

## Lebensgrundlage Land

### Das Land der Anderen

---

„Land Grabbing“ –  
ein globales Problem

### Wie Landnutzung das Klima schützt

---

Treibhausgasemis-  
sionen verringern

### Moore – ein faszinie- rendes Ökosystem

---

Nutzung von Nieder-  
mooren im Havelland

Prof. Dr. Dr. habil.  
Gerhard  
Rechkemmer



## Guten Tag!

Die rasante Überbauung führte in Deutschland zu der Erkenntnis, dass Land regelrecht „verbraucht“ werden kann und schlug sich in der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie nieder. Die darin formulierte Forderung, die Flächeninanspruchnahme bis 2020 auf maximal 30 Hektar am Tag zu begrenzen, fand nun Eingang in den aktuellen Koalitionsvertrag der Bundesregierung. Als Motto gilt „gebrauchen, nicht verbrauchen“. In Zukunft sollen verstärkt sinnvolle Mehrfachnutzungen in innerstädtischen Gebieten mit begrenztem Flächenpotenzial gefördert werden.

Wenn Land zunehmend überbaut wird, wird es von einer Senke für Treibhausgase zur Quelle von Kohlendioxid und anderen klimarelevanten Gasen. Wie groß der Beitrag je nach Landnutzung ist, ist aktuell noch schwer abschätzbar. Ein beim Thünen-Institut angesiedelter interdisziplinärer Modellverbund hat sich zur Aufgabe gestellt, bestehende Landnutzungssysteme daraufhin zu analysieren. Dies wird in diesem ForschungsReport ausführlich dargestellt.

Eine neue Dimension der Problematik des Landverbrauchs stellt das im Interview von Prof. Dr. Alfons Balmann, Institut für Agrarentwicklung in Mittel- und Osteuropa (IAMO), thematisierte „Land Grabbing“ dar. Die Problematik der Landkäufe und daraus resultierenden Landnutzungskonflikten wird durch Agrarholdings vorangetrieben und spielt sich insbesondere in Ländern mit politischen Defiziten ab. In diesen Fällen geht es häufig um die Nutzung von großen landwirtschaftlichen Flächen für die Lebensmittelproduktion als Auftragstätigkeit.

Boden war lange unter den natürlichen Ressourcen die am wenigsten beachtete. Bei den Schutzbemühungen standen zunächst die Luft, „Waldsterben“, und dann das Wasser, „saure Seen“, im Vordergrund. Doch beide Ressourcen stehen in enger Beziehung zum Boden. Dort, wo das Pufferpotenzial des Bodens erschöpft ist, kann der saure Eintrag seine volle Wirkung entfalten und sehr schnell zu Veränderungen im ökologischen System (Pflanzen und Tiere) führen. Erfreulicherweise sind diese Zusammenhänge heute nicht nur längst bekannt, sondern auch als wichtig anerkannt.

Zum Bodenschutz in qualitativer Hinsicht kam in den letzten Jahren verstärkt der Bodenschutz in quantitativer Hinsicht hinzu. Die Klimaerwärmung führt weltweit zur Verstärkung von Erosion und Verwüstung und damit zu einer globalen Abnahme der landwirtschaftlich nutzbaren Flächen. Eines der Kernprobleme im Umweltbereich, stellen die Vereinten Nationen in ihrer Konvention zur Bekämpfung der Wüstenbildung fest.

Die Dringlichkeit, den Boden zu schützen, wurde nicht zuletzt durch das gerade vergangene „Jahr des Bodens 2013“ unterstrichen. Doch zu den laufenden Bemühungen müssen auch neue Wege des Bodenschutzes kommen. Ein Ansatz, der sich vor allem auf die Bodenfruchtbarkeit auswirken kann, ist der verstärkte Anbau von Hülsenfrüchten in der Landwirtschaft. Hülsenfrüchte sind nicht nur fähig, Stickstoff aus der Luft zu binden und benötigen somit weniger klimarelevanten Dünger, sie sorgen auch für mehr Abwechslung im Anbau. Doch es ist vergleichsweise aufwendig, Linsen, Erbsen, Lupinen und andere Leguminosen anzubauen. Darum hat sich das BMELV bereits 2012 – auf Anraten der Forschung – entschlossen, eine „Eiweißpflanzenstrategie“ auf den Weg zu bringen. Lesen Sie Näheres in diesem ForschungsReport.

Viel Freude beim Lesen!

Prof. Dr. Dr. habil. Gerhard Rechkemmer  
Präsident des Senats der Bundesforschungsinstitute

## Inhalt

Seite 20



### Wie Landnutzung das Klima schützt

Treibhausgasemissionen lassen sich durch Änderungen der Landnutzung verringern. Am Thünen-Institut für ländliche Räume entwickeln Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler Modelle, die Vorhersagen für klimafreundliche Landnutzung treffen.

Seite 36



### Moore – ein faszinierendes Ökosystem

Was Niedermoore sind und wie sie in Brandenburg genutzt werden, erklärt Dr. Behrendt vom Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung bei unserem Besuch der Forschungsstation in Paulinenaue. Auf den Versuchsflächen weiden Schafe und Damwild, Rot- und Muffelwild gemeinsam, warum?

Seite 40



### Das Land der Anderen

„Land Grabbing“ – ein globales Problem und seine Folgen. Prof. Balmann vom Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Mittel- und Osteuropa erklärt im Gespräch Chancen und Risiken weltweit zunehmender Landkäufe.

## Berichte aus der Forschung

**Die Rückkehr traditioneller Hülsenfrüchte**  
Nachhaltigkeit durch vielseitige Nutzung

4

4

### Stadt, Land, Wald

Wie die Landnutzung zur Verringerung des Treibhausgas-Ausstoßes beitragen kann

8

**Neue Wege im regionalen Phosphor-Management**  
Phosphor-Recycling aus dem Abwasser birgt Potenziale für die Landwirtschaft

12

### Fruchtbarer Boden

Welchen Einfluss die Landnutzung auf den Boden hat

16

### Landnutzung

Immer wieder das Gleiche und im ständigen Umbruch

20

### Afrikanische Schweinepest

Eine hochgefährliche Tierseuche auf dem Vormarsch

24

### Schnell im Blick

Welche Allergene befinden sich im Lebensmittel?

28

### Nanotechnologie im Lebensmittelbereich

Viele offene Fragen für die Forschung

32

## Forschung mittendrin

36

### Ein faszinierendes Ökosystem

Nutzung von Niedermooren in Brandenburg

36

## Interview

40

### Das Land der Anderen

40

## Portrait

44

### Landschaft im Wandel

Wie sich die Landnutzung und der Aufbau unserer Wälder in den letzten Jahrzehnten verändert haben

44

### Annette Prochnow

Im Gespräch über Boden, Gras und Zeit

46

## Auf den Punkt gebracht

48



# Die Rückkehr traditioneller Hülsenfrüchte

## Nachhaltigkeit durch vielseitige Nutzung

**In Deutschland entfallen heute ca. 70 Prozent der Ackerfläche auf die vier Kulturarten Winterweizen, Wintergerste, Mais und Raps. Die in einzelnen Regionen auftretende Konzentration auf wenige intensive Kulturen bereitet fruchtfolgebedingte Probleme und wird in der Öffentlichkeit zunehmend kritisch wahrgenommen. Strategien sind gefragt, die den Bedarf an landwirtschaftlicher Produktion einerseits und Aufrechterhaltung der Vielfalt andererseits in Einklang bringen.**

Ein Beitrag könnte der Anbau von Hülsenfrüchtlern (Leguminosen) sein. Hierzu gehören die heimischen „Körnerleguminosen“ Ackerbohne, Körnerfettererbse, Blaue, Gelbe

und Weiße Lupine, Linse sowie die bei uns noch exotische Sojabohne. Auch die mit ihrer Grünmasse genutzten „Futterleguminosen“ wie Luzerne und diverse Kleearten zählen zu dieser Gruppe von Kulturpflanzen. Allen Leguminosen ist die Fähigkeit gemeinsam, mit Hilfe von Knöllchenbakterien in den Wurzeln Stickstoff aus der Luft im Boden zu binden und für sich und nachfolgende Pflanzen als Nährstoff verfügbar zu machen. Hinzu kommen der gute Phosphataufschluss sowie die gute Bodenlockerung durch die Wurzeln, pflanzengesundheitliche Effekte durch Unterbrechung getreidelastiger Fruchtfolgen und die Attraktivität als Insektenweide. Wie die Deutsche Agrarforschungsbund (DAFA) in ihrer Forschungsstrategie zu Leguminosen darlegt, könnte ein konsequenter Leguminosenanbau agrarökologische und sozioökonomische Vorteile mit sich bringen. Mit derselben



**Abbildung 1:** Gewächshaustest auf Widerstandsfähigkeit gegenüber der Brennfleckenkrankheit bei Gelber Lupine. Links: resistente Pflanze, rechts: anfälliger Prüfling; **Abbildung 2:** Trockenstress-Versuche an Ackerbohnen unter dem Rainout-Shelter

Einschätzung hat im November 2012 das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) seine „Eiweißpflanzenstrategie“ auf den Weg gebracht.

Den Anbau von Leguminosen zu steigern, ist freilich leichter gesagt als getan. Hierzu braucht es Aktivitäten – und Ausdauer – auf mehreren Spielfeldern. Wertschöpfungsketten müssen entwickelt, die Beratung von Landwirten in Sachen Leguminosenanbau muss verbessert und die Möglichkeiten, attraktive und sichere Erträge zu erzielen, müssen erforscht und umgesetzt werden.

### Verschiedene Wege zur Ertragsverbesserung

Für die Verbesserung der Erträge gibt es verschiedene Ansatzpunkte. Einer davon ist die Widerstandsfähigkeit gegen Schaderreger, die den Ertrag mindern oder gefährden. Ein solcher Schaderreger ist etwa *Colletotrichum lupini*, ein Pilz, der bei Lupinen die gefürchtete Brennfleckenkrankheit verursacht und zu empfindlichen Ertragsverlusten bis hin zum Totalausfall führen kann. Bei der Blauen Lupine (*Lupinus angustifolius*) ist es Züchtungsforschern am Julius Kühn-Institut (JKI) in Zusammenarbeit mit einem Lupinenzüchter



**Abbildung 3:** Das Ausmaß des Hülsenansatzes ist eine wichtige Ertragskomponente bei der Blauen Süßlupine

gelingen, eine pflanzen genetische Ressource mit hochwirksamer Resistenz gegen den Pilz zu identifizieren. Ein im Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft gefördertes Forschungsvorhaben am JKI setzt sich dasselbe Ziel für die Gelbe Lupine (*L. luteus*, Abb. 1).

Nicht nur Pflanzenkrankheiten gefährden den Ertrag. Die in Deutschland angebaute Sommer-Ackerbohne reagiert empfindlich auf Frühsommertrockenheit, die häufig in die Zeit der Blüte und des begin-

nenden Hülsenansatzes fällt. Trockenstress-Toleranz kann nur mit hohem Aufwand direkt erfasst werden – etwa unter dem „Rainout-Shelter“, einem aufwendigen Regenschutz (Abb. 2). Solche Versuche sind teuer und die zu bewältigende Anzahl an Prüfkandidaten ist begrenzt. Deshalb wird am JKI nach Möglichkeiten geforscht, aussichtsreiche Kandidaten anhand von sequenzvariablen DNA-Abschnitten zu erkennen. Bestimmte Varianten dieser „molekularen Marker“ werden häufig gemeinsam mit Trockenstress-Toleranz in den Pflanzen vorgefunden. Durch eine solche markergestützte Vorselektion könnten die Zuchtlinien für die finale Eignungsprüfung unter dem Shelter auf eine engere

Vorauswahl beschränkt und die Züchtung stresstoleranter Ackerbohnen beschleunigt werden.

Schließlich ließe sich durch Optimierung der Anbaupraxis brachliegendes Ertragspotenzial heben. Körnerleguminosen stellen spezifische Anforderungen an Saatbettvorbereitung, Aussattermin, Ablagetiefe der Saat und Pflanzenschutz. Die in den Praxisbetrieben bei Ackerbohne, Lupine und Körnererbse erzielten Erträge liegen 30 bis 40 Prozent unter jenen, die bei optimaler Kulturführung im landwirt-

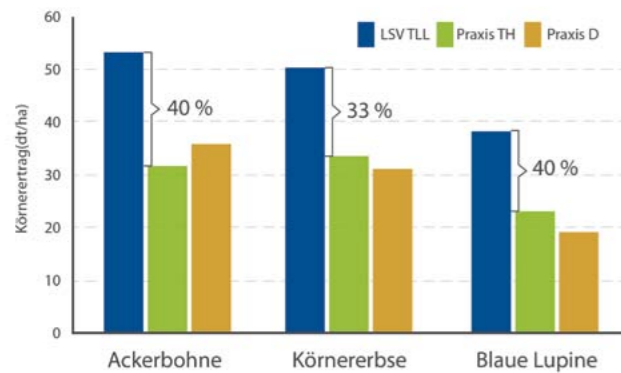


Abbildung 4: Versuchsanbau: Mittlere Körnererträge der Bezugssorten in Landessortenversuchen 2004 – 2011 der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL); Praxisanbau: Mittlere Erträge Praxisbetriebe in Thüringen (TH) bzw. Deutschland (D) 2004 – 2012 (Quelle: Statistisches Bundesamt)

schaftlichen Versuchswesen erreichbar sind (Abb. 4). Durch Verbesserungen der fachlichen Praxis ließen sich noch zusätzliche Ertragsprozente herausholen.

### Großes Verwendungspotenzial in der Tierfütterung

Fütterungsexperimente belegen, dass 40 bis 50 Prozent des in der Schweinemast eingesetzten Sojaextraktionsschrotes (SES) ohne Leistungseinbußen durch heimische Körnerleguminosen als Proteinträger ersetzt werden könnten. Vor dem Hintergrund, dass in Deutschland jährlich etwa 4,6 Millionen Tonnen SES, also ca. 2,1 Millionen Tonnen Rohprotein, in der Tierfütterung eingesetzt werden, wird deutlich, um welche Mengen es hier geht.

Ein erheblicher Teil des Proteinbedarfs wird schon heute durch den Einsatz von Rapsextraktionsschrot, einem proteinreichen Koppelprodukt aus der Rapsölgewinnung, gedeckt. In welchem Umfang Leguminosen aus heimischem Anbau künftig am Markt für Futtermittel teilhaben können, wird sich im Zusammenspiel von internationalen Agrarmärkten, europäischer Agrarpolitik und den nationalen Land- und Lebensmittelwirtschaften entscheiden müssen.

