

FORSCHUNGS

Report

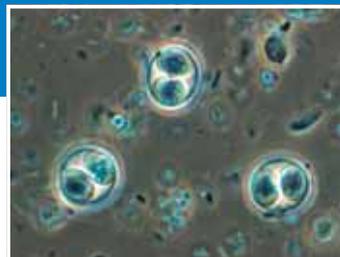
ERNÄHRUNG · LANDWIRTSCHAFT · VERBRAUCHERSCHUTZ



Schwerpunkt:
Innovationen für den Ökolandbau



Protektionismus und
Marktreaktionen
in osteuropäischen
„Getreidenationen“



Parasitärer Ein-
zeller verursacht
Kälberverluste



Prof. Dr. Gerhard Rechkemmer



Dr. Georg Backhaus

Guten Tag!

Als neu gewähltes Senatspräsidium begrüßen wir Sie an dieser Stelle sehr herzlich.

Mit dem Themenschwerpunkt „Ökolandbau“ greifen wir in diesem Heft einen kleinen, aber dynamisch wachsenden Bereich der Agrar- und Lebensmittelproduktion auf. Ende 2009 gab es rund 21.000 Betriebe auf ca. 950.000 Hektar Fläche (knapp 6 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche), die nach geltendem EG-Recht ökologisch produzierten. Gegenüber 1996 ist das eine Steigerung von rund 30 Prozent. Auch der Biofachhandel wächst stetig, im Jahr 2009 stieg der Umsatz um 4 Prozent.

Der Ökologische Landbau ist ein Bewirtschaftungssystem, das in vielen Bereichen durch seine Umweltverträglichkeit besticht. Hinzu kommen als weitere Aktivposten die hohen Ansprüche an tiergerechte Haltungssysteme, an eine Erhöhung der Biodiversität in der Kulturlandschaft und an die Erzeugung schmackhafter, hochwertiger Lebensmittel. Damit diese Ansprüche in der Realität noch besser umgesetzt werden können, bedarf es vielfältiger Forschungsanstrengungen. Auch der Ökologische Landbau ist kein starres System, sondern für Innovationen offen. Viele Biobauern sind in ihren Betrieben besonders experimentierfreudig, denn Optimierungsbedarf gibt es noch genügend. Noch immer

kung der Ökolandbau-Forschung angestellt wurden, wurde dies auch im damaligen Senat der Bundesforschungsanstalten intensiv diskutiert. Ein sichtbares Zeichen, auf diesem Gebiet Flagge zu zeigen, war im Jahr 2000 die Gründung des Instituts für Ökologischen Landbau. Da ein einzelnes Forschungsinstitut nicht alle offenen Fragen angehen kann, wurde eine Senatsarbeitsgruppe zum Ökologischen Landbau ins Leben gerufen, in der sich die Experten aus den einzelnen Einrichtungen des BMELV-Geschäftsbereichs in einem breiten Ansatz austauschten. Diese Senatsarbeitsgruppe wird mit neu ausgerichtetem Zielsetzung auch weiterhin tätig sein.

Welchen Gesundheitswert haben Bio-Lebensmittel? Eine in der Öffentlichkeit lange und kontrovers diskutierte Frage! 2002/03 hatte es sich eine Senatsarbeitsgruppe zur Aufgabe gemacht, aufgrund der bis dato vorliegenden Fachliteratur zu einer Einschätzung zu gelangen. Interessanter erscheint aus heutiger Sicht allerdings die Frage, wie gesund sind die Käufer von Biolebensmitteln? Durch die am Max Rubner-Institut konzipierte Nationale Verzehrsstudie II ist es erstmals möglich geworden, auch hier detaillierte Antworten zu geben. Ein Beitrag in diesem Heft zeigt, dass Bio-Käufer neben dem Essen auch in anderen Bereichen Wert auf einen gesunden Lebensstil legen.

Das Bundesprogramm Ökologischer Landbau (BÖL), vom BMELV initiiert und der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) als Projektträger betreut, hat die gesamte Landwirtschaft auch über den engeren „Ökobereich“ hinaus befruchtet. Auch einige der in diesem Heft vorgestellten Ergebnisse entstammen Projekten, die in diesem Rahmen gefördert wurden.

Flagge zeigen

sind die Flächenerträge in der Regel deutlich geringer als bei konventionellen Betrieben. Manche Feldfrüchte wie Raps sind in ökologischer Wirtschaftsweise nur sehr schwer zu produzieren, weil der Schaderregerdruck zu groß ist. In der ökologischen Tierhaltung gibt es noch viele Ausnahmegenehmigungen.

Forschung auf diesen Gebieten ist also notwendig und auch gesellschaftlich gewünscht. Auch die mit der (Weiter-)Entwicklung von politischen Rahmenbedingungen und Verordnungen befassten Entscheidungsträger benötigen wissenschaftliche Expertise. Als Ende der 1990er Jahre im Bundeslandwirtschaftsministerium Überlegungen zur Stär-

Prof. Dr. Gerhard Rechkemmer

Präsident des Senats der Bundesforschungsinstitute

Dr. Georg Backhaus

Vizepräsident des Senats der Bundesforschungsinstitute



S. 4



S. 18



S. 22



S. 26



S. 30



S. 42

■ Berichte aus der Forschung ■

Die tolle Knolle – gespritzt und trotzdem Öko?
Wie man dem Kartoffelkäfer mit biologischen Pflanzenschutzmitteln den Appetit verderben kann _____ 4

Bio-Käufer haben einen gesünderen Lebensstil
Ernährungs-, Gesundheitsverhalten und Kaufmotive von Bio-Käufern _____ 9

Wirtschaftlicher Erfolg durch Ökolandbau _____ 12

Viren als nützliche Helfer im Pflanzenschutz _____ 15

Anpassung an den Klimawandel im Praxistest
Innovationen im Ökologischen Landbau _____ 18

Ackerboden mit Gedächtnis?
Zur Nährstoffumsetzung von organischen Düngern im Boden _____ 22

Die Ökologische Tierhaltung
 braucht noch viel wissenschaftliche Unterstützung _____ 26

Von der Sonne lernen
Nutzung der Plasmatechnologie zur Behandlung von Lebensmitteln _____ 30

Nahrungsmittelkrise
Protektionismus und Marktreaktionen in osteuropäischen „Getreidenationen“ _____ 34

Parasitärer Einzeller verursacht Kälberverluste
Futterhygiene: Verschmutzungen mit Hundekot können den Parasiten Neospora caninum in Rinderbestände eintragen _____ 38

■ Im Gespräch ■

„Auch der Ökologische Landbau muss sich weiterentwickeln“ _____ 42

■ Portrait ■

Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim
 SYSMORE – Dem Verderb immer eine Spur voraus _____ 45

Friedrich-Loeffler-Institut
 100 Jahre Forschung für die Tiergesundheit _____ 46

■ Schlaglichter ■ _____ 48

■ Impressum ■ _____ 50

■ Der Forschungsbereich ■ _____ 51



© Valua Vital - Fotolia.com

Die tolle Knolle -

gespritzt und trotzdem Öko?

Wie man dem Kartoffelkäfer mit biologischen Pflanzenschutzmitteln den Appetit verderben kann

Stefan Kühne (Kleinmachnow) und Frank Ellmer (Berlin)

Schön sieht der Kartoffelkäfer ja aus mit seinen schwarz-gestreiften Flügeldecken auf hellem Grund. Im Grün des Kartoffellaubes ist er sofort zu erkennen. Doch wenn der Kartoffelbauer dann die gelben Eipakete auf der Blattunterseite findet, wird es höchste Zeit, sich Gedanken zu machen, wie man die kommende Gefahr abwendet. Denn mit großem Appetit werden die schlüpfenden Larven in den folgenden Wochen das Kartoffellaub verschlingen und damit den Ertrag erheblich schmälern. Deshalb untersuchen Wissenschaftler des Julius Kühn-Institutes in Kooperation mit der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin seit dem Jahr 2004 auf ökologisch bewirtschafteten Versuchsfeldern in Brandenburg die Anwendung von biologischen Pflanzenschutzmitteln. Im Fokus stehen dabei die Kombinierbarkeit und zeitlich optimierte Ausbringung der Mittel sowie die Nebenwirkungen auf Nutzorganismen.

Der Kartoffelkäfer, ein erfolgreicher Alien

Die Geschichte der Etablierung und Ausbreitung des Kartoffelkäfers (*Leptinotarsa decemlineata* Say) in Deutschland ist in vieler Hinsicht bemerkenswert und sehr gut dokumentiert. Schon Ende des 19. Jahrhunderts hatte der in Nordamerika heimische „Coloradokäfer“ mehrfach versucht, mit Frachtschiffen den Atlantik zu überqueren und in Europa Fuß zu fassen. Erst 1922 konnte er sich in Frankreich in der Region um Bordeaux, auf einer Fläche von 250 Quadratkilometern etablieren. Von da an war sein Auftreten in Deutschland nur noch eine Frage der Zeit. Die Biologische Reichsanstalt hat deshalb schon 1932 ein Merkblatt verbreitet, das den Käfer und seine Entwicklungsstadien anschaulich darstellt und auf Verwechslungsmöglichkeiten mit den Puppen des Marienkäfers hinweist (Abb. 1). Im Jahr 1935 wurde dann der Kartoffelkäferabwehrdienst gegründet. 1936 kam es wie erwartet zu den ersten Einflügen des Kartoffelkäfers aus Frankreich nach Deutschland. Die Bekämpfung der Schädlingsherde wurde bis Ende der 1940er Jahre mit Blei- bzw. Kalkarsen durchgeführt. Infolge des Zweiten Weltkrieges konnte die Ausbreitung des Käfers nicht mehr verhindert werden, und so verlief Mitte Juni 1946 die östliche Befallsgrenze von Rostock im Norden bis nach Meißen im Süden.

Bekämpfung zunächst mit Chemie

Die chemische Bekämpfung erfolgte in den 1950er Jahren mit Hilfe chlorierter Kohlenwasserstoffe wie DDT (Dichlordiphenyltrichlor-

Abb. 1: Die Biologische Reichsanstalt koordinierte die Kartoffelkäferabwehr; Kartoffelkäfer-Merkblatt von 1932



ethan) oder HCH (Hexachlorcyclohexan). In den 1960er Jahren bildeten sich die ersten Resistenzen gegenüber DDT. In den 1970er Jahren erfolgte der Wechsel auf die organischen Phosphorsäureverbindungen und die synthetischen Pyrethroide, die dem natürlichen Insektengift der Chrysanthemen nachgebildet wurden. Die Erfahrungen zeigen, dass der Kartoffelkäfer innerhalb von etwa zwölf Jahren Resistenzen gegen Pflanzenschutzmittelwirkstoffe aufbaut.



Stefan Kühne



Abb. 4a-h. Nützlingsvielfalt im Kartoffelfeld. a: Asiatische Marienkäfer *Harmonia axyridis* bei der Kopulation; b: Larve von *Harmonia axyridis* frisst Larve des 7-punkt Marienkäfers *Coccinella septempunctata*; c: Augenmarienkäfer *Anatis ocellata*; d: Baldachinspinne (*Linyphiidae*); e: Larve einer Florfliege (*Chrysoperla* sp.) saugt ein Eigelege des Kartoffelkäfers aus; f: Kamelhalsfliege *Phaeostigma notata*; g: Räuberische Fliege der Gattung *Platypalpus* (*Hybotidae*); h: Puppe einer Schwebfliege (*Syrphidae*)

Stefan Kühne

Betrachtet man die Historie der Mittelanwendungen, muss die Ablösung von Kalkarsen durch DDT hinsichtlich des Anwenderschutzes als ein Fortschritt angesehen werden. Aufgrund der geringen Toxizität für Säugetiere und des einfachen Herstellungsverfahrens war DDT jahrzehntelang das weltweit meistverwendete Insektizid und hat im Nachkriegsdeutschland erheblich zur Bekämpfung des Hungers der Menschen beigetragen. Allerdings reicherte es sich wegen seiner chemischen Stabilität und guten Fettlöslichkeit im Gewebe von Menschen und Tieren an. Im Lauf der Zeit wurde festgestellt, dass DDT und einige seiner Abbauprodukte hormonähnliche Wirkungen haben. Auch geriet DDT unter Verdacht, beim Menschen Krebs auszulösen. Deshalb wurde es von den meisten westlichen Industrieländern in den 1970er Jahren verboten. Die Ablösung durch synthetische Pyrethroide war damals ein großer Fortschritt, da neben der ebenfalls geringen Giftigkeit gegenüber Warmblütern keine Anreicherung des Wirkstoffes in der Umwelt mehr stattfand. Kritisch wird jedoch heute die unspezifische Wirkung gegen Nützlinge diskutiert.

Der Kartoffelkäfer schlägt erneut zu

Die steigende Nachfrage nach Kartoffeln aus dem Ökologischen Landbau konnte 2009 in Deutschland trotz ausgeweiteter Anbaufläche auf mehr als 8.200 ha nicht gedeckt werden. Ursache sind auch Ertragseinbußen, verursacht durch die Frühsommertrockenheit und den starken Befall durch Kartoffelkäfer.

Seit dem Jahr 2000 wurde beobachtet, dass sich beim Kartoffelkäfer Resistenzen gegen synthetische Pyrethroide herausbildeten. Deshalb erfolgten 2007 im konventionellen Landbau ein Wirkstoffwechsel und die Anwendung der Neonicotinoide. Das verstärkte Auftreten des Kartoffelkäfers in einigen Regionen Deutschlands ist aber auch durch die zunehmenden Flächengrößen, milde Winter und die regionale Konzentration des Anbaus mit engen Fruchtfolgen zu begründen.

Vorbeugende Maßnahmen reduzieren den Befallsdruck

Im Ökolandbau kann das Auftreten von Schadorganismen durch vorbeugende Maßnahmen wie eine vielfältige Fruchtfolge oder den Anbau resistenter Sorten reduziert werden. Dennoch vermehren sich einige Schädlinge wie der Kartoffelkäfer immer wieder massenhaft und zeigen die Grenzen dieser Maßnahmen auf. Ein Grund dafür ist, dass es kaum natürliche Gegenspieler des Käfers gibt.

Trotzdem können wir mit den folgenden Maßnahmen dem Kartoffelkäfer das Leben erschweren. Die Wahl früh reifender Sorten und die Förderung eines schnellen Wachstums der Pflanzen durch Vorkeimen stellen sicher, dass die Hauptertragsentwicklung dem Befall durch den wärmebedürftigen Kartoffelkäfer zuvorkommt. Weitere vorbeugende Maßnahmen sind die Vermeidung sowohl von Durchwuchskartoffeln als auch von Flächen, in deren Nachbarschaft im Vorjahr Kartoffeln standen, denn der Schädling wandert stets aus den Vorjahresflächen ein.

Biologische Pflanzenschutzmittel haben Vorteile

Die Anwendung synthetischer Pflanzenschutzmittel im Ökolandbau ist verboten. Erlaubt sind nur einige wenige naturstoffliche Wirkstoffe, die als Pflanzenschutzmittel zur Verfügung stehen. Sie zeichnen sich allgemein durch schnelle Abbaubarkeit und geringe Umweltwirkungen aus. Zu den Insektiziden gehören

- Extrakte aus den Bestandteilen des tropische Neembaums,
- das aus Chrysanthemen gewonnene Pyrethrum,
- das insektenpathogene Bakterium *Bacillus thuringiensis tenebrionis* (*B.t.t.*)
- und seit dem Jahr 2008 Spinosad, ein Stoffwechselprodukt des Bodenbakteriums *Saccharopolyspora spinosa*, das durch aerobe Fermentation gewonnen wird.

Die fraßabschreckende Wirkung der Neeminhaltsstoffe ist der bäuerlichen Bevölkerung in Teilen Asiens und Afrikas schon seit langem bekannt.

Ähnlich verhält es sich mit dem Pyrethrum: Schon vor 2000 Jahren wurden in China die Blütenköpfe der Chrysanthemen zermahlen und als Insektenpulver zerstäubt. Bei dem Wirkstoff handelt es sich um ein Kontaktgift. Die Anfangswirkung setzt sehr schnell (innerhalb weniger Minuten) ein.

Der insektenpathogene Bakterienstamm *B.t.t.* hingegen ist eine Neuentdeckung aus den 1980er-Jahren durch das Julius Kühn-Institut für biologischen Pflanzenschutz in Darmstadt. Die Bakterien gelangen über den Fraß der Blätter in den Darm und werden dort aufgelöst. Die dabei frei werdenden Toxine perforieren die Darmwand und führen schließlich zum Tod des Kartoffelkäfers.

Im Jahr 2008 wurde der Wirkstoff Spinosad in die EU-Ökoverordnung als Insektizid neu aufgenommen und kann seitdem im Ökolandbau angewendet werden. 1982 wurde das zugrunde liegende Bakterium erstmalig in Bodenproben einer stillgelegten Rum-Destille in der Karibik gefunden und danach in den USA zu einem Pflanzenschutzmittel weiterentwickelt. Seit 2010 darf der Wirkstoff in Kartoffeln

gegen den Kartoffelkäfer angewendet werden. Spinosad wirkt als Nervengift und führt zu einer vollständigen, irreversiblen Lähmung des Schädlings. Das Mittel ist als bienengefährlich eingestuft. Aus diesem Grund lehnen ökologische Anbauverbände in Deutschland diesen Wirkstoff ab, so dass er nur in den nach EU-Ökorichtlinien bewirtschafteten Betrieben zur Anwendung kommen kann.

Feldversuche belegen unterschiedliche Wirksamkeit

Die Feldversuche des Julius Kühn-Instituts im brandenburgischen Dahnsdorf haben belegt, dass sogar eine zweimalige Anwendung der Pyrethrumpräparate keine Wirkung gegen den Kartoffelkäfer mehr hat. Das natürliche Pyrethrum besitzt ja den gleichen Wirkmechanismus wie die entsprechenden synthetischen Pyrethroide, gegen die der Käfer bereits resistent ist. Auch eine einmalige Behandlung mit dem Bakterienpräparat *B.t.t.* zeigte keine befriedigende Wirkung, um insbesondere ein hohes Schaderregeraufkommen zu regulieren.

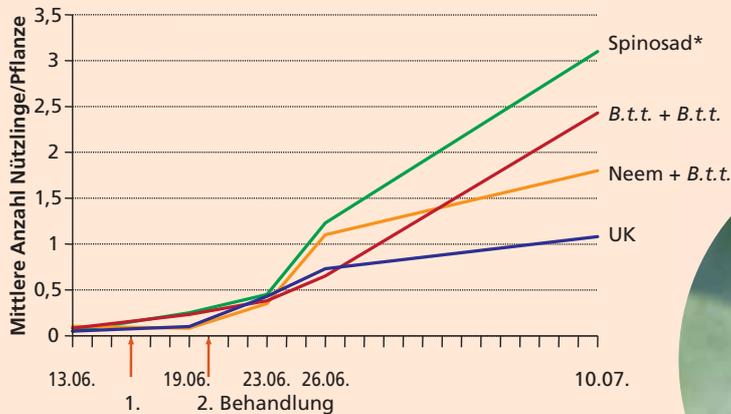
In den weiteren Versuchsjahren sollte geprüft werden, ob die Kombination der Neem- und *B.t.t.*-Präparate effektiver ist als die alleinige Anwendung eines der Mittel. In allen Versuchsjahren wurden sehr gute Erfolge durch die Kombination beider Präparate festgestellt, insbesondere dann, wenn zuerst der Neemwirkstoff und vier Tage später das Bakterienpräparat angewendet wird. In drei von vier Jahren wurden mit dieser Strategie Wirkungsgrade von über 80 % und Mehrerträge zwischen 42 und 70 dt/ha erzielt. Vergleichbare, sehr gute Erfolge konnte man auch mit der zweimaligen *B.t.t.*-Behandlung erzielen. Aufgrund der Gefahr der Ausbildung von Resistenzen ist der Praxis allerdings von einer zweimaligen Anwendung des gleichen Wirkstoffes in einem Jahr abzuraten.

Überraschend war die Effizienz der Spinosad-Behandlung in den Versuchsjahren von 2008 bis 2010. Schon bei einmaliger Behandlung konnten Wirkungsgrade von über 80 % erzielt werden. Wegen der geringen Anwendungskosten und der guten Wirksamkeit ist anzunehmen, dass Spinosad der bevorzugte Wirkstoff zur Kartoffelkäferregulierung in Zukunft sein wird. Aufgrund der möglichen Resistenzentwicklung ist aber auch hier ein jährlicher Wirkstoffwechsel unbedingt zu empfehlen.

Prognose nutzen

Da die Mittel nur wenige Tage nach der Ausbringung wirksam bleiben, ist eine zeitlich optimierte Spritzung für den Regulierungserfolg entscheidend. Eine zu frühe Behandlung trifft lediglich die unempfindlichen, erwachsenen Käfer sowie die Eigelege, aus denen dann trotzdem die hungrigen Larven schlüpfen. Eine verspätete Spritzung verursacht zunehmend Ernteeinbußen durch den Blattfraß und die Larven werden mit zunehmendem Alter immer unempfindlicher gegen die Wirkstoffe. Den besten Erfolg erzielt eine Behandlung der empfindlichen Junglarven. Dieser Zeitraum kann durch das vom JKI mitentwickelte Prognosemodell SIMLEP3 berechnet werden. Seit dem Jahr 2010 steht es jedem Landwirt im Internet unter www.isip2.de zur Verfügung. Um die Berechnung durchzuführen, müssen lediglich

Abb. 5. Mittlere Anzahl Blattlausräuber je Pflanze (n = 40) und Behandlungsvariante, Dahnsdorf 2008



*statistisch gesichert zur unbehandelten Kontrolle (UK) (Simulate-Verfahren; $P < 0,05$)

das Erstauftreten der Eigelege im Feld und die nächste Wetterstation in das Programm eingegeben werden.

Nützlinge fördern durch biologische Pflanzenschutzmittel?

Die in Kartoffeln häufig nur in geringer Zahl auftretenden Blattläuse locken auch ihre natürlichen Gegenspieler in das Feld. In allen Versuchsjahren wurde das Antagonistenspektrum durch die Marienkäfer bestimmt ($\geq 90\%$). Weitere Blattlausgegenspieler wie die Larven der Florfliegen (Chrysopidae) und Schwebfliegenlarven (Syrphidae) sowie Baldachinspinnen (Linyphiidae) (Abb. 4d), die insbesondere geflügelte Blattläuse mit ihren Netzen fangen, zählen ebenfalls zu den Nützlingen in Kartoffelbeständen. Abbildung 4 gibt eine Übersicht.

In den Versuchsjahren konnte mehrfach beobachtet werden, dass Larven der Florfliege sowohl Eigelege (Abb. 4e) als auch Kartoffelkäferlarven aussaugen. Als alleiniges Mittel gegen den Kartoffelkäfer wären sie aber nicht in der Lage gewesen, den Kahlfraß der Pflanzen zu verhindern. Regelmäßig waren auch räuberische Fliegen aus der Gattung *Platypalpus* (Hybotidae) an den Pflanzen auf Beutefang nach kleinen Dipteren zu beobachten (Abb. 3g). Weiterhin traten auch räuberische Nahrungsgäste wie der Augenmarienkäfer *Anatis ocellata* (Abb. 4c) oder die Kamelhalsfliege *Phaeostigma notata* (Abb. 4f) auf, die wahrscheinlich aus dem benachbarten Waldrand in die Bestände eingeflogen sind.

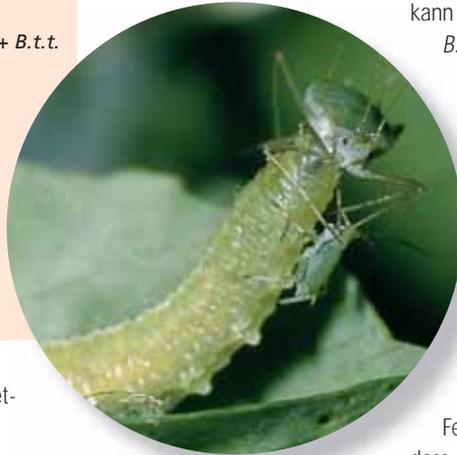
Im Jahr 2008 konnten erstmalig statistisch abgesicherte Unterschiede im Auftreten von Blattlausräubern zwischen den Behandlungsvarianten festgestellt werden (Abb. 5). Eine Ursache war das zahlenmäßig höhere Nützlingsauftreten im Versuchsjahr, das eine statistische Berechnung erlaubte. Im Verlauf des Untersuchungszeitraumes konnte in allen mit Pflanzenschutzmitteln behandelten Varianten eine höhere Anzahl von Nutzinsekten als in der unbehandelten Kontrolle beobachtet werden. Die Ursache liegt im starken Blattverlust durch den Käferfraß in der unbehandelten Variante.

Dadurch bot sich immer weniger Lebensraum für die Blattläuse und damit auch für deren Gegenspieler.

Spinosad hat keine Nebenwirkungen auf Blattläuse, ist nur gering toxisch für Nützlinge und wird sehr schnell in der Natur abgebaut. Somit wurde die Nahrungsgrundlage für die Nützlinge in dieser Variante nicht negativ beeinflusst. Neem hat demgegenüber Nebenwirkungen auf Blattläuse und kann Schwebfliegen schädigen.

B.t.t.-Präparate können sich schwach schädigend auf den Siebenpunkt-Marienkäfer auswirken. So ist zu erklären, warum die zweifache *B.t.t.*-Anwendung und die *Neem/B.t.t.*-Spritzfolge zu einem geringeren Nützlingsbesatz im Vergleich zur Spinosad-Variante führte.

Festzuhalten bleibt jedoch, dass im Gegensatz zur allgemeinen Lehrmeinung die Anwendung biologischer Pflanzenschutzmittel im Kartoffelanbau zu einer Förderung der Blattlausprädatoren beitragen kann.



Ein starker Gegner

Die Geschichte des Kartoffelkäfers in Deutschland ist ein Lehrbeispiel für die unkontrollierte Ausbreitung eines Schaderregers, der ohne regelmäßige Gegenmaßnahmen schwere Ertragsminderungen an einer unserer wichtigsten Nahrungspflanzen verursachen würde. Das Fehlen natürlicher Feinde und seine enorme Anpassungsfähigkeit an Pflanzenschutzmittel machen ihn zu einem starken Gegner, der auch die zukünftigen Generationen immer wieder herausfordern wird.

Um die Ausbildung von Resistenzen zu verlangsamen, müssen immer mehrere Wirkstoffe auf dem Markt verfügbar sein, die im Wechsel der Jahre auf den Feldern angewendet werden können. Dies gilt auch für den Ökologischen Landbau, dem in Zukunft mindestens zwei Wirkstoffe mit möglichst gleichen Anwendungskosten zur Verfügung stehen sollten. ■



PD Dr. Stefan Kühne, Julius Kühn-Institut, Institut für Strategien und Folgenabschätzung im Pflanzenschutz, Stahnsdorfer Damm 81, 14532 Kleinmachnow.
E-Mail: stefan.kuehne@jki.bund.de



Prof. Dr. Frank Ellmer, Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, Fachgebiet Acker- und Pflanzenbau, Albrecht-Thaer-Weg 5, 14195 Berlin. E-Mail: frank.ellmer@agrار.hu-berlin.de

Bio-Käufer
haben einen
gesünderen Lebensstil

Ernährungs-, Gesundheitsverhalten und Kaufmotive von Bio-Käufern

Friederike Wittig (Karlsruhe), Anette Cordts (Göttingen), Marianne Eisinger-Watzl (Karlsruhe), Achim Spiller (Göttingen), Ingrid Hoffmann (Karlsruhe)

Ob Bio-Käufer gesünder leben, lies sich bisher nicht eindeutig beantworten. Vor diesem Hintergrund wurden auf Basis der repräsentativen Daten der Nationalen Verzehrsstudie II mehr als 13.000 Personen, die angaben, Lebensmittel aus ökologischer Erzeugung zu kaufen oder nicht zu kaufen, hinsichtlich ihres Ernährungs- und Gesundheitsverhaltens sowie der Kaufmotive verglichen. Das Projekt fand im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau (BÖL) statt. Es wurde am Max Rubner-Institut und an der Universität Göttingen durchgeführt.

