenfalls mit steigender Tendenz. In der Uk-

raine war eine eher zögerliche Entwicklung zu beobachten, die jetzt jedoch an Dynamik gewinnt. Existierten im Jahr 2007 lediglich 25 Agro-Holdings, so stieg ihre Zahl 2008 auf rund 40, die zusammen mehr als 4 Millionen Hektar bewirtschaften. Ergänzend kommen dazu noch weitere 100 „kleinere" Unternehmen, mit durchschnittlich mehr als 20.000 ha. In allen drei Ländern zeichnen sich diese Mega-Unternehmen dadurch aus, dass sie äußert profitorientiert wirtschaften. Ökologische Aspekte werden nur insofern berücksichtigt, als sie dem Gewinnziel dienen. Entwicklungen im sozioökonomischen Bereich sind ebenfalls kritisch: „In der Regel beobachtet man einen Zerfall der lokalen Infrastruktur", so Hockmann. ■

Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Mittel- und Osteuropa

Leibniz-Nachwuchspreis geht nach Halle

Arbeit über ländliche Haushalte in China prämiert

Der Förderpreis für den wissenschaftlichen Nachwuchs der Leibniz-Gemeinschaft ist im Jahr 2008 zum ersten Mal nach Halle (Saale) gegangen. Dr. Xiaobing Wang, wissenschaftliche Mitarbeiterin am Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Mittel- und Osteuropa (IAMO), ist eine von zwei Preisträgern in der Kategorie Geistes- und Sozialwissenschaften. Die Preisverleihung fand im Rahmen der Jahrestagung der Leibniz-Gemeinschaft am 27. November in Magdeburg statt.

S. Mundt

Stolze Preisträgerin: Dr. Xiaobing Wang

Wang, die seit 2005 am IAMO tätig ist, wurde für ihre herausragende Doktorarbeit zum Arbeitsmarktverhalten ländlicher Haushalte in China geehrt. Ausgangspunkt ihrer Arbeit ist die Tatsache, dass derzeit rund 90 % der landwirtschaftlichen Nutzflächen Chinas von kleinen landwirtschaftlichen Haushalten bewirtschaftet werden, die von den so gewonnenen Erträgen gerade einmal den eigenen Bedarf decken können. Am Beispiel der Region Zhejiang im Südosten Chinas untersuchte die junge Wissenschaftlerin, welche Faktoren die Bewohner dieser Region dazu veranlassen, eine Tätigkeit außerhalb des landwirtschaftlichen Familienbetriebs aufzunehmen oder wann und wieso Lohnarbeitskräfte in diesen Betrieben beschäftigt werden. Wie relevant diese Thematik ist, zeigt ein Blick auf die Statistik. Der Internationale Währungsfonds beziffert die Arbeitslosenrate im ländlichen China derzeit auf über 30 Prozent.

Xiaobing Wang hatte für ihre Arbeit auch schon die „Luther-Urkunde" der Universität Halle für eine der besten Dissertationsschriften des Jahres erhalten. ■

Max Rubner-Institut

DNA-Chip schützt vor Pilzgift

Forschungspreis für MRI-Forscher

Die Stoffwechselprodukte mancher Pilze gehören zu den gefährlichsten Giften überhaupt. Für seine erfolgreiche wissenschaftliche Arbeit zur Vermeidung dieser Toxine hat Dr. Markus Schmidt-Heydt vom Max Rubner-Institut (MRI) in Karlsruhe einen der am höchsten dotierten Wissenschaftspreise, den Brigitte-Gedek-Preis, erhalten.

Als Mitglied der Arbeitsgruppe „Molekulare Lebensmittelmykologie" hat Schmidt-Heydt wesentlich dazu beigetragen, einen Gen-Chip zu entwickeln, der die Aktivität von Genen, die die Produktion der gefährlichen Gifte starten, anzeigt. Damit wird es möglich, zum Beispiel die Lagerbedingungen für Getreide oder andere Produkte so zu optimieren, dass Pilzgifte gar nicht erst entstehen. Der Einsatz von Pestiziden im Lager kann damit reduziert werden. Außerdem können mit Hilfe dieses Monitoringsystems auch Wirksamkeit und Einsatzzeitpunkt von Fungiziden oder anderen Maßnahmen gegen Pilz-Belastung exakt beobachtet werden.

Schmidt-Heydt ist es mit seiner Arbeit gelungen, diese Technologie für alle wichtigen Mykotoxin bildenden Pilze anwendbar zu machen. ■

Leibniz-Institute

Förderempfehlungen zu 13 Leibniz-Einrichtungen verabschiedet

Der Senat der Leibniz-Gemeinschaft hat die weitere Förderung von 13 Leibniz-Einrichtungen empfohlen. Allen begutachteten Instituten bescheinigt er überregionale Bedeutung und stellt fest, dass Bund und Länder ein gesamtstaatliches wissenschaftspolitisches Interesse an der Arbeit der Einrichtungen haben. Unter den jetzt evaluierten Einrichtungen befinden sich auch vier, die dem Geschäftsbereich des BMELV zugeordnet sind: Die Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie (DFA), das Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere (FBN), das Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ) und das Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Mittel- und Osteuropa (IAMO). Der Senat der Leibniz-Gemeinschaft empfahl in allen Fällen, die gemeinsame Förderung durch Bund und Länder fortzuführen.