Abbildung 5 (unten): Wertschöpfungskette im Forschungsvorhaben PlantsProFood



### ...und im Lebensmittelsektor

Im Forschungsverbund LeguAN (Leguminosen vom Anbau bis zur Nutzung) werden Wertschöpfungsketten zum Einsatz von Ackerbohne und Körnererbse für funktionelle Lebensmittel entwickelt. Als Vorbild diente der ein Jahr früher gestartete Forschungsverbund PlantsProFood, dessen Ziel es ist, Inhaltsstoffe aus dem Samen der Blauen Süßlupine für die Herstellung innovativer und gesunder Lebensmittel einzusetzen. Die Wertschöpfungskette reicht von

der Züchtung geeigneter Sorten zur Rohstoffversorgung über die Rohstoffverarbeitung bis zum Einsatz spezifischer Rohstofffraktionen in der Lebensmittelherstellung (Abb. 5). Die durch PlantsProFood angestoßenen Aktivitäten haben inzwischen zu marktgängigen oder in der Entwicklung befindlichen Produkten wie laktosefreiem Speiseeis, ballaststoffangereicherter und fettreduzierter Wurst, glutenfreien Backprodukten bzw. rein veganen Produktentwicklungen von sehr hoher sensorischer und für den Verbraucher attraktiver Qualität geführt. Der Weltmarkt 2012 für Lebensmittel-Proteinzutaten umfasste vier Millionen Tonnen. Davon waren 1,7 Millionen Tonnen pflanzlicher Herkunft, 56 Prozent davon aus Sojabohnen. Der Einsatz von Protein aus heimischen Leguminosen in Lebensmitteln dürfte noch reichlich Entwicklungspotenzial haben.

### Hülsenfrüchtler auch als erneuerbare Energieträger?

Im Jahr 2013 wurden in Deutschland auf insgesamt 1,2 Millionen Hektar Pflanzen angebaut, um Gärsubstrat für die knapp 7.800 Biogasanlagen im Land zu produzieren. Silomais hat unter diesen Pflanzen einen Masseanteil von 73 Prozent. Bedarf nach Kulturartenvielfalt besteht somit auch im Energiepflanzen-Anbau.

So entwickeln Maiszüchter zurzeit beim Mais und bei der Gartenbohne Sorten mit Wuchstypen, die es erlauben, die beiden Kulturarten gemeinsam anstelle monotoner Energiemais-Reinkulturen anzubauen. Ein anderes Beispiel ist die Andenlupine (*L. mutabilis*). Das Potenzial dieser hierzulande bislang nicht angebauten Pflanze zur Produktion von Gärsubstrat wird zurzeit im Rahmen eines von der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe geförderten, gemeinsamen Forschungsvorhabens des JKI und der Universität Rostock erforscht. Ein Vorversuch im Jahr 2011 unter norddeutschen Anbaubedingungen (Abb. 6) ergab Ge-



Abbildung 6: Biomasse-Versuchsanbau von Andenlupinen im Reinanbau und im Reihenanbau mit Mais am JKI-Standort Groß Lüsewitz, Mecklenburg-Vorpommern

samtrockenmasse (GTM)-Erträge von bis zu 13,7 Tonnen pro Hektar. Zum Vergleich: Die mittleren GTM-Erträge in den Landessortenversuchen Mecklenburg-Vorpommern für die Jahre 2005 bis 2010 betragen für intensiv gezüchtete Silomais- und Energiemaisorten 18 bzw. 19 Tonnen pro Hektar. Die hierzulande bisher noch gar nicht auf Biomasseleistung gezüchtete Andenlupine könnte also ein züchterisch erschließbares Leistungspotenzial bereithalten.

### Agrarforschung erschließt Möglichkeiten

Es gibt also keinen Grund, angesichts der Rahmenbedingungen und geringen Bedeutung, die der Anbau von Leguminosen heute in Deutschland hat, die Segel zu streichen und auf die vielfältigen Ökosystemleistungen der Hülsenfrüchtler zu verzichten. Vielmehr gibt es Ansatzpunkte, um diesen Kulturpflanzen künftig zu mehr Beachtung zu verhelfen. Die Agrarforschung liefert hierzu den Schlüssel. Dazu lässt sie sich von den aktuellen agrarpolitischen und -wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zu zielführenden Forschungsaktivitäten inspirieren. Wie die Beispiele belegen, geht sie auf bestimmten Forschungsgebieten aber auch weit über die Status-quo-Perspektive hinaus und ist mit ihrer Vorlauforschung selbst eine der treibenden Innovationskräfte in Richtung nachhaltige Landnutzung.



Dr. Peter Wehling, Dr. Steffen Roux, Dr. Brigitte Ruge-Wehling, Kristin Fischer, Dr. Christiane Balko  
Julius Kühn-Institut; Institut für Züchtungsforschung an landwirtschaftlichen Kulturen und Institut für Resistenzforschung und Stresstoleranz, Groß Lüsewitz

E-Mail: peter.wehling@jki.bund.de



## Stadt, Land, Wald

### Wie die Landnutzung zur Verringerung des Treibhausgas-Ausstoßes beitragen kann

**Schon jetzt wird Deutschlands Landfläche intensiv genutzt und erfüllt vielfältige gesellschaftliche Funktionen: Auf Agrarflächen werden Nahrungsmittel und Futtermittel sowie Biomasse, in Wäldern Holz zur energetischen und stofflichen Nutzung erzeugt. Andere Flächen dienen als Siedlungen und Straßen sowie der Erholung. Zudem sollen ökologische Leistungen erbracht werden und ein Beitrag zum Klimaschutz wird erwartet.**

Deutschland hat sich zum Schutz des Klimas verpflichtet, seine Treibhausgas(THG)-Emissionen bis 2020 um 40 Prozent gegenüber 1990 zu reduzieren. Das ambitionierte Ziel lässt sich nur erreichen, wenn bei allen Quellen, wie beispielsweise dem Energieverbrauch der Industrie und privater Haushalte, aber auch der Landnutzung

und Landnutzungsänderungen, effiziente Maßnahmen und Strategien umgesetzt werden, die einen Beitrag zum Klimaschutz leisten.

Landnutzung und deren Änderungen verursachen ca. 10 Prozent der deutschen THG-Emissionen. Das Verbundprojekt CC-LandStraD (Climate Change – Land Use Strategies in Deutschland) untersucht wie die Landnutzung zum Klimaschutz beitragen kann. Ziel ist es nachhaltige Landnutzungsstrategien für Deutschland im Zeichen des Klimawandels zu entwickeln. Die komplexen Wechselwirkungen zwischen Klima, Boden, Biomasse, Landnutzung, landnutzungsbedingten THG-Emissionen und Ökonomie werden abgebildet und mit Hilfe eines interdisziplinären Modellverbundes die Auswirkungen von Maßnahmen und Landnutzungsstrategien analysiert.

Aufgrund zunehmender Konflikte um knappe Fläche war bei Projektbeginn klar: Erstens sind Praktiker in das Projekt einzubinden. Landnutzer oder ihre Fachverbände also nicht erst nach Jahren der Forschung mit Ergebnissen konfrontieren, sondern von Anfang an in die Diskussion von Maßnahmen, Szenarien und Landnutzungsstrategien sowie Ergebnissen modellgestützter Wirkungsanalysen einbeziehen. Denn neben wissenschaftlichen Erkenntnissen will das Projekt gesellschaftlich akzeptierte, umsetzbare Maßnahmen und Landnutzungsstrategien, erarbeiten. Zweitens hängen die Umsetzung und Akzeptanz der Maßnahmen und Landnutzungsstrategien entscheidend von der regionalen Ausgangssituation ab. Daher werden neben der Bundesebene zwei Beispielregionen vertiefend

analysiert. Das sind die ländlich geprägte Altmark und die beiden durch den Ballungsraum Köln-Bonn gekennzeichneten Landkreise Rheinisch-Bergischer Kreis und Rhein-Sieg-Kreis (Abb. 1).

#### Praktiker und Fachorganisationen geben wichtige Einschätzungen

Das Thünen-Institut für Ländliche Räume und das Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung verantworten die beiden Beteiligungsprozesse. Sie identifizierten wichtige Akteure aus der Land- und Forstwirtschaft, dem kommunalen Bereich sowie dem Natur- und Umweltschutz (z. B. Behörden, Vereine). Auf regionaler Ebene sind auch Einzelpersonen – der Landwirt, die Waldbesitzerin, der engagierte Naturschützer – beteiligt. Insgesamt bilden ca. 150 Akteure ein Netzwerk, das CC-LandStraD kritisch begleitet.

Wie Praktiker und Behördenvertreter aktuelle Flächenutzungskonkurrenzen in Deutschland, den Klimawandel sowie Klimaschutz- und Klimaanpassungsmaßnahmen wahrnehmen und bewerten, wurde zu

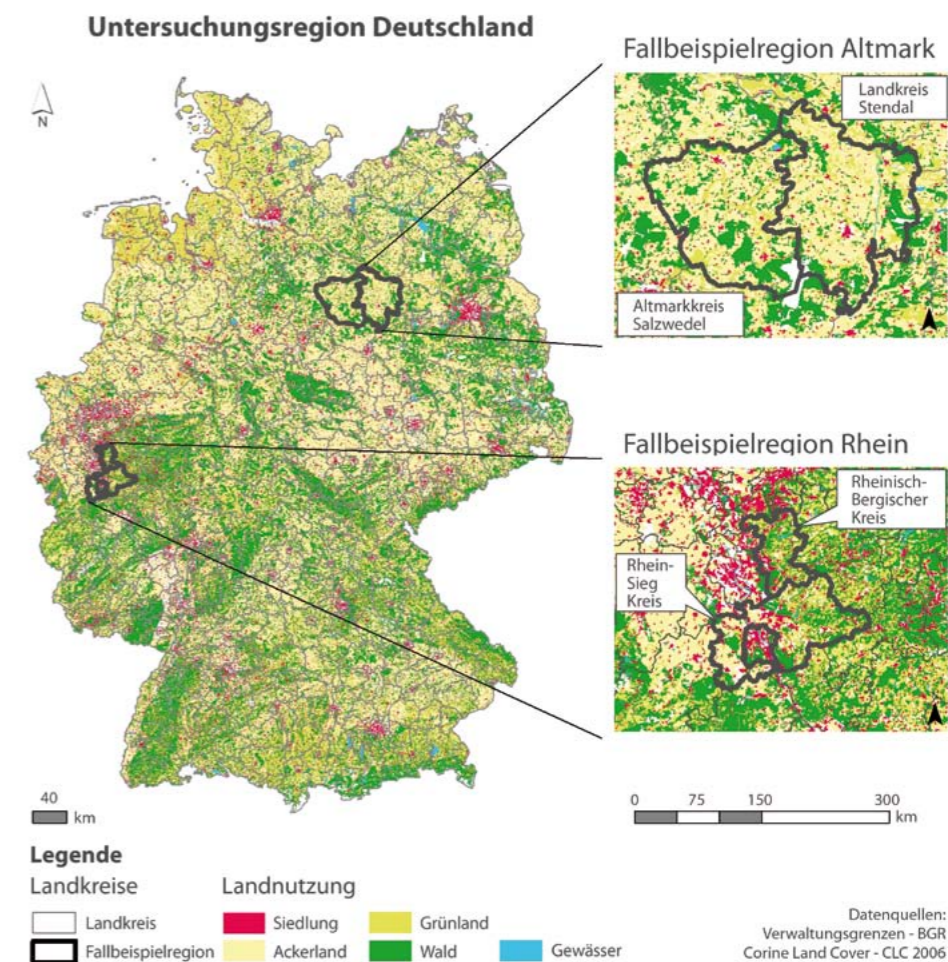


Abbildung 1: Untersuchungsregion Deutschland mit den Beispielregionen Altmark und Rhein

Projektbeginn in 68 Interviews erhoben. Die Befragten auf Bundesebene wiesen auf Nutzungs- und Interessenkonflikte innerhalb der Sektoren Land- und Forstwirtschaft hin, vor allem auf die Konkurrenz um Flächen zur Erzeugung von Rohstoffen für die Lebensmittel- bzw. Holzverarbeitungsindustrie sowie für die Bioenergie. Sehr kritisch wurde von Vertretern der Landwirtschaft die anhaltende Inanspruchnahme von Flächen für Siedlungen und Verkehr gesehen und der damit verbundene Bedarf an Ausgleichsflächen zur Kompensation der Eingriffe. Beides geschieht in der Regel zu Lasten der Landwirtschaftsfläche.

Befragte bewerten Extremwetterereignisse, verlängerte Vegetationszeiten sowie die Einwanderung neuer Arten als Anzeichen klimatischer Veränderungen, die erste Anpassungsmaßnahmen erfordern. Die Diskussion um den Klimawandel wirke sich direkt oder indirekt auf die Arbeit innerhalb der Landnutzungsorganisationen aus. Als zentrale Probleme werden die prinzipielle Unsicherheit der vorhandenen Klimaprojektionen sowie ihre fehlende Kleinräumigkeit gesehen.

## Modellverbund bildet Auswirkungen ab

Die Akteure nannten Maßnahmen, die aus ihrer Perspektive Klimaschutzpotenziale aufweisen und diskutierten diese mit den Forschern. Im Anschluss wurde durch die Wissenschaftler geprüft, inwiefern sich die Auswirkungen der vorgeschlagenen und anderer, in der Forschung diskutierter, Maßnahmen mit dem Modellverbund abbilden lassen. Hierzu wird zunächst die Landnutzung unter der Annahme der gegenwärtigen Rahmenbedingungen bis zum Jahr 2030 projiziert (Referenz-Szenario). Anschließend werden die Auswirkungen der Maßnahmen bzw. Landnutzungsstrategien mit der Referenz verglichen. Es werden eine Landnutzungsstrategie zum Klimaschutz sowie weitere Strategien, die z. B. Bioenergie sowie Natur- und Umweltschutzziele angehen, untersucht. Zudem werden Ansprüche an die Landnutzung berücksichtigt, die sich durch Anpassungen an den Klimawandel ergeben können (z. B. Hochwasserschutz oder veränderte Siedlungsstrukturen). Der Modellverbund wird vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR), dem Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung sowie den Thünen-Instituten für Agrarklimaschutz, Forstökonomie sowie Ländliche Räume entwickelt.

Charakteristisch für die Entwicklung der Landnutzung in Deutschland ist die zunehmende Siedlungs- und Verkehrsfläche zu Lasten der Agrarfläche bei einer stabilen Forstfläche. Das Ziel bis 2020 die Neuinanspruchnahme von Flächen für Siedlung und Verkehr auf 30 Hektar pro Tag zu verringern, wird trotz vielfältiger Anstrengungen von Bund, Ländern und Gemeinden und trotz einiger Erfolge nicht erreicht. Das BBSR projiziert die tägliche Flächeninanspruchnahme von heute 84 auf 45 Hektar im Jahr 2030. Bis 2030 werden Siedlungs- und Verkehrs- sowie Waldflächen prozentual ansteigen. Dies geschieht zu Lasten der Landwirtschaftsfläche sowie naturnaher und Offenlandflächen wie Heide- oder Moorflächen (Abb. 2). Diese Flächentrends bilden die Basis für die Modellierungen für die Sektoren Land- und Forstwirtschaft.