Abb. 1: Prozentuale Aufteilung der Käufergruppen

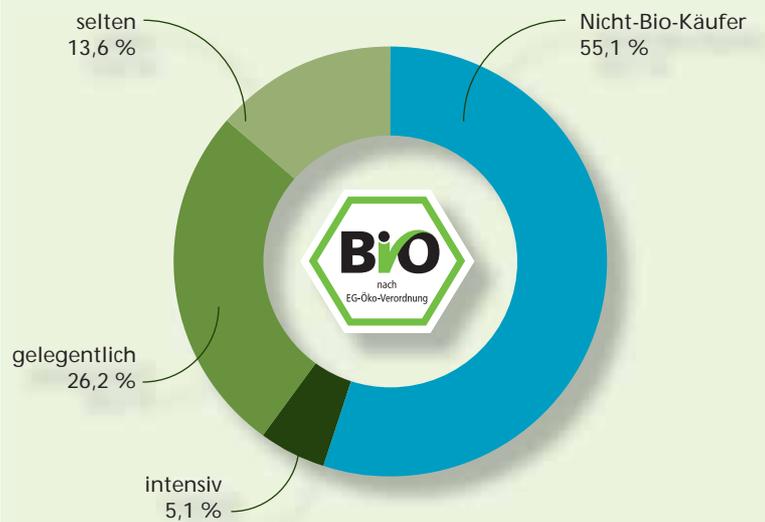
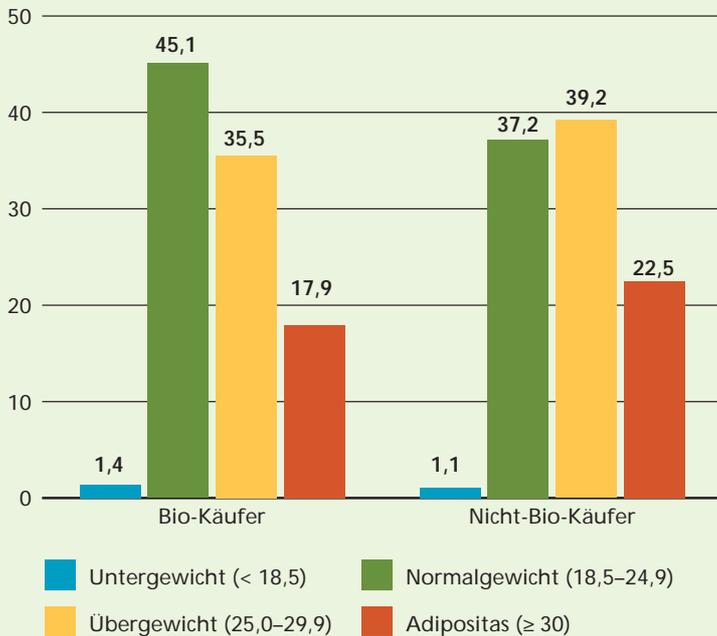


Abb. 2: Prozentuale Aufteilung der Bio-Käufer und Nicht-Bio-Käufer nach BMI (Body-Mass-Index)



Die Nationale Verzehrsstudie II (NVS II), die in den Jahren 2005 bis 2007 am Max Rubner-Institut in Karlsruhe durchgeführt wurde, ist die derzeit umfangreichste Erhebung zum Lebensmittelverzehr sowie Ernährungsverhalten in Deutschland. Daneben wurden anthropometrische Daten wie Körpergröße und -gewicht, allgemeine Beschreibungsmerkmale wie Alter und Geschlecht sowie Informationen über Ernährungsgewohnheiten, Lebensstil und den allgemeinen Gesundheitszustand erhoben. Von den für die vorliegende Untersuchung herangezogenen 13.074 Teilnehmern der NVS II im Alter von 18 bis 80 Jahren gaben 55 % an, keine Lebensmittel aus ökologischer Erzeugung zu kaufen (Nicht-Bio-Käufer). Von den 45 %, die Bio-Lebensmittel kaufen, sind 5 % Intensivkäufer, 26 % Gelegenheitskäufer und 14 % Seltenkäufer (Abb. 1).

Wer sind Bio-Käufer?

Käufer von ökologisch erzeugten Lebensmitteln sind häufiger Frauen als Männer. Junge Erwachsene im Alter von 18 bis 24 Jahren zeigen das geringste Interesse am Bio-Kauf. Bei den Bio-Käufern sind (anteilsmäßig) weniger Ältere (65–80 Jahre) im Vergleich zu den Nicht-Bio-Käufern vertreten. Auffallend ist jedoch, dass sich der größte prozentuale Anteil dieser Altersgruppe unter den Bio-Intensivkäufern findet.

Die Auswertung nach Schichtzugehörigkeit (ermittelt aufgrund von Ausbildungsgrad, beruflicher Stellung und Haushaltsnettoeinkommen) belegt, dass 60 % aller Bio-Käufer den oberen sozialen Schichten angehören, während es bei den Nicht-Bio-Käufern 44 % sind. Dennoch gibt es in allen sozialen Schichten Bio-Käufer, sogar in allen drei Kaufintensitäten.

Bio-Käufer fallen auch durch ihr Gesundheitsverhalten positiv auf: Sie sind häufiger körperlich aktiv, Nichtraucher, normalgewichtig und schätzen ihren Gesundheitszustand häufiger als sehr gut bis gut ein. Es finden sich zwar auch bei den Bio-Käufern Personen mit zu hohem Körpergewicht, allerdings deutlich seltener als bei den Nicht-Bio-Käufern (Abb. 2).

Personen, die ökologisch erzeugte Lebensmittel kaufen, sind mehr an Ernährungsthemen interessiert und weisen größere Ernährungskennntnisse auf als Nicht-Bio-Käufer. Zudem sehen Bio-Käufer bestimmte Verfahren der Lebensmittelherstellung wie Bestrahlung und Gentechnik als kritisch an und haben häufiger Bedenken gegenüber Gesundheitsgefährdungen wie Rauchen, Radioaktivität, Verkehr und Rückständen in Lebensmitteln. Auf die Frage, welche Kriterien für den Kauf von Lebensmitteln von Bedeutung sind, nennen Bio-Käufer häufiger Aspekte wie artgerechte Tierhaltung, Fair Trade, Gentechnikfreiheit oder Saisonalität.

Wie ernähren sich Bio-Käufer?

Der Vergleich der Daten zum Lebensmittelverzehr zeigt, dass Bio-Käufer mehr Obst und Gemüse, jedoch weniger Fleisch und Wurstwaren sowie Süßwaren und Limonade konsumieren als Nicht-Bio-Käufer. Gemessen an den Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (10 Regeln der DGE) weisen Bio-Käufer eine günstigere Lebensmittelauswahl auf. Bei der Zufuhr an Nährstoffen spiegelt sich der Lebensmittelverzehr wider: Bio-Käufer erreichen die Empfehlungen für die Zufuhr von vielen Nährstoffen (D-A-CH-Referenzwerte) eher als Nicht-Bio-Käufer.

Für eine umfassende Bewertung der Lebensmittelauswahl auf Basis von Ernährungsmustern wurde ein Healthy Eating Index (HEI-NVS) gebildet. Hierbei wurde der Verzehr zehn relevanter Lebensmittelgruppen mit den Empfehlungen der DGE verglichen und diese zusammenfassend bewertet. Für eine Ernährung, die den Empfehlungen entspricht, konnte eine maximale Indexsumme von 110 Punkten erreicht werden. Entsprechend der verzehrten Menge einzelner Lebensmittel nicht den Empfehlungen der DGE, wurden entsprechende Punkte abgezogen.

Auch diese Bewertung der Kost zeigt, dass sich Bio-Käufer durch eine günstigere Lebensmittelauswahl auszeichnen. Daneben ist ersichtlich, dass Bio-Käufer mit einer höheren Kaufintensität eine insgesamt günstigere Ernährung aufweisen als solche mit einer geringeren Kaufintensität. Diese Ergebnisse konnten bei beiden Geschlechtern beobachtet werden (Abb. 3).

Es zeigt sich auch das Zusammenspiel von Ernährungs-, Gesundheitsverhalten und Lebensstil: Je günstiger das Ernährungsverhalten der Bio-Käufer, umso höher ist der Anteil an sportlich Aktiven, Nichtrauchern sowie Personen mit sehr guten bzw. guten Ernährungskennntnissen.

Was motiviert Bio-Käufer zum Kauf?

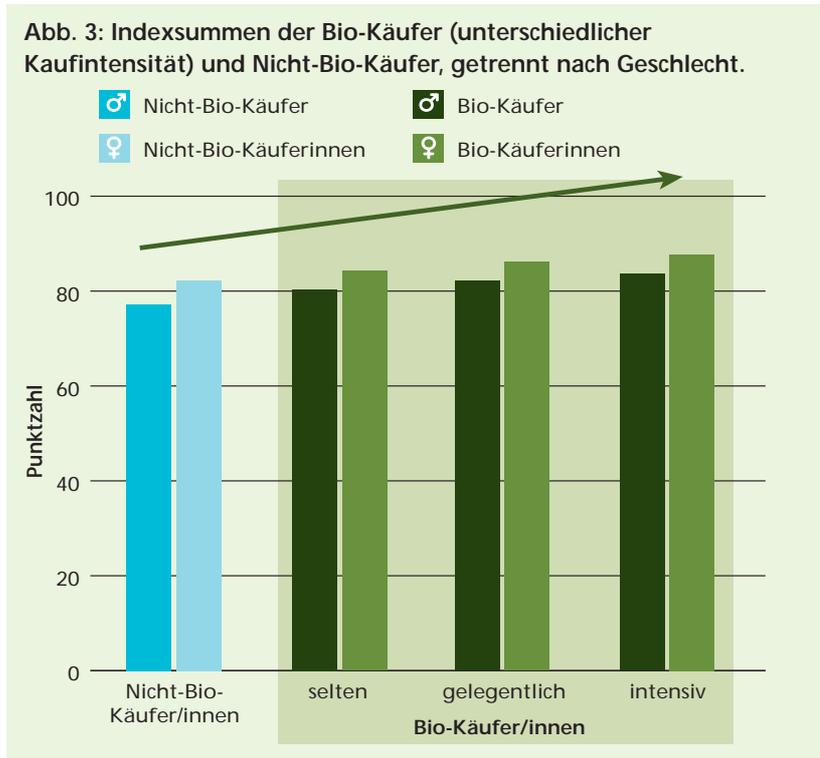
Um zu untersuchen, welche Faktoren die Kaufintensität von Bio-Produkten beeinflussen, wurde eine Kausalanalyse (Partial-Least-

Squares-(PLS-)Pfadmodellierung¹) durchgeführt. Es zeigt sich, dass psychographische Merkmale wie Motive beim Kauf von Lebensmitteln einen erheblich höheren Einfluss auf den Bio-Kauf nehmen als soziodemographische Charakteristika wie Alter, Geschlecht, Bildung, Einkommen und Wohnort.

Die wichtigsten Treiber für den Bio-Kauf sind eine positive Einstellung zu Bio-Produkten und altruistische Kaufmotive wie artgerechte Tierhaltung, keine Gentechnik und Fair Trade. Auch die Bedeutung verschiedener Nahrungsinhaltsstoffe für die Befragten sowie das Informationsverhalten zum Thema Ernährung stellen relevante Einflussfaktoren dar. Wem Convenience-Aspekte wichtig sind, zum Beispiel die Erhältlichkeit der Lebensmittel im nahegelegenen Laden, leichtes Öffnen der Verpackung oder geringes Verpackungsgewicht, greift weniger oft zu Bio-Lebensmitteln. Wichtige soziodemographische Einflussgrößen, die sich positiv auf den Kauf ökologisch erzeugter Lebensmittel auswirken, sind: Weibliches Geschlecht, hohe Bildung und hohes Einkommen sowie ein Wohnort im süddeutschen Raum.

Was lässt sich daraus schließen?

Durch die Auswertung der Daten der NVS II bezüglich des Kaufs ökologisch erzeugter Lebensmittel konnten Bio-Käufer facettenreich charakterisiert werden: Sie ernähren sich gesünder und weisen insgesamt einen gesundheitlich besser zu bewertenden Lebensstil auf als Nicht-Bio-Käufer. Außerdem sind ihnen bei dem Kauf von Lebensmitteln altruistische Werte wichtig, genauso Aspekte einer gesunden Ernährung. Durch diese Untersuchung steht erstmals auf Basis der Daten der NVS II eine umfangreiche Charakterisierung der Bio-Käufer zur Verfügung, die durch eine zielgruppenspezifische Ansprache dazu genutzt werden kann, den Absatz ökologisch erzeugter Lebensmittel weiter zu fördern. ■



M. Sc. Friederike Wittig, Dr. Mari-
anne Eisinger-Watzl, Prof. Dr. Ingrid
Hoffmann, Max Rubner-Institut, Insti-
tut für Ernährungsverhalten, Haid-und-Neu-Str. 9, 76131
Karlsruhe. E-Mail: friederike.wittig@mri.bund.de



M. Sc. Anette Cordts, Prof. Dr. Achim
Spiller, Georg-August-Universität
Göttingen, Department für

Agrarökonomie und Rurale Entwicklung,
Marketing für Lebensmittel und Agrarprodukte,
Platz der Göttinger Sieben 5,
37073 Göttingen.

» Info:

Das Projekt wurde vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau (BÖL) gefördert. Einen ausführlichen Bericht finden Sie unter: Hoffmann I, Spiller A: Auswertung der Daten der Nationalen Verzehrsstudie II (NVS II): eine integrierte verhaltens- und lebensstilbasierte Analyse des Bio-Konsums. Internet: <http://orgprints.org/18055/>

¹ Entwickelt vom Institut für Industrielles Management der Universität Hamburg

© Franz Pfluegl - Fotolia.com





istockphoto

Wirtschaftlicher Erfolg durch Ökolandbau

Hiltrud Nieberg, Jörn Sanders und Frank Offermann (Braunschweig)

Die Gewinne der Ökobetriebe sind in den letzten Jahren zum Teil deutlich gestiegen. Wie sich die wirtschaftliche Situation auf den Betrieben entwickelt hat und wie die Ökolandwirte ihre Zukunft selbst sehen, zeigt der folgende Beitrag aus dem Institut für Betriebswirtschaft des Johann Heinrich von Thünen-Instituts (vTI).

Der Ökologische Landbau in Europa weist eine sehr dynamische Entwicklung auf. In den letzten 15 Jahren hat sich die ökologisch bewirtschaftete Fläche in Europa mehr als verzehnfacht. Inzwischen sind es insgesamt über 8 Millionen Hektar. In Deutschland wirtschafteten mehr als 21.000 landwirtschaftliche Betriebe auf knapp 950.000 Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche (LF) nach den Richtlinien des Ökologischen Landbaus. Dies entspricht einem Anteil von knapp 6% der Betriebe und der gesamten LF. Ob sich der bisher zu beobachtende Wachstumstrend weiter fortsetzen wird, hängt vor allem auch von der relativen Vorzüglichkeit des Ökologischen Landbaus ab, das heißt von der wirtschaftlichen Attraktivität im Vergleich zum konventionellen Landbau. Vor diesem Hintergrund hat

das Institut für Betriebswirtschaft des vTI auf Basis des deutschen Testbetriebsnetzes (siehe Infokasten) einen Einkommensvergleich durchgeführt. Um die strukturellen Unterschiede zwischen der ökologischen und konventionellen Landwirtschaft in Deutschland zu berücksichtigen, wurden hierbei den Ökobetrieben sorgfältig ausgewählte konventionelle Vergleichsbetriebe mit ähnlichen Standortbedingungen und Faktorausstattungen gegenüber gestellt (Methodik zur Bestimmung der konventionellen Vergleichsbetriebe siehe NIEBERG et al. 2007). Um Betriebe mit unterschiedlichen Rechtsformen (Einzelunternehmen, GmbH, etc.) berücksichtigen zu können, wurde als Erfolgsmaßstab der Gewinn plus Personalaufwand je Arbeitskrafteinheit (AK) herangezogen.

» Info Testbetriebsnetz:

Das deutsche Testbetriebsnetz besteht aus repräsentativ ausgewählten Betrieben und dient der Ermittlung der wirtschaftlichen Lage der Landwirtschaft in Deutschland. Dazu werden die Buchführungsabschlüsse der repräsentativ ausgewählten Betriebe jährlich ausgewertet. Das Testbetriebsnetz ist die einzige repräsentative Quelle gesamtbetrieblicher mikroökonomischer Daten und Grundlage für die Buchführungsstatistiken von Bund und Ländern (www.bmelv-statistik.de/de/testbetriebsnetz/).

Relative Vorzüglichkeit des Ökologischen Landbaus

Wie Abbildung 1 zeigt, ist der durchschnittliche Gewinn plus Personalaufwand je AK der Ökobetriebe in 11 von 14 Jahren teilweise deutlich höher als der Gewinn der konventionellen Vergleichsbetriebe. Im Wirtschaftsjahr 2008/2009 konnten die Ökobetriebe im Durchschnitt einen Gewinn plus Personalaufwand je AK von 29.918 EUR erzielen. Die konventionellen Vergleichsbetriebe verzeichnen im Durchschnitt dagegen nur einen Gewinn plus Personalaufwand je AK von 24.277 EUR. Damit konnten die Ökobetriebe 2008/09 einen Gewinn erzielen, der 23% über dem Gewinn der konventionellen Vergleichsgruppe liegt.

Erfolgsunterschiede innerhalb der Ökogruppe

Diese sehr positiven Durchschnittsergebnisse spiegeln allerdings nur einen Teil der Wirklichkeit wider. Schon in der Vergangenheit haben Untersuchungen ergeben, dass es große Erfolgsunterschiede bei den ökologisch wirtschaftenden Betrieben gibt. Trotz der recht positiven Durchschnittsergebnisse haben in den letzten beiden Wirtschaftsjahren 17% der Ökobetriebe noch nicht einmal einen halb so hohen Gewinn wie ihre konventionellen Vergleichsbetriebe erzielt. Dass dennoch die Ökobetriebe durchschnittlich besser dastehen, liegt vor allem an der vergleichsweise hohen Zahl besonders erfolgreicher Biobetriebe. 2007/2008 wurde nämlich in 18% und 2008/2009 sogar in 30% der Öko-Testbetriebe ein mehr als doppelt so hoher Gewinn erzielt wie in den konventionellen Vergleichsbetrieben.

Eigene Einschätzung der Ökolandwirte

Bei den zuvor dargestellten Ergebnissen ist zu berücksichtigen, dass im Testbetriebsnetz nur Betriebe mit Buchführung vertreten sind und die Anzahl an Ökobetrieben, die in die Auswertungen einbezogen werden können, relativ klein ist. Um das Bild zu vervollständigen, wurden im Frühjahr 2009 im Rahmen einer Zufallsauswahl 3.000 Betriebsleiter/innen, die mindestens seit 2004 ökologisch wirtschaften, mit Hilfe eines schriftlichen Fragebogens nach ihrer wirtschaftlichen Situation und ihrer Zukunftseinschätzung befragt. Der Rücklauf betrug knapp 25%, in die Auswertung konnten 563 Ant-

wortbögen einbezogen werden. Die in der Auswertung berücksichtigten Betriebe repräsentieren etwas mehr als 5% der ökologisch bewirtschafteten Fläche (von Ökobetrieben mit mehr als 1 ha LF der Agrarstrukturerhebung 2007).

Wie die Befragungsergebnisse zeigen, ist mehr als die Hälfte der Betriebsleiter grundsätzlich zufrieden oder sehr zufrieden mit der wirtschaftlichen Situation des eigenen Betriebes. Betriebsleiter, die schon vor Mitte der 90er Jahre umgestellt haben, sind zu einem höheren Anteil zufrieden als Neu-Umsteller: ein Zeichen, dass die frühen Umsteller im Verlauf der Jahre verlässliche Marktbeziehungen aufgebaut haben und ihre Betriebe auch produktionstechnisch weitgehend stabilisieren konnten.

Doch wie sehen sie sich im Vergleich zur konventionellen Bewirtschaftung? Ist der Ökologische Landbau eine wirtschaftlich interessante Alternative? 64% der befragten Betriebsleiter sind der Auffassung, dass ihr Gewinn bei konventioneller Bewirtschaftung niedriger ausfallen würde als bei der jetzigen ökologischen Wirtschaftsweise (vgl. Abb. 2). Dagegen meinen nur 8% der Biobauern, dass sie bei einer konventionellen Wirtschaftsweise mehr verdienen würden.

Wie zu erwarten, schätzen die Betriebsleiter der verschiedenen Betriebstypen die Gewinnmöglichkeiten durch Ökolandbau unterschiedlich ein. So sind 85% der Betriebsleiter von Marktfruchtbetrieben mit Schwerpunkt im Kartoffel- und Gemüseanbau davon überzeugt, dass sie mit der ökologischen Wirtschaftsweise mehr Geld verdienen, als wenn sie konventionell produzieren würden. Diese positive Einschätzung wird auch von einem Großteil der Betriebsleiter von Gemischtbetrieben (75%), spezialisierten Milchviehbetrieben (74%), Ackerbaubetrieben mit dem Schwerpunkt Mähdruschfrüchte (71%) und von auf Geflügel spezialisierten Veredlungsbetrieben (69%) geteilt. Bei den spezialisierten Mutterkuhhaltern gehen hingegen nur etwas mehr als ein Drittel der Betriebsleiter davon aus, dass sie mit Ökolandbau mehr verdienen würden als mit der konventionellen Produktion.

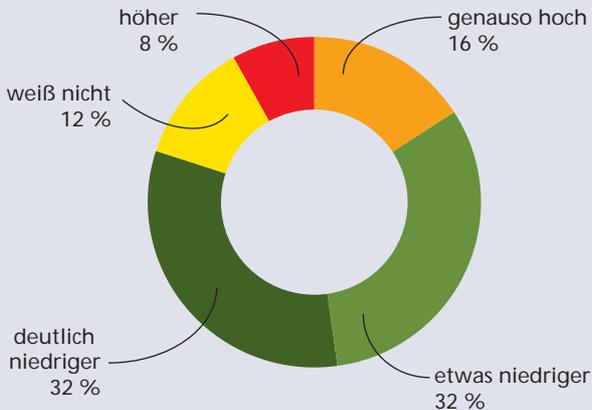
Abb. 1: Entwicklung des Gewinns plus Personalaufwand je Arbeitskraft (AK) in ökologischen und vergleichbaren konventionellen Betrieben in Deutschland



Quelle: Institut für Betriebswirtschaft des vTI auf Grundlage des Testbetriebsnetzes, WJ 1995/1996–2008/2009

Abb. 2: Einschätzung der Ökolandwirte zur Gewinnhöhe bei unterstellter konventioneller Wirtschaftsweise

Würde der Betrieb konventionell bewirtschaftet, wäre der heutige Gewinn ...



Quelle: Eigene Erhebung (Frühjahr 2009) und eigene Berechnungen

Was bringt die Zukunft?

Für die nächsten 2 bis 3 Jahre erwarten 44 % der Ökolandwirte, dass sich ihre wirtschaftliche Situation nicht verändern wird (vgl. Abb. 3). Etwa gleich viele Landwirte gehen von einer Verbesserung (26 %) bzw. einer Verschlechterung (29 %) aus. Betrachtet man die Ergebnisse für einzelne Betriebsgruppen, so fällt auf, dass die Gartenbau- und Dauerkulturbetriebe mehrheitlich von einer positiven Entwicklung ausgehen. Im Gegensatz dazu meinen besonders viele Betriebsleiter von Futterbaubetrieben, dass sich die wirtschaftliche Situation verschlechtern wird. Dies deutet darauf hin, dass ein Großteil der Milchviehhalter zum Zeitpunkt der Befragung von einem weiteren Rückgang des Bio-Milchpreises ausging.

Die langfristige Zukunftsperspektive beurteilen die meisten Betriebsleiter/innen von Ökobetrieben positiv. Mehr als die Hälfte der befragten Ökolandwirte geht davon aus, dass ihr Hof auch in zwanzig Jahren noch existiert. Nur 19 % halten dies für eher unwahrscheinlich und lediglich 6 % sehen keine langfristige Perspektive für ihren Betrieb. Vor allem die Betriebsleiter von Marktfruchtbetrieben (vor allem diejenigen mit Kartoffel- und Gemüseanbau), Gemischtbetrieben, Dauerkulturbetrieben und spezialisierten Milchviehbetrieben sind überzeugt, dass ihr Betrieb in zwanzig Jahren noch existiert. Wenig überraschend ist, dass vor allem Betriebsleiter/innen von größeren Betrieben positiv in die Zukunft gucken. Insgesamt spiegeln die Einschätzungen damit recht gut die Wettbewerbsstärke der unterschiedlichen Betriebsformen und -größen wider. Sollten die Einschätzungen der befragten Landwirte zutreffen, sich der ansonsten zu beobachtende Strukturwandel jedoch weiter fortsetzen, dann ist für die hier repräsentierten ökologischen Betriebe mit deutlich weniger Betriebsaufgaben zu rechnen als im gesamten Agrarsektor. Fazit: Die relative Vorzüglichkeit des Ökologischen Landbaus hat in den letzten Jahren zugenommen. Von daher überrascht die hohe Zufriedenheit unter den Ökolandwirten hinsichtlich ihrer wirtschaftlichen Situation nicht. Da nur eine Minderheit der befragten Landwirte eine Verschlechterung der wirtschaftlichen Situation erwartet, ist davon auszugehen, dass auch in den kommenden Jahren der Ökolandbau für viele Betriebe wirtschaftlich attraktiv bleibt. ■



Johann Heinrich von Thünen-Institut

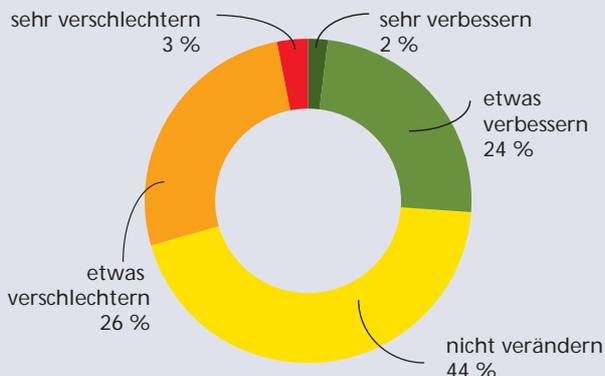
Dr. Hiltrud Nieberg, Dr. Jörn Sanders und Dr. Frank Offermann, Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Betriebswirtschaft, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig. E-Mail: hiltrud.nieberg@vti.bund.de

» Literatur:

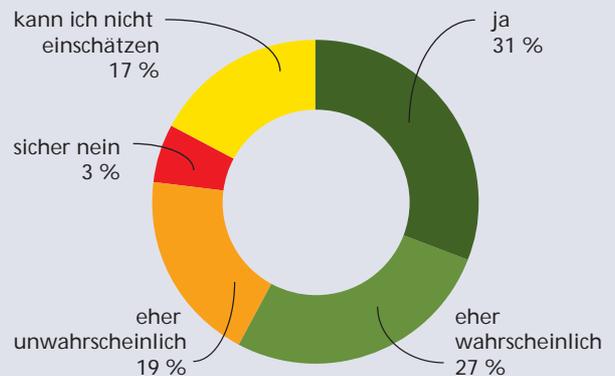
Nieberg H, Offermann F, Zander K (2007) Organic farms in a changing policy environment: impacts of support payments, EU-enlargement and Luxembourg reform. Organic farming in Europe: economics and policy. Vol. 13. Hohenheim: Institut für landwirtschaftliche Betriebslehre.

Abb. 3: Einschätzung der Ökolandwirte zur wirtschaftlichen Situation in 2 bis 3 Jahren und zur langfristigen Zukunft des Betriebes

Die wirtschaftliche Situation meines Betriebes wird sich in 2-3 Jahren ...



Wenn Sie in die Zukunft blicken: Denken Sie, dass Ihr Hof in ca. 20 Jahren noch existiert? ...



Quelle: Eigene Erhebung (Frühjahr 2009) und eigene Berechnungen

WIRREIN

als nützliche Helfer im Pflanzenschutz

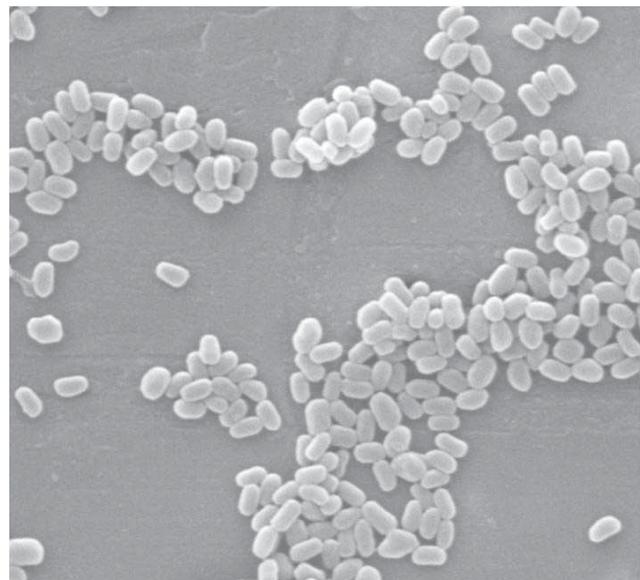
Johannes A. Jehle und Karolin E. Eberle (Darmstadt)

Viren als nützliche Helfer? In der Tat gibt es Viren, die sowohl als biologische Pflanzenschutzmittel zur Schädlingsbekämpfung genutzt werden, als auch die Herstellung von Impfstoffen gegen Krebs ermöglichen. Weltweit erlangte das Apfelwicklergranulovirus (CpGV) als sehr effizientes biologisches Bekämpfungsmittel der Obstmade eine große Bedeutung im ökologischen Apfel- und Birnenanbau. Als im Jahr 2005 erstmalig eine Resistenz gegen das Mittel in einzelnen Obstanlagen auftrat, alarmierte dies Praxis und Wissenschaft, denn die betroffenen Betriebe waren in ihrer Existenz bedroht. Inzwischen wurden große Fortschritte gemacht, den Mechanismus der CpGV-Resistenz zu verstehen. Zudem wurden neue, resistenzbrechende Virusisolate gefunden und damit die biologische Bekämpfung des Apfelwicklers auch in der Zukunft gesichert.