Der Senat der Leibniz-Gemeinschaft evaluiert in einem Zeitraum von maximal sieben Jahren die Einrichtungen der Leibniz-Gemeinschaft. Auf der Grundlage der Senatsstellungnahmen überprüfen Bund und Länder, ob die Voraussetzungen für die gemeinschaftliche Förderung der entsprechenden Einrichtungen weiterhin gegeben sind. ■

Johann Heinrich
von Thünen-Institut

Landwirtschaftliche Krankenversicherung zunehmend vom Strukturwandel belastet

Die Bundesmittel für die landwirtschaftliche Krankenversicherung (LKV) dienen immer weniger der Verbesserung der Einkommen der in der Landwirtschaft Beschäftigten. Stattdessen haben sie zunehmend die Aufgabe, die strukturwandelbedingte Belastung der Versicherten in der LKV abzumildern. Das geht aus einem Gutachten hervor, das Dr. Peter Mehl vom Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) in Braunschweig im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) angefertigt hat. Die Untersuchung geht auf eine Entschließung des Deutschen Bundestages vom Herbst letzten Jahres zurück. Das Gutachten wurde jetzt vom Bundestag veröffentlicht.

In der LKV sind die höheren Altersgruppen deutlich überrepräsentiert.

Wie das Gutachten zeigt, waren Anfang der siebziger Jahre noch rund drei Viertel der für die LKV zur Verfügung gestellten Bundesmittel einkommenspolitischen Zielsetzungen zuzuordnen. Inzwischen ist dieser Anteil auf gut 20 % gesunken. Umgekehrt werden derzeit fast 80 % der Bundesmittel als Ausgleich für die ungünstige Relation zwischen aktiven Landwirten und Altenteilern in der LKV eingesetzt, bei Einführung der LKV im Jahr 1973 waren es erst knapp 25 %. Dieser Trend wird sich in den nächsten Jahren fortsetzen. „In dieser Entwicklung wird auch die politische Absicht des Gesetzgebers erkennbar, eine Besserstellung der in der LKV versicherten Landwirte weitgehend abzubauen", so Mehl. Der Agrarsozialexperte vom vTI-Institut für Ländliche Räume zeigt in dem Gutachten, dass die LKV gegenüber der allgemeinen gesetzlichen Krankenversicherung eine sehr viel ungünstigere Risikostruktur aufweist. Zum einen ist die Anzahl der beitragsfrei Mitversicherten in der LKV deutlich größer als in der übrigen gesetzlichen Krankenversicherung, zum andern ist die LKV in den niedrigen Altersgruppen deutlich unter- und in den höheren Altersgruppen deutlich überrepräsentiert. Gleichzeitig werden die Unterschiede in der Altersstruktur zwischen der landwirtschaftlichen und der allgemeinen gesetzlichen Krankenversicherung in Zukunft noch größer.

Dem Gutachten zufolge hat sich das Verhältnis zwischen aktiven Mitgliedern und Altenteilern in der landwirtschaftlichen Krankenversicherung während der letzten drei Jahrzehnte erheblich ungünstiger entwickelt als in der übrigen Krankenversicherung. Kamen 1973 in der LKV auf 100 aktive Mitglieder noch 64 Altenteiler, waren es 2006 bereits 140 Altenteiler je 100 aktive Landwirte. In der allgemeinen Krankenversicherung hat sich das Verhältnis von 100 Aktiven zu 37 Rentnern in Jahr 1973 inzwischen auf 100 Aktive zu 49 Rentner nur leicht verändert.

Mehl erinnert in seinem Gutachten daran, dass die Kosten für die Krankenversicherung der Altenteiler lange Zeit fast ausschließlich vom Bund getragen wurden. Erst mit dem Haushaltsbegleitgesetz aus dem Jahr 2005 mussten sich die aktiven Mitglieder hieran deutlich stärker beteiligen. Inzwischen werden laut Berechnungen des Wissenschaftlers 10 % der Gesamtausgaben für die Krankenversicherung der Altenteiler von den aktiven Landwirten getragen. Allerdings bleibe damit der Beitrag der Landwirte an den Kosten für die Altenteiler hinter dem Betrag zurück, den die aktiven Mitglieder in der allgemeinen gesetzlichen Krankenversicherung für die Rentner zu tragen hätten. ■

Johann Heinrich
von Thünen-Institut

Axel Munack Ehrenpräsident der CIGR

Die Internationale Kommission für Agrartechnik (CIGR) hat Professor Dr.-Ing. Axel Munack, Institutsleiter am vTI-Institut für Agrartechnologie und Biosystemtechnik, auf ihrer Jahrestagung in Brasilien Anfang September 2008 zum Ehrenpräsidenten ernannt. Der Weltverband würdigte damit seinen Einsatz für die internationale Gemeinschaft der Agrartechniker während der Jahre 2001 bis 2006. In den Jahren 2003 und 2004 wirkte Munack als Präsident der CIGR.

K. Seifert

Internationale Ehrung: Prof. Axel Munack

Darüber hinaus wurde Munack auf der Konferenz auch mit dem Merit Award der CIGR ausgezeichnet, womit seine Arbeiten als Editor des Handbook of Agricultural Engineering und als Mit-Organisator des CIGR-Weltkongresses 2006 in Bonn gewürdigt wurden. ■

Impressum

FORSCHUNGSREPORT
Ernährung – Landwirtschaft – Verbraucherschutz
2/2008 (Heft 38)

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 Forschungseinrichtungen 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, www.dfal.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