Die landwirtschaftliche Produktion und Landnutzung wird durch steigende und stärker schwankende Agrarpreise sowie den Ausbau der Bioenergie geprägt. Es wird erwartet, dass u. a. die genannten Trends bis 2030

## Projizierte Entwicklung der sektoralen Landnutzung in Deutschland (in Prozent)

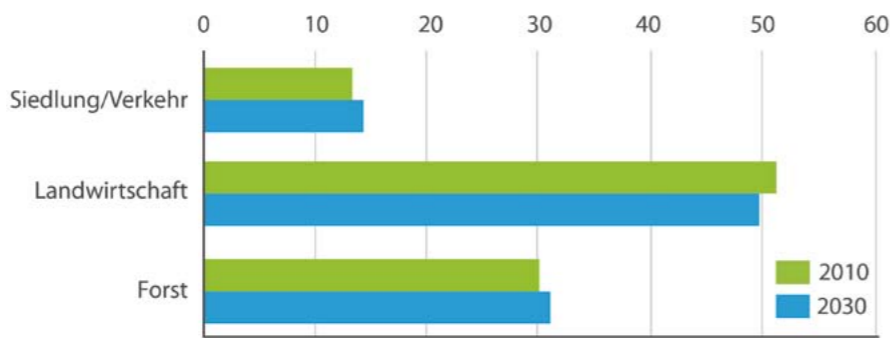


Abbildung 2: Projizierte sektorale Landnutzung in Deutschland 2010 und 2030

anhalten. Die Entwicklung landwirtschaftlicher Rahmenbedingungen wird mit dem Referenzszenario „Thünen-Baseline“ abgebildet. Wie sich dies auf die regionale Entwicklung der Landnutzung und Produktion auswirken, wird mit dem agrarökonomischen Modell RAUMIS untersucht. Nach den Modellergebnissen wird die Landnutzungs- und Produktionsintensität in der deutschen Landwirtschaft weiter zunehmen. Daraus resultieren negative Rahmenbedingungen für den Klima- sowie den Natur- und Umweltschutz. Zudem wird erwartet, dass sich die regionale Spezialisierung der landwirtschaftlichen Produktion fortsetzt und sich damit bestehende regionale Umweltprobleme, wie z. B. die Nährstoffbelastung von Gewässern verschärfen können. Neue landwirtschaftliche Entwicklungen werden im Modell RAUMIS durch neue Produktionsverfahren wie der Anbau von Kurzumtriebsplantagen abgebildet.

Um die Effekte einer veränderten Landnutzung sowie von Maßnahmen zur Minimierung von THG-Emissionen zu quantifizieren, koppelten Wissenschaftler des Thünen-Instituts für Agrarklimaschutz sowie für Ländliche Räume die Modelle MODE und RAUMIS. Der dafür entwickelte Modellierungsansatz bestimmt die jährlichen direkten Lachgasemissionen auf mineralischen Böden regional differenziert und stellt damit eine Verbesserung gegenüber anderen Ansätzen dar. Der Modellansatz berücksichtigt nunmehr die Landnutzungsintensität und -änderung sowie natürliche Standortbedingungen wie Bodeneigenschaften und Witterung. Dies führt für Deutschland in der Summe zu vergleichbaren THG-Emissionen wie beim bisher verwendete IPCC-Ansatz (Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen). Allerdings verweisen die Ergebnisse auf regional deutlich unterschiedliche Muster (Abb. 3). Diese Erkenntnisse haben wichtige Konsequenzen für die regional spezifi-

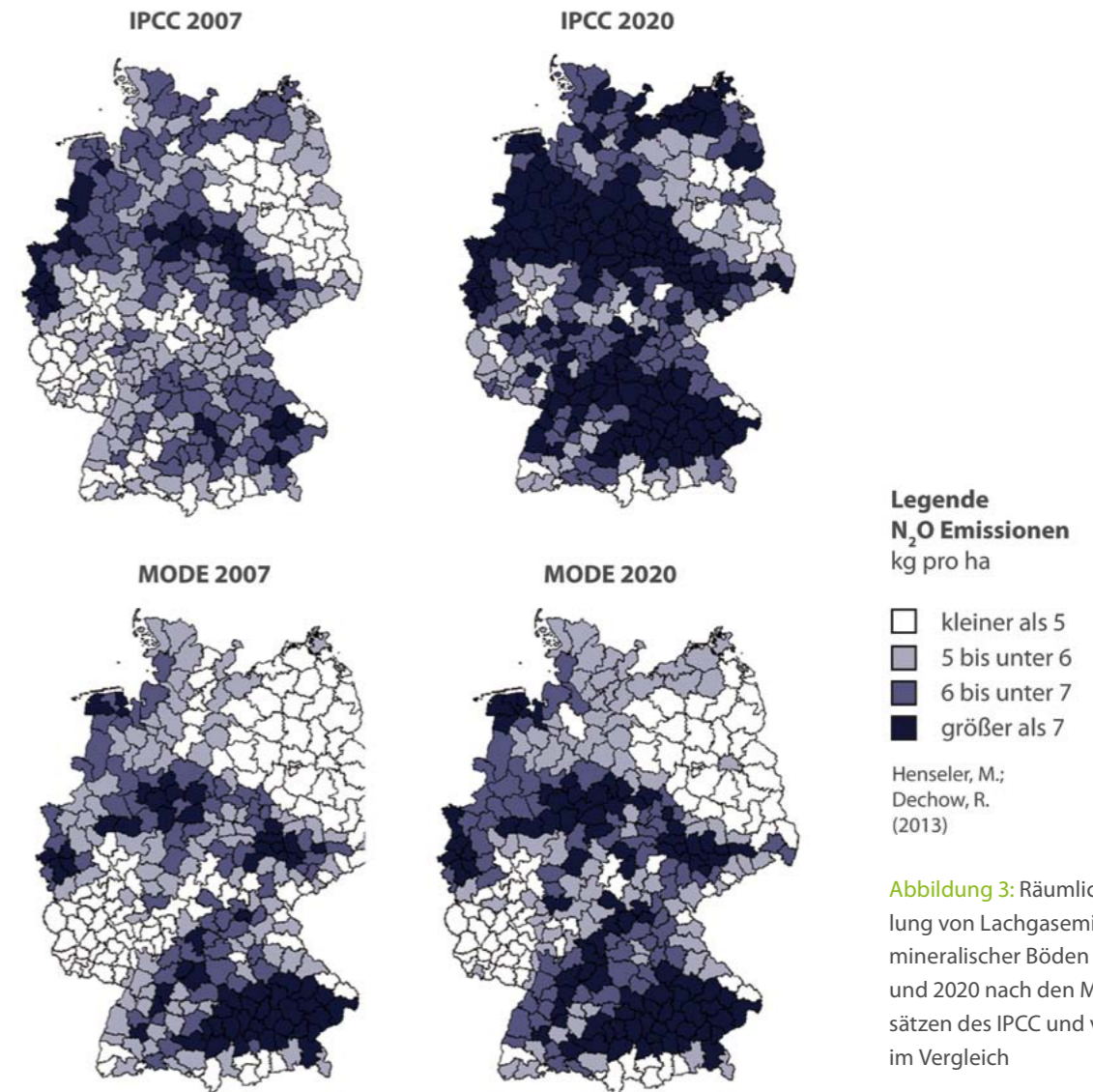


Abbildung 3: Räumliche Verteilung von Lachgasemissionen mineralischer Böden für 2007 und 2020 nach den Modellansätzen des IPCC und von MODE, im Vergleich

schen Maßnahmen zur Reduzierung von THG-Emissionen und damit für den Klimaschutz.

## Ergebnisse werden regional und bundesweit bewertet

Die Ergebnisse der Modellierung bilden eine Diskussionsgrundlage, um mit den Akteuren die untersuchten Maßnahmen und Landnutzungsstrategien zu bewerten. Forscher der Universität Münster prüfen, wie sich die ausgewählten Maßnahmen in den bestehenden Regelungssystemen rechtlich umsetzen lassen. Ferner untersuchen Wissenschaftler des Thünen-Instituts für Forstökonomie und des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung, wie die Bevölkerung die Auswirkungen von Landnutzungsänderungen sowie Ökosystemdienstleistungen bewertet.

Das Projekt CC-LandStraD endet im Oktober 2015. Bis dahin sollen für die Sektoren Land- und Forstwirtschaft sowie

Siedlungswesen differenzierte Projektionen der Landnutzung in Deutschland bis 2030 vorliegen. Zusätzlich werden verschiedene Landnutzungsstrategien unter möglichen Klimaszenarien verglichen. Daraus ist ableitbar, welchen Beitrag die Landnutzung und Landnutzungsänderungen zu den bundesdeutschen Verpflichtungen zur Verringerung des THG-Ausstoßes leisten können und zu welchen Vermeidungskosten dies möglich sein wird.



**Dr. Johanna Fick, Dr. Horst Gömann,  
Dr. Annett Steinführer, Peter Kreins**  
Johann Heinrich von Thünen-Institut,  
Institut für Ländliche Räume, Braunschweig

E-Mail: johanna.fick@ti.bund.de

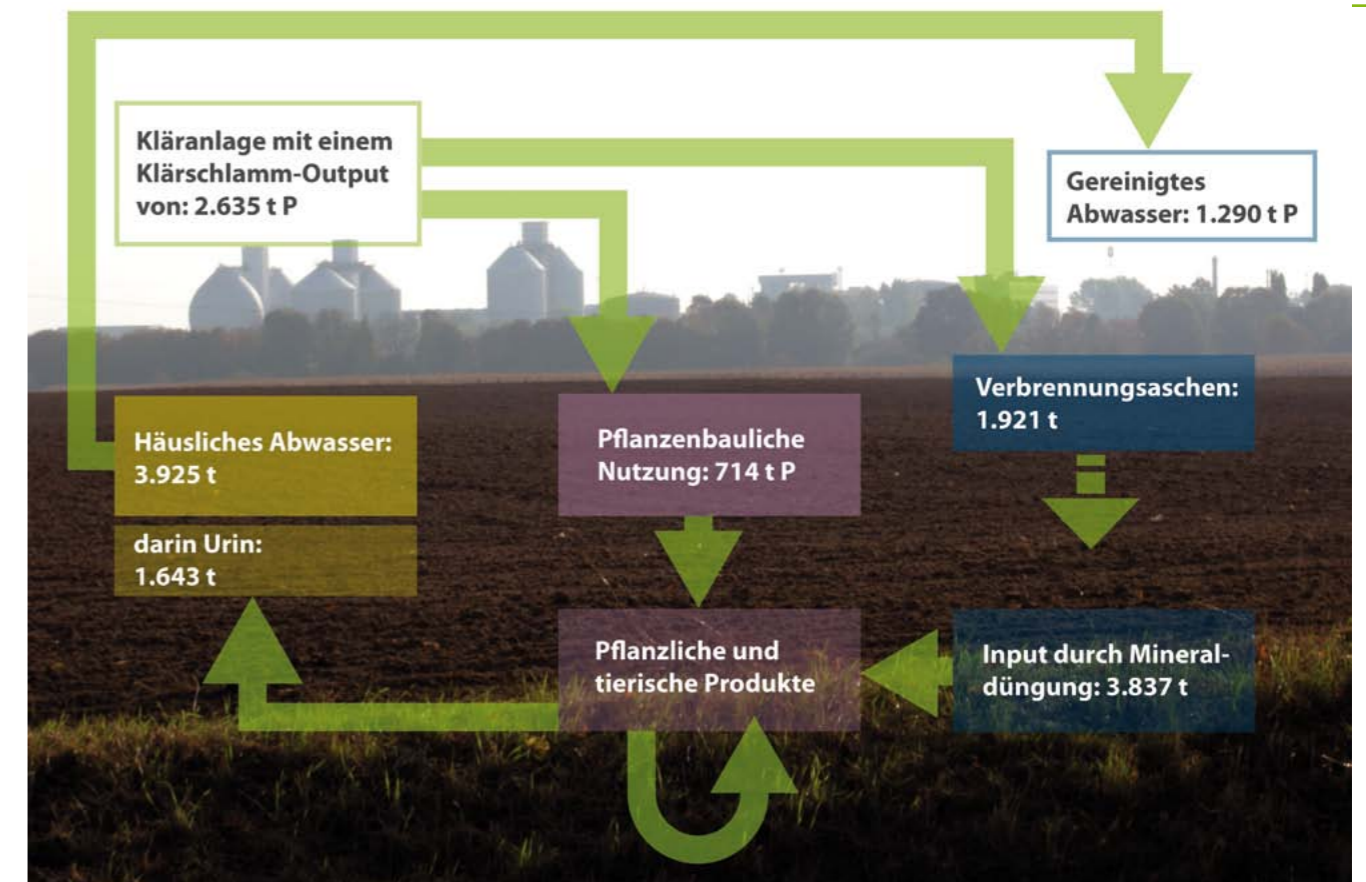


Abbildung 1: Vereinfachte Darstellung der jährlichen Phosphorflüsse zwischen Stadt und Land im Raum Berlin-Brandenburg (2010/2011) auf Grundlage der Daten der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder (2013)

## Neue Wege im regionalen Phosphor-Management

### Phosphor-Recycling aus dem Abwasser birgt Potenziale für die Landwirtschaft

**Phosphor (P) ist ein wichtiger Pflanzennährstoff. Unabhängig davon, ob Pflanzen für Lebens- und Futtermittel oder für biobasierte Stoffe und Energie angebaut werden – es geht nicht ohne die Zufuhr von Phosphor. Ähnlich wie Kohle oder Erdöl ist auch die Ressource Phosphor endlich, die Vorräte schwinden. Nach Schätzungen sind die wirtschaftlich erschließbaren Vorkommen bei gegenwärtigem Verbrauch in wenigen hundert Jahren erschöpft. Das Recycling von Phosphor – zum Beispiel aus Abwässern und Reststoffen – wird daher immer interessanter. Wissenschaftler am Potsdamer**

**Leibniz-Institut für Agrartechnik haben im Rahmen des Forschungsprojekts ELaN für Nachhaltiges Landmanagement beispielhaft für die Region Berlin-Brandenburg ausgelotet, welche Potenziale sich durch das Phosphor-Recycling aus dem Abwasser für die Landwirtschaft erschließen könnten.**

In der Landwirtschaft sind die wichtigsten phosphorhaltigen Düngemittel nach wie vor Wirtschaftsdünger wie Mist oder Gülle. Im Land Brandenburg machen diese 61 Prozent (17.000 Tonnen pro Jahr) der gesamten Phosphorzufuhr aus, mineralische Düngemittel haben einen

Anteil von 23 Prozent. Zu 16 Prozent stammt der eingesetzte Phosphor aus Klärschlämmen. Klärschlamm fällt bei der Abwasserreinigung an. Er ist u. a. reich an Stickstoff, Phosphor und anderen Nährstoffen und besitzt damit wertvolles Düngungspotenzial für den Pflanzenbau. Entsprechend des Düngemittelgesetzes ist allerdings vorauszusetzen, dass der Einsatz von Klärschlamm das Pflanzenwachstum wesentlich fördert und seuchen- und pflanzenhygienisch unbedenklich ist.

#### Phosphorströme – im Verbund von Stadt und Land

Angesichts der weltweit schwindenden Phosphorreserven kann das Recycling von Phosphor aus dem Abwasser dazu beitragen, die Einfuhr von mineralischen Phosphor-Düngemitteln zu reduzieren und den Austrag von Phosphor mit dem gereinigten Abwasser noch weiter zu senken.

Wie viel Phosphor lässt sich aus dem Abwasser einer Metropolregion zurückgewinnen? Die wesentlichen Phosphor-Pfade an der Schnittstelle Siedlungswasserwirtschaft und Landwirtschaft sind beispielhaft für die Region Berlin-Brandenburg in Abb. 1 dargestellt, ohne den Anspruch einer umfassenden Bilanz zu erheben.