Viren gelten als gefährliche Krankheitserreger und als Bedrohung für die menschliche, tierische und pflanzliche Gesundheit. Bei Insekten kommt eine Gruppe von Viren vor, die sogenannten Baculoviren, bei denen diese Eigenschaft gegen Schadinsekten genutzt wird. Bei den Baculoviren handelt es sich um relativ große Viren (Abb. 1). Baculoviren haben sich stammesgeschichtlich getrennt von anderen tier- und humanpathogenen Verwandten entwickelt. Sie zählen wegen ihrer extremen Wirtsspezifität für einzelne Insektenarten zu den selektivsten und umweltfreundlichsten Pflanzenschutzmitteln. Zwar bedeutet die enorme Selektivität in vielen Fällen einen ökonomischen Nachteil, denn die Viruspräparate können immer nur gegen einzelne Schädlinge eingesetzt werden, wodurch die Anwendungs- und Marktsegmente der einzelnen Mittel relativ klein bleiben. Dennoch haben einige der Viruspräparate eine weltweite Bedeutung erlangt. Neben dem Einsatz als Bioinsektizide haben Baculoviren in den vergangenen 25 Jahren als Proteinexpressions-Systeme eine weitere wichtige biotechnologische Verwendung gefunden. So wird zum Beispiel der Impfstoff gegen das Humane Papillomvirus (HPV), dem Auslöser des Gebärmutterhalskrebses, mit Hilfe von Baculoviren erzeugt. Wegen ihres vielfachen Nutzens bezeichnete die bekannte Virologin Lois Miller Baculoviren als „*the most beneficial virus to mankind*“.

Eine ganze Reihe natürlich vorkommender Baculoviren sind als biologische Pflanzenschutzmittel in Deutschland und anderen Ländern

der Europäischen Union zugelassen (Tab. 1). Am wirtschaftlich bedeutendsten sind Viruspräparate gegen die Larvenstadien des Apfelwicklers (*Cydia pomonella*). Die sogenannte Obstmade ist in fast



Richter-Poggeler, Wemmann, JK

Abb. 1: Baculoviren-Partikel (CpGV) bei 15.000-facher Vergrößerung im Rasterelektronenmikroskop.

Tab. 1: Beispiele für in Europa zugelassene Baculovirusprodukte als Pflanzenschutzmittel.

Wirt	Virus	Produkt	Kultur
<i>Adoxophyes orana</i>	GV	Capex	Apfel
<i>Cydia pomonella</i>	GV	Cyd-X, Carpovirusine, Granupom, Madex, MadexPlus, Virgo	Apfel, Birne
<i>Helicoverpa armigera</i>	NPV	Helicovex (im Registrierungsprozess)	Baumwolle, Tomate, Pfeffer, Tabak, u. v. a.
<i>Spodoptera exigua</i>	NPV	Spod-X	Gemüse, Zierpflanzen
<i>Spodoptera littoralis</i>	NPV	Litovir (im Registrierungsprozess)	Salat, Tomate, Kartoffel u. v.a.

allen Kernobst-Anbaugebieten der Welt ein gefürchteter und nur schwer kontrollierbarer Kleinschmetterling, der mittlerweile gegen viele chemische Insektizide eine Resistenz entwickelt hat. Das Apfelwicklergranulovirus, wissenschaftlich *C. pomonella* Granulovirus (CpGV), wird in Europa schätzungsweise auf mehr als 100.000 ha eingesetzt und ist eines der wichtigsten Mittel zur Obstmadenbekämpfung im kommerziellen Apfel- und Birnenanbau. Zunächst ausschließlich im Ökologischen Landbau eingesetzt, werden mittlerweile 80% des CpGV-Umsatzes im integrierten Anbau erzielt, wo sie in Kombination mit chemischen Insektiziden angewandt werden. Auch für den Hausgarten stehen entsprechende Mittel zur Verfügung. Alle in Europa zugelassenen CpGV-Produkte basieren auf einem im Jahr 1964 in Mexiko gefundenen Isolat CpGV-M und unterscheiden sich daher nicht in ihrer Wirkungsspezifität. Im Jahr 2005 wurde in einzelnen Öko-Betrieben in Deutschland und Frankreich festgestellt, dass dort die herkömmlichen CpGV-Präparate eine deutlich verringerte Wirkung hatten. Wie am Darmstädter Institut für Biologischen Pflanzenschutz des Julius Kühn-Instituts herausgefunden wurde, zeigten die betreffenden Apfelwicklerpopulationen eine bis zu 1000fach geringere CpGV-Empfindlichkeit als anfällige Vergleichspopulationen. Diese Beobachtung war umso überraschender, da man bis dahin angenommen hatte, dass es für den Apfelwickler sehr schwierig wäre, eine Resistenz gegen das Virus zu entwickeln. Seit 2006 arbeiten verschiedene CpGV-Produzenten und Wissenschaftler unterschiedlicher Disziplinen zusammen, um die CpGV-Resistenz zu enträtseln und Lösungen zu erarbeiten, damit den

betroffenen Obstbauern geholfen und eine weitere Verbreitung der Resistenz vermieden werden kann. Wertvolle Forschungsergebnisse und eine Lösung des Problems wurden in verschiedenen vom Bundesprogramm Ökologischer Landbau (BÖL) (www.apfelwickler.de) sowie von der EU geförderten Projekten erarbeitet (Craft Project SustainCpGV: www.sustaincpgv.eu).

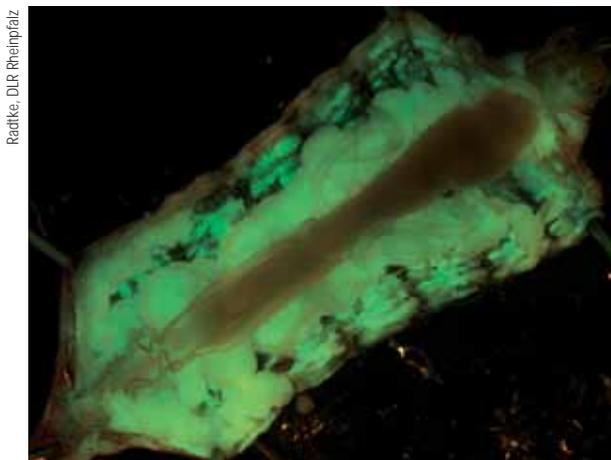
Vorkommen der CpGV-Resistenz in Europa

Um nähere Informationen über die Verbreitung des Resistenzphänomens zu erhalten, wurden verdächtige Apfelwicklerpopulationen aus verschiedenen Regionen in Deutschland und angrenzenden Ländern untersucht. CpGV-resistente Apfelwickler konnten in mehr als 35 Anlagen in Deutschland, Frankreich, Schweiz, Österreich, Italien, den Niederlanden und in Tschechien nachgewiesen werden. Damit scheint die Virusresistenz geographisch weit verbreitet. Interessanterweise sind aber immer nur einzelne Anlagen bzw. Teilanlagen davon betroffen – die Resistenz ist also nicht flächendeckend. Der überwiegende Teil der betroffenen Betriebe sind ökologisch erzeugende Betriebe, für die die CpGV-Präparate häufig die einzigen Mittel zur Bekämpfung des Apfelwicklers darstellen. Daher werden sie dort auch intensiv eingesetzt. Es ist davon auszugehen, dass die Resistenz durch CpGV-Anwendung selektiert wurde, und zwar unabhängig in verschiedenen Anlagen. Aus der weitverbreiteten, aber lokal stets sehr isolierten Verbreitung der Resistenz kann gefolgert werden, dass

1. der für die Resistenzausprägung verantwortliche genetische Faktor zwar weit verbreitet ist, aber nur in sehr geringer Häufigkeit innerhalb normaler, CpGV-empfindlicher Apfelwicklerpopulationen vorkommt, und
2. die Resistenz unter CpGV-Druck effizient selektiert werden kann, falls das Resistenzgen in der Apfelwicklerpopulation vorkommt.

Vererbung der CpGV-Resistenz

Diese Schlussfolgerungen werden durch den ungewöhnlichen Vererbungsmodus der Resistenz unterstützt. Klassische Kreuzungsexperimente zwischen CpGV-anfälligen und CpGV-resistenten Apfelwicklern zeigten, dass aller Wahrscheinlichkeit nach ein einziges, auf einem Geschlechtschromosom des Apfelwicklers lokalisiertes Gen verantwortlich ist. Während es beim Menschen zwei Geschlechtschromosomen X und Y gibt – die Frauen sind XX, die Männer XY – heißen die Geschlechtschromosomen beim Apfelwickler Z und



Raatke, DLR Rheinpfalz

Abb. 2: Infizierte Gewebe (hier: Fettkörper) lassen sich im Versuch durch grüne Fluoreszenz nachweisen.

W. Hier sind die Weibchen vom ZW-Typ (heterogametisch) und die Männchen vom ZZ-Typ (homogametisch).

Durch Laborkreuzungen, die am Dienstleistungszentrum ländlicher Raum Rheinpfalz durchgeführt wurden, konnte gezeigt werden, dass ein einziges Resistenzallel auf dem Z-Chromosom ausreicht, damit die weiblichen Apfelwickler-Larven (ZW) 50.000-100.000-fach weniger anfällig für eine Virusinfektion sind. Männliche Apfelwickler (ZZ) hingegen können ein (mischerbig) oder zwei (reinerbig) Resistenzallel(e) besitzen. Mischerbige männliche Larven sind „nur“ etwa 1.000-fach weniger empfindlich als empfindliche Tiere, während die reinerbig männlichen Larven ähnlich unempfindlich wie die extrem resistenten weiblichen Tiere sind.

Zwar konnte das Resistenzgen noch nicht identifiziert und der Resistenzmechanismus im Detail noch nicht völlig aufgeklärt werden. Doch ließ sich durch Untersuchung des Infektionsverlaufs in verschiedenen Geweben (Abb. 2) zeigen, dass die Resistenz nicht durch eine Veränderung von Oberflächenrezeptoren der Zellen, sondern durch einen intrazellulären Faktor ausgelöst wird. Dies bedeutet, dass die Viren zwar in die Zellen eindringen können, doch kommt es dort nicht zur Virus-Vermehrung. Dadurch wird die Infektion abgebrochen und die Larven überleben den Virusangriff.

Neue Isolate mit verbesserter Wirkung

Die beobachtete CpGV-Resistenz wäre für die betroffenen Betriebe noch viel besorgniserregender, wenn in den vergangenen Jahren nicht enorme Fortschritte bei der Identifizierung und Selektion neuer CpGV-Isolate, die die beobachtete CpGV-Resistenz weitgehend brechen, gemacht worden wären. Mittlerweile konnte eine ganze Reihe neuer CpGV-Isolate identifiziert werden, die auch extrem resistente Tiere infizieren und eine gute Wirksamkeit zeigen. Durch diese neuen Isolate kann die genetische Diversität der eingesetzten Viren von ursprünglich einem einzigen Virus-Isolat jetzt auf mehrere Genomtypen verbreitert werden.

Einige dieser neuen Isolate werden seit 2006 mit Genehmigung des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) in Betrieben mit Resistenz eingesetzt. Sie haben wesentlich dazu beigetragen, dass den betroffenen Obstbauern rasch eine effiziente Hilfe zur Verfügung gestellt werden konnte. Ihre Zulassung wird von mehreren Firmen zurzeit beantragt.

Nachdem die Genome mehrerer dieser resistenzbrechenden Isolate vollständig sequenziert (Abb. 3) und miteinander verglichen wurden, stellte sich heraus, dass sich alle resistenzbrechenden Virusisolate nur durch eine einzige gemeinsame Mutation vom resistenzanfälligen CpGV-M unterscheiden. Der molekulare Mechanismus der Resistenz und der Resistenzbrechung wird zurzeit am Institut für Biologischen Pflanzenschutz des Julius Kühn-Instituts erforscht.

Alternative Verfahren der Schädlingsabwehr entwickeln

Obwohl das Phänomen „CpGV-Resistenz“ noch nicht bis ins letzte Detail aufgeklärt ist, hat die effektive Zusammenarbeit verschiede-

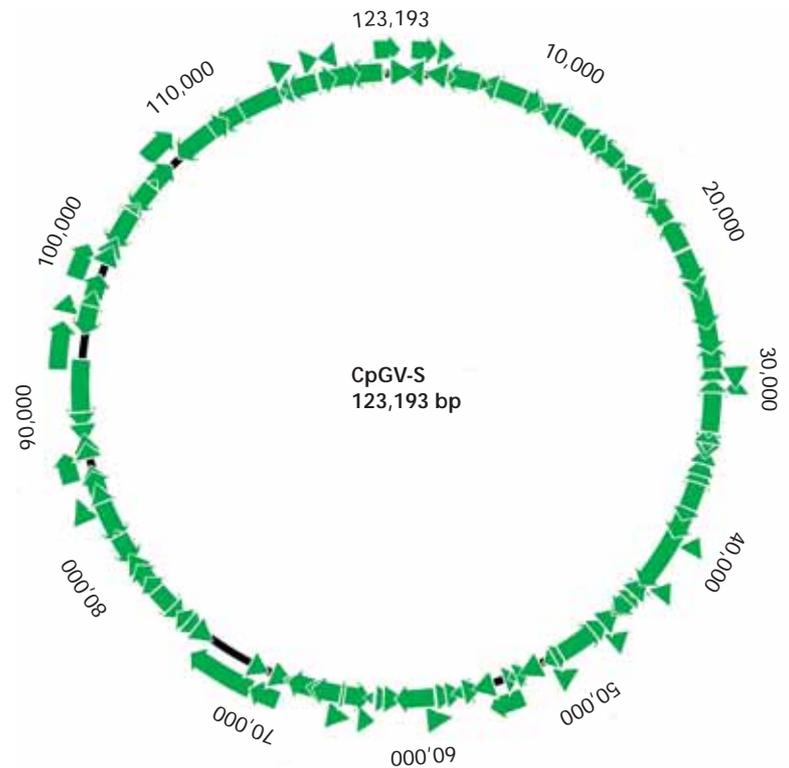


Abb. 3: Genomkarte des komplett sequenzierten Isolats CpGV-S (Größe: 123,193 Basenpaare (bp)). Grün dargestellt sind die 140 Gene in ihrer jeweiligen Leserichtung.

ner Forschungseinrichtungen, der Pflanzenschutzberatung und der Herstellerfirmen von Viruspräparaten in relativ kurzer Zeit weitreichende Erkenntnisse zur Resistenz erbracht und vielversprechende Lösungswege aufgezeigt. In Zukunft wird es wichtig sein, die Apfelwicklerbekämpfung sowohl im ökologischen als auch im integrierten Anbau auf eine möglichst breite Basis zu stellen. Die Verwendung neuer CpGV-Isolate mit größerer genetischer Diversität ist ein erster wichtiger Schritt hierzu. Darüber hinaus ist es notwendig, alternative Verfahren zu entwickeln und weitere Möglichkeiten der biologischen Apfelwicklerkontrolle zu nutzen. ■



Dr. habil. Johannes A. Jehle und Karolin Eberle, Julius Kühn-Institut, Institut für biologischen Pflanzenschutz,

Heinrichstr. 243, 64287 Darmstadt.

E-Mail: johannes.jehle@jki.bund.de

» Danksagung:

Arbeiten zur CpGV-Resistenz beim Apfelwickler wurden finanziell gefördert durch die Projekte 05OE023 und 09OE097 (Bundesprogramm Ökologischer Landbau), sowie die Projekte 032857 (EU: SustainCpGV) und Inno908 (Stiftung rheinland-pfalz für Innovation).



Anpassung an den Klimawandel im Praxistest

Innovationen im Ökologischen Landbau

Ralf Bloch (Eberswalde) und Johann Bachinger (Müncheberg)

In den letzten 20 Jahren hat sich die Region Brandenburg-Berlin zum bundesweiten Spitzenreiter im Ökologischen Landbau entwickelt. Das betrifft den Umfang der ökologischen Anbaufläche (10,5 %) wie auch den Berliner Absatzmarkt für die erzeugten Bioprodukte. Doch gerade in dieser Region, die durch sandige Böden und geringe Niederschläge gekennzeichnet ist, werden sich die Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft am negativsten bemerkbar machen. Wie stellen sich die Ökobetriebe auf diese besondere Herausforderung ein, und welche Anpassungsmaßnahmen bestehen im Ökologischen Landbau den Praxistest?

Nach aktuellen Klimaprojektionen für Deutschland wird Brandenburg besonders stark von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen sein. Schon jetzt stellen geringe Niederschläge, milde, niederschlagsreiche Winter und Vorsommertrockenheit eine Herausforderung für die Landwirte dar. Hinzu kommen immer häufiger Extremwetterereignisse wie Starkniederschläge und Hitzeperioden. Auf diese Auswirkungen des Klimawandels reagiert auch der Ökologische Landbau in Brandenburg besonders empfindlich. Ein Grund hierfür ist, dass die Futter- und Körnerleguminosen, die für die Stickstoffversorgung im Ökolandbau verantwortlich sind, durch den Wassermangel stark in ihrem Wachstum beeinträchtigt werden. Das hat eine deutliche Futter- und Stickstofflimitierung der Anbausysteme zur Folge. Viele Ökobetriebe wirtschaften deshalb oft flächenintensiv und vieh schwach bis viehlos. Somit fehlt es an Wirtschaftsdünger, der einzig flexibel handhabbaren Stickstoffquelle im Ökolandbau. Die Stickstoffversorgung für die Nicht-Leguminosen, zum Beispiel Getreide, wird durch die geringen Gehalte der Sandböden an Humus als Stickstoffpuffer und -quelle weiter erschwert.

Gerade in milden, niederschlagsreichen Wintern verstärkt sich die Gefahr von Stickstoffverlusten durch N-Mineralisation mit nach-

folgender Nitratauswaschung. Hingegen wird bei Vorsommertrockenheit durch das schnelle Austrocknen der Sandböden diese mikrobielle Stickstofffreisetzung weitgehend gestoppt. Die Stickstoffversorgung wird damit durch die zu erwartenden klimatischen Veränderungen weiter erschwert.

Gemäß seiner Richtlinien kommt im Ökolandbau eine mineralische Stickstoffdüngung als kurzfristige Anpassungsmaßnahme zur Optimierung der Stickstoffversorgung nicht infrage. Auch der Einsatz von verdunstungsreduzierenden Mulchsaatsystemen mit Herbiziden ist auszuschließen. Klimawandelbedingte Futterverluste können im Ökolandbau nur begrenzt durch Zukauf kompensiert werden. Aus der Sicht von Experten gestaltet sich der Anpassungsprozess im Ökologischen Landbau daher tendenziell schwieriger als bei der konventionellen Landwirtschaft.

Innovationsnetzwerk Klimaanpassung Brandenburg Berlin

Wissenschaftler vom Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) und der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde

Tab. 1: Haferanbau nach zweijährigem Luzerne-Kleegras (Gut Wilmersdorf 2010)

Bodenbearbeitung	Feldaufgang (Pflanzen/m ²)	Bestandesdichte (Halme/m ²)	Biomasse Hafer (Ende Blüte 30.06.2010) (TM dt/ha)	Ertrag (86 % TM dt/ha)	Biomasse Unkraut (30.06.2010) (TM dt/ha)
Pflug	148	256	63	46	10
Ringschneider	130	193	47	31	20

(FH) haben sich mit Brandenburger Ökolandwirten in einem Teilprojekt des „Innovationsnetzwerkes Klimaanpassung Brandenburg Berlin“ (INKA BB) zusammengeschlossen. INKA BB, bestehend aus 24 Teilprojekten, wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert. Im Fokus steht ein regionaler und partizipativer Ansatz zur Klimaanpassung.

Mittels regionaler Netzwerke zwischen Wissenschaft, öffentlicher Verwaltung, Wirtschaftsunternehmen und Verbänden sollen Klimaanpassungsstrategien entwickelt und schrittweise in regionale Planungsprozesse integriert werden. INKA BB soll unter veränderten Klimabedingungen vor allem die Nachhaltigkeit der Land- und Wassernutzung in Brandenburg und Berlin sichern, aber auch für Risikopatienten ein klimaangepasstes Gesundheitsmanagement entwickeln. Allgemein steht der regionale Wissenstransfer im Vordergrund.

Anpassungsstrategien im Akteursverbund

Zu Beginn des Teilprojektes „Klimaplastischer Ökolandbau“ wurde im Rahmen einer Stärken-Schwächen-Analyse (SWOT-Analyse) herausgearbeitet, welche Risiken und Chancen sich für den Ökologischen Landbau in Brandenburg hinsichtlich des Klimawandels ergeben. Als wichtiger Ansatzpunkt zur Klimaanpassung im Ökolandbau

wurde von den beteiligten Akteuren (Ökolandwirte, Ackerbauberater, Wissenschaftler) vor allem die Reduzierung der Bodenbearbeitung genannt.

Reduzierte Bodenbearbeitung als mögliche Strategie?

Die Umstellung von Pflugbodenbearbeitung auf reduzierte, nichtwendende Bodenbearbeitung in Verbindung mit Mulchsaat und Zwischenfruchtanbau gilt allgemein als eine Anpassungsstrategie an die Auswirkungen des Klimawandels. Mulch und Ernterückstände an der Bodenoberfläche dienen als Regenwurmfutter und schützen den Boden vor Austrocknung. Die dadurch vermehrt auftretenden vertikalen Regenwurmröhren verbessern sowohl den Wasserrückhalt in der Ackerfläche als auch die Befahrbarkeit nach Starkniederschlägen. Darüber hinaus werden auch sogenannte „Pflugsohlen“ perforiert. Solche Schadverdichtungen entstehen, wenn zu feuchte Böden gepflügt werden. Als Folge können sowohl Wasser als auch Wurzeln schlechter in den Unterboden eindringen, was gerade für die Sandböden Ostdeutschlands besonders relevant ist. Durch nichtwendende Bodenbearbeitung können die Kulturpflanzen schneller und tiefer wurzeln und damit bei Trockenheit sich zusätzliche Wasserreserven erschließen.



Patrick Thur

Abb. 1: Reduzierung von Wasserverlusten durch die Anlage einer Sommerbrache (pfluglose Bestandesabttötung von Luzerne-Kleegras nach dem 2. Mulchschnitt, Gut Wilmersdorf, 19.07.2010)

Die wendende Pflugbodenbearbeitung stellt aber besonders aus Sicht des Ökolandbaus die effektivste mechanische Unkrautkontrolle dar. Auch erhöht der Pflugeinsatz durch Bodenlockerung die mikrobielle N-Mineralisation und damit die Ertragsleistung.

Diese komplexen Zusammenhänge machen deutlich, dass es zur Bewertung der Chancen und Risiken einer reduzierten, nur flachwendenden Bodenbearbeitung einer gesamtsystemaren Betrachtungs- und Vorgehensweise bedarf.

Dem wird innerhalb des Projekts in zweifacher Weise Rechnung getragen:

Zum einen wird der PC-gestützte Anbausystemplaner ROTOR in Hinblick auf Klimaanpassung weiterentwickelt und praxisreif gemacht. Gerade zur Integration von Verfahren einer reduzierten Bodenbearbeitung in Zusammenspiel mit den Leguminosen- bzw. Zwischenfruchtanbau werden Algorithmen zum Risk-Assessment der N-Versorgung, zur Abschätzung von Verunkrautungsrisiken und zu einer gesamtsystemaren Analyse weiter- bzw. neuentwickelt.

Zum anderen muss aber erst regionalspezifisch die Wissensgrundlage zur Algorithmenableitung im Rahmen mehrjähriger Exakt- und Praxisversuchen erarbeitet bzw. angepasst werden. Dies kann wiederum nur an mit Praktikern identifizierten ‚neuralgischen Punkten‘ erfolgen, ohne dabei die Gesamtheit des Anbausystems aus den Augen zu verlieren. Dazu zählen unter anderem die beiden Unterpunkte, deren experimentelle Bearbeitung im Folgenden exemplarisch dargestellt wird

- Optimierung der Stickstoffversorgung von Winterweizen (Gut Wilmersdorf)
- Wasser- und ressourceneffizienter Zwischenfruchtanbau (Ökodorf Brodowin)

Im Rahmen der Exakt- und Praxisversuche wurde als innovatives Bodenbearbeitungsgerät der Ringschneider von „HEKO Landmaschinen“ eingesetzt (Abb. 1), da er eine ganzflächig wurzeldurchtrennende Flachbodenbearbeitung bei hoher Flächenleistung gewährleistet.

Winterweizen

In milden, niederschlagsreichen Wintermonaten kann Weizen den mineralisierten Stickstoff oft nicht aufnehmen, was zur Gefahr von Nitratauswaschungen führt. Darüber hinaus sind die Bestände von Winterweizen bei Vorsommertrockenheit von N-Mangel bedroht. In einem Exaktversuch wird auf Gut Wilmersdorf unter anderem untersucht, ob und wie sich durch den Einschub von Hafer in die Fruchtfolge zusammen mit reduzierter Bodenbearbeitung die N-Versorgung für den Winterweizen besser synchronisieren lässt.

Hierfür wurde Luzerne-Kleegrass im Vergleich sowohl mit dem Pflug (Arbeitstiefe 25 cm) als auch mit dem Ringschneider (6 cm) umgebrochen und Hafer angesät. Bis auf stark Luzerne-betonte Bestände war eine zweimalige Ringschneiderbearbeitung in der Lage, das Luzerne-Kleegrass erfolgreich zu unterschneiden, oberflächennah einzumischen und nach dessen Abtrocknen eine Mulchsaat zu ermöglichen. Auf diese Weise konnten druschwürdige Haferbestände etabliert werden. Begünstigt durch den diesjährigen Witterungsverlauf wiesen die Ringschneider-Parzellen geringere Felddaufgänge, Bestandesdichten (25 %) und Erträge auf. Dies wurde neben der verringerten Nitratmineralisation auch durch eine stärkere Entwicklung von Leguminosen-Unterwuchs und Wurzelunkräutern verursacht (Tab. 1).

Reif Bloch



Abb. 2: Effektive Ausnutzung der Bodenfeuchte – Zwischenfruchtstoppsaat im Zwischenschwadbereich nach der Winterroggenernte (Ökodorf Brodowin, 30.07.2010)

Der Versuch hat gezeigt, dass es mit der ganzflächig durchtrennenden Flachbodenbearbeitung ein Verfahren gibt, das auch im feuchten Frühjahr 2010 eine bodenschonende Bestandsabtötung beim Luzerne-Kleegras ermöglicht, während die gleichzeitige Pflugbodenbearbeitung eine deutliche Pflugsohle ergab. Ob nach dem Hafer eine verbesserte Stickstoffversorgung des Winterweizens erfolgt, wird sich im weiteren Verlauf des Versuchs zeigen. Als weitere Optimierungsvariante wird auf dem Gut Wilmersdorf ein früher Luzerne-Kleegras-Umbruch nach dem zweiten Mulchtermin – gefolgt von einer Zwischenfruchtmulchsaat und einer späten Winterweizen-Aussaart – getestet. Dieser Umbruch konnte im Juli bei sehr trockenen Bedingungen mit dem Ringschneider realisiert werden (Abb. 1).

Zwischenfruchtanbau

In der Zeitspanne zwischen Getreideernte und der Bergung des Strohens passiert es häufig, dass die im Getreidebestand vorhandene bodennahe Restfeuchte unproduktiv verdunstet. Daher wird auf dem Betrieb Ökodorf Brodowin untersucht, inwieweit man durch eine möglichst flache und kapillarbrechende Stoppelbearbeitung (Ringschneider, 6 cm Arbeitstiefe) unmittelbar nach dem Mähdrusch die Wasserverluste minimieren kann – beziehungsweise die Restfeuchte produktiv für Zwischenfrucht-Stoppelsaaten nutzt. Dabei wurde in einem Arbeitsgang mit einem Feinsamenstreuer im Frontanbau ein Zwischenfruchtgemenge auf die Getreidestoppel ausgebracht und durch den nachlaufenden Ringschneider eingearbeitet (Abb. 2; Gemenge 45 kg/ha: Alexandrinerklee, Bitterlupine, Buchweizen, Felderbse, Öllein, Ölrettich, Perserklee, Ramtilkraut,

Serradella, Sommerwicke, Sonnenblume). Als Vergleichsvariante wurde das Zwischenfruchtgemenge erst nach einer betriebsüblichen Stoppelbearbeitung (Grubbereinsatz nach der Strohbearbeitung) in Drillsaat ausgebracht. Im Vergleich führte die kosten- und arbeitszeiteffiziente „Direktsaatvariante“ zu einer schnelleren und dennoch flächendeckenden Etablierung der Zwischenfrucht (Abb. 3).

Der Klimawandel lässt vermehrt extreme sommerliche Wetterlagen erwarten, bei denen sich häufige Trockenphasen und starker Regen abwechseln. Zeiträume mit offenem Ackerboden sollten aus Erosionsschutzgründen auf leichten Standorten unbedingt vermieden werden. Darüber hinaus sollten Restfeuchte und Niederschläge produktiv zur Erzeugung von „Regenwurmfutter“ mithilfe von schnell wachsenden Zwischenfrüchten genutzt werden (Abb. 4). Die hier vorgestellten Varianten erbrachten erste vielversprechende Ergebnisse auf dem Weg zu klimaangepassten Anbauverfahren, die in den nächsten Jahren weiter erprobt und entwickelt werden. ■



Dr. agr. Johann Bachinger, Institut für
Landnutzungssysteme, Leibniz-Zentrum
für Agrarlandschaftsforschung e. V.,

Eberswalder Straße 84, 15374 Müncheberg.

E-Mail: jbachinger@zalf.de

Dipl.-Ing. (FH) Ralf Bloch, Hochschule für
nachhaltige Entwicklung Eberswalde (FH),
Fachbereich Landschaftsnutzung und Naturschutz,
Friedrich-Ebert-Straße 28, 16225 Eberswalde.
E-Mail: ralf.bloch@hnee.de



Ralf Bloch

Abb. 3: Eine erfolgreiche Etablierung von Zwischenfrüchten verbessert den Erosionsschutz und fördert die Bodenfruchtbarkeit (Ökodorf Brodowin, 01.09.2010)



Ralf Bloch

Abb. 4: Feldfläche mit Zwischenfrucht im Herbst



Ackerboden mit Gedächtnis?

Zur Nährstoffumsetzung von organischen Düngern im Boden

Leif Nett und Matthias Fink (Großbeeren)

Hat der Ackerboden ein „Gedächtnis“? Wird ein organischer Dünger in einem Boden, der vorher viele Jahre mit diesem Dünger behandelt wurde, schneller umgesetzt als in einem bis dahin ungedüngten Boden? Diese Fragen wurden am Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau in Großbeeren untersucht.

Der Ökologische Landbau ist auf die organische Düngung angewiesen, um die Versorgung der Pflanzen mit Nährstoffen, insbesondere Stickstoff, sicherzustellen. Dabei ist bekannt, dass der langjährige Einsatz von organischen Düngern gegenüber einer rein mineralischen Düngung die organische Substanz und die mikrobielle Biomasse im Boden erhöht. Auch die Zusammensetzung der mikrobiellen Gemeinschaft und oft auch bestimmte Enzymaktivitäten verändern sich. Ungeklärt ist jedoch die Frage, ob diese Änderungen mit einer veränderten Abbaurates neu zugegebener organischer Dünger einhergehen. Eine häufig geäußerte Hypothese ist, dass sich Mikroorganismenpopulationen langfristig an organische Dünger anpassen und daher „bekannte“ Dünger schneller oder effektiver abbauen als „unbekannte“.

Wie viel Stickstoff wird pflanzenverfügbar?

Der Abbau organischer Dünger wird hauptsächlich von Bodenmikroorganismen durchgeführt, die dabei Nährstoffe und Energie nutzen. Nicht genutzte Nährstoffe werden dabei abgegeben und zum Teil pflanzenverfügbar, zum Beispiel als mineralischer Stickstoff (N) in der Bodenlösung. Die Vorhersage der Pflanzenverfügbarkeit dieser Nährstoffe bestimmt die Aufwandmenge der Düngung und ist daher wesentlicher Bestandteil der Düngungsstrategie. Eine überhöhte Düngung führt zu unerwünschten Verlusten von Nährstoffen an die Umwelt, während eine zu geringe Düngung eine Mangelernährung

der Feldfrucht und damit Ertragseinbußen nach sich zieht. Die Geschwindigkeit des mikrobiellen Abbaus organischer Dünger und damit indirekt auch die Verfügbarkeit von Pflanzennährstoffen hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab. Dies erschwert die Vorhersage erheblich. Zum einen steuern abiotische Faktoren wie die Bodentemperatur und die Bodenfeuchte die mikrobielle Aktivität, zum anderen sind biotische Faktoren wie die Menge an mikrobieller Biomasse im Boden und die Zusammensetzung der mikrobiellen Population wichtig.

Langzeiteffekte organischer Düngung

Der auffälligste Effekt, der sich nach mehreren Jahren organischer Düngung gegenüber einer rein mineralischen Düngung oder dem Verzicht auf Düngung zeigt, ist die Gehaltszunahme der organischen Substanz des Bodens. Dieser Effekt entsteht dadurch, dass sich ein neues Fließgleichgewicht zwischen Input an organischer Substanz in den Boden und Output von organischer Substanz durch Abbau der vorhandenen organischen Stoffe einstellt.

Mit der Zunahme der organischen Bodensubstanz nimmt in der Regel auch die mikrobielle Biomasse im Boden zu. Darüber hinaus kann es zu qualitativen Veränderungen der Mikrobengemeinschaft im Boden kommen. Die Mikroorganismen adaptieren dabei an die Düngerart und produzieren bestimmte Enzyme, die für den Abbau organischer Substanz erforderlich sind. Deshalb könnte man vermuten, dass ein organischer Dünger im Boden schneller abgebaut wird, wenn sich die Artengemeinschaft der Mikroorganismen in der Vergangenheit bereits darauf einstellen konnte. Es gibt jedoch zahlreiche Untersuchungen, die zeigen, dass sich Mikroorganismen sehr schnell an veränderte Umweltbedingungen anpassen können. Mikroben, die zu einem Zeitpunkt keine guten Bedingungen im Boden zum Überleben vorfinden, sterben nicht vollständig aus, sondern existieren noch in geringer Anzahl und bilden Überdauerungsformen wie zum Beispiel Sporen. Die spannende Frage aus der Sicht des Pflanzenbauers lautet: Hat die beschriebene Anpassung der Mikroorganismen so große Auswirkungen, dass sie bei der Bemessung der organischen Düngung berücksichtigt werden muss? Die Antwort auf diese Frage hängt davon ab, wie lange es dauert, bis sich die mikrobielle Population im Boden an einen neuen organischen Dünger angepasst hat.

Ausgangspunkt für unsere Untersuchungen war die Hypothese, dass eine Anpassung umso länger dauert, je „extremer“ die physikochemischen Eigenschaften des organischen Düngers sind. Ist zum Beispiel das Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff im Dünger sehr hoch oder sind diese Nährstoffe in der organischen Substanz sehr stark gebunden, so sind nur wenige spezialisierte Mikroorganismenarten in der Lage, diese Nährelemente zu nutzen. Dies hat vermutlich zur Folge, dass ein Langzeiteffekt organischer Düngung von größerer Bedeutung ist, da erst nach längerer Zeit eine Anpassung der Mikrobenpopulation zu verstärktem Abbau führt. Bei organischen Düngern, die leicht abbaubar sind und daher von einer Vielzahl von Mikroorganismenarten genutzt werden können, wäre nach unserer Hypothese keine große Wirkung der Düngungshistorie zu erwarten.

Abbaustudie im Inkubationsversuch

Die oben geschilderte Frage untersuchten wir in einem Inkubationsversuch. Hierfür wurden Bodenproben von einem Dauerversuch entnommen, der seit über 30 Jahren stark unterschiedlich gedüngt wurde: keine Düngung, Stallmist, Kieferntrockenrinde, Gemüseerückstände. Diese vier Behandlungen werden nachfolgend als Düngungshistorie bezeichnet. Im Labor wurden diese Böden dann jeweils neu mit Stallmist (Abb. 1), Kieferntrockenrinde oder Gemüseerückständen (Abb. 2) versetzt oder verblieben als unbehandelte Kontrollvariante. So entstanden aus vier Düngungshistorien in Kombination mit vier aktuellen Düngungsvarianten 16 Varianten. Nach der aktuellen Düngung und einer Wassergehaltseinstellung wurde die Freisetzung von Kohlenstoffdioxid (CO_2), die Menge an mineralischem Stickstoff im Boden (N_{min}) und die mikrobielle Biomasse für fünf Monate bei konstanter Temperatur gemessen. Die CO_2 -Freisetzung wurde kontinuierlich (Abb. 3), N_{min} und die mikrobielle Biomasse an fünf Terminen bestimmt. Die Nettoänderung von N_{min} , die auch als Netto-N-Mineralisierung bezeichnet wird, ist die für die Düngung relevante Größe, da sie die Änderung der Menge an pflanzenverfügbarem Stickstoff repräsentiert.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Netto-N-Mineralisierung am Ende des Inkubationszeitraums im Boden mit historischer Stallmistdüngung am höchsten war, die des Bodens ohne Düngung in der Ver-



Abb. 1. Dauer-Düngungsversuch in Großbeeren nach Ausbringung von Stallmist. Sowohl im ökologischen als auch im konventionellen Landbau kann Stallmist einen wichtigen Beitrag zur Nährstoffversorgung von Pflanzen und Boden leisten. Eine genaue Vorhersage der Mineralisierung von organischen Düngern trägt dazu bei, die Nährstoffverluste an die Umwelt gering zu halten.



Abb. 2. Blumenkohl vor (links) und nach (rechts) der Ernte. Manche Gemüsearten hinterlassen große Mengen an Ernterückständen, da die geernteten Produkte nur einen geringen Anteil der gesamten Pflanzenmasse ausmachen. Die Nährstofffreisetzung aus Ernterückständen muss bei der Düngung der folgenden Kulturen berücksichtigt werden.



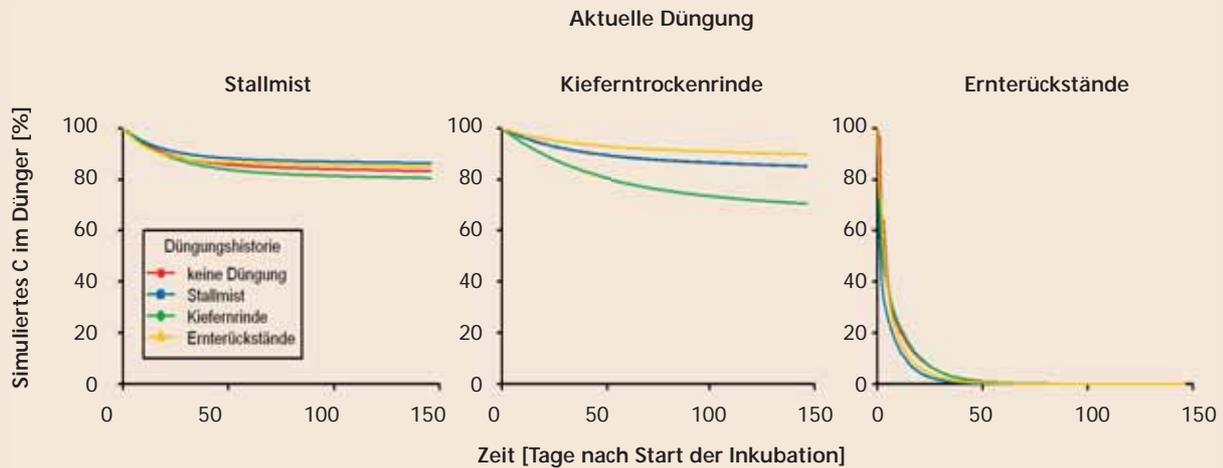
gangenheit am kleinsten und die der beiden anderen Düngungshistorien zwischen den beiden anderen Varianten lagen. Dieser Trend war unabhängig von der aktuellen Düngung im Laborversuch und zeigte sich damit nicht nur in allen Varianten, in denen Dünger neu zugesetzt wurde, sondern auch in der Kontrolle, die keinen Dünger bekam. Das bedeutet, die Unterschiede der Netto-N-Mineralisierung zwischen den Bodenhistorien waren hauptsächlich auf die unterschiedliche Freisetzung von N_{\min} aus „alter“ organischer Bodensubstanz zurückzuführen, während die Freisetzung aus dem neu zugegebenen Düngern nicht von der Düngungshistorie beeinflusst wurde. Die unterschiedliche Freisetzung von N_{\min} aus „alter“ organischer Bodensubstanz war gut mit den Gesamtgehalten an N im Boden korreliert und damit eine Folge der langjährigen Düngungspraxis. Nur in den ersten Tagen nach dem Beginn des Inkubationsversuches traten statistisch signifikante Effekte der Düngungshistorie auf die Netto-N-Mineralisierung von frisch zugegebenen Düngern auf. Diese waren aber von so kurzer Dauer, dass sie für die Bemessung der Düngung nicht praxisrelevant waren.

Die Daten der CO_2 -Freisetzung deuteten darauf hin, dass der C-Abbau von neu zugegebenen Düngern von der Düngungshistorie beeinflusst wurde; nachweisbar war dies drei Monate nach dem

Abb. 3. Messung der CO_2 -Freisetzung im Inkubationsversuch an der Respicond-Anlage (A. Nordgren Innovations AB, Bygdeå, Sweden). Diese Methode ermöglicht die kontinuierliche Messung der CO_2 -Freisetzung für einen Zeitraum von Monaten. Dabei nutzt man die Eigenschaft einer Lauge, unter Bindung von CO_2 proportional an elektrische Leitfähigkeit zu verlieren.

Abb 4. Abbau von Kohlenstoff (C) aus drei verschiedenen, frisch zugeführten organischen Düngern in Abhängigkeit von der Düngungshistorie.

Die schwer abbaubare Kieferntröcknerinde wird am schnellsten in dem Boden abgebaut, der schon in der Vergangenheit mit Kieferntröcknerinde gedüngt wurde (grüne Linie in der mittleren Abbildung). Die Abbauraten der beiden anderen organischen Dünger werden von der Düngungshistorie nur wenig beeinflusst.



Beginn der Inkubation. Zu diesem Zeitpunkt war von dem C in der Kieferntröcknerinde im Boden, der immer schon Kieferntröcknerinde in der Vergangenheit bekam, mehr abgebaut als in den anderen Böden. Bei neu zugegebenem Stallmist und Ernterückständen gab es keine Unterschiede in der C-Mineralisierung zwischen den Bodenhistorien. Dies ist im Einklang mit unserer Hypothese, dass Anpassungen der Bodenmikroorganismen und damit die Düngungshistorie umso wahrscheinlicher einen längerfristigen Effekt auf die Abbauraten neu zugegebener Dünger haben, je „extremer“ die physikochemischen Eigenschaften des Düngers sind. Zum einen hatte Kieferntröcknerinde ein deutlich weiteres C/N Verhältnis (120) als die anderen beiden Dünger (Stallmist: 14, Gemüseernterückstände: 26) und zum anderen ist Kieferntröcknerinde sehr schwer abbaubar durch den hohen Anteil an Cellulose und Harzen. Die Unterschiede zwischen den Düngungshistorien in der bis zum Ende der Inkubation akkumulierten CO_2 -Freisetzung waren jedoch nicht abhängig von der Art des neu zugegebenen Düngers.

Modellansatz zur Abschätzung der Abbauraten

Die Netto-N-Mineralisierung bzw. die CO_2 -Freisetzung spiegelt die Umsatzrate nur bedingt wieder, da Teile des abgebauten C und N in Bodenmikroorganismen oder toter organischer Bodensubstanz verbleiben und damit nicht als CO_2 oder N_{min} gemessen werden. Da die Umsatzrate direkt nur mit aufwendigen Methoden gemessen werden kann (z. B. mit Isotopenversuchen), nutzten wir einen Modellansatz, um die Umsatzraten zu schätzen. Hierbei verwendeten wir ein mathematisches Simulationsmodell, das die Flüsse von C und N im Boden berechnet. Unter Berücksichtigung unserer Messdaten wurde dann die Abbauraten der Dünger und die Atmungsak-

tivität (CO_2 -Freisetzung) der Mikroorganismen berechnet. Letzterer Parameter ist maßgeblich für die Höhe der N-Immobilisierung, das heißt der N-Fixierung in mikrobieller Biomasse.

Die Güte der Modellanpassung an die gemessenen Daten verbesserte sich deutlich, wenn verschiedene Abbauraten eines Düngers in Böden mit unterschiedlicher Düngungshistorie in der Simulation zugelassen wurden.

Die Ergebnisse der Parameterschätzung deuteten darauf hin, dass die verstärkte CO_2 -Freisetzung aus Kieferntröcknerinde in dem Boden, der schon in der Vergangenheit mit Kieferntröcknerindendüngung gedüngt wurde, auf eine höhere Abbauraten zurückzuführen war und nicht auf eine verringerte C-Ausnutzungseffizienz der Mikroorganismen im Vergleich zu den anderen Düngungshistorien (Abb. 4).

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Düngungshistorie den Abbau von frisch zugeführten organischen Düngern zwar statistisch signifikant beeinflusste, die Wirkungen jedoch insgesamt gering waren und zum Teil nur von kurzer Dauer. Aus pflanzenbaulicher Sicht waren sie nicht von Bedeutung. Für die Bemessung der organischen Düngung muss die Düngungshistorie des Bodens daher nicht berücksichtigt werden. ■



Dipl.-Geoökol. Leif Nett, Dr. Matthias Fink, Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren/
Erfurt e.V., Abteilung Modellierung und Wissenstransfer,
Theodor-Echtermeyer-Weg 1, 14979 Großbeeren,
E-Mail: nett@igzev.de, fink@igzev.de



Die Ökologische Tierhaltung braucht noch viel wissenschaftliche Unterstützung

Gerold Rahmann, Kerstin Barth, Regine Koopmann und Friedrich Weißmann (Trenthorst)

Der Ökologische Landbau basiert auf der Idee einer umweltfreundlichen, tiergerechten und die Lebensqualität steigernden naturnahen Landwirtschaft. Die deutschen Biobauern konnten 2009 Verkaufserlöse von 1,2 Mrd. Euro erwirtschaften (3,2% der gesamten landwirtschaftlichen Erlöse). Die Tierhaltung hatte daran einen Anteil von 46%. Doch in vielen Bereichen, wie der Gesunderhaltung der Tiere, dem Tierschutz und der Fütterung, gibt es noch Entwicklungsbedarf, um den hohen Ansprüchen der Ökologischen Tierhaltung gerecht zu werden.

2008 wurden 461.000 Tonnen Bio-Milch (1,6% Marktanteil) und 50.000 Tonnen Bio-Rindfleisch (4,3%) produziert. Mit 8,8% haben Bio-Schaf- und Ziegenfleisch den größten Anteil am Gesamtmarkt eines Produktes aus der Tierhaltung, doch dieser Markt ist mit 3.600 Tonnen vergleichsweise klein. Bei den wichtigen Segmenten Schweine- und Geflügelfleisch haben Bioproducte erst einen Marktanteil von unter einem Prozent. Bei den Eiern werden 3,3% (425 Mio. Stück) in Bio-Haltung erzeugt.

Wie unterscheiden sich ökologische und konventionelle Nutztierhaltung?

Tierschutz ist ein zentrales Ziel im Ökologischen Landbau und eines der wichtigsten Motive für den Kauf von Öko-Produkten. Die Vorgaben für die Tierhaltung nehmen deshalb einen erheblichen Umfang an den gesetzlichen sowie den privaten (Verbands-)Standards zur ökologischen Landwirtschaft ein.

Ungeachtet dieser Standards bestehen erhebliche Überlappungen hinsichtlich der Haltungsumwelten und hinsichtlich des Managements in ökologischen und konventionellen Betrieben.

Am ähnlichsten sind sich die ökologische und konventionelle Schaf- und Ziegenhaltung, gefolgt von der Mutterkuh- und der Milchkuh-

haltung. Am weitesten voneinander entfernt sind die „high input – high output“ Betriebe der Geflügelmast und Schweinehaltung. Die konventionelle Hühnerhaltung (ausgestaltete Käfige, Boden- und Freilandhaltung) und auch die Schweinehaltung haben in den letzten Jahrzehnten erhebliche (gesetzliche) Verbesserungen in Punkto Tiergerechtigkeit erfahren.

Seit August 2000 (VO 1804/1999/EG) sind viele Tierhaltungspraktiken (z. B. Schnäbel kürzen, Schwänze koupiieren oder das Enthornen) in der Ökologischen Tierhaltung nicht oder nur in Ausnahmen erlaubt. Nun hat die überarbeitete EG Bio-Verordnung 834/2007 (gültig seit 2009) zusätzlich klare Ziele für die Tierhaltung definiert und die Ausnahmen weiter eingeschränkt. Den Tieren werden Mindeststallflächen sowie Ausläufe und Weidegang gewährt. Das Futter stammt bei Wiederkäuern zu 100 Prozent und bei Monogastriern (Schweine, Geflügel) zu 95 Prozent (bis Ende 2011, EG VO 889/2008) aus Ökologischer Produktion. Tierarzneimittel dürfen nicht präventiv gegeben und nachweislich wirksame phytotherapeutische und homöopathische Präparate sollen bei kranken Tieren bevorzugt eingesetzt werden.

Die Ökologische Tierhaltung kann nicht immer halten, was sie verspricht

Während die Standards in der Ökologischen Tierhaltung genau beschrieben sind (EU-VO: Mindeststandards; Verbandsrichtlinien: in

einigen Punkten höhere Standards) gibt es eine ganze Bandbreite von Haltungsverfahren in der konventionellen Tierhaltung, die geringere (gesetzliche Standards des Tierschutzes) oder auch höhere (z. B. Neuland-Markenprogramm) Standards haben.

Auch wenn die Standards in der Regel gut und ausreichend für die Beschreibung tiergerechter Haltungssysteme sind, so sieht die Wirklichkeit leider häufig anders aus. Es gibt sehr viele Ausnahmegenehmigungen und teilweise eine wenig tiergerechte Haltung trotz Einhaltung aller Öko-Standards. Die Gute-Fachliche-Praxis wird in der Öko-Kontrolle nicht erfasst; kontrolliert werden nur die Buchführung und die Vorschriften, die per Betriebsbegehung erfasst werden können. Nachfolgend einige Beispiele, die ein gravierendes Image-Risiko darstellen können.

Viele Ställe bieten zwar mehr Platz für die Tiere, sind aber per se nicht unbedingt tiergerecht. Das Enthornen von Rindern und die Kastration von Ferkeln sind immer noch verbreitete Praxis. Für die Käfighaltung gezüchtete Hybridhennen zeigen auch auf Biobetrieben häufig Fehlverhalten; Federpicken und Kannibalismus sind bislang nicht gelöst. Männliche Küken aus Legehennenbeständen werden weiterhin getötet statt gemästet. Es werden keine Rassegeflügel oder Zwei-Nutzungslinien, sondern fast ausschließlich Hybridlinien eingesetzt, weil nur diese die Leistungserwartungen erfüllen. Der Lebensleistung von ökologisch gehaltenen Milchkühen ist nicht höher und der Tierarzneimittelsatz für die Therapie ist nicht wesentlich geringer als in der konventionellen Tierhaltung. Der Einsatz von Naturheilmitteln ist die Ausnahme. Die Jungtierverluste bei Schweinen sind teilweise höher als in der konventionellen Haltung. Die Anbindehaltung von Rindern ist bislang noch weit verbreitet und soll für Kleinbetriebe beibehalten werden. Die Sommer-Weidehaltung von Kühen ist Pflicht, aber es gibt viele Ausnahmegenehmigungen. Eine 100%-Biofütterung wird eigentlich ab 2012 gesetzlich gefordert, birgt aber zum Teil erhebliche Risiken hinsichtlich Gesundheit und Produktqualität bei Monogastriern (Schweine, Geflügel), da es insbesondere an essentiellen Aminosäuren in den Futtermitteln der Geflügel- und Schweinehaltung fehlt – die sogenannte Prote-

inlücke im Ökologischen Landbau. Bis Ende 2011 ist deshalb der Einsatz konventionellen Futters in bestimmten Anteilen erlaubt (z.B. Kartoffeleiweiß, Maiskleber). Die Verbände schreiben 50 % betriebs-eigenes Futter vor, für verbandsungebundene Öko-Betriebe gibt es aber keine Vorgaben zur Herkunft der Ökofuttermittel.

Was kann die Forschung tun?

Diese Fakten zeigen, dass die Ökologische Tierhaltung zwar gute Ziele, aber auch Entwicklungsbedarf hat. Die Lösungen kann die Praxis aus eigener Kraft nicht leisten und benötigt wissenschaftliche Unterstützung. Das BMELV hat dies bereits frühzeitig erkannt und im Jahr 2000 das Institut für Ökologischen Landbau in Trenthorst gegründet, das heute zum Johann Heinrich von Thünen-Institut gehört. Das Institut befasst sich schwerpunktmäßig mit der Ökologischen Tierhaltung. Nach 10 Jahren soll hier ein Einblick in die Ergebnisse zur Optimierung der Prozess- und Produktqualität in der Ökologischen Tierhaltung gegeben werden.

Milchkühe

„Prävention statt Therapie“ ist eine Forderung des Ökologischen Landbaus zur Erhaltung der Tiergesundheit. Neben einer tiergerechten Haltung und Versorgung fordern die Richtlinien deshalb auch die Nutzung standortangepasster Rassen für die ökologische Tierproduktion. Seit 2004 vergleichen wir deshalb auf unserem Versuchsbetrieb die in der konventionellen wie in der ökologischen Milchproduktion weit verbreitete milchleistungsorientierte Deutsche Holstein – Schwarzbunte (DH) mit der standorttypischen Deutschen Rotbunten im alten Doppelnutzungstyp (Rbt) (Abb. 1). Im spiegelbildlich aufgebauten Stall werden die beiden Herden (je 50 Tiere) zwar getrennt voneinander, aber unter den gleichen Managementbedingungen (Aufstallung, Fütterung, Melken) gehalten (Abb. 2). In einem langfristigen Monitoring werden zahlreiche Daten rassespezifisch erfasst (z. B. zur Leistung und zur Gesundheit) und miteinander verglichen.



Abb. 1: Die zwei für den Vergleich herangezogenen Rinder-rassen: die standorttypische Deutsche Rotbunte und die weit verbreitete Deutsche Holstein – Schwarzbunte



Abb. 2: Blick in die eine Hälfte des Milchviehstalls in dem Trenthorster Forschungsinstitut

Tab. 1: Kriterien der Mastleistung, Schlachtkörperqualität und Wirtschaftlichkeit von Schweinen mit unterschiedlichen Lysin-Energie-Quotienten im Vor- und Endmastfutter (Lysin-ME-Verhältnis = g Lysin pro MJ umsetzbare Energie)

Lysin-ME-Verhältnis in Vor-/Endmast	Versuchsgruppe	Negativ-Kontrolle	Positiv-Kontrolle	Normal-Kontrolle
	0,69 / 0,69	0,69 / 0,59	0,89 / 0,69	0,89 / 0,59
Anzahl Tiere (n)	22	23	24	23
Mittlere tägliche Zunahme (g / Tier und Tag) in der ...				
... Vormastperiode	905	914	912	901
... Endmastperiode	1010	976	926	916
Mittlere Futteraufnahme (kg / Tier und Tag) in der ...				
... Vormastperiode	2,9	2,8	2,8	2,9
... Endmastperiode	3,4 ^a	3,2 ^{ab}	3,1 ^b	3,0 ^b
Muskelfleischanteil (%)	55,1	55,0	56,7	56,5
Überschuss des Erlöses über die Ferkel-Futter-Kosten unter den Fütterungsvorgaben gemäß ...				
... EU-Öko-VO ab 2012 (Euro/ Tier)	44,10	48,09	37,37	41,37

^{a,b} Unterschiedliche Hochbuchstaben einer Zeile zeigen signifikante (p<0,05) Unterschiede

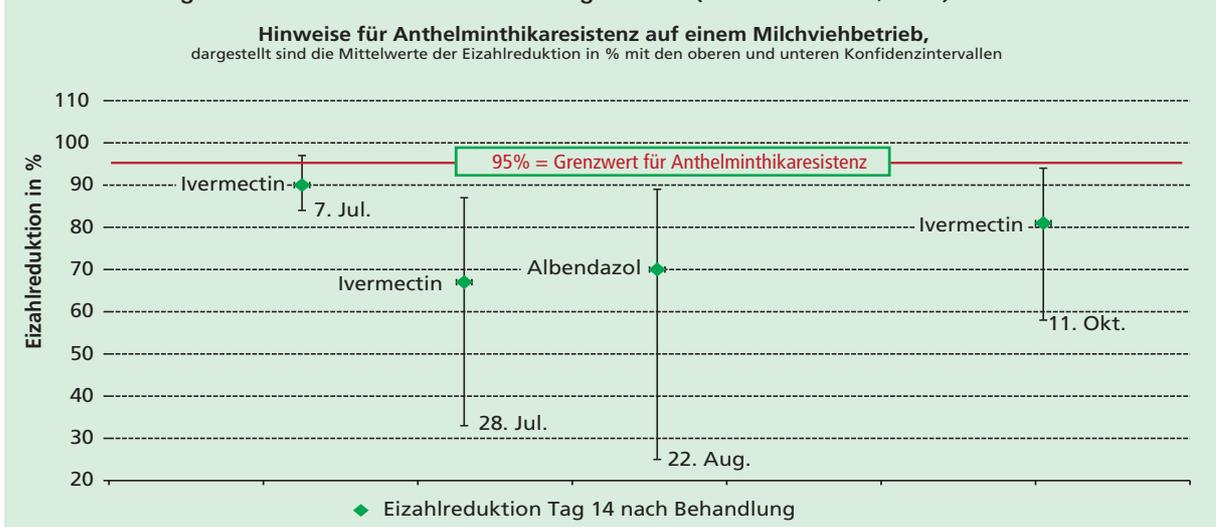
Im Rahmen eines interdisziplinär angelegten Projektes, das durch das Bundesprogramm Ökologischer Landbau gefördert wird, wurde der sehr risikoreiche Zeitraum nach der Kalbung, in der die Milchproduktion kontinuierlich zunimmt und der Energiebedarf der Kuh oft nicht entsprechend gedeckt werden kann, näher untersucht. Die Ergebnisse zeigten, dass die leistungsstarken DH zwar einer stärkeren Stoffwechselbelastung als die Rbt ausgesetzt waren, aber dies nicht zwangsläufig zu einem häufigeren Auftreten von Erkrankungen führte. Hinsichtlich der Eutergesundheit – einem der bedeutsamsten Krankheitskomplexe in der Milchviehhaltung – waren die DH den Rbt sogar überlegen. Die einfache Formel, nach der höhere Leistungen zwangsläufig mit einer erhöhten Krankheitsanfälligkeit einhergehen, greift auf der einzelbetrieblichen Ebene somit einfach zu kurz. Wir empfehlen ökologisch wirtschaftenden Landwirtinnen und Landwirten deshalb, die Rasse zu wählen, die zu ihnen und ihrem Betriebssystem passt, und die regionale Herkunft als zweitrangig zu betrachten. Davon unberührt bleibt die Forderung, alte lokale Rassen im Interesse der Biodiversität zu erhalten und zu nutzen.