Phosphor ist elementarer Bestandteil unserer Lebensmittel. Pro Person und Tag bringen wir durchschnittlich 1,8 Gramm Phosphor über das häusliche Abwasser in die öffentlichen Kläranlagen ein. Allein auf die Berliner Bevölkerung hochgerechnet, sind das täglich etwa sechs Tonnen Phosphor. Sie sollten aus den Kläranlagen zurückgewonnen werden. Phosphor lässt sich aus der flüssigen Phase der Abwasserbehandlung, dem entwässerten Klärschlamm oder aus der Klärschlammasche zurückgewinnen.

Der Ausbau von Kläranlagen und effiziente Verfahren der Phosphorelimination haben die Wasserqualität deutlich verbessert und auch die Phosphorkonzentrationen in unseren Gewässern deutlich vermindert. Dennoch liegen die Phosphorkonzentrationen in den Abläufen der Kläranlagen derzeit bei 0,7 bis 0,8 Milligramm Gesamtphosphor pro Liter. Bei einer jährlichen Einleitung von 1,6 bis 1,8 Milliarden Kubikmeter gereinigten Abwassers in die Flüsse Berlins und Brandenburgs entspricht dies einer Fracht von 1.290 Tonnen Phosphor jährlich, die in die Nord- und Ostsee gelangen kann: nicht genutztes Potenzial des Wertstoffs Phosphor, dessen umweltbelastende Wirkung in Gewässern in Algenblüten zum Ausdruck kommt.

	SUP	MAP	Zulässige Gehalte an Schwermetallen in Düngemitteln
g kg <sup>-1</sup>			
Phosphor (P)	84	91	
Stickstoff (N)	3	43	
Kalium (K)	7	0,5	
Schwefel (S)	116	1,2	
Magnesium (Mg)	3,6	70	
Kalzium (Ca)	212	8,4	
mg kg <sup>-1</sup>			
Cadmium (Cd)	15,5	0,3	3 (75 kg <sup>-1</sup> P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> <sup>a</sup> )
Chrom (Cr)	65,9	11	100 (2500 <sup>a</sup> )
Kupfer (Cu)	51,3	39	-
Nickel (Ni)	36	2	100
Blei (Pb)	4	5	100
Zink (Zn)	312	100	-

<sup>a</sup> Mineralische Düngemittel mit mehr als 5 Prozent P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

Abbildung 2: Superphosphat (SUP), ein weit verbreiteter Dünger, kann im Vergleich zu Magnesium-Ammonium-Phosphat (MAP) hohe Schwermetallgehalte aufweisen, wie der Vergleich der chemischen Zusammensetzung zeigt.

### Klärschlamm – Wertstoff oder Abfall

Klärschlämme enthalten wichtige Nährstoffe wie Stickstoff, Kalium und Magnesium und auch Phosphor (Abb. 1). Etwa 27 Prozent des klärschlammbürtigen Phosphors können nach gegenwärtiger Rechtslage direkt landwirtschaftlich eingesetzt werden. Für die anfallenden Aschen aus der Klärschlammverbrennung, die eine zwei- bis dreifache Menge an Phosphor enthalten, gilt dies jedoch nicht. Die Aschen fallen bei der energetischen Nutzung des Klärschlammes an. Mehr als zwei Drittel der in Berlin und Brandenburg anfallenden Klärschlämme werden heute aber bereits auf diese Weise verwertet. Ohne kostenaufwändige Aufbereitung gelten Klärschlammaschen allerdings als entsorgungspflichtiger Abfall.

Ob Klärschlamm weiter im jährlichen Umfang von 714 Tonnen als Düngemittel in der Landwirtschaft genutzt wird, ist unsicher. Eine seit Jahren angekündigte Novellierung der Abfall- und Klärschlammverordnung ist noch nicht erfolgt. Nach der gegenwärtigen Regelung werden ab 2015 die strengeren Grenzwerte sämtlicher Parameter der Düngemittelverordnung auch für Klärschlamm und andere organische Reststoffe gelten. Dies dürfte zu einer Einschränkung der Klärschlammverwertung in der Landwirtschaft in Deutschland führen und neue Strategien zur Verwertung von Klärschlämmen nach sich ziehen.



### Schadstoffe in Klärschlämmen und Phosphordüngemitteln

Klärschlämme sind nicht nur nährstoffreich, sie enthalten auch Schadstoffe wie Schwermetalle oder Arzneimittel. Gut untersucht ist die Schwermetallproblematik, für die belegt ist, dass Schwermetalle auch durch Einträge aus der Luft und insbesondere über organische und mineralische Düngemittel auf landwirtschaftliche Nutzflächen gelangen können. Vor allem Phosphordünger wie Superphosphat zeichnen sich durch z.T. hohe Gehalte an Schwermetallen aus (Abb. 2). Das Problem gewinnt an Brisanz je mehr Rohphosphate aus sedimentären Lagerstätten Nordafrikas mit relativ hohen Cadmiumgehalten zur Herstellung von Phosphordüngemitteln herangezogen werden. Darüber hinaus ist die Gewinnung von Rohphosphaten mit dem Anfall radioaktiv belasteter Rückstände in den Herkunftsgebieten verbunden. Dauerhafte Lösungen für umweltfreundliche Erschließungsverfahren und künftige Engpässe im Angebot schwermetallarmer Phosphordüngemittel sind somit dringend gefragt.

### MAP – ein neues Phosphordüngemittel

Eine Möglichkeit zur Herstellung eines phosphorhaltigen Düngers aus dem Abwasser ist das von den Berliner Wasserbetrieben entwickelte nasschemische Verfahren zur Gewinnung von Magnesium-Ammonium-Phosphat (NH<sub>4</sub>MgPO<sub>4</sub> \* 6 H<sub>2</sub>O), einem Kristallisationsprodukt aus Klärschlamm, das als MAP bezeichnet wird (Abb. 3).



Abbildung 3: Aus dem Abwasser gewonnen: nährstoffreiches MAP Granulat

Als erstes Klärwerk in den Ländern Berlin und Brandenburg führte die Kläranlage Waßmannsdorf südlich von Berlin das Verfahren ein, mit dem heute zwei bis drei Tonnen MAP täglich aus dem Klärschlamm gewonnen werden. Dabei wird MgCl<sub>2</sub> zur Fällung von Phosphor eingesetzt. Mit der Bindung an Magnesium ist Phosphor im Faulschlamm weniger fest gebunden, als wenn eisen- und aluminiumhaltige Fällungsmittel zur Phosphor-Elimination eingesetzt werden. Nach Abtrennung der organischen Fraktion liegt ein mineralischer Langzeitdünger vor, der eine landwirtschaftliche Verwertung verspricht. Darüber hinaus weist MAP geringere Schwermetallgehalte auf als herkömmliche Phosphordünger (Abb. 2).

Der Magnesiumanteil erhöht zudem den Düngewert des Fällungsprodukts MAP, das einen Gesamtgehalt an Phosphor von etwa neun Prozent und nach weiterer Prozessoptimierung sogar bis zu 12 Prozent aufweisen kann (Abb. 2). Davon liegen fast 100 Prozent in einer gut pflanzenverfügbaren Form vor, was in Gefäßversuchen mit Weizen und Mais bereits nachgewiesen werden konnte.

Vor dem Einsatz neuartiger Düngemittel wie MAP ist neben einer guten Pflanzenverfügbarkeit auch die seuchen- und pflanzenhygienische Unbedenklichkeit sicherzustellen. Erste ökotoxikologische Untersuchungen mit MAP-Dünger zeigten, dass eine MAP-Gabe in Höhe von 309 Kilogramm pro Hektar und Jahr mit einem Phosphorgehalt von 9,1 Prozent im MAP unbedenklich ist. Diese Menge entspricht einer jährlichen Düngungsrate von 28,2 Kilogramm Phosphor pro Hektar und liegt im Rahmen der allgemein üblichen Düngungspraxis. Allerdings sind in der Landwirtschaft Aufwandmengen bis zu 50 Kilogramm Phosphor pro Hektar zulässig, so dass weitere Untersuchungen erforderlich sind,

um eine umfassende ökologische Bewertung des Einsatzes von MAP zu ermöglichen. Die aktuell laufenden Feldversuche (Abb. 4) sollen hierüber Aufschluss geben.

### Eine Frage der Wirtschaftlichkeit

Inzwischen ist MAP als Düngemittel zugelassen, leistet bisher aber noch keinen nennenswerten Beitrag zur Phosphorversorgung im Pflanzenbau. Etwa sechs Prozent der mineralischen Phosphordüngemittel lassen sich in Deutschland durch Recycling von abwasserbürtigem MAP einsparen.

Langfristig wird der Phosphorbedarf im Pflanzenbau weiterhin im Wesentlichen durch Wirtschafts- und Mineraldünger zu decken sein. Neue Düngemittel wie MAP haben erst dann eine Chance, konkurrenzfähig zu werden, wenn sich die Verknappung der Rohphosphat-Vorräte noch weiter zuspitzt, und wenn an alle Düngemittel gleichermaßen hohe Qualitätsanforderungen gestellt werden. Ehedem als Sekundärrohstoffdünger bezeichnete Stoffe werden nur dann als Düngemittel Anwendung finden, wenn durch ihren Einsatz die Pflanzenernährung sichergestellt ist, die Bodenfruchtbarkeit erhalten bleibt und keine gesundheitliche Gefährdung für Mensch und Tier zu befürchten ist.

Zurzeit liegt der Preis pro Kilogramm Phosphor bei etwa zwei Euro, so dass bei einem durchschnittlichen Mineraldüngereinsatz von sechs Kilogramm Phosphor pro Hektar und Jahr (2011, Deutschland) Kosten in Höhe von etwa 12 Euro pro Hektar anfallen. Wenn sich zu diesen Preisen Reststoffe zu handelsüblichen Mineraldüngern aufbereiten lassen, ist der Weg für den Ersatz mineralischer Phosphordüngemittel durch alternative phosphorhaltige Dünger frei. Dies wäre auch ein wichtiger Beitrag zum nachhaltigen Ressourcenmanagement im Sinne geschlossener Kreisläufe.



Tim Theobald<sup>1</sup>, Elisabeth Richter<sup>2</sup>,  
Anja Coors<sup>2</sup>, Jürgen Kern<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V.

Abteilung Bioverfahrenstechnik, Potsdam

<sup>2</sup> ECT Oekotoxikologie GmbH

E-Mail: jkern@atb-potsdam.de





## Fruchtbarer Boden

### Welchen Einfluss die Landnutzung auf den Boden hat

**Böden übernehmen vielfältige Funktionen. Von zentraler Bedeutung für die Landwirtschaft ist die „Bodenfruchtbarkeit“, also die langfristige Erhaltung bzw. Verbesserung der Produktivität. Sie ergibt sich aus verschiedenen bodenchemischen, -physikalischen und -biologischen Eigenschaften. Welche Parameter der Bodenfruchtbarkeit sind wirklich wichtig für die landwirtschaftliche Produktion? Und wie werden sie durch die Art der Bewirtschaftung, mit und ohne Tierhaltung oder konventionell und ökologisch, beeinflusst? Forscherinnen und Forscher der Thünen-Institute für Ökologischen Landbau, für Biodiversität und für Agrarklimaschutz suchen nach Antworten auf diese Fragen.**

Auf dem Versuchsbetrieb in Trenthorst (Schleswig-Holstein) wird seit Beginn der Umstellung auf Ökologischen

Landbau im Jahr 2001 ein Boden-Dauerbeobachtungsversuch durchgeführt. Im Mittelpunkt steht der Vergleich von Ackerflächen eines Öko-Milchviehbetriebs mit denen eines Öko-Marktfruchtbetriebs. Zusätzlich werden umliegende, konventionell bewirtschaftete Flächen in die Untersuchungen einbezogen (Abb. 1). Die untersuchten Systeme unterscheiden sich deutlich hinsichtlich des Kleeanteils und des Kleeasmanagements in der Fruchtfolge sowie in der Düngung:

So wird für die Milchviehherde auf den Ackerflächen über zwei Jahre Klee als Futter angebaut und mehrmals im Jahr gemäht. Die an den Kleewurzeln lebenden symbiotischen Bakterien überführen den Stickstoff aus der Luft in organisch gebundenen Stickstoff. Wird das Klee nach zweijähriger Nutzung umgepflügt, wurden bis zu 300 Kilogramm Stickstoff pro Hektar gebunden. Klee dient wegen der Stickstoffbindung,

der guten Durchwurzelung und der Bodenruhe als gute Vorfrucht für Winterweizen und andere Getreidearten, die ebenfalls größtenteils an die Rinderherde verfüttert werden. Das Stroh wird für die Einstreu der Tiere benötigt. Zusätzlich zu den Ackerflächen gibt es Grünland als Weide- und Futterfläche. Mineralstoffe sowie zusätzliches Stroh als Einstreu für die Tiere werden zugekauft. Das heißt: Im Öko-Milchviehsystem herrscht ein reger Nährstoff- und Kohlenstofffluss zwischen Grünland, Stall und Acker. Die von den Futterpflanzen aus dem Boden des Milchviehbetriebs aufgenommenen Nährstoffe gelangen mit Mist und Gülle wieder auf den Acker. Ein Teil verlässt in Milch, Tieren und Getreide den Betrieb.

Im Öko-Marktfruchtbetrieb ohne Tierhaltung werden Klee oder Klee nur einjährig angebaut. Die von ihnen gebildete Biomasse verbleibt, wie auch das Stroh aus dem Anbau von Getreide, Raps und Erbsen überwiegend auf dem Acker und wird in den Boden eingearbeitet. Nur die Körner der Marktfrüchte mit den aus dem Boden aufgenommenen Nährstoffen verlassen das System. Im Ökologischen Landbau allgemein werden die Pflanzennährstoffe vorzugsweise aus organischen Düngemitteln wie Stroh, Stallmist oder Gründüngung durch bodenbiologische und bodenchemische Prozesse verfügbar gemacht. Auf den konventionell bewirtschafteten Ackerflächen der umliegenden Betriebe werden vor allem Raps, Weizen und Gerste angebaut. Klee und Mais sind nicht Bestandteil der Fruchtfolgen. Nährstoffe werden im Wesentlichen durch den Einsatz von chemisch-synthetisch erzeugtem Mineraldünger bereit gestellt.