Schweine

Beim Mastschwein wurde untersucht, ob die Fähigkeit des Schweins zum kompensatorischen Wachstum (Aufholwachstum) genutzt werden kann, um die negativen Folgen einer Aminosäuren-Unterversorgung in der Anfangsmast zu überwinden. Die Unterversorgung entsteht, wenn bei einer 100%igen Ökoration auf deutlich erhöhte, die Umwelt belastende Rohproteingehalte verzichtet wird. In einem Gemeinschaftsversuch mit dem Institut für Tierernährung des Friedrich-Loeffler-Instituts wurden 96 Mastschweine auf vier Gruppen aufgeteilt, die sich im für den Mastserfolg so entscheidenden Aminosäuren-Energie-Verhältnis (g Lysin pro MJ umsetzbare Energie, ME) im Anfangs- und Endmastfutter unterschieden.

Tabelle 1 enthält ausgewählte Ergebnisse. Es zeigt sich, dass die Versuchsgruppe in der Endmast deutlich erhöhte Tageszunahmen aufweist, da sie signifikant mehr Futter aufgenommen hat. Das ist ein kompensatorischer Effekt, von dem die Futtermittelverwertung unberührt blieb. Der nur geringe, nicht signifikante Abfall des Muskel-

Abb. 3: Verringerte Wirksamkeit von Entwurmungsmitteln (n. Kleinschmidt, 2009)





agrarpres

fleischanteils in der Versuchs- und Negativkontrollgruppe ist ebenfalls als Kompensationseffekt zu deuten.

Interessant ist das wirtschaftlich beste Abschneiden der Negativkontrolle und Versuchsgruppe. Dafür sind zwei Gründe maßgeblich: Einerseits führen die geringen Restriktionen bei der Wahl des Futters zu den günstigsten Futtermittelpreisen, andererseits wird bestätigt, dass das Intensitätsoptimum eines Produktionsverfahrens wesentlich von den Erlös- oder Kostenrelationen abhängt. Das Verbot der billigen konventionellen Komponenten führt offensichtlich zu abgesenkten Bedarfsnormen für die Aminosäureversorgung in der ökologischen Vormast. Fazit: Mit Mastrationen ausschließlich 100% ökologischer Herkunft sind wirtschaftlich tragbare Mastleistungen und Schlachtkörperqualitäten zu erzielen.

Bei der Ferkelfütterung deuten Vorversuche in Trenthorst darauf hin, dass von Ferkeln das suboptimale Aminosäuremuster im 100% Öko-Kraftfutter durch die gleichzeitige Aufnahme von Klee-Gras-Silage ganz offensichtlich umfangreich kompensiert werden kann. Dieser Ansatz soll im Rahmen eines EU-weiten Forschungsantrages näher beleuchtet werden.

Parasiten-Kontrolle

In Biobetrieben stellen Infektionen mit Magen-Darm-Nematoden bei weidenden Jungrindern, Schafen und Ziegen ein wesentliches Problem für die Tiergesundheit dar und sind daher auch von erheblicher wirtschaftlicher Bedeutung.

Mit epidemiologisch begründeten Änderungen beim Weidemanagement lässt sich die Zahl der Infektionserreger auf der Weide deutlich verringern. In Trenthorst mussten die Ziegen, denen in 7 bis 14-tägigen Abständen ein frisches Stück Weide zugeteilt wurde, überhaupt nicht entwurmt werden. Dieses Potenzial wird in der Praxis jedoch kaum genutzt, was vor allem auf den erhöhten Arbeitseinsatz im Vergleich zur Behandlung mit Anthelminthika (Entwurmungsmitteln) und einen Mangel an Flächen zurückzuführen ist.

Weil auch die klassischen Alternativen wie Homöopathie und Phytotherapie bisher keine brauchbaren Ergebnisse bei der Parasitenkontrolle liefern konnten, werden auch in ökologisch bewirtschafteten

Betrieben weitgehend noch verschreibungspflichtige Tierarzneimittel eingesetzt.

Bei den Anthelminthika konnte erstmalig gezeigt werden, dass bei der Hälfte der untersuchten norddeutschen Milchviehbetriebe Ivermectin, eines der gebräuchlichsten Mittel, nur noch vermindert wirksam war. Auf einem Betrieb in der Wilster Marsch wurde selbst bei mehrfach wiederholten Entwurmungen die Anzahl der ausgeschiedenen Wurmeier nur um 69% bis 90% verringert (Abb. 3). Die entsprechend schlechte Gewichtsentwicklung der Kälber zeigt Abbildung 4.

Der Erfolg einer Entwurmungsbehandlung sollte durch Kontrollkotproben auf jeden Fall nach 14 Tagen kontrolliert werden, besonders im Ökolandbau.

Wissenschaftliche Herausforderungen

In den letzten zehn Jahren hat die wissenschaftliche Unterstützung der Ökologischen Tierhaltung bereits viel erreicht. Die Forschung mit Tieren ist langwierig und aufwändig. Die Wissenschaft muss klären, wie die

- negativen Umweltwirkungen (Klimagase, Stäube, Gerüche, Nitrate) der Ökologischen Nutztierhaltung reduziert,
- betriebseigene und lokale Ressourceneffizienz gesteigert,
- Tiergesundheit und die Tiergerechtigkeit verbessert,
- Produktqualität und die Produktionsmenge pro Tier erhöht und
- Wettbewerbsfähigkeit auf globalen Märkten gesichert und gestärkt werden kann.

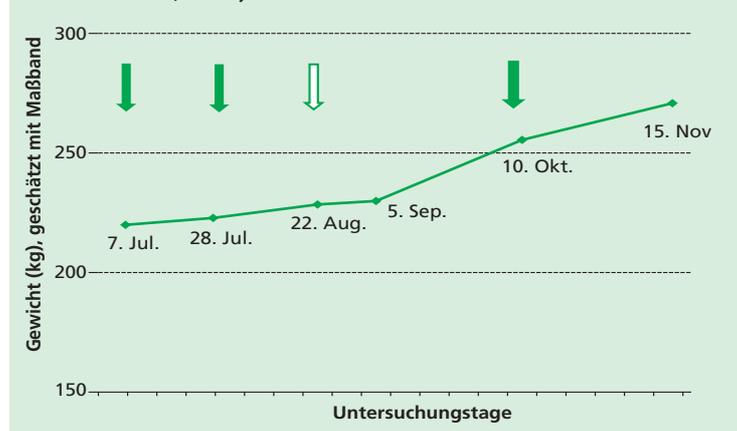
Es gibt noch viel zu tun. ■



Prof. Dr. Gerold Rahmann, Dr. Kerstin Barth, Dr. Regine Koopmann und Dr. Friedrich Weißmann,

Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Ökologischen Landbau, Trenthorst 32, 23847 Westerau, E-Mail: oel@vti.bund.de

Abb. 4: Gewichtsentwicklung erstsömmriger Kälber, dargestellt sind die Mittelwerte Grüne Pfeile = Entwurmungen mit Ivermectin, weißer Pfeil = Entwurmung mit Albendazol (nach Kleinschmidt, 2009).



VON DER SONNE LERNEN

Nutzung der Plasmatechnologie zur Behandlung von Lebensmitteln

Matthias Baier (Potsdam), Jörg Ehlbeck (Greifswald), Oliver Schlüter (Potsdam)

Pflanzliche Produkte wie Gemüse oder Obst können bedenklich hohe Konzentrationen an Krankheitserregern aufweisen. Auch gezielte Reinigungsschritte während der Aufarbeitung bieten keinen ausreichenden Schutz gegen mikrobiologische Verunreinigungen. Als rückstandsfreie Alternative zu bisher üblichen chemischen und thermischen Dekontaminationsverfahren soll künftig kaltes Plasma zum Einsatz kommen. Das umweltschonende physikalische Verfahren wird seit Jahren erfolgreich in der Oberflächenbehandlung von Lebensmittelverpackungen genutzt. Die Wirkung auf Lebensmittel selbst ist aber bisher kaum erforscht. Wissenschaftler am Leibniz-Institut für Agrartechnik in Potsdam-Bornim (ATB) untersuchen nun die Anwendung von Plasma bei frischem Obst und Gemüse, um die Keimzahlen zu verringern und damit die Sicherheit der Produkte zu erhöhen.

Frisches Obst und Gemüse kommt aus dem Freiland oder Gewächshaus und weist daher, je nach Bodenbeschaffenheit und Witterungsbedingungen, eine natürliche Mikroflora aus Bakterien, Schimmelpilzen und Hefen, Viren und Protozoen auf. Darüber hinaus können Lebensmittel insbesondere durch Wasser und tierische Exkremente kontaminiert werden. Besonders humanpathogene Mikroorganismen wie Listerien müssen aus hygienischer Sicht vermieden werden. Wirtschaftlich bedeutsam sind auch pflanzenschädigende Pilze und Bakterien, die Lagerverluste verursachen können.

Mit den wachsenden Anforderungen hinsichtlich einer rückverfolgbaren Produktqualität und -sicherheit gewinnt vor allem die Bestimmung des mikrobiellen Kontaminationsgrades und die daraus ableitbare Überwachung des Hygienestatus an Bedeutung. Wenn erhöhte Bakterienzahlen festgestellt werden, muss zeitnah in geeigneter Weise darauf reagiert werden. Thermische Verfahren zur mikrobiellen Dekontamination werden dem Verbraucheranspruch an ein möglichst ursprüngliches, frisches Produkt von hoher Qualität und Sicherheit nicht gerecht. Chemische Methoden finden aufgrund der Rückstandsproblematik keine Akzeptanz bei den Konsumenten. Eine rückstandsfreie Behandlung, zum Beispiel mit Ozon, kann dagegen meist nur unzureichende Inaktivierungsraten bei den Schadkeimen gewährleisten.

Um vorzeitigem Verderb und einem nicht akzeptablen Sicherheitsrisiko vorzubeugen, müssen daher geeignete Behandlungsprozesse entwickelt werden, die gleichzeitig Produktsicherheit und den Erhalt der wertgebenden Produkteigenschaften garantieren. Hier bietet der gezielte Einsatz von Niedertemperaturplasma (NTP) bei atmosphärischen Bedingungen einen neuen und viel versprechenden technologischen Ansatz zur schonenden Hygienisierung von frischem und minimal verarbeitetem Obst und Gemüse. Das neue Verfahren bietet zukünftig auch die Perspektive, in der ökologischen Produktion eingesetzt zu werden, da es auf physikalischen Prinzipien beruht.

Interessante Optionen für die Medizin

Als Plasma wird der nach dem gasförmigen Zustand nächsthöhere, vierte physikalische Aggregatzustand der Materie bezeichnet. Natürliches Plasma findet sich in der Sonne, dem Polarlicht oder bei Gewitterblitzen. Die heutige Technik ermöglicht es, ein Plasma auch weit unterhalb der Millionen Grad Celsius der Sonne oder den Tausenden Grad Celsius eines Blitzes zu generieren. Deshalb spricht man in diesem Fall von einem nicht-thermischen oder auch kalten Plasma.

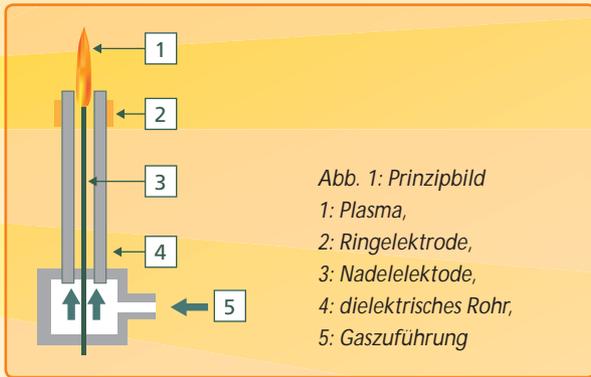


Abb. 1: Prinzipbild
 1: Plasma,
 2: Ringelektrode,
 3: Nadelelektrode,
 4: dielektrisches Rohr,
 5: Gaszuführung

Die antimikrobielle Wirksamkeit solcher nicht-thermischer Plasmen ist bereits Gegenstand intensiver Forschung, beispielsweise in der Medizintechnik. Dort wird untersucht, inwieweit sich hitzeempfindliche medizinische Verbrauchsmaterialien wie Katheterschläuche und Instrumente bei niedrigen Temperaturen mittels Plasma sterilisieren lassen. Studien der neu entstehenden Plasmamedizin deuten darauf hin, dass bei Patienten mit chronischen Wunden eine direkte Anwendung auf die Haut die Krankheitserreger dezimiert und zu einer Beschleunigung der Wundheilung führen kann. Die besondere Herausforderung liegt darin, ein Plasma zu generieren, das unter Umgebungsdruck Temperaturen von 35 °C nicht überschreitet.

Kaltes Plasma für empfindliche Frischeprodukte

Die Nutzung der Plasmabehandlung pflanzlicher Rohmaterialien ist noch Neuland. Weniger als 20 Publikationen weltweit sind zu diesem Thema zu finden. Voraussetzung für die erfolgreiche Anwendung der Plasmatechnologie ist – neben niedrigen Temperaturen – die Unempfindlichkeit gegenüber Schwankungen in Größe und geometrischer Form, Beschaffenheit und Struktur der Oberflächen, sowie Toleranz gegenüber schwankenden Feuchtigkeitsgehalten. Damit werden hohe Anforderungen an den Prozess und an die verwendeten Plasmaquellen gestellt. Dielektrisch behinderte Entladungen, wie sie großtechnisch in der Behandlung von Kunststoff-Folien oder zur Ozongenerierung eingesetzt werden, sind nur in speziellen Ausführungen einsetzbar. Sogenannte Remote-Plasmen, bei denen die Applikation von der Plasmaerzeugung getrennt ist, eignen sich besser. Um der Herausforderung einer Keim-Inaktivierung auf empfindlichen

biologischen Oberflächen begegnen zu können, setzt das ATB in Potsdam einen am Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie (INP Greifswald e.V.) entwickelten Plasmajet ein (Abb. 1). Eine Flächenleistung, wie sie zum Beispiel für automatisierte Verarbeitungslinien in der Obst- und Gemüseproduktion notwendig ist, kann durch zusammengeführte Plasmajetmodule erreicht werden (Abb. 2). Eine weitere Möglichkeit stellen Remote-Plasmen auf Basis von Mikrowellenanregung dar, die über wesentlich höhere Leistungsumsätze bis zu einigen kW verfügen und mit Pressluft betrieben werden können. Die deutlich höhere Gastemperatur im Prozessbereich stellt aber eine Herausforderung an die Prozessführung dar.

Intelligentes System zur Hygienisierung von Lebensmitteln

Der Erfolg gezielter Hygienisierungsmaßnahmen hängt unter anderem von der jeweiligen Ausgangskeimzahl der Rohware sowie von der Prozessführung ab. Voraussetzung für eine chargenspezifische Verfahrensweise ist die Entwicklung einer schnellen, robusten und automatisierbaren Nachweismethodik, die es ermöglicht, frühzeitig kritische Keimbelastungen zu erkennen und zügig mit einer Behandlung reagieren zu können. Für den Nachweis eignet sich der Waschprozess in idealer Weise, da hier die Keime in Suspension vorliegen und aus einer Bestimmung des Kontaminationsgrades der Hygienestatus des Produktes sowie der Produktionslinie abgeleitet werden kann. Die Anwendung plasmabasierter Verfahren zur Behandlung pflanzlicher Produkte ist grundsätzlich neu. Dies bedeutet, dass neben der Festlegung entsprechender Behandlungsbedingungen und -parameter die Verfahren auch im Hinblick auf den Nachweis der antimikrobiellen Wirksamkeit neu konzipiert werden müssen. Wissenschaftler im Verbundprojekt FriPlas® haben damit begonnen, eine neue gesamtheitliche Lösungsstrategie zur Steigerung der hygienischen Qualität und Sicherheit frischer pflanzlicher Lebensmittel zu entwickeln. Dazu bedienen sie sich innovativer Ansätze zum verfahrensbegleitenden Monitoring von Schadkeimen auf der Produktmatrix sowie einer zielgerichteten Prozessführung neuer nicht-thermischer Plasmatechnologien. In dem Projekt, das vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) gefördert und vom Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim (ATB) koordiniert wird, arbeiten sechs Partner aus Forschung und

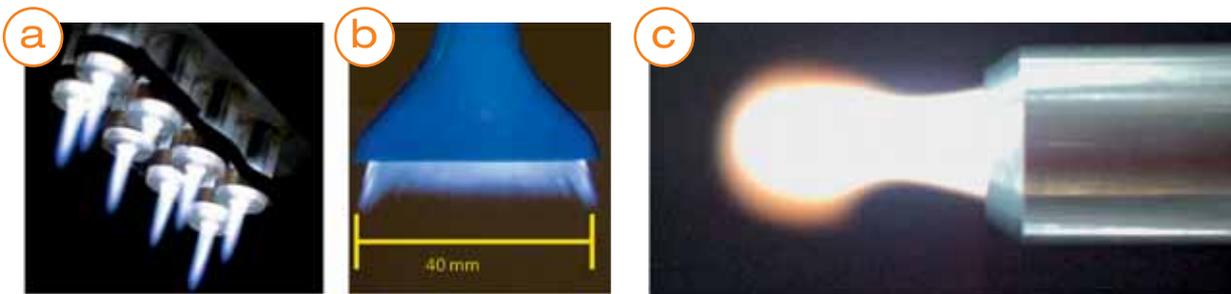
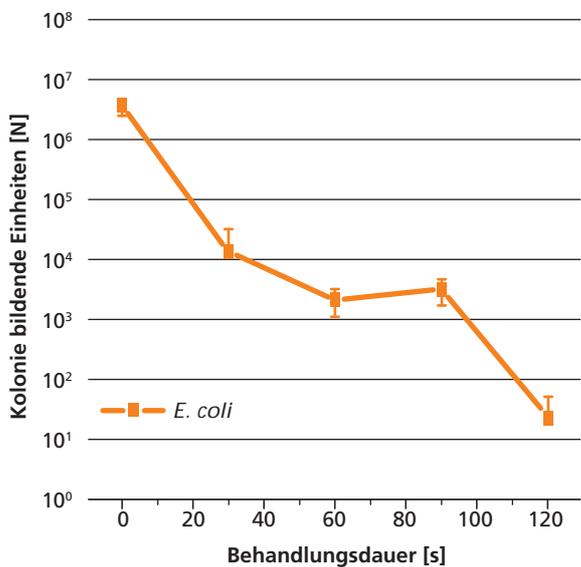


Abb. 2: Plasmaquellen zur großflächigen Applikation (a, b), mikrowellenangeregter Plasmatorch, Leistungsbereich bis 1,6 kW, Arbeitsgas Luft (c); INP

Abb. 3: Inaktivierungskinetik von *E. coli* bei indirekter Behandlung mit 7 mm Abstand zum sichtbaren Argon-Plasma mit 0,1 % O₂-Zusatz.



Wirtschaft zusammen (Forschung: ATB, INP und das Fachgebiet für Lebensmittelbiotechnologie und -prozess Technik der Technischen Universität Berlin. Wirtschaft: CZIOTECH GmbH, ELBAU Elektronik Bauelemente GmbH und Rudolf Wild GmbH & Co. KG).

Nachweis und Charakterisierung von Mikroorganismen

Die Nachweismethodik von Mikroorganismen soll im Rahmen von FriPlas[®] aus einer elektro-optischen Messmethode in Kombination

mit durchflusszytometrischer Analytik entwickelt werden. Während das elektro-optische Verfahren automatisch Zelldichten erfasst und Aussagen über zellphysiologische Parameter ermöglicht, lassen sich mit der Durchflusszytometrie die jeweiligen Verderborganismen über geeignete Sondensysteme schnell identifizieren. Darüber hinaus können anhand von spezifischen Markern bzw. fluoreszierenden Farbstoffen weitere Aussagen über die Enzymaktivität, das Membranpotenzial oder die Intaktheit der Zellmembran der untersuchten Bakterien abgeleitet werden. Entsprechend der Versuchsergebnisse kann die Plasmabehandlung optimiert werden.

Erste Etappensiege gegen Keime

Zunächst wurde eine Modellmatrix ausgewählt, auf der die mikrobiologischen Tests durchgeführt werden. Mit Hilfe eines leicht sterilisierbaren Gels kann die Plasmawirkung auch auf Bakterien untersucht werden, die bereits durch eine trockene Unterlage zu beeinflussen sind. Die Wirkung des Plasmas in Abhängigkeit von Behandlungszeit, Arbeitsgas, Probenabstand und Ausgangskeimzahl kann anhand von Inaktivierungskinetiken dargestellt werden (Abb. 3). Bereits nach einer Minute Behandlungsdauer konnte die Bakterienkonzentration um drei logarithmische Einheiten bzw. 99,9% inaktiviert werden.

Die thermischen Verhältnisse an der Probenoberfläche wurden anhand von Thermografieaufnahmen überwacht. Auch nach vier Minuten Behandlungsdauer wurde eine Temperatur unterhalb von 25 °C gemessen (Abb. 4).

Im weiteren Verlauf der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten wollen die Wissenschaftler das Potenzial der Plasmabehandlung beurteilen. Anhand verschiedener Proben werden die Prozess-Produkt-Wechselwirkungen exemplarisch untersucht (Abb. 5a). Von besonderer Bedeutung ist dabei die Frage, in welcher Form die pflanzliche Physiologie durch die Plasmakomponenten an der Oberfläche

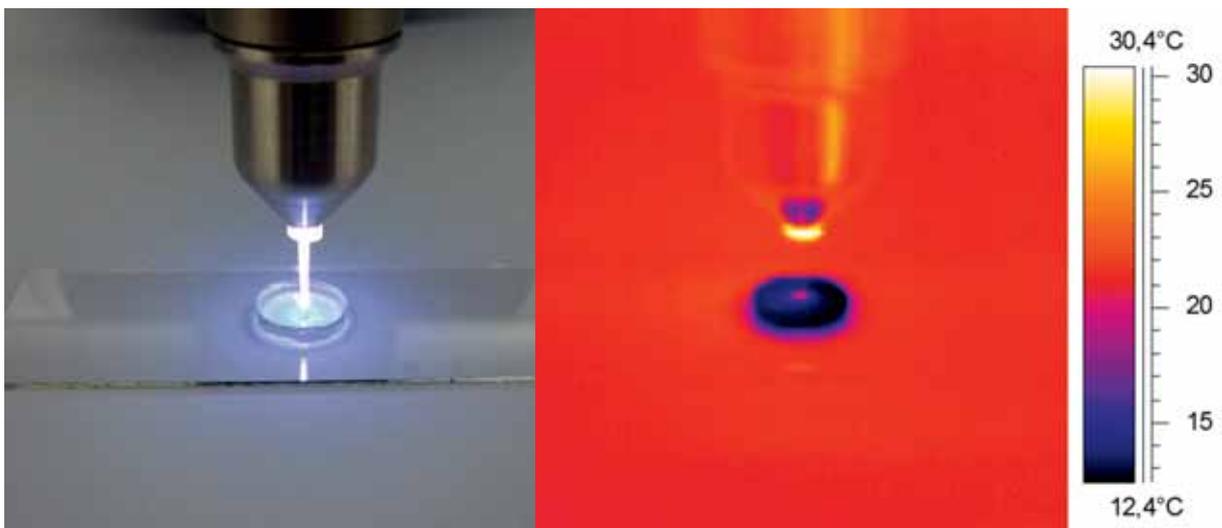


Abb. 4: Plasmabehandlung von Bakterien auf einem Gelmodell (links) und Infrarottemperaturmessung der Geloberfläche nach einer Behandlung von 4 min (rechts). Plasmajet (Entwicklung: INP Greifswald e. V.; Vertrieb: neoplas tools GmbH)

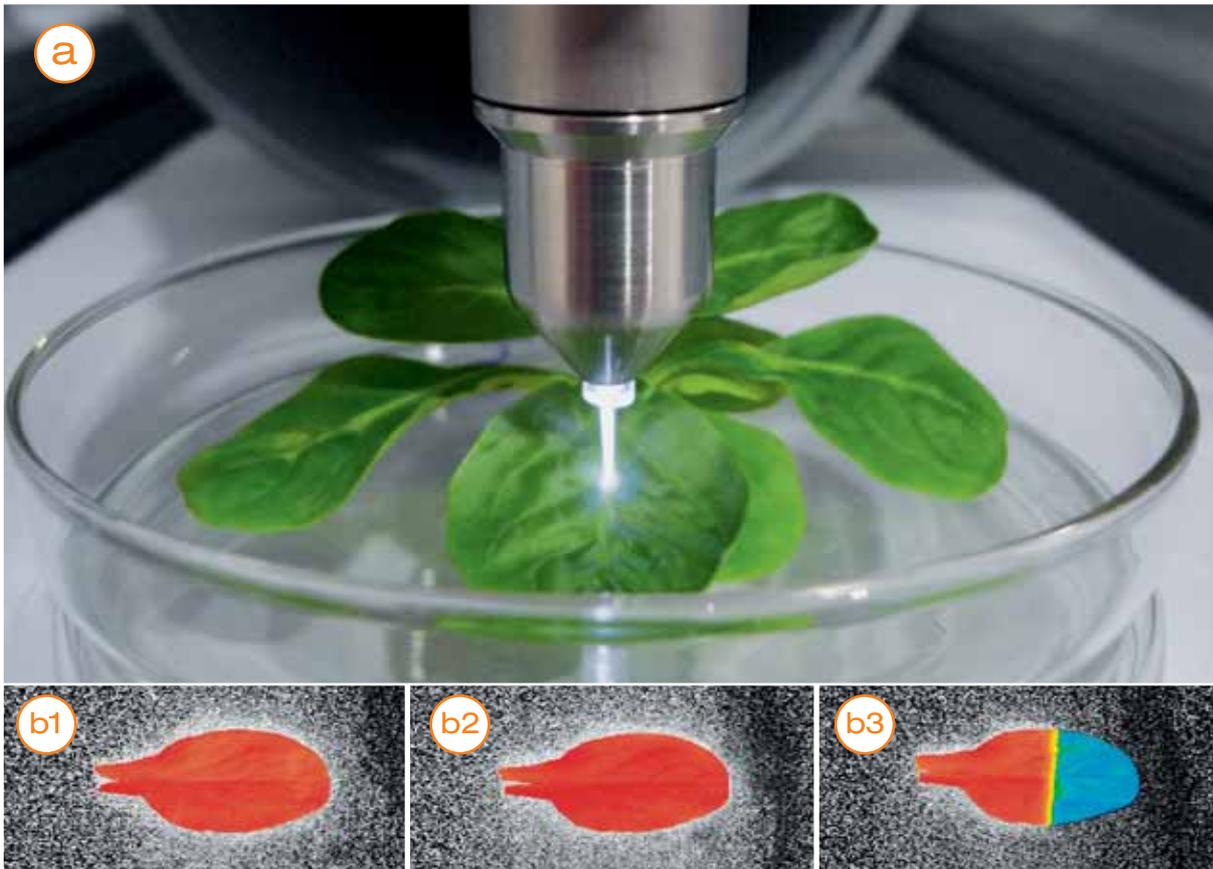


Abb. 5: NTP-Behandlung einer Feldsalatpflanze (a) und (b) Bewertung der physiologischen Aktivität mittels Chlorophyll-Fluoreszenz-Bildanalyse 1) eines unbehandelten Blattes, 2) nach 1 min Plasmabehandlung bei 7 mm Abstand zum sichtbaren Argon-Plasma mit 0,1 % O₂-Zusatz, 3) zum Vergleich: nach 20 s Tauchbad in 60 °C Wasser.

beeinflusst wird. Hierfür kommen vielfältige Methoden zum Einsatz, unter anderem die Chlorophyllfluoreszenz-Bildanalyse (Abb. 5b), UV/VIS/NIR- bzw. FIR-Spektrometrie, moderne Gaswechsellmesstechnik zur Bestimmung von Transpirations- und Atmungsrate sowie Wasserpotenzial-Messsysteme.

Mit Plasma rückstandsfrei zu sicheren Produkten

Als Ergebnis des Projekts sollen der Lebensmittelindustrie Konzepte für eine automatisierte Einheit zur Verfügung gestellt werden, die auch in bestehende Verarbeitungslinien für frische Obst- und Gemüseprodukte integrierbar ist. Dabei erfassen Sensorysysteme während des Waschvorgangs den Grad mikrobieller Belastung der jeweiligen Rohwarenmenge. Nach dem Prinzip „soviel wie nötig, so wenig wie möglich“ wird über die ausgewerteten Sensordaten die notwendige Intensität der anschließenden Plasmabehandlung bestimmt, mit dem Resultat eines sicheren und qualitativ hochwertigen Lebensmittels.

Neben diesen von FriPlas[®] verfolgten Zielen birgt die Anwendung von Plasma in der Lebensmitteltechnologie Potenziale über die Grenzen eines reinen Entkeimungsverfahrens hinaus, beispielsweise

für die Funktionalisierung von Lebensmitteloberflächen. Bisher müssen hierfür chemische Verfahren eingesetzt werden, zum Beispiel um eine verbesserte Wasseraufnahme- oder Emulgierfähigkeit von Oberflächen zu erzielen. Ähnlich wie in der Plasmamedizin könnte die schonende Anwendung von Plasma zudem dazu genutzt werden, Nutzpflanzen über „positiven Stress“ zu einer erhöhten Produktion wertvoller sekundärer Inhaltsstoffe wie Polyphenole zu stimulieren. ■



Matthias Baier & Dr. Oliver Schlüter, Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V.

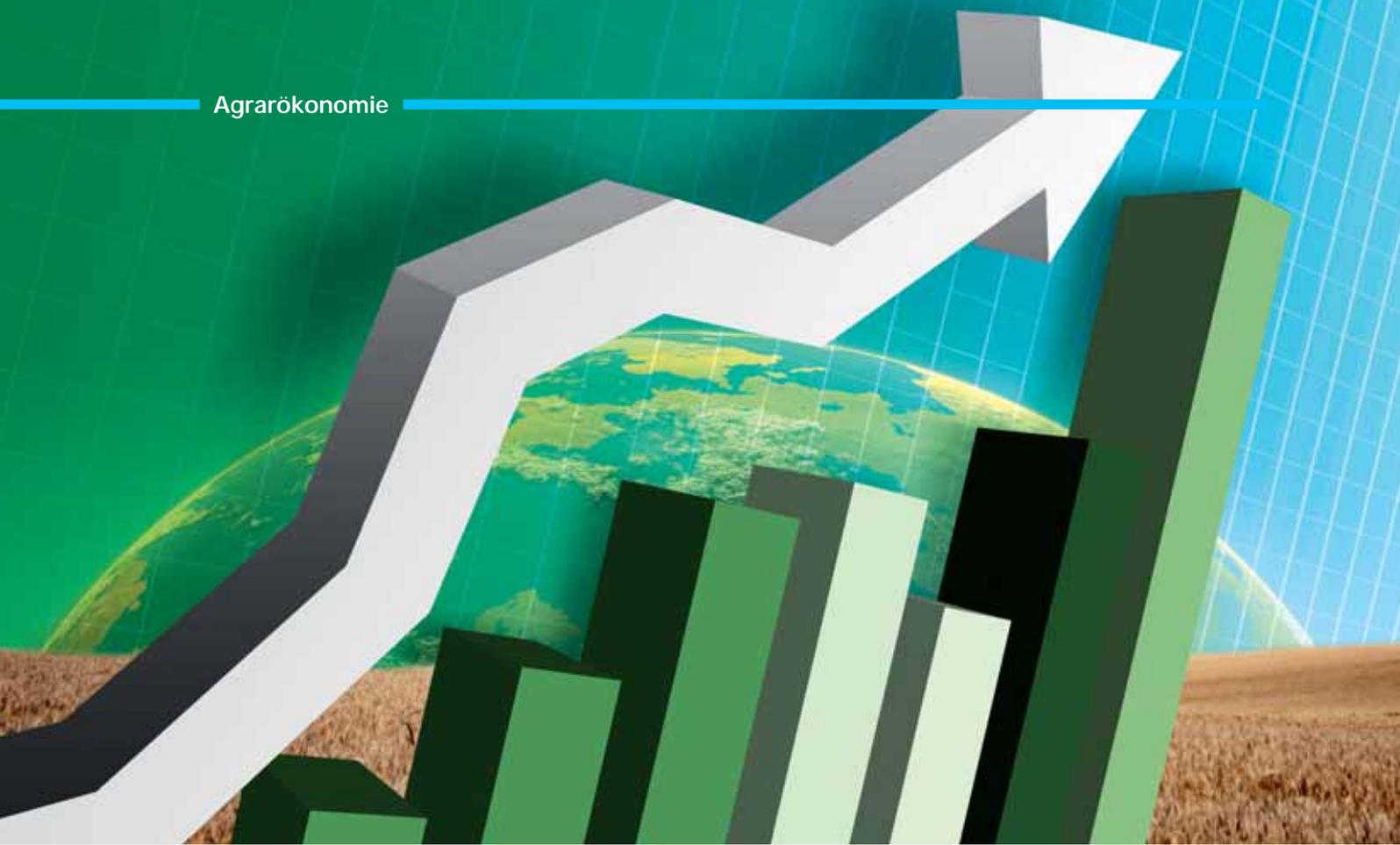
(ATB), Abteilung Technik im Gartenbau,
Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam.

E-Mail: mbaier@atb-potsdam.de,
oschlueter@atb-potsdam.de



Dr. Jörg Ehlbeck, Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie e.V. (INP Greifswald), Plasma-diagnostik (PD), Felix-Hausdorff-Str. 2, 17489 Greifswald.

E-Mail: ehlbeck@inp-greifswald.de



Nahrungsmittelkrise

Protektionismus und Marktreaktionen in osteuropäischen „Getreidenationen“

Thomas Glauben und Linde Götz (Halle)

Die großen östlichen „Getreidenationen“ Russland, Ukraine und Kasachstan verfügen über erhebliche Ausbaupotenziale im Getreideanbau, deren Nutzung zur weltweiten Ernährungssicherung beitragen könnte. Um diese umsetzen zu können, sind neben dem Abbau von Defiziten in der Infrastruktur vor allem verlässliche langfristige Agrarpolitiken notwendig. Am Beispiel des staatlichen „Krisenmanagements“ Russlands, der Ukraine und Kasachstans in der Nahrungsmittelkrise 2007/2008 lässt sich zeigen, dass unüberlegte politische Eingriffe wie Exportrestriktionen und Preiskontrollen die Funktionsfähigkeit von Märkten erheblich beeinträchtigen können.

Die Nahrungsmittelkrise, Ursachen und Folgen

Als Nahrungsmittelkrise wird die Phase zwischen Ende 2007 und Mitte 2008 bezeichnet, als die Weltmarktpreise für die Agrarrohstoffe Weizen, Mais und Reis in dramatische Höhen stiegen (Abb.1). Eine zentrale Ursache ist die wachsende globale Nachfrage nach Agrargütern, die seit Ende der 1990er Jahre das Produktionswachstum übersteigt. Gemeinsam mit den hohen witterungsbedingten Ernteausfällen in den Hauptexportregionen zwischen 2000 und

2005 hat sie zu einem starken Sinken der weltweiten Getreidelagerbestände geführt. Hinzu kommen die erhöhten Produktions- und Vermarktungskosten in der Landwirtschaft infolge des gestiegenen Rohölpreises sowie die Auswirkungen der starken Abwertung des US-Dollars. Als eine der wichtigsten Ursachen wird die subventionierte Ausdehnung der Bioenergieproduktion gesehen, wodurch in großem Umfang Flächen, die zur landwirtschaftlichen Nahrungsmittelproduktion genutzt wurden, in Flächen zum Anbau für die Energieproduktion umgewidmet wurden. Umstritten ist hingegen, inwieweit die Spekulation auf den Warenterminmärkten zum Entstehen des Preisbooms beigetragen hat.

Zwischenzeitlich sind die Preise wieder gesunken, verzeichnen aber seit Juni 2010 wieder merkliche Preisausschläge. Der seit der Jahrtausendwende beobachtete Anstieg der Preise für Agrarrohstoffe mit dem Preisboom 2007/2008 wurde und wird in Politik, Wissenschaft und Öffentlichkeit intensiv diskutiert. Im Vordergrund steht dabei die Frage, inwieweit die weltweite Ernährungssicherheit noch gewährleistet ist bzw. welche Maßnahmen zu einer Sicherung beitragen können. Es wird befürchtet, dass sich infolge von steigenden Agrar- und damit Nahrungsmittelpreisen die Problematik von Armut und Hunger in der Welt verschärfen könnte. Andererseits sind steigende Weltmarktpreise für Agrargüter auch mit erheblichen Chancen verbunden, denn sie verbessern die Einkommensmöglichkeiten im Agrarsektor und in ländlichen Räumen, in denen weltweit 70 Prozent der armen Bevölkerung leben. Daneben gehen von steigenden Agrarpreisen Investitions- und Produktionsanreize aus, was wiederum zur mittel- und langfristigen Sicherung der Welternährung beiträgt.

Russland, Ukraine, Kasachstan und ihre Bedeutung für die Weltweizenmärkte

Die guten Bodenqualitäten sowie die Verfügbarkeit ungenutzter Flächen in Russland, der Ukraine und Kasachstan bieten große Potenziale zur Steigerung der Weizenproduktion. 2009/2010 belief sich die Weizenproduktion in den drei Ländern zusammen auf fast 100 Mio. t, das entspricht einem Anteil von 14 % der Weltweizenproduktion. Die Weizenanbaufläche in den drei Ländern beträgt zusammen ca. 50 Mio. ha damit rund ein Fünftel der Weltanbaufläche für Weizen. Hierbei liegen die Erträge in der Ukraine im Durchschnitt bei 2,8 t/ha, in Russland bei 2,1 t/ha und in Kasachstan bei 1 t/ha. Im Unterschied dazu liegt der durchschnittliche Weizenertrag in

der EU bei 5,2 t/ha, in den USA beträgt er 2,8 t/ha und in Kanada 2,3 t/ha, im Weltdurchschnitt 2,9 t/ha.

Ausgehend von positiven Entwicklungen seit 2000 erwarten Experten in den drei Ländern eine Erhöhung der Weizenproduktion bis 2020 um 50–100% auf etwa 150–230 t/Jahr. Dies könnte durch eine massive Ausdehnung der Weizenproduktionsfläche um ca. 11–13 Mio. ha und eine deutliche Steigerung der Flächenerträge erreicht werden.

Die Weizenektoren Russlands, der Ukraine und Kasachstans sind stark exportorientiert. Alle drei Länder gehören zur Gruppe der 10 größten Weizenexporteure. 2008/2009 betrug der Anteil der drei Länder an den gesamten Weltweizenexporten 26,3%. Es kann davon ausgegangen werden, dass die erwarteten massiven Produktionssteigerungen im kommenden Jahrzehnt überwiegend in zusätzliche Exporte umgesetzt werden, so dass die Bedeutung dieser Länder für den internationalen Weizenhandel weiter ansteigen wird. Daher könnten Russland, die Ukraine und Kasachstan erheblich zur Sicherung der weltweiten Versorgung mit Nahrungsmitteln beitragen und damit dem „Welternährungsproblem“ und weiteren Nahrungsmittelkrisen entgegenwirken.

„Panikartige“ staatliche Krisenmaßnahmen auf nationalen Weizenmärkten

Die Umsetzung von Produktions- und Exportpotenzialen im Weizenektor wird entscheidend von den künftigen Wettbewerbsbedingungen und den politischen Rahmenbedingungen auf den Getreidemärkten abhängen. Auch wenn in allen drei Ländern die politischen Verantwortlichen ihre Unterstützung für wachsende Getreideexporte betonen, bestehen zum einen erhebliche Defizite in der Infrastruktur. Zum anderen kann die Funktionsfähigkeit der Märkte

Abbildung 1: Entwicklung der Weltmarktpreise für Weizen, Mais und Reis, 2000–2009

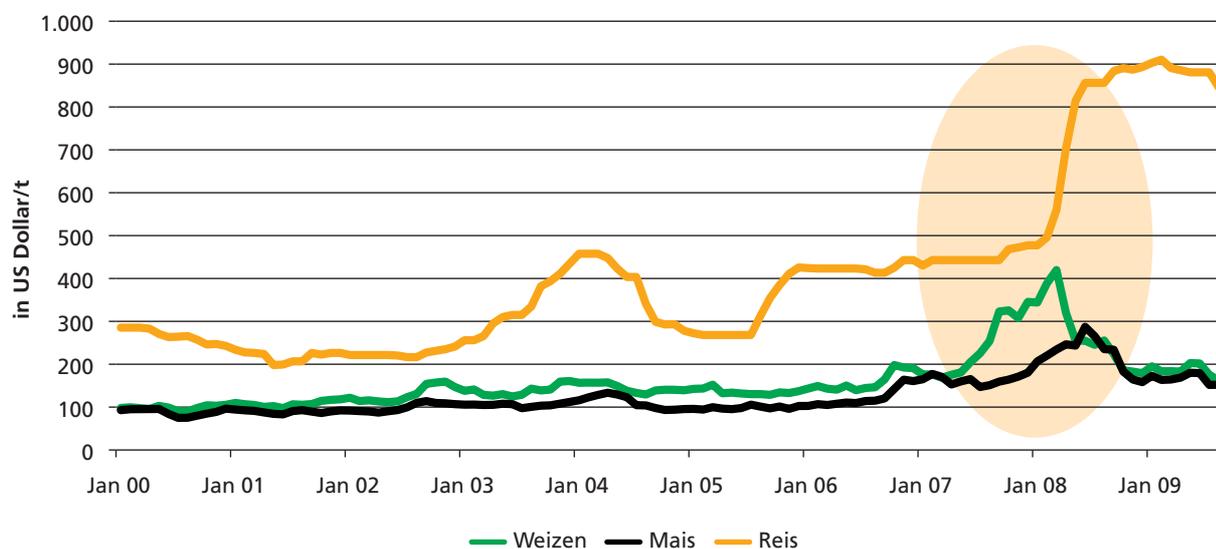


Tabelle 1: Politikmaßnahmen während der Nahrungsmittelkrise 2007/2008

Region	Export- quote	Export- zoll	Export- verbot	Preis- kontrolle	Sonstiges
Russland		X		X	Mindesterzeugerpreis
Ukraine	X			X	Nahrungsmittelhilfe
Kasachstan			X		Nahrungsmittelhilfe, Produzentencredit

durch politische Eingriffe gestört werden, wie sich am Beispiel der Nahrungsmittelkrise zeigt.

Russland, die Ukraine und Kasachstan reagierten auf den Preisboom 2007/2008 mit Maßnahmen zur Beschränkung der Weizenexporte und zur Preiskontrolle im Handel. In Russland wurden zum Teil prohibitive Exportzölle mit zeitweiligen Interventionskäufen kombiniert (Tab. 1). In der Ukraine wurden Exportquoten in Verbindung mit einem staatlichen Lizenzsystem eingeführt sowie Nahrungsmittelhilfe gewährt. In Kasachstan wurden Weizenexporte für einige Monate verboten und zusätzlich Nahrungsmittelhilfe und Produzentenkredite gewährt. Außerdem wurden in Russland und der Ukraine Preiskontrollen via „Fixierung“ der Preisaufschläge im Handel und weitere begleitende Regelungen eingeführt. Diese Maßnahmen erfolgten ad hoc und populistisch, unterlagen keiner einsichtigen Systematik und wurden häufig je nach aktueller Lage verändert.

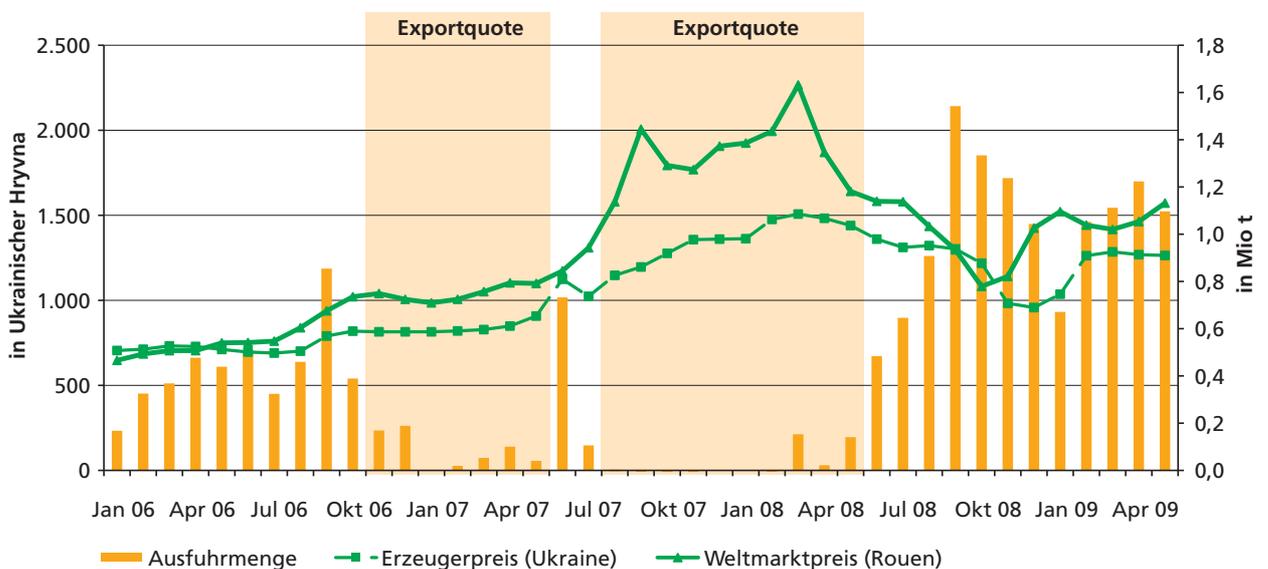
Somit war die Marktsituation im Kontext der Nahrungsmittelkrise von einer hohen Politikunsicherheit geprägt, ganz besonders in Russland und der Ukraine. In Folge der Exportrestriktionen sanken die Exportmengen in beiden Ländern erheblich und nahmen erst nach deren Aufhebung Mitte 2008 wieder stark zu (Abb. 2 und 3). Auch auf die nationalen Erzeugerpreise haben sich die staatlichen Eingriffe ausgewirkt (Abb. 2 und Abb. 3). In Russland und der Ukraine wurden die Produzentenpreise von der Entwicklung der Weltmarkt-

preise „abgekoppelt“, was sich sowohl auf die Gewinnsituation der Betriebe als auch auf ihre Investitionsbereitschaft ausgewirkt hat. Insbesondere während der Krise hat sich der Preisabstand im Vergleich zu der Zeit davor und danach stark vergrößert. Daraus kann gefolgert werden, dass die inländischen Produzentenpreise während der Krise unterhalb ihres Marktgleichgewichtsniveaus und damit zu niedrig waren.

Implikationen für die Funktions-tüchtigkeit der nationalen Weizenmärkte

Um diese Beobachtungen empirisch zu überprüfen, wurde am IAMO eine ökonometrische Zeitreihenanalyse für den Zeitraum 2005 bis 2009 für den ukrainischen und russischen Weizenmarkt durchgeführt, die sich auf den Zusammenhang zwischen Weltmarktpreis und Erzeugerpreis konzentrierte. Die Indikatoren weisen darauf hin, dass die inländischen Märkte während der Krise schwächer in die Weltmärkte integriert waren als vor der Krise. Während der Krise waren die relativen Preisdifferenzen hoch, der Grad der Transmission der Preise niedrig und die Transaktionskosten hoch. Ebenso war das Gleichgewicht während der Krise merklich gestört inso-

Abb. 2: Entwicklung der Weltmarktpreise, Erzeugerpreise und Weizenexporte in der Ukraine, 2006–2009



fern die Erzeugerpreise deutlich unter dem Gleichgewichtsniveau lagen und die Anpassungsgeschwindigkeit an das Gleichgewicht verlangsamt war. Zudem weisen die Modellergebnisse darauf hin, dass die Marktbedingungen während der Krise instabiler und die Märkte auch in der „Nachkrisenzeit“ (bis Mitte 2009) noch nicht in ihren Ausgangszustand zurückgekehrt waren. Noch immer waren Integration, Gleichgewicht und Stabilität schwächer als in der Zeit vor der Krise.

Krisenmanagement und globale Ernährungssicherung

Die politischen Reaktionen in Russland, der Ukraine und Kasachstan auf die weltweite Nahrungsmittelkrise haben die Weizenmärkte dieser Länder erheblich „gestört“ und möglicherweise destabilisiert bzw. ins Ungleichgewicht gebracht. Infolge der Exportrestriktionen konnten potenzielle Exporterlöse, die in Zeiten hoher Preisniveaus besonders groß sind, nicht realisiert werden. Daneben hatten die staatlichen Maßnahmen einen merklich preisdämpfenden Effekt auf die Produzentenpreise, so dass die Weltmarktpreissteigerungen nur partiell auf die nationalen Märkte weitergegeben wurden. Somit lagen die inländischen Produzentenpreise unter ihrem Gleichgewichtspreis. Dementsprechend wurden die von den hohen Weltmarktpreisen ausgehenden Produktions- und Investitionsanreize nicht in vollem Umfang auf die nationalen Märkte übertragen.

Somit wurden die politischen Maßnahmen, welche die Regierungen der großen östlichen „Getreidenationen“ während der jüngsten Nahrungsmittelkrise ergriffen haben, um sozialpolitische Ziele zu erreichen, wahrscheinlich „teuer bezahlt“. Einher ging eine hohe Politikunsicherheit, die zu einer nachhaltigen Störung der Marktfunktionen in der strategisch wichtigen Getreidewirtschaft führte.

Insofern war das kurzfristige Krisenmanagement dieser Länder eher kontraproduktiv für die globale Ernährungssicherung.

Für die Zukunft lässt sich festhalten, dass Russland, die Ukraine und Kasachstan zwar über erhebliche Potenziale zur Sicherung der globalen Getreideversorgung verfügen. Um sie auszuschöpfen, müssen die Staaten aber ihre Wettbewerbsbedingungen verbessern und ihre Agrarpolitik verlässlicher und langfristiger gestalten. Auch bedarf es der Durchsetzung verbindlicher rechtlichen Rahmenbedingungen. Investitionen in die Infrastruktur müssen ausgebaut und moderne landwirtschaftliche Technologien eingeführt werden. Schließlich ist es wichtig, dass in diesen Ländern die Aus- und Weiterbildung sowie die Forschung im Agrarbereich mehr gefördert werden. ■

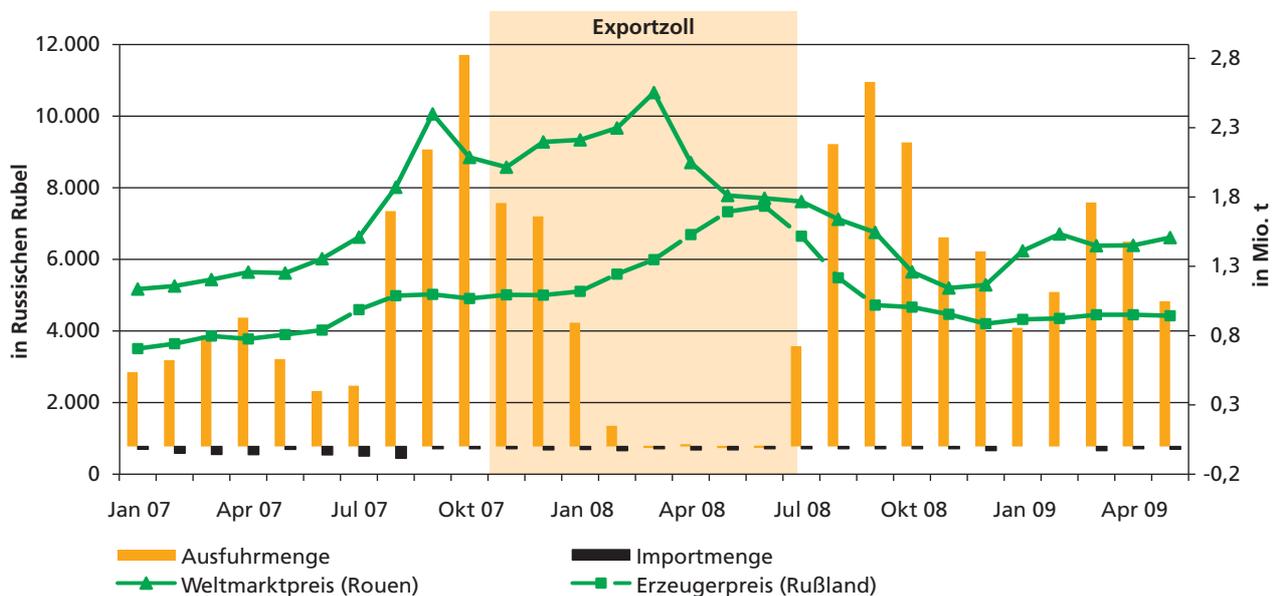


Professor Dr. Thomas Glaußen,
Dr. Linde Götz, Leibniz-Institut für
Agrarentwicklung in Mittel- und
Osteuropa (IAMO), Theodor-Lieser-Str. 2, 06120 Halle
(Saale); Kontakt: Rebekka Honeit, Presse- und Öffentlich-
keitsarbeit, E-Mail: honeit@iamo.de

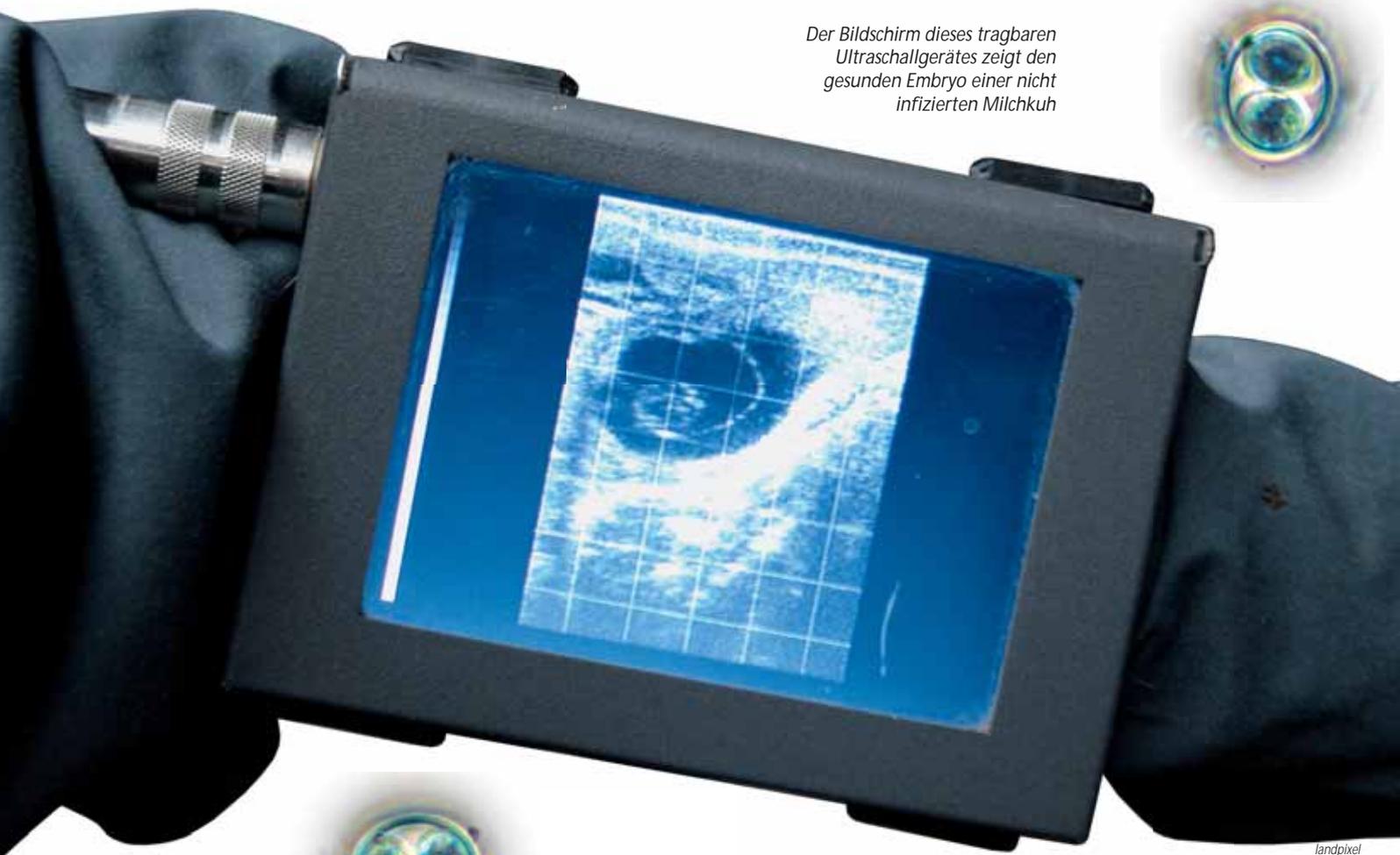
» Info:

Der vorliegende Beitrag basiert auf der Studie Djuric, I., T. Glaußen, L. Götz und O. Perekhozhuk (2010): Nahrungsmittelkrise & Transformation: Staatliches Krisenmanagement und Marktreaktionen östlicher „Getreidenationen“, in: Loy, J.-P. and R.A.E. Müller: Agrar- und Ernährungsmärkte nach dem Boom, Konferenzbeiträge der 48. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaus e.V. (GeWiSoLa), Kiel, Germany, 30. September 30 – 2. Oktober, 2009, Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaus e.V., Vol. 45: 3-13

Abb. 3: Entwicklung der Weltmarktpreise, Erzeugerpreise und Weizenexporte in Rußland, 2007–2009



Der Bildschirm dieses tragbaren
Ultraschallgerätes zeigt den
gesunden Embryo einer nicht
infizierten Milchkuh



landpixel

Parasitärer Einzeller verursacht Kälberverluste

Futterhygiene: Verschmutzungen mit Hundekot können den Parasiten *Neospora caninum* in Rinderbestände eintragen

Gereon Schares und Franz J. Conraths (Wusterhausen)

Seit etwas mehr als zwei Jahrzehnten ist bekannt, dass *Neospora caninum*, ein einzelliger Parasit, Verkaltungen – den Tod des Kalbes während der Trächtigkeit – beim Rind auslösen kann. *Neospora caninum*-Infektionen gehören weltweit zu einer der häufigsten infektiösen Ursachen für Verkaltungen beim Rind. Auch in Deutschland sind *Neospora caninum*-Infektionen bei Rindern weit verbreitet.