#### Stickstoff im Grundwasser

Stickstoff ist der wichtigste vom Landwirt steuerbare Einflussfaktor auf das Pflanzenwachstum. Dies gilt in ökologischen wie in konventionellen Betrieben. Die Zufuhr verwertbarer Stickstoffmengen führt zu besseren Erträgen. Eine darüber hinaus gehende Düngung jedoch hat nega-

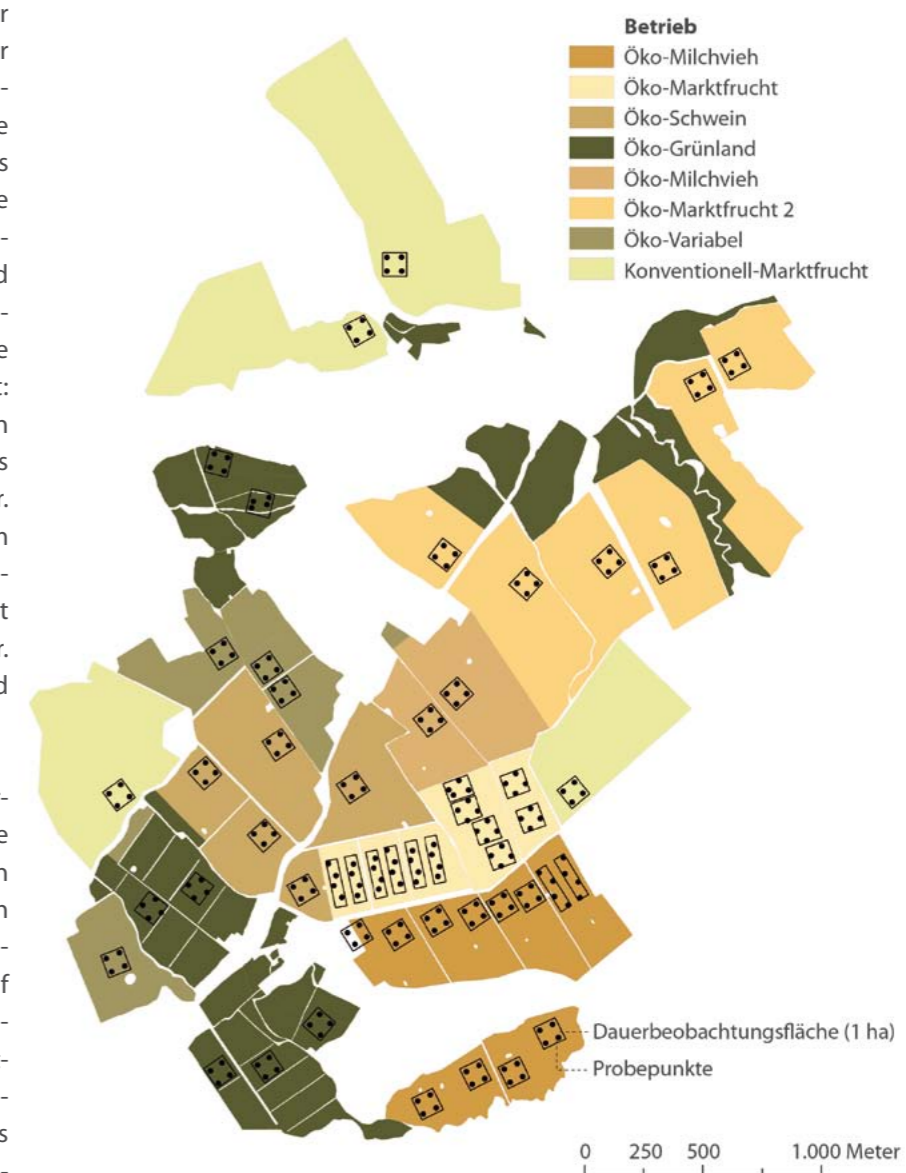


Abbildung 1: Struktur des Trenthorster Dauerbeobachtungsversuches

tive Folgen für die Umwelt. Überschüssiger Stickstoff wird – vor allem in niederschlagsreichen Perioden – mit dem Bodenwasser in Form von Nitrat in das Grundwasser verlagert. Diese Verunreinigung verursacht bei der Trinkwassergewinnung hohe Kosten. Landwirtschaftliche Betriebe sollten daher auch hinsichtlich solcher Grundwasserverunreinigungen bewertet werden. Beide ökologischen Betriebe in Trenthorst wurden hierzu über mehrere Jahre verglichen (Abb. 2). In beiden Bewirtschaftungssystemen liegt die mittlere Nitratfracht deutlich unterhalb der Fracht, die zu einer kritischen Nitratkonzentration von mehr als 50 Milligramm pro Liter im Grundwasser führen würde. Deutliche Unterschiede gibt es zwischen den beiden Betriebssystemen nicht.

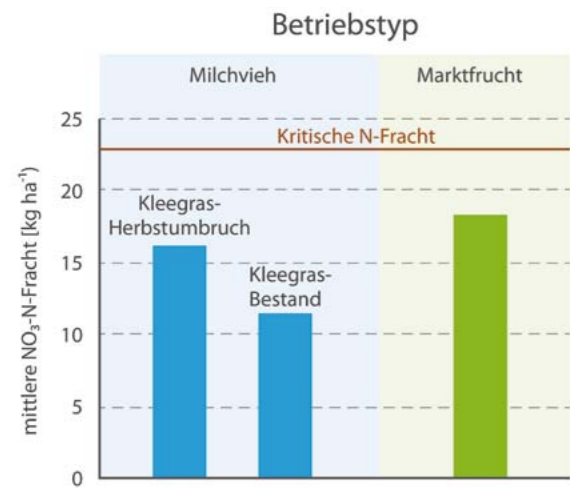


Abbildung 2: Nitratverlagerung im Bodenprofil in den Bereich 70-80 cm Tiefe im Winterhalbjahr 2011/12, mittlerer Wert aller Kulturen des Öko-Marktfruchtbetriebes und des Öko-Milchviehbetriebes sowie Auswirkungen eines Kleegras-Umbruches im Herbst

### Der Boden „gast“

Stickstoffdüngung kann zu Lachgas-Emissionen führen, die den Treibhauseffekt verstärken und die Ozonschicht angreifen. Unklar war bisher, wie sich die Luftstickstoffbindung durch den Luzerne- oder Kleegrasanbau auf die Lachgasbilanz der Landwirtschaft auswirkt. Denn in diesem für die Stickstoffversorgung des Ökologischen Pflanzenbaus essentiellen Schritt kommen relativ große Stickstoff-Mengen in einem Jahr ins System. Konventio-

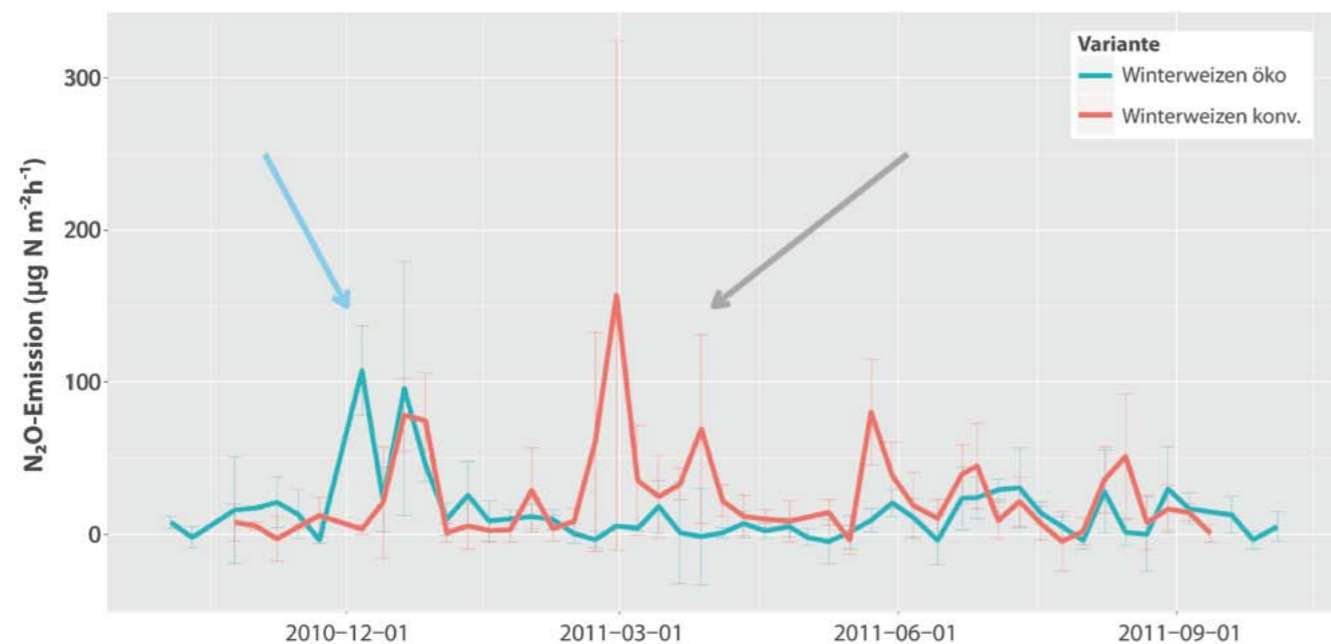


Abbildung 3: Lachgasemissionen aus Winterweizen nach Kleegras und aus konventionellem Winterweizen am Standort Trenthorst im Anbaujahr 2010/2011. Blauer Pfeil: Durch den Stickstoff aus untergepflügtem Kleegras wurden die Winteremissionen erhöht. Grauer Pfeil: Mineraldüngung führte zu starken Frühjahrsemissionen im konventionellen Anbau.

nelle Landwirte führen ihren Flächen und Pflanzen zwar insgesamt höhere Stickstoffmengen zu, jedoch über die jeweiligen Anbaujahre verteilt und in mehreren Gaben.

In einem Kooperationsprojekt des Thünen-Instituts mit mehreren Universitäten auf vier über Deutschland verteilten Standorten wurde deutlich: Standort und Klimaregion beeinflussen die Emissionen stark. Die mittleren jährlichen Lachgas-Emissionen hatten eine große Bandbreite und lagen bei Ökologischem Weizen nach Kleegrasumbruch und in konventionellem, mineralgedüngtem Weizen nach Raps zwischen 0,5 und 5 Kilogramm Stickstoff pro Hektar und Jahr. Während des Wachstums des Klee- oder Luzernegrases lagen die mittleren jährlichen Lachgas-Emissionen zwischen 0,5 und 3 Kilogramm Stickstoff pro Hektar und Jahr. Emissionsspitzen traten aus Klee- oder Luzernegras nach der Bodenbearbeitung auf (Abb. 3). Kleegraswirtschaft zeigte auf keinem der untersuchten Standorte signifikant höhere Lachgasemissionen als Mineraldüngerkultur.

### Phosphor als knappe Ressource

Während Stickstoff im Ökologischen Landbau überwiegend auf biologischem Wege – durch die Stickstoffbindung der Leguminosen – eingetragen wird, muss Phosphor, wie im konventionellen Betrieb von außen zugeführt werden. Werden dem Boden weniger Nährstoffe zugeführt, als ihm durch die pflanzliche Biomasse

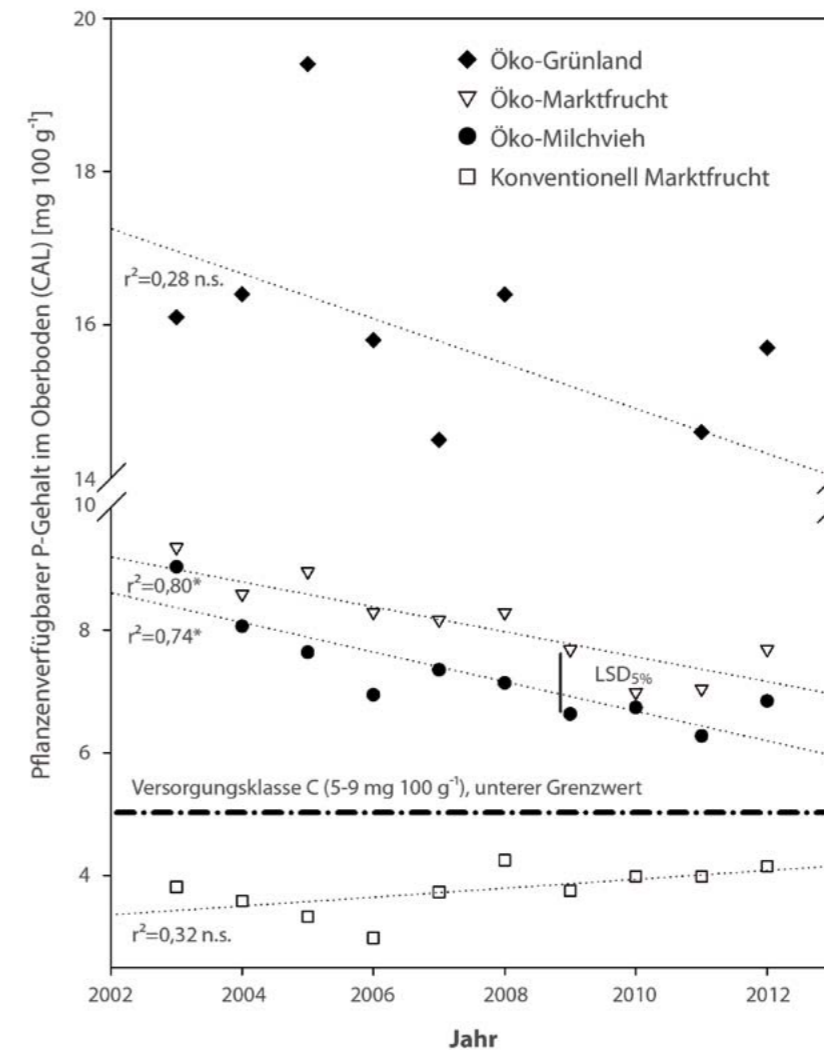


Abbildung 4: Entwicklung der Gehalte an pflanzenverfügbarem Phosphor im Boden (CAL-Extrakt) in verschiedenen Bewirtschaftungssystemen, bei Öko-Bewirtschaftung ohne externe Phosphorzufuhr (Trenthorst, 2002-2012)

entzogen werden, kommt es langfristig zu einem Verlust an Bodenfruchtbarkeit. Das sinkende Niveau an pflanzenverfügbarem Phosphor im Boden ist im Langzeitversuch bereits sichtbar und für Biobetriebe typisch (Abb. 4). In Trenthorst liegen die Gehalte auf den ökologischen Flächen noch höher, als die für den konventionellen Landbau als minimal angesehene Werte. Welche Bodenreserven noch von den Pflanzen erschlossen werden können, wenn die Nährstoffgehalte sehr weit absinken und wie weit Nährstoffgehalte im Boden absinken dürfen, um das im Ökologischen Landbau erreichbare Ertragsniveau abzusichern, ist noch nicht bekannt.

Mit Blick auf die weltweit endlichen Phosphorreserven sind die komplexen Interaktionen von Boden, Bodenleben und Pflanzen in Bezug auf eine ausreichende und kalkulierbare Phosphorfreisetzung für Praxis und Forschung besonders wichtige Themen.

### Bodenleben ist wichtig

Landwirtschaftliche Böden beherbergen eine große Vielfalt an Bodentieren unterschiedlicher Gruppen, die sich am Stoffumsatz beteiligen. Besonders relevant sind Regenwürmer, die für Grobporenbildung, Wasseraufnahme, Krümelbildung und Lebendverbau in Böden eine wichtige Rolle spielen. Der neu eingeführte jahresweise Verzicht auf den Pflug in beiden Systemen führt kurzfristig zu einem signifikanten Anstieg der Regenwurmbiomasse. Die reduzierte Bodenbearbeitung und spezifische Gestaltung der Fruchtfolge beeinflusst auch andere Bodentiergruppen wie Springschwänze. Als Sekundärzersetzer beteiligen sie sich an der Mobilisierung von Nährstoffen und regulieren durch selektiven Fraß von Pilzen und Bakterien die Zusammensetzung mikrobieller Gemeinschaften im Boden. Allerdings ist der unmittelbar messbare agrarische Nutzen der Springschwänze heute noch unklar.