Infektionen mit *Neospora caninum* äußern sich vor allem darin, dass es in Rinderbeständen vermehrt zu Verkalkungen kommt. Daneben kann die Infektion in selteneren Fällen auch zu Totgeburten und zur Geburt lebensschwacher Kälber führen. Weitere Krankheitszeichen werden bei erwachsenen Tieren nicht beobachtet. Verkalkungen, die mit *Neospora caninum* in Verbindung stehen, treten meist vom 3. bis zum 8. Monat der Trächtigkeit auf. Innerhalb der Herden können diese zeitlich gehäuft vorkommen, oft sind sie jedoch über längere Zeiträume verteilt. Die Verkalkungen verursachen wirtschaftliche Schäden nicht nur durch den Verlust des Kalbes, sondern auch durch die sinkende Milchleistung der betroffenen Tiere.

Wie kommt *Neospora caninum* in die Bestände?

Hunde sind Endwirte von *Neospora caninum*, das heißt Hunde können wenige Tage, nachdem sie Fleisch infizierter Zwischenwirte (z. B. von Rindern, Schafen oder Ziegen) gefressen haben, widerstandsfähige Dauerstadien, so genannte Oozysten (Abb. 1) im Kot ausscheiden. Auch die Aufnahme einer erregerehaltigen Nachgeburt oder von Gewebe eines zu früh geborenen Kalbes oder eines ausgestoßenen Rinderfötus kann dazu führen, dass der Hund Oozysten ausscheidet (Abb. 2A). Die Ausscheidung dieser Dauerstadien durch Hunde ist vorübergehend und dauert meist nicht länger als ein bis drei Wochen. Nach einer Reifungsphase von zwei bis drei Tagen können *Neospora caninum*-Oozysten Zwischenwirte (wie z.B. Rinder) infizieren, wenn sie von diesen Tieren über Futter oder Trinkwasser aufgenommen werden (Abb. 2B). Oozysten sind in der Umwelt sehr widerstandsfähig. Sie können wahrscheinlich Wochen bis Monate im Futter oder im Wasser überleben.

Nehmen Rinder mit dem Futter oder Wasser Oozysten auf, werden die darin enthaltenen Einzeller freigesetzt und dringen über den Darm in das Körpergewebe des Zwischenwirts ein. Dabei können die Einzeller bei tragenden Tieren auch über die Gebärmutter bis zur Frucht vordringen und dort durch Entzündungen im Gewebe des ungeborenen Kalbes oder der Plazenta ein Verkälben auslösen (Abb. 2C).

Oft überlebt das im Mutterleib infizierte Kalb die Infektion, da es bereits ab dem 5. Monat über eine eigene, wenn auch noch nicht ausgereifte Körperabwehr verfügt. Es werden dann gesunde, aber lebenslang mit dem Parasiten infizierte Tiere geboren (Abb. 2D). Verwendet man diese Tiere zur Zucht, geben sie als Mütter ihre Infektion während der Trächtigkeit an ihre Nachkommen weiter (Abb. 2E). Einmal infizierte Rinderzuchtlinien bleiben so für mehrere Generationen infiziert. Dauerhaft infizierte Rinder unterliegen gegenüber nicht infizierten Rindern einem zwei- bis dreifach erhöhten Verkälberisiko.

Abb. 1: *Neospora caninum*-Dauerstadien (Oozysten) im Futter oder Wasser sind mikroskopisch klein (ca. 0,01 mm). Nehmen tragende Rinder diese von Hunden im Kot ausgeschiedenen Oozysten in großer Zahl auf, kann es zu Verkalkungen kommen.

Gibt es neben Hunden noch andere Endwirte?

Wenig untersucht ist bislang die Möglichkeit, ob natürlich vorkommende Fleischfresser (z. B. Füchse) für die Weiterverbreitung von *Neospora caninum* sorgen. Versuche des Friedrich-Loeffler-Instituts, bei denen Füchse experimentell mit Geweben infizierter Zwischenwirte gefüttert wurden, haben allerdings ergeben, dass Füchse offenbar nicht Endwirte für *Neospora caninum* sind. Nur die mit demselben Gewebe gefütterten Hunde schieden Oozysten aus, nicht aber die Füchse.

Unterschiedliche Verlaufsformen

Zwei typische Formen *Neospora caninum*-assoziiierter Verkälbege-schehen können in Rinderherden beobachtet werden:

- seuchenhafte Verkälbege-schehen, in deren Verlauf ein großer Teil (10–70 %) der tragenden Herde verkälbt oder
- dauerhafte Verkälbe-probleme, bei denen es über mehrere Monate bis Jahre vor allem bei serologisch positiven Tieren immer wieder zu Verkälbungen kommt.

Dauerhafte *Neospora caninum*-assoziierte Verkälbe-probleme scheinen häufiger vorzukommen als seuchenhafte Verkälbege-schehen und zeigen sich in den Herden in Form meist nur leicht erhöhter Verkälberaten; sie bleiben nicht selten vom Tierhalter unbemerkt. Serologische Untersuchungen in Herden mit einem seuchenhaften Verkälbege-schehen zeigen insbesondere bei den betroffenen Tieren eine nur wenig ausgereifte spezifische Immunoglobulin-(IgG)-Antikörperantwort (niedrige Avidität oder Reife des spezifischen IgG; Abb. 3). Eine niedrige Avidität der IgG-Antwort wird ebenfalls im Anfangsstadium experimenteller Infektionen beobachtet. Diese Befunde in Herden mit seuchenhaften Verkälbungen sprechen dafür,

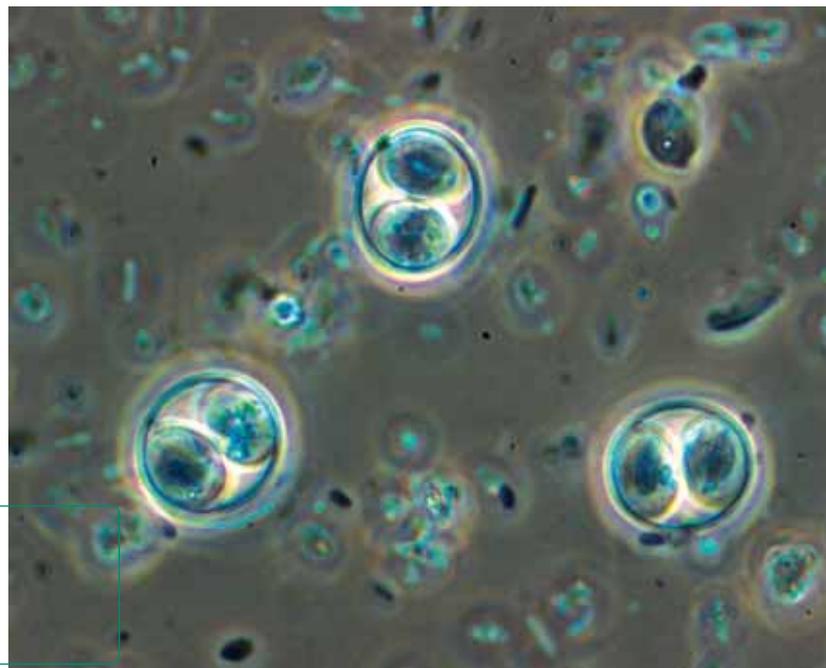
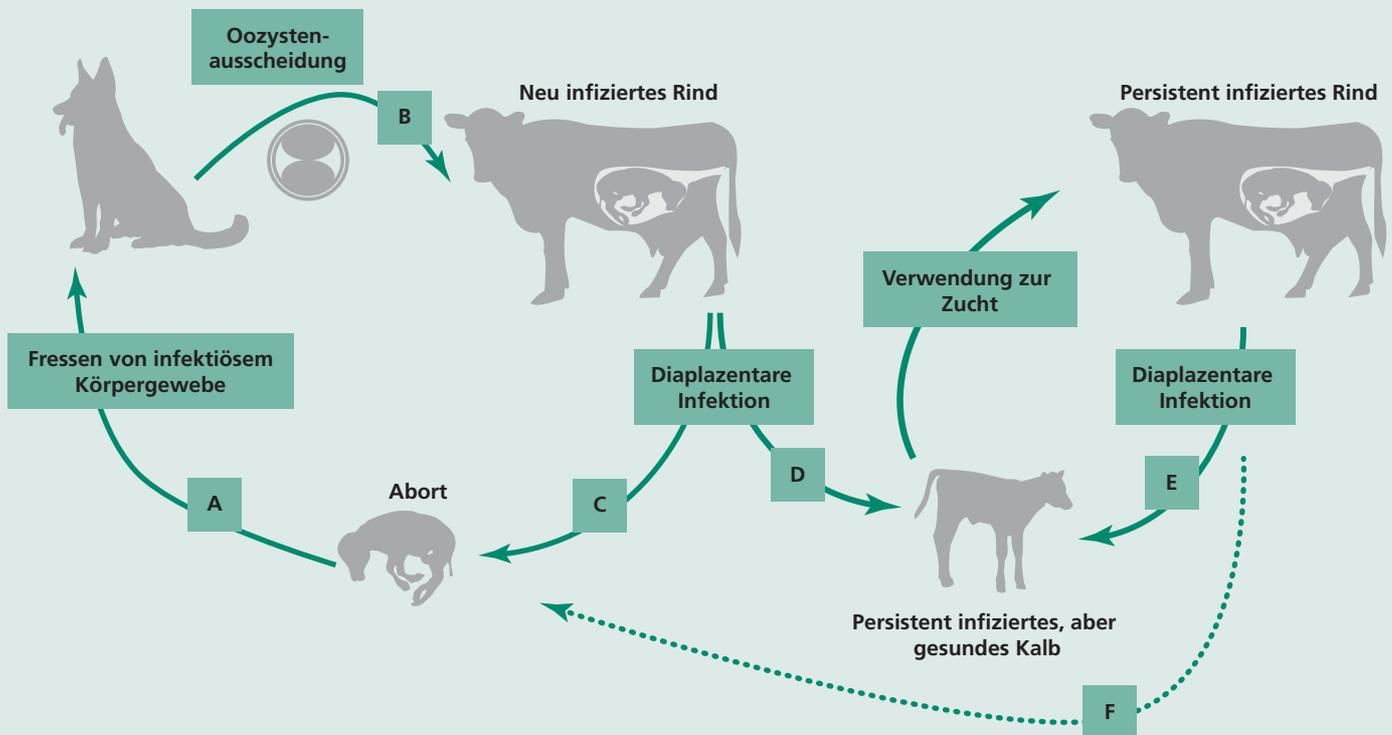


Abb. 2: Infektionswege



- (A) Nach dem Fressen von infiziertem Fleisch können Hunde ein bis drei Wochen lang *Neospora caninum*-Oozysten über den Kot ausscheiden.
- (B) Rinder können sich über diese Oozysten infizieren. Oozysten überleben Wochen bis Monate in der Umwelt.
- (C) Durch Oozysten infizierte Rinder können verkalben, das Kalb kann tot oder lebensschwach geboren werden.
- (D) Oft überlebt das Kalb die Infektion und bleibt dauerhaft infiziert, aber gesund.
- (E) Wird mit infizierten Kälbern weitergezüchtet, übertragen sie die Infektion auf ihre Nachkommen. Einmal infizierte Rinderlinien bleiben so für mehrere Generationen infiziert.
- (F) Chronisch infizierte Tiere können ebenfalls verkalben, im Durchschnitt zwei- bis dreimal häufiger als nicht-infizierte Tiere.

dass die Erstinfektion mit *Neospora caninum* bei diesen Tieren erst wenige Wochen bis Tage vor dem Beginn des Verkalbens stattgefunden hat. Als plausible Erklärung für eine fast gleichzeitige Erstinfektion zahlreicher Tiere einer Herde kommt nur eine massive Futter- oder Trinkwasser-Kontamination mit Oozysten in Frage. In Herden mit dauerhaften *Neospora caninum*-bedingten Verkalbegeschehen spricht die hohe Avidität der IgG-Antwort für eine Übertragung vom Muttertier auf den Fötus über die Plazenta nach der Reaktivierung einer bestehenden chronischen Infektion.

Übertragungsrisiken

Hunde werden jedes Jahr zur Weidezeit wieder in Verbindung mit Verkalbungen und *Neospora caninum*-Infektionen gebracht. Die Ausscheidung des Erregers lässt sich allerdings nur selten bei Hunden nachweisen, die nicht bei Rinderherden gehalten werden. In 24.089 Hundekotproben aus zwei privaten veterinärmedizinischen

Labore in Deutschland konnten am Friedrich-Loeffler-Institut nur in sieben Proben die infektiösen Stadien von *Neospora caninum* gefunden werden.

Eine epidemiologische Auswertung von milchserologischen Untersuchungen von Rinderherden in Rheinland-Pfalz durch das Friedrich-Loeffler-Institut ergaben als wichtigsten Risikofaktor für *Neospora caninum*-positive Befunde die Anzahl der gehaltenen Hunde in dem betroffenen Betrieb. Mit Abstand, und weniger sicher statistisch zu belegen, folgten: die mittlere regionale Temperatur im Juli, die allgemeine Hundedichte in der Region und die Größe der Rinderherde. Hinsichtlich des Risikofaktors „Hund“ entspricht dies den möglichen Übertragungswegen. Vor allem Hofhunde können erregerehaltiges Material wie Gewebe ausgestoßener Rinderföten und Nachgeburten aufnehmen und sich infizieren (Abb. 4). Nicht bei Rinderherden gehaltene Hunde dürften dagegen seltener Zugang zu erregerehaltigem Material haben. Hunde, die ausschließlich mit im Handel erhältlichem Fertigfutter ernährt werden, stellen kaum ein Risiko

dar. Je weniger sich Hunde über das Futter infizieren können, umso weniger kommen sie auch als Infektionsquelle für Rinder in Frage.

Was kann man tun, wenn Verkaltungen oder Infektionen aufgetreten sind?

Die Möglichkeiten, gegen *Neospora caninum*-Infektionen in Rinderbeständen vorzugehen, sind begrenzt. Zurzeit gibt es in Deutschland weder zugelassene Impfstoffe noch Wirkstoffe, die den Erreger im Rind abtöten oder ihn an seiner Vermehrung hindern könnten. Die einzige Möglichkeit, die Infektion wieder aus dem Bestand zu entfernen, besteht derzeit darin, die betroffenen Tiere aus der Herde zu nehmen oder ihre Nachkommen nicht zur Zucht zu verwenden. Diese Maßnahmen sind allerdings nur dann wirtschaftlich durchführbar, wenn nur wenige Tiere im Bestand von der Infektion betroffen sind.

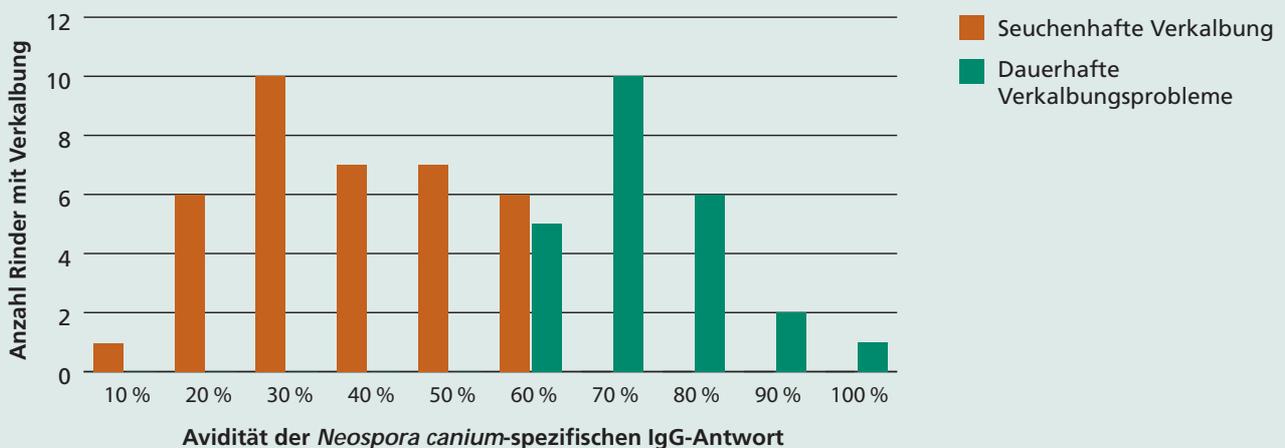
Es ist daher für Rinderhalter wichtig, Hygienemaßnahmen zu ergreifen, die das Verschmutzen des Futters oder Tränkwassers mit Hundekot bereits im Vorfeld verhindern. Hier sollte insbesondere an die Gefahr der Kontamination von Futter oder Tränkwasser durch den eigenen Hofhund gedacht werden. Außerdem sollte beim Zukauf von Rindern darauf geachtet werden, dass diese Tiere nicht mit *Neospora caninum* infiziert sind. Dies kann durch eine Blutuntersuchung auf Antikörper gegen *Neospora caninum* erreicht werden. Beim Aufbau wertvoller Zuchtlinien über Embryotransfer ist darauf zu achten, dass nur serologisch *Neospora caninum*-negative Trägertiere verwendet werden. Infizierte Trägertiere könnten ihre Infektion an die wertvollen Kälber weitergeben. ■



Abb. 4: Das Halten von Hunden bei der Herde erhöht das Risiko, dass sich Rinder mit dem Einzeller *Neospora caninum* infizieren.

FLI | Dr. Gereon Schares, PD Dr. Franz J. Conraths,
Friedrich-Loeffler-Institut, Institut für Epidemiologie, Seestr. 55, 16868 Wusterhausen.
E-Mail: gereon.schares@fli.bund.de

Abb. 3: Avidität (Reife) der *Neospora caninum*-spezifischen Immunglobulin-G(IgG)-Antikörperantwort bei 61 Rindern aus fünf Herden mit seuchenhaften und fünf Herden mit dauerhaften Verkaltungsbegebenheiten.



Die Rinder aus Herden mit seuchenhaft auftretenden Verkaltungen zeigen eine nur wenig ausgereifte Avidität der IgG-Antwort – ein Hinweis darauf, dass die Erstinfektion bei diesen Tieren erst kurz vor dem Beginn des Verkaltens stattgefunden hat.

„Auch der Ökologische Landbau muss sich weiterentwickeln“

Der ForschungsReport im Gespräch mit Gerold Rahmann, Leiter des Instituts für Ökologischen Landbau des vTI und Sprecher der Senatsarbeitsgruppe „Ökologischer Landbau“, und Stefan Kühne, Koordinator für Forschung zum Pflanzenschutz im Ökologischen Landbau am JKI und stellvertretender Sprecher der Senatsarbeitsgruppe, über Kupferpräparate im Weinbau, das Überwinden starrer Richtlinien und über in Tiefschlaf versetzte Bauern.

Die Agrarflächen in Deutschland werden knapper, unter anderem wegen des vermehrten Anbaus von Energiepflanzen. Was bedeutet das für den Ökologischen Landbau mit seinen geringeren Flächenerträgen? Muss er intensiver werden?

Rahmann: Wir werden in der Produktion auf alle Fälle zulegen müssen. Die Frage der Flächen- und Tiererträge muss man aber relativieren; es geht nicht um die Maximierung der Erträge pro Flächeneinheit, weil das leicht auf Kosten der Qualität geht, sondern um die Optimierung der Erträge im

Rahmen der Preise, die man erzielen kann. Ob es überhaupt eine Flächenknappheit gibt, kann man generell in Frage stellen. Zum einen sind auch heute noch viele Agrarflächen in Deutschland nicht optimal genutzt. Zum anderen haben wir zwar eine Flächenkonkurrenz, aber wie wir die verfügbaren Flächen nutzen wollen, ist eine gesamtgesellschaftliche Frage. Wollen wir weiträumig Energiemais oder wollen wir auch weiter ökologisch bewirtschaftete Flächen? Dass der Ökolandbau aufgrund der steigenden Nachfrage der Verbraucher eine ausreichende Nische erhält, darüber mache ich mir keine Sorgen.

Wie realistisch ist im Ökolandbau noch der Anspruch auf geschlossene Stoffkreisläufe, gerade bei größeren, spezialisierten Betrieben?

Rahmann: Auch bei Ökobetrieben gibt es eine zunehmende Tendenz zur Spezialisierung, was grundsätzlich nicht verkehrt ist. Das ist Ausdruck einer gewissen Professionalisierung, die auch Betriebsmittel verstärkt einsetzt, die nicht vom eigenen Hof stammen. Die Zielsetzung, in geschlossenen Kreisläufen zu wirtschaften, sehen wir heute eher als lokale Ressourcenkreisläufe, also den Austausch zwischen spezialisierten Betrieben. So können zum Beispiel ein



Katja Seifert

„Ertragsmaximierung geht leicht auf Kosten der Qualität.“

Gerold Rahmann

Milchviehbetrieb und ein viehlos wirtschaftender Betrieb Futter und Wirtschaftsdünger untereinander austauschen.

Chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel sind im Ökolandbau tabu. Dennoch ist Pflanzenschutz auch hier ein wichtiger Faktor, um die Erträge zu stabilisieren.

Kühne: Ja, nicht nur um Erträge zu stabilisieren, sondern auch um eine hohe Qualität zu sichern. Heute akzeptieren die Verbraucher weder schorfige Äpfel noch Gemüse, das deutliche Spuren von Schad-erregerebefall aufweist. Das geht nur mit Pflanzenschutz! Allerdings verzichtet der Ökologische Landbau auf synthetische Pestizide und setzt auf andere Verfahren. Allein die Tatsache, dass der Ökolandbau komplett auf Herbizide verzichtet, die im konventionellen Bereich mit rund 15.000 Tonnen jährlich den größten Teil der Pflanzenschutzmittel in Deutschland ausmachen, nötigt großen Respekt ab. Das gelingt unter anderem durch eine erweiterte Fruchtfolge, etwa Klee gras und verschiedene Zwischenfrüchte, die nicht nur den Unkrautbewuchs hemmen, sondern auch die Artenvielfalt im Gesamtsystem Ackerbau erheblich erhöhen. Auch bei der Bekämpfung von Schadinsekten können wir im Ökolandbau auf eine reiche Palette von Alternativen zurückgreifen. Schwierig ist es bei eingeschleppten Insekten, die bei uns keine natürlichen Gegenspieler haben. Dort, wo vorbeugende Maßnahmen nicht ausreichen, müssen wir auch direkt auf Pflanzenschutzmittel zurückgreifen, die allerdings auf naturstofflicher Basis sind, etwa Pflanzenextrakte oder auch Mikroorganismen. Diese Mittel haben durchaus eine gute Wirkung, sind aber meist teuer, weil sie nur für einen kleinen Markt produziert werden und die Entwicklungs- und Zulassungskosten entsprechend hoch sind.

Gerade Raps, der im konventionellen Bereich häufig zu sehen ist, fehlt im Ökolandbau fast völlig. Woran liegt das?

Kühne: Das hängt damit zusammen, dass wir für diese Kultur bisher kein griffiges Pflanzenschutzkonzept haben, um die verschiedenen Schadinsekten, die auch noch zeitlich gestaffelt während der gesamten Pflanzenentwicklung auftreten, wirksam zu regulieren. Seitens der Forschung suchen wir derzeit nach Möglichkeiten, etwa mit Fangpflanzen oder naturstofflichen Präparaten den Befall zu verringern. Dabei haben wir nur eine Chance, wenn wir nicht auf eine einzelne Maßnahme setzen, sondern ein integriertes System entwickeln.



Kajja Seifert

„Allein der komplette Verzicht auf Herbizide nötigt großen Respekt ab.“

Stefan Kühne

Bei der Regulierung von Schadpilzen stehen die Kupferpräparate in letzter Zeit in der Diskussion, weil sich dieses Schwermetall in Dauerkulturen wie dem Weinbau im Boden anreichern kann. Sind hier schon Alternativen in der Pipeline?

Kühne: Seit gut zehn Jahren beschäftigen wir uns mit der Frage, wie wir den Einsatz von kupferhaltigen Mitteln reduzieren können. Es ist ja nicht so, dass diese Präparate nur im Öko-Weinbau verwendet werden, auch der konventionelle Winzer setzt sie ein. Für den Öko-Weinbau sind sie allerdings die einzigen zur Verfügung stehenden Mittel. Wir müssen das so hart sagen: Wenn wir jetzt keine kupferhaltigen Mittel in Deutschland mehr hätten, würde es so gut wie keinen ökologischen Weinanbau, aber auch keinen ökologischen Hopfen mehr geben, und auch die Qualität im Obstbau wäre stark eingeschränkt. Mit der bisher entwickelten Minimierungsstrategie haben wir es aber geschafft, die Einsatzmenge von Kupfer auf 2,5 bis 3 kg pro Hektar und damit auf ein Zehntel und mehr zu drücken. Vor allem bei den Formulierungen und der Ausbringungstechnik hat es erhebliche

Fortschritte gegeben. Wir arbeiten ebenfalls an alternativen Mitteln, und auch hier wird es so sein, dass es nicht ein einzelnes Mittel geben wird, sondern ein komplexes System verschiedener Maßnahmen, die schon bei der Züchtung beginnen.

Der Ökolandbau definiert sich zum großen Teil über Richtlinien, zum Beispiel dem Verzicht auf synthetische Pestizide und Mineraldünger, und erhält dadurch auch in der Öffentlichkeit ein Gesicht. Wird dies auch künftig so bleiben?

Rahmann: Die Richtlinien sind notwendig, um die ökologische Wirtschaftsweise für die Kunden klar erkennbar von konventionellen und integrierten Anbauformen abzugrenzen. Dadurch können für die erzeugten Premiumprodukte auch höhere Preise am Markt generiert werden. Allerdings sind die Richtlinien nicht zielorientiert in dem Sinne 'Wir wollen noch umweltfreundlicher werden', 'Wir wollen noch tiergerechter werden', 'Wir wollen die Biodiversität fördern'. Bei den Richtlinien wird zu sehr auf indirekte Kriterien geschaut wie Quadratmeterzahl pro gehaltenes Tier. Und so ist

ein Öko-Ei auch noch ein Öko-Ei, wenn das gehaltene Huhn keine Federn mehr hat, Hauptsache die Rahmenbedingungen wurden eingehalten. Hier müssen wir von den starren Richtlinien wegkommen hin zu einem Ansatz, der eine Verbesserung der Standards anstrebt und im Sinne des 'best practice' eine Vergleichbarkeit und damit auch einen Wettbewerb der Biobetriebe untereinander und selbst mit konventionellen Betrieben ermöglicht.

Welche Rolle hat das vom Ministerium initiierte Bundesprogramm Ökologischer Landbau (BÖL) gespielt, um den Ökolandbau weiter voran zu bringen?

Rahmann: Wir können sagen, dass Deutschland bzw. der ganze deutschsprachige Raum weltweit führend ist in der Ökolandbauforschung. Das Bundesprogramm Ökolandbau ist eigentlich eine Konsequenz aus einer Entwicklung, die wir schon vorher hatten und die zum Beispiel zur Einrichtung von Professuren an den Universitäten oder auch zur Gründung des Instituts für Ökologischen Landbau in Trenthorst geführt hat. Das Bundesprogramm ist in Europa nicht das erste seiner Art gewesen, aber wir müssen schon sagen, dass das Programm für Deutschland mit seinem großen Markt

viel Sachlichkeit in die Diskussion um den Ökolandbau gebracht und auch viele Möglichkeiten eröffnet hat, offene Fragen forschungsmäßig anzugehen. Von daher ein extrem erfolgreiches Programm.

Kühne: Ich denke, das Bundesprogramm hat ganz entscheidend dazu beigetragen, Probleme zu fokussieren und entsprechende Lösungsansätze zu schaffen. Es trägt dazu bei, dass wir die Produktqualität im Ökolandbau sichern und die Erträge weiter steigern können. Nicht vergessen sollte man auch, dass wir im konventionellen Bereich in den letzten zehn Jahren immer weniger Pflanzenschutzmittel zur Verfügung hatten und sich große Bekämpfungslücken aufgetan haben. Und hier haben wir exemplarisch ein Themenfeld, wo auch die konventionelle Landwirtschaft von den Ergebnissen aus dem Bundesprogramm profitieren kann.

Hat der Ökolandbau die konventionelle Landwirtschaft befruchtet?

Rahmann: Zweifellos. Ich denke, der wertvollste Beitrag der verschiedenen Bewirtschaftungsmodelle ist der Wettbewerb über Ideen. Sowohl der ökologische als auch der konventionelle oder integrierte Ansatz hat

seine eigenen Strukturen und Ziele, aber in der Summe können sich die Ansätze sehr gut befruchten, ohne dabei ihre Identität zu verlieren. Wenn ich mir zum Beispiel die Verhältnisse Anfang der 80er Jahre vorstelle und ein Bauer damals für 30 Jahre in Tiefschlaf versetzt worden wäre und 2010 wieder aufwacht, würde er sich verwundert die Augen reiben und denken: „Ist ja alles Öko hier!“. Ich meine damit, die gesamte Landwirtschaft ist in den vergangenen Jahrzehnten deutlich umweltfreundlicher geworden – auch durch den gesellschaftlichen Anspruch – und der Ökolandbau war sicher ein gutes Stück weit Vorbild und Motor dieser Entwicklung. Doch auch der Ökologische Landbau muss sich weiterentwickeln, und da haben wir uns an der einen oder anderen Stelle zu sehr mit uns selbst beschäftigt und übersehen, dass konventionelle Betriebe uns in einigen gesellschaftlichen Zielen, zum Beispiel beim niedrigen Energieeinsatz bei der Minimalbodenbearbeitung, sogar schon überholt haben.

Herr Rahmann, Herr Kühne, vielen Dank für dieses Gespräch. ■

Das Interview führte ForschungsReport-Redakteur Michael Welling

Katja Seifert



PD Dr. Stefan Kühne ist Wissenschaftler am Institut für Strategien und Folgenabschätzung im Pflanzenschutz des Julius Kühn-Instituts (JKI) in Kleinmachnow und ist Ansprechpartner für den „Pflanzenschutz im Ökolandbau“. Daneben engagiert er sich mit Lehrveranstaltungen über angewandte Entomologie und Pflanzenschutz an der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (FH) und der Humboldt-Universität zu Berlin.

Prof. Dr. Gerold Rahmann leitet seit dem Jahr 2000 als Gründungsdirektor das Institut für Ökologischen Landbau in Trenthorst, das zum Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) gehört. 2006 wurde er von der Universität Kassel zum Honorarprofessor am Fachbereich für Ökologische Agrarwissenschaften ernannt, Lehrgebiet „Kleine Wiederkäuer“.

Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim

SYSMORE

Dem Verderb immer eine Spur voraus

SYSMORE, ein neues, am Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim entwickeltes System zur Modellierung der Resthaltbarkeit von Produkten hilft, Verluste zu verringern, die durch unpassende Verpackung, Lagerung und Transport auf dem Weg vom Erzeuger zum Verbraucher verursacht werden. Es vereinfacht die Kontrolle der Nacherntequalität von pflanzlichen Frischeprodukten und liefert insbesondere dem Handel wertvolle Informationen über die Resthaltbarkeit der leicht verderblichen Produkte.

Früchte, Wurzeln oder Salate – empfindliches Obst und Gemüse ist auch nach der Ernte stoffwechselaktiv. In einem Wettlauf mit der Zeit werden die für die menschliche Ernährung wertvollen Inhaltsstoffe abgebaut. Qualitätsverluste drohen – und das lange bevor äußerlich erkennbare Anzeichen wie Verfärbungen oder Weichwerden die Vermarktungsfähigkeit einschränken.

Das neue System kann die Resthaltbarkeit empfindlicher frischer Produkte entlang des gesamten Weges vom Erzeuger zum Verbraucher bestimmen. Dadurch lassen sich rechtzeitig Verluste verringern, die durch unpassende Verpackung, Lagerungs- und Transportbedingungen verursacht würden.

Modular aufgebautes System

Bestandteile des modular aufgebauten Systems sind neuartige Funkdatenlogger mit Internetanbindung und ein Online-Programm zur Modellierung der Resthaltbarkeit. An einer Verpackungseinheit angebracht, erfassen und speichern die Funkdatenlogger die klimatischen Belastungen durchgängig auf dem Weg vom Erzeuger bis zum Verbraucher. Temperatur, Lagerungszeit bzw. Messzeitpunkt werden kontinuierlich aufgezeichnet und drahtlos, zum Beispiel über ein Smartphone, zu einem speziell entwickelten Webserver übertragen. Dort erfolgt die Berechnung der aktuellen Qualität und Haltbarkeitsparameter auf Basis der eingegebenen Eingangsdaten wie Produktart, Reifezustand und Verpackungsart sowie der vom „Frischellogger“ übermittelten Informationen über Lagerungs- und Transportbedingungen.

Produkt- und Prozessinformationen werden mit mathematischen Modellen, die den Abbau von Inhaltsstoffen beschreiben, verknüpft. Der Nutzer erhält unmittelbar eine Aussage über den aktuellen Zustand der Ware.

Kontinuierlich erfasste Daten wie Temperatur und Lagerungszeiten können vom Funkdatenlogger (Pfeil) über ein Smartphone zu einem Webserver übertragen und dort ausgewertet werden

Dadurch wird es möglich, die Lagerungs- und Transportbedingungen gezielt zu steuern, um die temperaturabhängigen Stoffwechselabbauprozesse zu verlangsamen. Für den Handel ist die Kenntnis über die Resthaltbarkeit von Produkten eine wertvolle Hilfe bei der Entscheidungsfindung. Droht beispielsweise während des Transports aus Spanien ein Qualitätsverlust, können die für den Berliner Markt bestimmten Erdbeeren rechtzeitig an einem anderen Ort vermarktet werden. Die „Frischellogger“ verfügen zudem über Funktionen, die den wechselnden Verantwortlichkeiten für ein Produkt entlang der Nachverkettung Rechnung tragen: Neben den kontinuierlich gespeicherten Messwerten nehmen sie Textinformationen für die Rückverfolgbarkeit auf und besitzen darüber hinaus eine Lieferscheinfunktion. Nicht nur für den Lebensmittelsektor bietet das System vielfältige Anwendungsmöglichkeiten. Seine Komponenten können auch mit geringem Aufwand an bestehende Informations-, bzw. Kontroll- und Abrechnungssysteme angepasst werden.

Das System Sysmore wurde gemeinsam vom Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim, der Firma ESYS GmbH Berlin und der Bundesanstalt für Materialforschung Berlin im Rahmen des Verbundprojekts ProSenso.net2 (gefördert vom BMBF) entwickelt. Die Markteinführung steht kurz bevor. ■



*Dr. Manfred Linke, Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V., Abteilung Technik
im Gartenbau, Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam.
E-Mail: mlinke@atb-potsdam.de*



Friedrich-Loeffler-Institut

100 Jahre Forschung für die Tiergesundheit

In diesem Jahr feiert das Friedrich-Loeffler-Institut, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit (FLI), sein 100-jähriges Bestehen. Der Mediziner Friedrich Loeffler (1852–1915) gründete das Institut auf der Insel Riems im Greifswalder Bodden zur Erforschung der Maul- und Klauenseuche (MKS). Durch seine Entdeckung des Maul- und Klauenseuche-Virus gemeinsam mit Paul Frosch im Jahr 1898 gilt er als einer der Begründer der Virologie.

Loeffler führte seine Untersuchungen zunächst auf dem Gelände der Universität Greifswald, später in Ställen am Stadtrand durch. Im Rahmen seiner Tierexperimente kam es im Greifswalder Umland immer wieder zu MKS-Ausbrüchen. Diese führten 1907 zu einem staatlichen Verbot weiterer Forschungen und der Aufforderung, einen sicheren Standort für zukünftige Arbeiten zu finden. Loeffler hatte bereits ein Jahr vorher Überlegungen zu besseren Standorten angestellt und war zu dem Schluss gekommen, dass die isolierte Lage einer Insel ideal wäre. Die Wahl fiel letztendlich auf die kleine Insel Riems im Greifswalder Bodden. Am 10. Oktober 1910 nahm Loeffler hier seine Forschungsarbeiten auf. Damit ist das FLI weltweit das älteste Institut, das eigens zur Erforschung von Viren gegründet wurde.

Loeffler verließ Greifswald 1913, um die Leitung des Preußischen Instituts für Infektionskrankheiten (heute Robert Koch-Institut) zu übernehmen. Er verstarb 1915 und liegt auf dem Alten Friedhof in Greifswald begraben.

Erster Impfstoff gegen MKS

Im Verlauf des Ersten Weltkriegs kamen die Arbeiten auf der Insel Riems fast vollständig zum Erliegen. Durch das Auftreten der MKS nach Kriegsende gewann die Forschung aber wieder an Bedeutung, nach und nach weitete das Institut seine Forschungsarbeiten auf weitere Tierseuchen aus. Ein Meilenstein war die Entwicklung des ersten Impfstoffs gegen MKS. 1938 stand die erste durch Formalin und Hitze inaktivierte, an Aluminiumhydroxid adsorbierte MKS-Vakzine zur Verfügung, die im verheerenden Seuchenzug von 1938 bis 1940 erfolgreich zum Einsatz kam.

Nach dem totalen Zusammenbruch am Ende des Zweiten Weltkriegs begannen 1946 die Arbeiten im bescheidenen Rahmen, wurden aber aufgrund der wiederum prekären MKS-Situation in kurzer Zeit wieder ausgeweitet. So blieb der Standort Insel Riems in der DDR erhalten, in der Bundesrepublik entstand als Pendant die Bundesforschungsanstalt für Viruskrankheiten der Tiere in Tübingen. Nach der



<< Friedrich Loeffler (1852–1913) legte vor 100 Jahren mit seinen Forschungsarbeiten zur Maul- und Klauenseuche den Grundstein für das später nach ihm benannte Institut.

Das Loeffler-Haus (rechts) entstand als erstes Institutsgebäude auf der Insel Riems, später folgten weitere Labore, Tierställe, Technikgebäude und auch Wohnhäuser. >>



Der Neubau aus Laborkomplex und Stalleinheiten passt sich durch die Klinkerfassade gut in die Umgebung ein, das hellere Hauptgebäude dominiert aus der Ferne weiterhin das Inselbild. Im Hintergrund die Insel Rügen. >>



<< Schiffe und zwei Seilbahnen waren bis Anfang der 1970er die Verkehrsmittel zum und vom Hauptsitz des FLI auf der Insel Riems.

Wiedervereinigung wurden beide Einrichtungen sowie das 1985 in der DDR gegründete staatliche Institut für Epizootologie und Tierseuchenbekämpfung in Wusterhausen organisatorisch zusammengeführt, die Insel Riems wurde 1997 Hauptsitz. Hinzu kam 2002 das Institut für bakterielle Tierseuchenforschung in Jena.

Umfassende Kompetenz für Tiergesundheit

Im Zuge der Neuordnung der Ressortforschung innerhalb des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz wuchs das FLI zum 1. Januar 2008 um drei weitere Institute: das Institut für Tierernährung in Braunschweig, das Institut für Tierschutz und Tierhaltung in Celle sowie das Institut für Nutztiergenetik in Mariensee. Damit bearbeitet das FLI heute innerhalb der Ressortforschung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) alle Fragen rund um die Gesundheit landwirtschaftlicher Nutztiere.

Mit dem in der Fertigstellung befindlichen Neubau verfügt das Institut am Hauptsitz Insel Riems zukünftig über 89 Labore und 163 Stalleinheiten verschiedener Biosicherheitsstufen, unter anderem ein Labor und Großtierstall der höchsten Sicherheitsstufe 4. Hier arbeitet dann eines der weltweit modernsten infektionsmedizinischen Forschungsinstitute.

100. Jahrestag der Gründung

Pünktlich zum 100. Gründungsjubiläum gab das Bundesfinanzministerium die Sonderbriefmarke „100 Jahre Friedrich-Loeffler-Institut“ heraus. Am Jubiläumstag, dem 10. Oktober 2010, öffnete das FLI auf der Insel Riems erstmals seine Tore zu einem Tag der offenen Tür. Rund 8200 Besucherinnen und Besucher nutzten bei strahlendem Sonnenschein die Gelegenheit, einen Blick hinter die Kulissen zu werfen. Alle Angebote von der Darstellung der Geschichte über die Präsentationen der 11 Fachinstitute bis zu den Besichtigungen von Teilen des Neubaus fanden im wahrsten Sinne des Wortes regen



Mit mehr als 8000 Besucherinnen und Besucher war das Interesse am Tag der offenen Tür am 10. Oktober 2010 sehr groß.

Andrang. Vor allem die neuen Labor- und Stallgebäude des FLI interessierten die vielen Besucher.

In einem Teil des Neubaus wurde vorgestellt, wie in Zukunft unter höchsten Sicherheitsbedingungen gearbeitet wird. Im Loeffler-Haus wurde am Mittag eine Ausstellung über Friedrich Loeffler und die Institutsgeschichte eröffnet. In diesem Gebäude nahm vor genau 100 Jahren Friedrich Loeffler seine Forschungsarbeiten zur Maul- und Klauenseuchen auf und legte damit den Grundstein für das heute nach ihm benannte Institut. Beim abendlichen Festakt in der Stadthalle Greifswald würdigte Bundesministerin Ilse Aigner als Festrednerin sowie unter anderem der Generaldirektor der Weltorganisation für Tiergesundheit OIE, Dr. Vallat, die Arbeiten des FLI. Den wissenschaftlichen Abschluss der Feierlichkeiten zum 100-jährigen Jubiläum bildete die internationale Tagung „Animal Health in the 21st Century“ vom 11. bis 13. Oktober in Greifswald. ■

FLI | Elke Reinking, Friedrich-Loeffler-Institut,
Südufer 10, 17493 Greifswald-Insel Riems.
E-Mail: elke.reinking@fli.bund.de

Senat der Bundesforschungsinstitute

Senat wählt neues Präsidium

Der Senat der Bundesforschungsinstitute hat einen neuen Präsidenten. Auf der Senatssitzung am 9./10. November 2010 legte Prof. Dr. Thomas C. Mettenleiter sein Amt als Präsident nieder. „Nachdem der neue Senat gut etabliert ist und die Geschäftsstelle erfolgreich ihre Arbeit aufgenommen hat, möchte ich mich wieder verstärkt auf die Forschung konzentrieren“, begründete er seinen Rücktritt. Als sein Nachfolger wurde der bisherige Vizepräsident Prof. Dr. Gerhard Reckemmer, Präsident des Max Rubner-Instituts, gewählt. Sein Stellvertreter ist Dr. Georg Backhaus, Präsident des Julius Kühn-Instituts. Im Senat der Bundesforschungsinstitute sind die Forschungseinrichtungen im Geschäftsbereich des BMELV zusammengeschlossen. Er repräsentiert damit rund 5.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus vier Bundesforschungsinstituten, dem Bundesinstitut für Risikobewertung und sechs Einrichtungen der Leibniz-Gemeinschaft. Thomas Mettenleiter war seit 2006 Senatspräsident und hatte den Forschungsbereich auch während der Neuordnungsphase vertreten, in der zum Jahreswechsel 2007/2008 die sieben Bundesforschungsanstalten des BMELV in die jetzigen vier Bundesforschungsinstitute überführt wurden. ■

Johann Heinrich von Thünen-Institut

10 Jahre Institut für Ökologischen Landbau

Mit Stolz können die Beschäftigten des Instituts für Ökologischen Landbau im schleswig-holsteinischen Trenthorst auf eine Dekade erfolgreiches Wirken zurückblicken: Am 5. Dezember 2000 gegründet, besteht das zum Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) gehörende Fachinstitut jetzt zehn Jahre.

Anfangen bei Null, ist das Institut heute weit über die Grenzen Deutschlands hinaus bekannt und gut vernetzt mit der nationalen und internationalen Praxis, der Beratung und der Wissenschaft. Die 600 Hektar große historische Liegenschaft ist ökologisch zertifiziert und ein Besuchermagnet. „Insgesamt haben fast 60.000 Menschen in den letzten 10 Jahren das Institut besucht“, sagt Institutsleiter Prof. Dr. Gerold Rahmann. „Das ging von Prince Charles, der bei uns einen Apfelbaum gepflanzt hat, über Fachkollegen aus aller Welt bis zu den Landwirten von nebenan.“ Für die Forschung wurden insgesamt rund 8,5 Mio. Euro in Gebäude und 4 Mio. Euro in technische Ausstattung investiert. Die wissenschaftlichen Ergebnisse sind bislang in 541 Publikationen sowie in mehr als 670 Vorträge und 600 Gutachten eingeflossen.

Das Institut ist ein attraktiver Arbeitsplatz. Das Personal hat sich in den letzten zehn Jahren verdoppelt. Seit fünf Jahren arbeiten mehr Frauen als Männer am Institut, und das Durchschnittsalter ist, vor allem bedingt durch die hohe Zahl an Auszubildenden, stark gesunken. Sechs Doktorarbeiten und 61 Diplom-, Bachelor- und Masterarbeiten wurden bislang mit Trenthorster Daten verfasst. ■

Julius Kühn-Institut

Neues Internetportal zum Ökologischen Landbau

Das vom Julius Kühn-Institut (JKI) eingerichtete Portal <http://oekologischerlandbau.jki.bund.de> ist für alle Bürger frei zugänglich. „Als erstes haben wir es uns zur Aufgabe gemacht, die Forschungsergebnisse des JKI zur alternativen Krankheits- und Schädlingsabwehr zu bündeln. Aber auch Ergebnisse vieler anderer Einrichtungen, die Wege suchen, um Pflanzen im Ökolandbau gesund zu erhalten, finden sich im neuen Internetauftritt“, so Dr. Stefan Kühne vom Julius Kühn-Institut. Er betreut das Portal wissenschaftlich und hat dafür gesorgt, dass es mit anderen wichtigen Internetportalen vernetzt ist. ■



Das vTI-Institut für Ökologischen Landbau

Julius Kühn-Institut

Einwanderer mit außergewöhnlichem Krankheitschutz

Der Asiatische Marienkäfer (*Harmonia axyridis*) trotz Krankheitserregern wesentlich besser als der einheimische Siebenpunkt-Marienkäfer. Das Blut (Hämolymphe) des Einwanderers aus Asien entfaltet eine bis zu 1000-fach stärkere Wirkung gegen Bakterien und Pilze als das unseres Glücksbringers. Das haben vergleichende Unter-



Asiatischer Marienkäfer

suchungen am Julius Kühn-Institut (JKI) in Dossenheim ergeben. Sie untermauern einen aktuellen Trend, den Wissenschaftler mit Sorge beobachten: Der invasive Asiatische Marienkäfer breitet sich immer weiter aus, denn er vermehrt sich schneller als unsere einheimischen Arten und hat durch die gute Abwehr von Krankheitserregern auch bessere Überlebenschancen.

„Das Überleben der Käferlarven ist ein Schlüsselfaktor dafür, dass sich nicht heimische Käferarten in unseren Breiten etablieren können“, sagt Dr. Jürgen Gross. Der Wissenschaftler vom JKI untersucht, welche schützenden Substanzen die Käfer in die Wiege gelegt bekommen und wie ihr Immunsystem auf verschiedene Krankheitserreger reagiert. Das Forscherteam brachte dazu Käfer und deren Larven mit Bakterien und Pilzen in Kontakt, entnahm ihnen dann geringe Mengen ihrer Hämolymphe und untersuchte deren antimikrobielle Wirkung auf die Mikroorganismen.

„Die antibakterielle Wirkung war beim Asiatischen Marienkäfer ähnlich stark wie die eines bekannten Antibiotikums, das wir als Kontrolle benutzten“, so Gross. Dabei war die antimikrobielle Wirkung der Hämolymphe immer gleich stark, unabhängig davon, ob die Käfer vorher infiziert worden waren oder nicht. Im Vergleich dazu wirkte das Blut des einheimischen Siebenpunkts nur gegen einige der Erreger.

Neben der antimikrobiellen Aktivität der Körpersäfte untersuchten die Forscher auch die Wirkung der Duftwolke, die die Tiere umgibt. Drei der flüchtigen Substanzen aus der Duftwolke von erwachsenen Asiatischen Marienkäfern hemmten in den Tests ebenfalls das Wachstum von Bakterien und Pilzen.

Seit 2002 kommt es in Deutschland im Herbst immer wieder zu einem Massenauf-treten des eingewanderten Käfers. ■

Leibniz-Institut für Nutztierbiologie

Können Embryonen ihre eigene Lebensfähigkeit beeinflussen?

Wissenschaftlern des Leibniz-Instituts für Nutztierbiologie (FBN) in Dummerstorf ist eine wegweisende Entdeckung bei der Erforschung des Zusammenspiels zwischen Muttertier und frühem Embryo während der Trächtigkeit gelungen. Dr. Karin Wollenhaupt und Dr. Wolfgang Tomek konnten bei Schweinen einen neuartigen Regulationsmechanismus nachweisen, bei dem ein Embryo die mütterliche Gebärmutter-schleimhaut beeinflusst, um damit das Fortbestehen der Trächtigkeit zu sichern. Im Zentrum der Untersuchung stand ein in allen Zellen von Säugetieren vorkommen-des und lebenswichtiges Protein (eIF4E). Die Forscher entdeckten in der Gebärmutter-schleimhaut eine neue Variante dieses Proteins, das bei anderen untersuchten Tierarten, zum Beispiel bei der Maus oder beim Rind, und in anderen Organen des Schweins nicht auftritt.

Die Einnistung der Embryonen in die Gebärmutter (Uterus) eines Muttertiers ist ein Schlüsselereignis für den Fortbestand einer Trächtigkeit. In diesem Zeitraum signalisiert der Embryo dem mütterlichen Organismus den Beginn dieses Ereignisses und nimmt Einfluss auf die Struktur der Uterusschleimhaut, um das eigene Wachstum und die Entwicklung zu ermöglichen. Die Forscher fanden die verkürzte Form des Proteins eIF4E gerade dann in der Uterusschleimhaut, wenn der Embryo mit dieser intensiv in Kontakt tritt. Diese Prozesse haben wiederum auf molekularer Ebene weitreichende Folgen für die mütterlichen Zellen. So wird unter anderem die Regulierung des körpereigenen Aufbaus von Proteinen beeinflusst, wobei entwicklungsbedingt neue Proteine entstehen.

Die Uterusschleimhaut beim Schwein ist in sofern einzigartig, da sie – anders als beim Menschen oder einer Maus – als eine Art Barriere wirkt und das Eindringen des Embryos verhindert. Die jetzt entdeckte ver-

kürzte Form des Proteins eIF4E spielt hier anscheinend eine entscheidende Rolle. Im Folgenden soll nun genauer das Wechselspiel der beteiligten Proteine untersucht werden. Die künftigen Ergebnisse können dazu beitragen, die Bedingungen für die Entwicklung der Embryonen in der Gebärmutter-schleimhaut besser zu verstehen. ■

Bundesinstitut für Risikobewertung

Informationen über Pflanzenschutzmittel erreichen die Verbraucher nicht

Verbraucherinnen und Verbraucher wissen wenig über Rückstände von Pflanzenschutzmitteln in Lebensmitteln. Sie bekunden zwar großes Interesse am Thema, fühlen sich aber unzureichend informiert. Das ergab eine repräsentative Bevölkerungsbefragung, die vom Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) in Auftrag gegeben worden war. Die Studie zeigt, dass Informationen über Pflanzenschutzmittel bei den Verbraucherinnen und Verbrauchern nicht ankommen. Die Folge sind Fehleinschätzungen über die Verwendung und die gesetzliche Regulierung von Pflanzenschutzmitteln: So gehen fast 70 % der Befragten davon aus, dass Lebensmittel gar keine Rückstände von Pflanzenschutzmitteln enthalten dürfen. In der Bevölkerung ist nicht bekannt, dass Rückstände in geringen Mengen erlaubt sind, wenn sie gesundheitlich unbedenklich sind.

Die Studie hat zudem einen Widerspruch deutlich gemacht: Einerseits stimmen 86 % der Befragten der Aussage zu, dass Pflanzenschutzmittel die Produktivität der Landwirtschaft erhöhen. Andererseits halten aber nur 23 % der Befragten Pflanzenschutzmittel für notwendig zur Herstellung von Lebensmitteln, und 54 % wissen nicht, dass auch in der ökologischen Landwirtschaft bestimmte Pflanzenschutzmittel eingesetzt werden dürfen.

Die Studie ist auf der Internetseite des BfR veröffentlicht: www.bfr.bund.de ■

Agrarforschung

Deutsche Agrarforschungsallianz gestartet

Zweifelloos ein „großes Projekt“ sei die Gründung der Deutschen Agrarforschungsallianz (DAFA), so der Staatssekretär im Bundeslandwirtschaftsministerium Dr. Robert Kloos bei seiner Ansprache im Rahmen der DAFA-Auftaktveranstaltung am 11. und 12. November 2010 in Berlin. Zwar sind die einzelnen Einrichtungen der Agrar- und Ernährungsforschung meist gut vernetzt, doch der große Verbund fehlt noch. Die Forschungsallianz kann als zentraler Ansprechpartner im In- und Ausland dienen und dazu beitragen, den anstehenden Herausforderungen erfolgreich zu begegnen.

Die gut 130 anwesenden Wissenschaftler einte das Ziel, eine deutlich vernehmbare Stimme für eine problemlösungsorientierte Agrar- und Ernährungsforschung zu etablieren. Dabei soll es nicht nur um eine Zusammenarbeit über Disziplinen hinweg gehen, sondern auch darum, von der Grundlagenforschung bis zur angewandten Wissenschaft an einem Strang zu ziehen. Anliegen, für die nun mit der Gründung der DAFA die Weichen gestellt sind.

Nähere Informationen zur Deutschen Agrarforschungsallianz, deren Geschäftsstelle am Johann Heinrich von Thünen-Institut in Braunschweig angesiedelt ist, finden sich unter www.dafa.de. ■



Der Gründungsvorstand der DAFA, Prof. Isermeyer, Prof. Rechkemmer, Prof. Wiggering und Prof. Jungbluth, zusammen mit Staatssekretär Dr. Kloos (v.l.n.r.) bei der Auftaktveranstaltung.

Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Mittel- und Osteuropa

Milchmärkte in Mittel- und Osteuropa heute und morgen

IAMO-Veranstaltung auf der EuroTier 2010

Der Abbau staatlicher Preisregulierungen, die Konsolidierung großbetrieblicher Strukturen und strengere Qualitätskontrollen könnten dazu beitragen, die Wettbewerbsfähigkeit der mittel- und osteuropäischen Milchmärkte zu steigern. Das ist eines der Ergebnisse einer Vortragsveranstaltung des IAMO auf der EuroTier in Hannover, der weltgrößten Messe für professionelle Tierhalter. Dort wurden Entwicklungsperspektiven in Belarus (Weißrussland) und der Ukraine in den Blick genommen und mit einem interessierten Publikum diskutiert. Vortragende waren die beiden IAMO-Wissenschaftler Dr. Oleksandr Perezhokhuk und Maryna Mykhaylenko sowie Dr. Mikhail Ramanovich, Leiter des Dairy Sector Analysis Teams am IFCN Dairy Research Center. Die Privatisierung der staatlichen Milchbetriebe hatte in vielen mittel- und osteuropäischen Ländern die Milchwirtschaft geschwächt. Ein erheblicher Anteil der Rohmilch wurde und wird von kleinen und Kleinproduzenten hergestellt. Ein eindruckliches Beispiel hierfür ist die Ukraine, wo heute 82% der Rohmilch aus sogenannten Semi-Subsistenzbetrieben mit durchschnittlich 1,5 Kühen stammen. Diese Situation führt unter anderem dazu, dass Milchverarbeitungsunternehmen häu-

fig mit Lieferunsicherheiten und qualitativ minderwertiger Milch konfrontiert sind. Ein Hemmnis der Weiterentwicklung der dortigen Milchmärkte sind die niedrigen Milchpreise, die den Produzenten vielerorts trotz Nachfrageüberhang von den Molkeereien gezahlt werden. Sie sind häufig die Folge einer staatlichen Politik, die versucht, den Bedarf einkommensschwacher Bevölkerungsschichten zu sichern, dabei aber gleichzeitig verhindert, dass im Milchsektor kostendeckend produziert werden kann. ■

Julius Kühn-Institut

Thaer-Medaille für JKI-Präsidenten

Auf der Eröffnungsveranstaltung zum Wintersemester der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin wurde dem Präsidenten des Julius Kühn-Instituts, Dr. Georg Backhaus, am 18. Oktober 2010 die Thaer-Medaille verliehen. „Die Fakultät ehrt damit sein Engagement für die intensive Kooperation in Forschung und Lehre und bedankt sich für die großzügige Unterstützung bei der Beherbergung des Fachgebiets Phytomedizin während der Großbaumaßnahmen in den Gebäuden der Humboldt-Universität“, sagte der Dekan Prof. Dr. Dr. h.c. Frank Ellmer.

Zwischen der Fakultät und dem Julius Kühn-Institut bzw. seiner Vorgängereinrichtung, der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, bestehen langjährige enge wissenschaftliche Beziehungen, die im April 2010 in eine Kooperationsvereinbarung einmündeten. ■

IMPRESSUM

FORSCHUNGSREPORT

Ernährung – Landwirtschaft – Verbraucherschutz
2/2010 (Heft 42)

Herausgeber:

Senat der Bundesforschungs-institute im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

Schriftleitung & Redaktion:

Dr. Michael Welling
c/o Johann Heinrich von Thünen-Institut (VTI),
Bundesallee 50,
38116 Braunschweig
Tel.: 0531 / 596-1016
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

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:

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 Risi-

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, c/o JKI, Königin-Luise-Straße 19, 14195 Berlin, Tel.: 030/8304-2031, -2605, www.bmelv-forschung.de).

kommunikation 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).

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);

Leibniz-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);

Leibniz-Institut für Nutztierbiologie (FBN) (Wilhelm-Stahl-Allee 2, 18196 Dummerstorf, Tel.: 038208/68-5, www.fbn-dummerstorf.de);

Leibniz-Institut für Agraentwicklung in Mittel- und Osteuropa (IAMO) (Theodor-Lieser-Str. 2, 06120 Halle/S., Tel.: 0345/2928-0, www.iamo.de).

Zuwendungsempfänger:

Deutsches BiomasseForschungszentrum (DBFZ) (Torgauer Str. 116, 04347 Leipzig, Tel.: 0341/2434-112, www.dbfz.de)





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