Interessant sind erste Hinweise auf Unterschiede in der Besiedlung der Böden einer ökologischen und einer konventionellen Weizenfläche des Dauerbeobachtungsversuchs mit pflanzenparasitären Nematoden. Vermutet wird ein Zusammenhang zwischen Flächenbewirtschaftung und repressiver Wirkung auf diese Organismen.

Für die Zukunft ist beabsichtigt, die Auswirkungen des Bodenlebens auf Stabilität und Widerstandsfähigkeit von Anbausystemen gegen Schaderreger, für die Mobilisierung von Phosphor aus dem Boden und die Wasseraufnahmefähigkeit von Böden stärker in den Blickpunkt zu rücken.



Dr. Hans Marten Paulsen, Dr. Herwart Böhm,  
M. Sc. Jan Moos, M. Sc. Jenny Fischer,  
Prof. Dr. Stefan Schrader, Dr. Roland Fuß  
Thünen-Institute für Ökologischen Landbau,  
für Biodiversität, für Agrarklimaschutz

E-Mail: hans.paulsen@ti.bund.de



# Landnutzung

## Immer wieder das Gleiche und im ständigen Umbruch

**Nahrung, Wasser, Energie und Lebensraum: Die Nachfrage nach lebensnotwendigen Ressourcen steigt global an. Die dafür notwendige Ressource Land jedoch nicht. Von jeher ist sie räumlich beschränkt und ihre Verteilung steht im Mittelpunkt gesellschaftlicher Debatten.**

Dabei haben wir alle ein so klares Bild von „unserem“ Land: Bei einer nicht-repräsentativen Umfrage wurden in diesem Frühjahr Bürgerinnen und Bürger in Deutschland gebeten, eine typische deutsche Landschaft zu schildern. Für die meisten gehören dazu satte grüne Wiesen, grasende Kühe, ein kleineres Waldstück, unterbrochen von kleinen Dörfern oder Bauernhöfen, traditionell mit Wohngebäude, Stall und Scheune. Der eine oder andere skizzierte Windräder und Maisfelder, die überwiegende Mehrheit sah einen Fluss oder Bach, der sich durch das Idealbild schlängelt. Eine Landschaft, die

Erholung verspricht, hohen Ernteertrag und nicht zuletzt ästhetisch anspricht.

Was allen Idealbildern einer Landschaft gemein ist: Sie sind das Produkt unserer Nutzung. In Deutschland gibt es keine frei verfügbaren Flächen: Hier sinken die verfügbaren Agrarflächen um ungefähr 90 Hektar pro Tag durch den wachsenden Flächenverbrauch dramatisch.

Die Ziele der Landnutzung sind vielfältig: Ertrag von Lebensmitteln, Energie, Erholung, Ökosystemleistungen. Gerade Letztere sind zunehmend in den Mittelpunkt des Interesses gerückt. Produktionssysteme werden heute dahingehend beurteilt, inwieweit gleichzeitig „Leistungen“ wie der Erhalt bzw. die Entwicklung der biologischen Vielfalt oder die Gewährleistung von Gewässern mit guter Wasserqualität erbracht werden.



Abbildung 1: Grünlandmahd

Der Fortschritt in den Landnutzungstechniken macht es heute möglich, Flächen in vielfältiger Weise zu nutzen. In der Bewirtschaftung werden auf die Pflanzenernährung abzielende hocheffiziente, künstlich erzeugte Mineraldünger eingesetzt, sodass auch auf ansonsten eher wenig ertragreichen, „schlechten“ Böden anspruchsvolle Nutzpflanzen angebaut werden können. Die Kehrseite der Medaille: Landnutzung beachtet oft zu wenig die natürlichen Grundlagen wie die standörtlichen Bodensysteme, das regionale Klimageschehen und den entsprechenden Landschaftshaushalt bei der Wahl der Nutzungsform.

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler verschiedener Disziplinen warnen gleichermaßen vor der Zerstörung natürlicher Ressourcen durch die derzeitigen Produktionsverfahren. Die Konsequenz wäre ein angemessenes Umsteuern zu Produktionsweisen, die sich dem jeweiligen Standort anpassen. Die Bedrohung und Gefährdung der Ressource Boden, die Verknappung von Wasser durch abnehmende jährliche Niederschlagssummen oder die immer wieder angeführte ungünstige Verteilung der Niederschläge durch Verschiebungen vom Sommer- in das Winterhalbjahr unterstreichen derartige Forderungen. Auch der rapide Verlust der Biodiversität in Agrarlandschaften macht eine grundlegende Umgestaltung der aktuellen Landschaftsnutzung erforderlich. Dies muss

nicht zwangsläufig zu neuen Nutzungsarten führen. Häufig reicht bereits eine Veränderung der Bewirtschaftungsformen wie der Einsatz neuer Pflanzensorten, veränderte Düngeregime oder eine Bewässerung aus. Entsprechend ist es unbedingt erforderlich, die naturräumlichen Grundlagen eingehend zu analysieren und Landnutzungssysteme trotz des hohen ökonomischen Drucks an diesen Potenzialen auszurichten und damit gleichzeitig den Forderungen einer nachhaltigen Entwicklung und einer Ausrichtung auf die Zukunft zu folgen.

Vieles spricht dafür, vorhandene Datenquellen aus den unterschiedlichen landschaftsbezogenen arbeitenden Fachdisziplinen für komplexe Fragestellungen einer standortadäquaten Landnutzung in einer zentralen Datengrundlage zusammenzuführen und somit eine neue Generation und Qualität von Indikatoren und Bewertungsverfahren für zukünftige Landnutzungen zu entwickeln.

### Neue Konzepte erforderlich oder vorhandene umsetzen?

Erforderlich sind standortangepasste, nachhaltige und regionspezifische Landnutzungssysteme, die den sich ändernden Rahmenbedingungen gerecht werden. Dazu müssen in neuer Weise Erkenntnisse und verfügbare Daten unterschiedlicher Fachdisziplinen verknüpft werden.



Abbildung 2: Photovoltaikanlage zur Nutzung der Sonnenenergie

Neben konzeptionellen Ansätzen sind Maßnahmenempfehlungen und Umsetzungsschritte erforderlich. Deutlich gemacht werden muss, dass die heutige Land- und Forstwirtschaft neben der Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln sowie sogenannten non food-Rohstoffen, gleichermaßen den Ansprüchen an Biodiversität, an Freizeit und Erholung und vielem mehr entsprechen soll. Gleichzeitig reduziert die nach wie vor stattfindende Siedlungserweiterung mit ihrer Infrastruktur die Fläche für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung. Auch die veränderte Energiebereitstellung mittels Biomasseproduktion und -nutzung, Photovoltaik- und Windkraftanlagen und die dafür erforderlichen Netzanbindungen werden die Landnutzung in den nächsten Jahren erheblich verändern. Da sich alle unterschiedlichen Nutzungen und Ansprüche auf die gleiche Fläche beziehen, ist eines sicher: Vermeiden lassen sich Landnutzungskonflikte nicht. Spezifizierte Landnutzungskonzeptionen können Entscheidungen unterstützen, um die Degradation der vorhandenen Ressourcen zu vermeiden.

Es ist aber nicht davon auszugehen, dass ein Appell an die Vernunft dazu führt, dass die Landnutzer zu einem standortspezifischen Umgang mit der Ressource Land zurückkehren, so lange andere Entscheidungskriterien übermäßig von außen aufgezwängt werden. Umso mehr erscheint es notwendig, dass ein oder gar mehre-

re Betriebe befreit von diesen Zwängen einen anderen Weg einschlagen und eine standortadäquate Landnutzung entwickeln. Nur ein Langzeit- wie groß angelegtes Landschaftsexperiment, losgelöst von allen äußeren wirtschaftlichen Zwängen, auf einem adäquaten landwirtschaftlichen Betrieb kann eine Hinwendung zu „neuen“ Produktionssystemen ermöglichen: ein sogenanntes landwirtschaftliches Landschaftslabor (AgroScapeLab).

#### Wie kann ein neues Landnutzungskonzept umgesetzt werden?

Eine Landnutzungskonzeption vermag Wege aufzuzeigen, die Komplexität der Flächennutzung zu erfassen, Ziel- und Nutzungskonflikte aufzuzeigen und Lösungen für den Umgang mit diesen zu entwickeln. Letztlich muss es von wissenschaftlicher Seite gelingen, die Expertisen einzelner Fachdisziplinen so zusammenzuführen, dass systemische Lösungen angeboten werden.

Eine Landnutzungskonzeption ist kein weiteres Planungsinstrument, das neben den vorhandenen wie Raumordnung und Regionalplanung oder Landschaftsprogrammen steht. Eine Landnutzungskonzeption liefert vielmehr ein Instrumentarium, mit dessen Hilfe einerseits konkretisierende flächenbezogene Planungen konsistent erstellt, andererseits aber auch künftige Strategieplanungen realitätsnäher hergeleitet werden können.



Abbildung 3: Windräder auf Weideflächen

Das Landnutzungskonzept macht die Zielkonflikte dieser Ansprüche in der Fläche sichtbar und erarbeitet Lösungsvorschläge. Darüber hinaus deckt eine Landnutzungskonzeption für politische Entscheidungsträger den Handlungsbedarf, aber auch die Handlungsspielräume auf, um das Ordnungsrecht, Anreiz- und Fördersysteme oder weitere Strategieplanungen bedarfsgerecht anzupassen.

Zur Erstellung einer Landnutzungskonzeption werden zunächst die bestehenden Landnutzungssysteme analysiert, Stärken und Schwächen werden ebenso wie Potenziale und Risiken benannt. Einen Schwerpunkt bildet dabei auch die Erfassung der äußeren Faktoren die Art, Umfang und Intensität der Landnutzungssysteme bestimmen. Hierzu gehören neben dem Ordnungsrecht auch Erwartungen und Forderungen der Konsumenten und der Allgemeinheit. Insbesondere zählen dazu die Vorgaben aus Förderprogrammen und Anreizsystem und eine Einschätzung deren Verbindlichkeit.

Parallel zu der Analyse bestehender Landnutzungssysteme werden Zustand und Potenziale der Standorte in ihrem gegenwärtigen und dem künftig erwarteten Zustand bewertet. Hierbei werden nicht nur Boden und Klima betrachtet sondern auch die Lage (z. B. zu Verbrauchszentren oder Infrastruktur) und die natürliche Ausstattung wie das Artenvorkommen. Diese ist mit einer Gefährdungs- und Sensitivitätsanalyse zu verbinden.

In einem weiteren Schritt werden Ansprüche und Erwartungen an die Landnutzung aus bestehenden Strategieplanungen und aus der gegenwärtigen und künftigen Nachfrage nach „allgemeinen“ Gütern und Leistungen (Ökosystemleistungen) abgeleitet.

Aus den zuvor beschriebenen Schritten ergeben sich sog. Layer, die übereinandergelegt nicht nur die Landnutzungspotenziale erkennen lassen, sondern vor allem auch Nutzungs- bzw. Zielkonflikte aufdecken. Diese gegeneinander abzuwägen und gegebenenfalls Anpassungen der Strategieplanungen, des Ordnungsrahmens, der Anreiz- und Fördersysteme oder der Landnutzungssysteme selber vorzunehmen, ist der eigentlich konzeptionelle Schritt.



**Prof. Dr. Hubert Wiggering**

Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung,  
Münchenberg

E-Mail: wiggering@zalf.de



# Afrikanische Schweinepest

## Eine hochgefährliche Tierseuche auf dem Vormarsch

**Anscheinend unaufhaltsam bewegt sich eine gefährliche Tierseuche von Osten auf die Europäische Union (EU) zu. Es handelt sich um die Afrikanische Schweinepest (ASP). Sie grassiert seit 2007 in Russland und ist nun in Weißrussland angekommen. Neben Hausschweinen sind auch Wildschweine von der Virusinfektion betroffen. Jüngste Ausbrüche waren nicht einmal 100 Kilometer von den Außengrenzen der EU entfernt. Das Friedrich-Loeffler-Institut führt daher Studien durch, um die Dynamik der Erkrankung möglichst umfassend zu verstehen und Risikofaktoren auszuschalten. Eine Einschleppung der ASP in die EU oder nach Deutschland brächte neben den Auswirkungen für die Tiere auch schwere wirtschaftliche Folgen mit sich.**

Bei der ASP handelt es sich um eine schwere Virusinfektion, die Haus- und Wildschweine betrifft. Für den Menschen oder für andere Haus- und Wildtiere stellt sie keine Gefahr dar. Das Virus wird direkt über Tierkontakte, die Aufnahme infizierten Materials oder indirekt, z. B. über kontaminierte Werkzeuge oder Transportfahrzeuge übertragen. Die Übertragung durch Lederzecken, die vor allem in Afrika eine Rolle spielt, ist in unseren Breiten nicht von Bedeutung. Der Virusstamm, der in Russland nachgewiesen wurde, verursacht eine sehr schwere Allgemeinerkrankung, an der in der Regel 100 Prozent der betroffenen Tiere binnen zehn Tagen versterben. Die klinischen Anzeichen sind häufig unspezifisch und umfassen hohes Fieber, Futterverweigerung, Atemprobleme, Diarrhoe, Blaufärbung der Haut, Festliegen und plötzliche Todesfälle. Trächtige Sauen können verferkeln. In wenigen Fällen wurden auch schwere Blutungen beobachtet.

### Aktuelle Verbreitung

Aus Russland wurde die ASP im Dezember 2007 offiziell gemeldet. Die Seuche betraf zunächst Wildschweine in Tschetschenien, es folgten wenig später freilaufende Hausschweine. Seit 2008 sind alle Produktionsbereiche der russischen Schweineindustrie betroffen. Zwischen November 2007 und Ende 2012 gab es durchschnittlich 58 Ausbrüche bei Hausschweinen und 27 Fälle bei Wildschweinen pro Jahr. Dabei entfielen 37 Prozent auf Hinterhofhaltungen, 29 Prozent auf Wildschweine, 16 Prozent auf industrielle Betriebe und sieben Prozent auf kommerzielle Kleinhaltungen. Weitere Nachweise betrafen illegal entsorgte Tierkörper. Bis heute kommt es immer wieder zu neuen Ausbrüchen und es gibt keinen Hinweis auf eine Verbesserung der Lage. Im Gegenteil, es entsteht der Eindruck, dass das Seuchengeschehen in den letzten Monaten an Ausbreitungsgeschwindigkeit und Schwere

zugenommen hat. Neben den uns bekannten Ausbreitungstendenzen Richtung Nordwesten gibt es auch Hinweise, dass sich die Seuche in südliche Richtung verbreitet hat. Das Virus wurde in iranischen Wildschweinen gefunden. Die letzten Ausbrüche im Jahr 2013 meldeten u. a. die Verwaltungsbezirke Twer, Smolensk, Woronesch, Pskow und Tambow. Ein einzelner Ausbruch trat 2013 in der Ukraine auf. Kürzlich hat Weißrussland zwei Ausbrüche der ASP gemeldet. Einer dieser Ausbrüche lag sehr nahe an den polnischen bzw. litauischen EU-Außengrenzen, in Hrodna. Eine Übersicht über das Seuchengeschehen von 2007 bis heute ist in Abb. 1 dargestellt.

### info

#### Sehr hohe Biosicherheit wird gewährleistet durch:

- ständige Betreuung durch einen Tierarzt
- geschultes Personal
- beschränkter Personen- und Warenverkehr
- betriebseigene Kleidung
- Zwangsduschen beim Betreten der Schweineställe
- Quarantäne für Zukäufe
- festgelegtes Transportmanagement

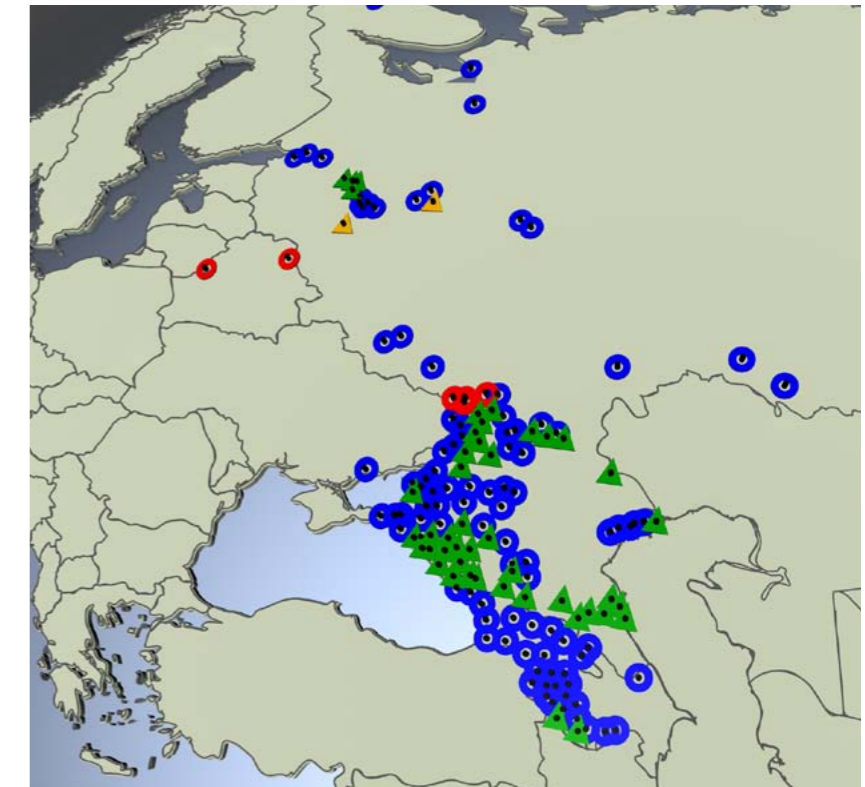


Abbildung 1: Ausbrüche der ASP in Russland, Armenien, Aserbaidschan, der Ukraine und Weißrussland von 2007 bis August 2013 (Quelle: OIE WAHID, 2013).

### Risikofaktoren und Übertragung in Russland

Die Schweineproduktion Russlands deckt nur ca. 65 Prozent des Bedarfs, so dass viele Schlachtschweine bzw. Schweinefleischprodukte importiert werden. Die landeseigene Produktion erfolgt zu 60 Prozent in industriellen Haltungen mit zum Teil sehr hoher Biosicherheit. Auf kommerzielle Kleinhaltungen mit relativ niedriger Biosicherheit entfallen fünf Prozent und auf Hinterhofhaltungen mit mangelnder oder fehlender Biosicherheit 35 Prozent. In Hinterhofhaltungen werden gesetzliche Vorgaben nur selten umgesetzt und eine geeignete Tierkennzeichnung gibt es nicht. In diesem Produktionsbereich stößt das Ausbruchsmanagement an seine Grenzen. Die betroffenen Schweinehalter unterstützen die örtlichen Behörden selten dabei. Insgesamt fungiert der Bereich mit niedriger oder fehlender Biosicherheit als Reservoir für das Virus.

Die Ausbrüche scheinen einer jahreszeitlichen Rhythmik zu folgen, die mit der Selbstversorgungstradition korreliert. Dreiviertel der Ausbrüche treten zwischen Juni und November mit einem Peak im Oktober auf. Abgestuft wird diese Rhythmik auch an die Wildschweine weitergegeben. Diese Muster ergeben sich u. a. durch die illegale Entsorgung von Tierkörpern: junge Tiere werden unsachgemäß vor Ort entsorgt und gelangen in Kontakt mit Wildschwei-



Abbildung 2 und 3: An ASP erkrankte Schweine zeigen hohes Fieber, reduzierte Futteraufnahme und suchen Wärmequellen auf

nen, ältere werden schnell noch vermarktet und tragen zur Übertragung über längere Distanzen bei. Primäre Ausbrüche konnten sehr häufig mit der Verfütterung von Speiseabfällen in Verbindung gebracht werden. Neben einer eher kriechenden Übertragung kam es auch zur Verschleppung über lange Distanzen. Dies belegen Ausbrüche in der Nähe von St. Petersburg und Murmansk eindrucksvoll. In einigen Fällen wurde das Virus über die Mitnahme von Tieren bzw. Schweinefleischprodukten durch das Militär aus den ASP-betroffenen Gebieten verschleppt.

Obwohl der Erreger eine unverändert hohe Virulenz, also krankmachende Eigenschaft, besitzt und es keine Anzeichen für mildere Krankheitsverläufe zu geben scheint, hält sich das Virus in vielen Regionen und das Geschehen ist bisher nicht zum Stillstand gekommen. Bei hoch virulenten Viren kommt das Seuchengeschehen im Regelfall von selbst zum Stehen, da erkrankte Tiere relativ schnell sterben und das Virus sich somit seine Grundlage für eine weitere Verbreitung entzieht. Verläuft eine Infektion milder, sodass nicht alle Tiere sterben, bleibt das Virus in der Population und kann weiter verbreitet werden.

#### Die Rolle des Europäischen Wildschweins

In Russland waren Wildschweine in der Regel Opfer unsachgemäß entsorgter Tierkörper aus ASP-infizierten Hinterhofhaltungen. Sie nahmen den Erreger mit infizierten Tierkörpern auf. Wiederholte Einschleppungen führten zu dem Eindruck, dass sich der Erreger in der Population hal-

ten konnte. Die betroffenen Regionen besitzen eine im Vergleich zu Deutschland niedrige Wildschweindichte, so dass aus der Dynamik in Russland nicht auf unsere Verhältnisse geschlossen werden kann. Experimentelle Studien haben gezeigt, dass bei sehr niedriger Infektionsdosis vorwiegend schwache Tiere direkt infiziert werden und das Infektionsgeschehen erst dann sichtbar wird, wenn sich weitere Tiere an diesen primär infizierten Tieren anstecken. Es kann also unter Umständen einige Zeit dauern, bis ein Eintrag offensichtlich wird. Schaut man sich die betroffenen Gebiete und die möglichen Vernetzungen der Wildschweinbestände an, ist nicht auszuschließen, dass das Virus von einer Population in die nächste übertragen wird.

#### Einschleppungsrisiken in die EU

Derzeit erfolgt kein legaler Import von Schweinen und Schweinefleischprodukten aus Russland und anderen betroffenen Staaten, es werden aber täglich Schlachtschweine aus der EU dorthin exportiert. Die Transporter müssen vor Ort desinfiziert werden. Dennoch bleibt ein Einschleppungsrisiko für ASP durch die zurückkehrenden Fahrzeuge bestehen, wenn Anschlusstransporte vor Wiedereintritt in die EU durchgeführt werden oder, insbesondere im Winter, die Reinigung und Desinfektion nicht optimal durchgeführt werden. Experimentell wurde gezeigt, dass sehr geringe Virusmengen für eine Infektion ausreichen können. Auch ein unachtsam auf einer Raststätte entsorgtes ASP-kontaminiertes Wurstprodukt auf einem „Pausenbrot“, stellt ein Risiko für das Schwarzwild dar. Diesbezüglich ist



Abbildung 3: Die Seuche verbreitete sich auf Hausschweine in Hinterhofhaltung

eine Information der in der EU arbeitenden Ernte- und Schlachthelfer wichtig, die nicht selten aus betroffenen Gebieten stammen und Lebensmittel für den Eigenbedarf mitbringen. Hinzu kommt ein möglicher direkter Eintrag in die EU über verbundene Schwarzwildpopulationen.

#### Dynamik der Erkrankung, Präventions- und Bekämpfungsmaßnahmen

Das Virus der ASP ist äußerst stabil und wird insbesondere über Blut sehr effizient übertragen. Ohne Blut ist die Ansteckungsfähigkeit moderat, so dass es nicht zu einer explosionsartigen Ausbreitung in einem Bestand kommen muss. Ausgehend von einem einzelnen Tier, das sich eventuell über Speisereste infiziert hat, kann es 14 Tage dauern, bis der Bestand als solcher auffällig wird. Die unspezifischen Symptome und das Auftreten zum Teil schwerer Sekundärinfektionen tragen dazu bei, dass die Erkrankung unter Umständen erst spät diagnostiziert wird. Daher sollten involvierte Personenkreise dringend geschult und die Möglichkeit zur Ausschlussdiagnostik genutzt werden.

Da es bislang keinen Impfstoff gegen die ASP gibt, kann man der Seuche nur durch Bestandshygiene und Biosicherheit begegnen.

Hygiene bei und nach der Jagd, insbesondere auch auf jagdtouristischen Reisen, kann einer Verschleppung auf diesem Wege vorbeugen.

Sollte die Seuche nach Deutschland eingeschleppt werden, erfolgt die Bekämpfung nach Maßgabe der Verordnung zum Schutz gegen Schweinepest und ASP. Zu den Maßnahmen gehören die Errichtung von Sperrbezirken, die Keulung betroffener Bestände und strenge Transport- und Handelsbeschränkungen.

Eine Einschleppung der Seuche hätte verheerende Auswirkungen auf die deutsche Schweineindustrie, so dass mit vereinten Kräften alles getan werden muss, den Eintrag zu verhindern.

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

Dr. Sandra Blome und PD Dr. Martin Beer

Friedrich-Loeffler-Institut,  
 Institut für Virusdiagnostik, Insel Riems

E-Mail: sandra.blome@fli.bund.de



## Schnell im Blick

### Welche Allergene befinden sich im Lebensmittel?

**Europaweit müssen 15 verschiedene Allergene als Lebensmittelzutat gekennzeichnet werden. Darunter befinden sich auch umfangreiche Gruppen wie Fische, Krustentiere, Weichtiere oder Baumnüsse. Ein besonderes Risiko stellen „versteckte“ Allergene dar, die sich für den betroffenen Allergiker unvermutet in einem Lebensmittel befinden. Im Fall von Erdnuss oder Soja ist bekannt, dass bereits geringste Mengen im Spurenbereich sehr heftige Reaktionen auslösen können. Daher ist es wichtig, dass Produkte wie z. B. Schokoladen, Kekse und andere Süßwaren auf die Präsenz dieser und anderer Allergene untersucht werden können.**

Wie lässt sich diese Vielfalt analytisch möglichst schnell und einfach erfassen? Mit dieser Frage beschäftigte sich ein am Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR)

initiiertes und durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) gefördertes Forschungsprojekt. Das Projekt wird vom BfR koordiniert, Verbundpartner aus der Industrie sind das Institut für Produktqualität (ifp, Berlin) und die Zentis GmbH und Co KG (Aachen).

#### Zwei Strategien führen zum Ziel

Grundsätzlich gibt es zwei Möglichkeiten viele Lebensmittelproben in kurzer Zeit zu untersuchen. Entweder die Einzelanalyse wird zeitgleich drastisch verkürzt, oder mehrere Substanzen werden parallel in einem Analysegang gleichzeitig erfasst.

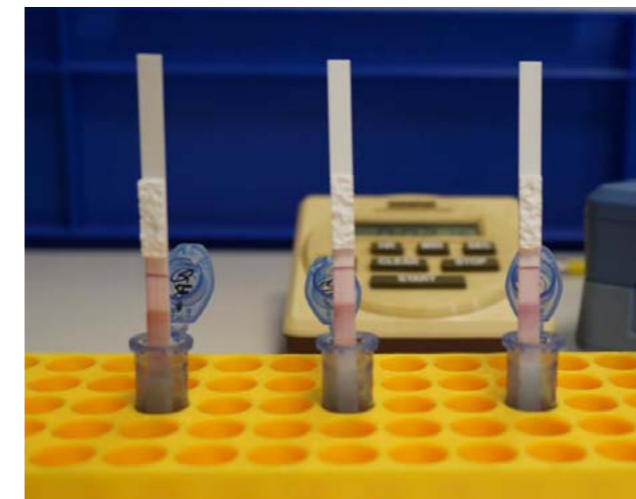
Einfach in der Handhabung und hochempfindlich sind immunologische „Dip-Stick“-Tests. Ein mit Antikörpern belegter Teststreifen wird in den Lebensmittelextrakt getaucht und binnen Minuten ist der qualitative Nach-

## info

### Kennzeichnungspflicht für 15 Allergene und Allergengruppen als Zutat in Lebensmitteln – VO (EU) 1169/2011

Tierische Allergene	Pflanzliche Allergene	Chemische Stoffe
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Milch</li> <li>- Eier</li> <li>- Fisch</li> <li>- Krustentiere</li> <li>- Weichtiere</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Soja</li> <li>- Senf</li> <li>- Sellerie</li> <li>- Sesam</li> <li>- Lupine</li> <li>- Gluten (Getreide)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erdnuss</li> <li>- Baumnüsse: Mandel, Hasel-, Wal-, Cashew-, Macadamia- Nuss, Pistazie</li> <li>- Schwefeldioxid</li> <li>- Sulfid</li> </ul>

weis eines gesuchten Allergens möglich (Abb. 1). Die Tests können direkt vor Ort ohne apparativen Aufwand eingesetzt werden und sind dadurch sehr gut in der Selbstkontrolle im Lebensmittelbetrieb einsetzbar. Im Rahmen des Projektes wurden am ifp mehr als zwanzig Teststreifen gegen verschiedene Allergene entwickelt und Lücken in der Verfügbarkeit geschlossen. Ein neu entwickelter Extraktionspuffer ermöglicht das Herauslösen der Allergene in kürzester Zeit auch aus schwierigen Materialien wie Schokoladen. Die gesamte Analyse – von der Extraktion bis zum Messergebnis – ist in nur zehn Minuten abgeschlossen. Die Empfindlichkeit der Tests liegt je nach Allergen bei ein bis zwei Milligramm pro Kilogramm.



**Abbildung 1:** Schnell und einfach – Streifentests zum Nachweis von Allergenen. Im vorliegenden Fall erscheint nur eine Linie bei allen Teststreifen. Bei einem positiven Befund würde noch eine zweite Linie sichtbar. Die Proben in diesem Beispiel enthielten keine messbaren Spuren des gesuchten Allergens.

#### Nachweis der Erbsubstanz als Alternative zu Antikörpern

Die Polymerasekettenreaktion (PCR) ist die Methode der Wahl wenn es um den spezifischen Artennachweis von DNA aus Tier- und Pflanzenarten geht. DNA ist ein äußerst stabiles Molekül und kann daher auch noch aus stark verarbeiteten Lebensmitteln extrahiert werden, in welchen die Proteine zum größten Teil zerstört sind und daher kaum noch nachgewiesen werden können. Anschließend wird in der PCR ein für die gesuchte Art spezifischer Bereich der DNA angereichert und mit einem Farbstoff markiert. Der fluoreszierende Farbstoff ergibt in einer Echtzeit- oder „Real-time“ PCR Apparatur während der Kettenreaktion ein messbares Signal, wenn sich die gesuchte Tier- oder Pflanzenart im Lebensmittel befindet. Auf diese Weise lässt sich auch die Gegenwart von Allergenen feststellen. Hierzu werden kurze DNA-Fragmente benötigt, die als sogenannte Primer und Sonden an beiden Enden der gesuchten DNA-Sequenz binden. Vorteile der PCR-Methode sind, dass der Anwender nicht auf die Verfügbarkeit von Antikörpern angewiesen ist und mehrere Allergene parallel in einem Ansatz untersucht werden können. Damit ist die PCR ideal als Übersichtsverfahren („Screeningverfahren“) geeignet und füllt methodische Lücken, wenn Antikörper gegen ein Allergen noch nicht verfügbar sind. Dies trifft beispielsweise bei Sellerie zu. Bis heute gibt es noch keine käuflichen immunologischen Tests zum Nachweis von Sellerie als versteckte Zutat in Fleischwaren.

#### „Sieben auf einen Streich“

Die Idee dieser Methode ist einfach. Auf einer Standard-PCR-Reagenzienplatte (Abb. 2 a bis c) werden verschiedene Nachweissysteme (Primer und Sonden) vorbelegt und

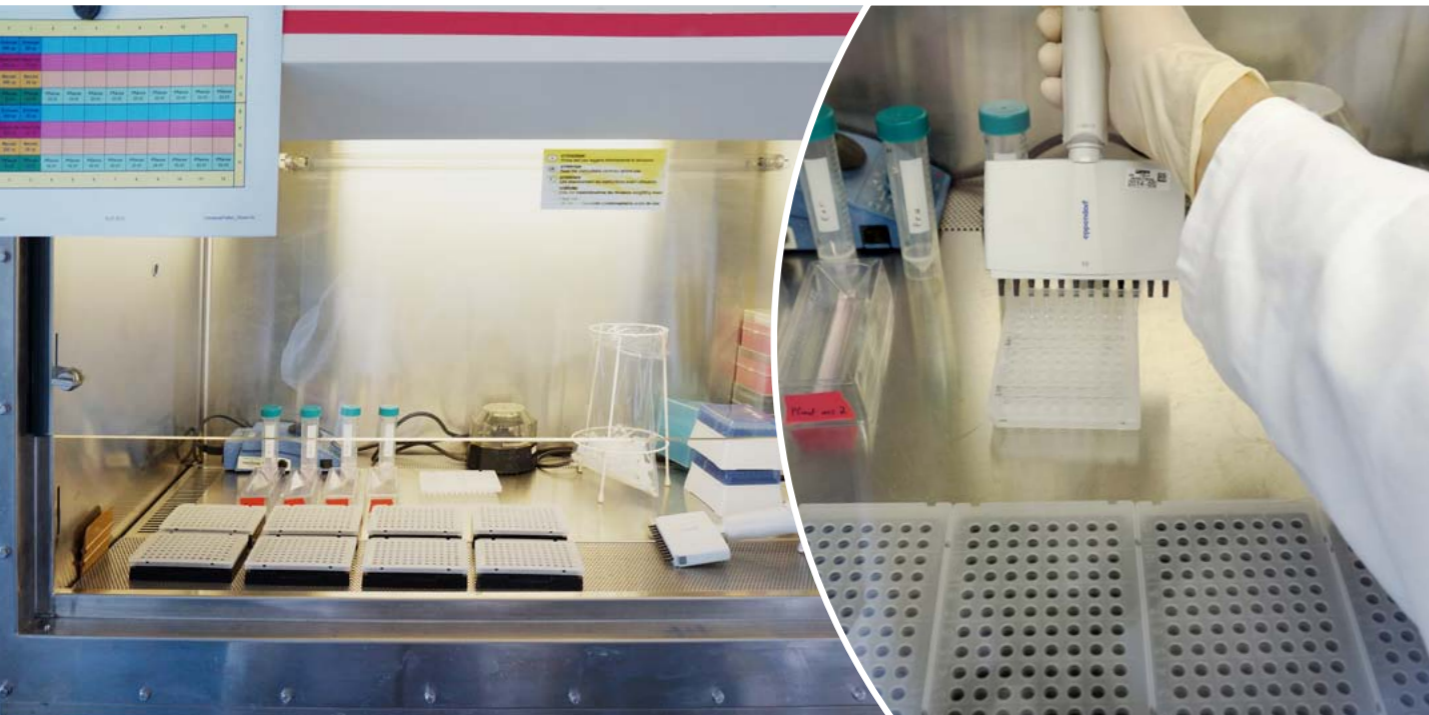


Abbildung 2 a/b: Vorkonfektionierte PCR-Platten müssen vor der Verwendung im Labor sorgfältig vorbereitet werden

getrocknet. Dabei ist die Auswahl der PCR-Systeme beliebig und je nach Produktgruppe – beispielsweise Süß- und Backwaren – flexibel gestaltbar. In einem einzigen DNA-Extrakt aus dem Lebensmittel lassen sich auf diese Weise sieben verschiedene Allergene gleichzeitig erfassen. Vorstellbar ist jedoch auch der Einsatz von größeren Platten mit entsprechend mehr PCR-Systemen. Die Kombinationsmöglichkeiten sind vielfältig. Einzige Einschränkung ist die notwendige Anpassung aller PCR-Systeme auf ein einheitliches Zeit- und Temperaturprogramm. Das ist in der Regel kein großes Problem, da die meisten dieser PCR-Systeme ohnehin auf eine Standardreaktionstemperatur von  $60 \pm 2$  Grad Celsius eingestellt sind. Kleinere Testmengen von zehn bis fünfzig parallel zu pipettierenden Platten lassen sich noch leicht per Hand produzieren. Für größere Mengen empfiehlt sich ein Pipettierroboter. Einmal hergestellt, liefern die PCR-Platten reproduzierbare Ergebnisse in jedem Lauf.

#### Die Schutzsubstanz Trehalose – Vorbild aus der Natur

Damit die vorbelegten Platten mindestens ein Jahr bei Raumtemperatur haltbar sind, müssen die PCR-Reagenzien konserviert werden. Die schützenden Eigenschaften des natürlichen Zuckers Trehalose auf DNA und Proteine sind seit langem bekannt. So überleben z. B. mikroskopisch kleine „Bärtierchen“ (Tardigrada) mit Hilfe von Trehalose Hitze und Trockenheit in einem Dauerstadium (Abb. 3). Es lag auf der Hand, diese Substanz auch für



Abbildung 2c: „Ready-to-use“ PCR-Platten, getrocknet und versiegelt für mehrere Monate haltbar

den Schutz der empfindlichen PCR-Sonden zu nutzen. Es konnte gezeigt werden, dass eine geringe Menge von ca. 0,07 Prozent (Masse pro Volumen) vor dem Trocknen zugesetzt für einen effektiven Schutz der PCR-Komponenten ausreicht. Die Ergebnisse eines Temperaturstress-experiments lassen erwarten, dass für den Gebrauch vorbelegte PCR-Platten bis zu zwei Jahre bei Raumtemperatur haltbar sind.

#### Vielfältig und problematisch – Krebs- und Weichtiere

Für diese Tiergruppen findet man in der Literatur nur wenige oder überhaupt keine geeigneten PCR-Sys-

#### Platten vorbelegt mit:

- Primer + Trehalose  
- Sonden  
- Kontrollen

#### Allergene in Süßwaren: Allergene in Fleischwaren:

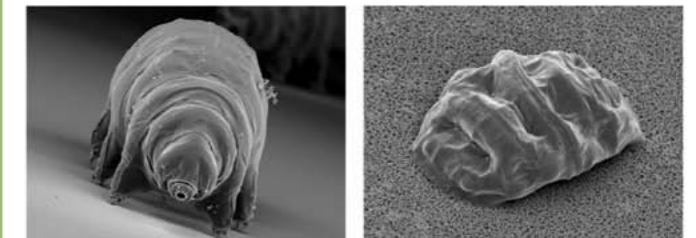


- Erdnuss  
- Mandel  
- Haselnuss u. a.

- Sellerie  
- Senf  
- Glutenhaltige Getreide u. a.

#### Schutz durch Trehalose – ein natürliches Disaccharid

#### Geschützt durch Trehalose:



„Bärtierchen“ aktiv und als dehydriertes „Tönnchen“  
(Foto: Schill & Hengherr, Universität Stuttgart)

Abbildung 3: Zum Nachweis müssen nur noch DNA-Polymerase/Puffer + DNA aus dem Lebensmittel pipettiert werden. Bärtierchen überleben Kälte und Trockenheit durch Trehalose. Das natürliche Disaccharid schützt auch die empfindlichen PCR-Reagenzien

teme. Im Rahmen des Projektes wurden daher neue PCR-Methoden für den Nachweis von Geißelgarnelen (*Penaeidae*), Hummerartigen (*Nephropidae*), Rosenberggarnelen (*Macrobrachium rosenbergii*), Nordseekrabben (*Cragon crangon*), Taschenkrebse (*Cancer pagurus*), chinesischen Wollhandkrabben (*Eriocheir chinensis*) sowie Oktopus/Miesmuscheln (*Octopus vulgaris/Mytilus edulis*) entwickelt. Fazit: für Krebstiere ist mit einer intelligenten „Ready-to-use“-Kombination die Erfassung der wichtigsten Handelsarten in Deutschland möglich. Die prinzipielle Eignung des Tests für die Routineanalytik konnte an Handelswaren demonstriert werden. Mit einer Kombination von fünf verschiedenen PCR-Systemen, welche zum Teil mehrere Krebsarten zugleich erfassen, ließen sich die auf den Handelsprodukten (Suppen, Snacks, Saucen etc.) angegebenen Krebstierarten eindeutig identifizieren.

#### Anwendung in der Praxis

Die „Ready-to-use“-PCR ist eine einfache und wirkungsvolle Methode, um viele Allergene parallel im Lebensmittel aufzuspüren. Für Erdnuss konnte gezeigt werden, dass auch noch im unteren Spuren-Bereich von zwei bis zehn Milligramm pro Kilogramm ein Nachweis möglich ist. Das Prinzip des Verfahrens ist publiziert und kann bereits heute in jedem Labor adaptiert werden.

Der Weg zu einem anerkannten Standardverfahren verläuft über einen Ringversuch mit externen Labo-

ren. Im Oktober 2013 erfolgte der Versand von neun Schokoladen- und Keksprouben mit unbekannter Erdnuss-Einmischung im Spurenbereich an elf Ringversuchspartner in Europa. Ziel des Ringversuches ist die Ermittlung der Robustheit und somit Praxistauglichkeit des Verfahrens.

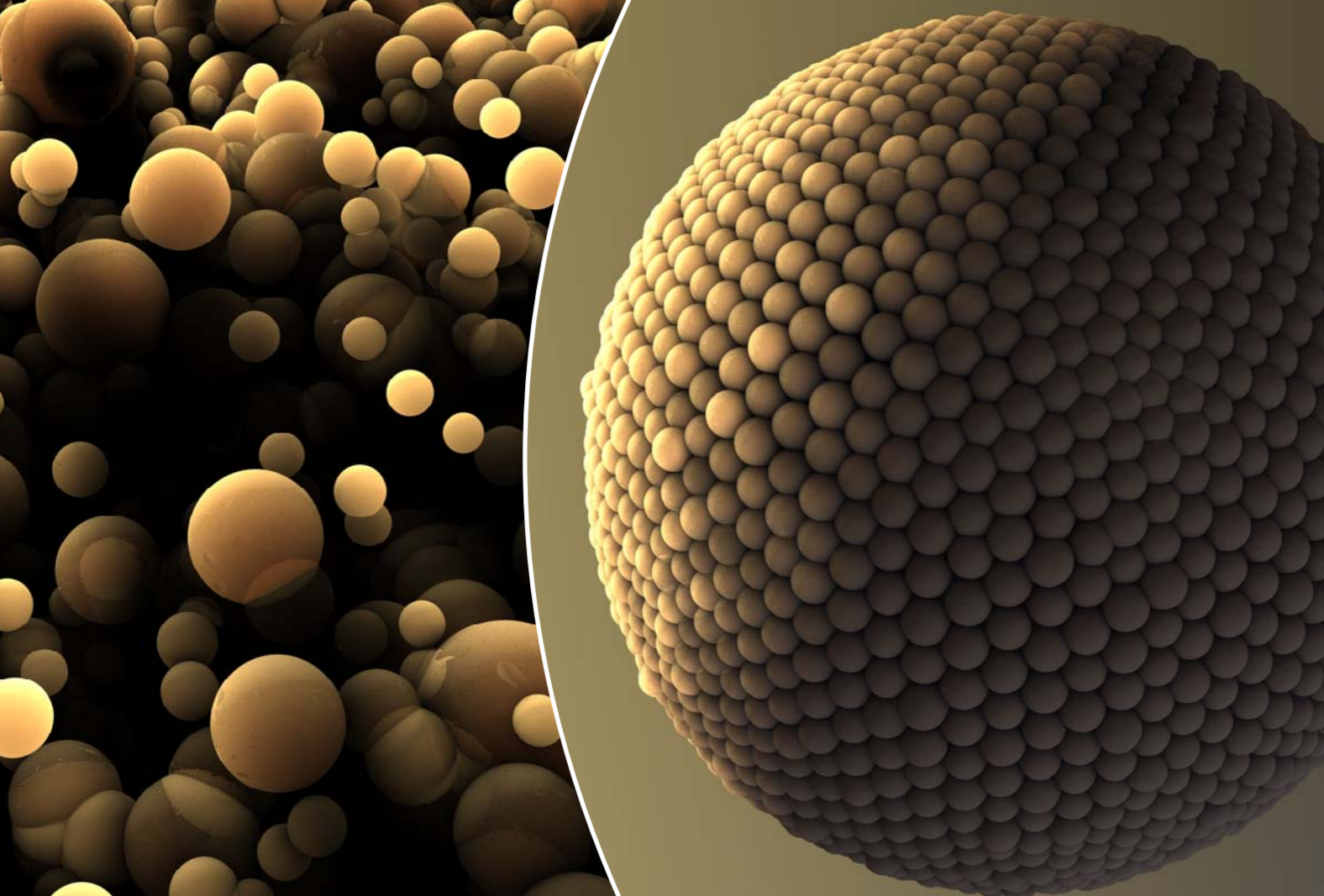
Die Projektfortschritte wurden auf zwei Workshops (Dezember 2010, November 2012) gemeinsam mit allen Projektpartnern und dem bayerischen Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, (LGL, Oberschleißheim) vorgestellt sowie in Publikationen, Vorträgen, und Postern präsentiert. Das Projekt zeigt, wie Allergene in Lebensmitteln mit modernen Methoden erfasst werden können und bietet schnelle Nachweismöglichkeiten für die Praxis.



Dr. Jutta Zagon, Hermann Broll, J. Dittmer,  
Dr. Anke Ehlers, Prof. Dr. Dr. Alfonso Lampen  
Bundesinstitut für Risikobewertung, Berlin

E-Mail: jutta.zagon@bfr.bund.de





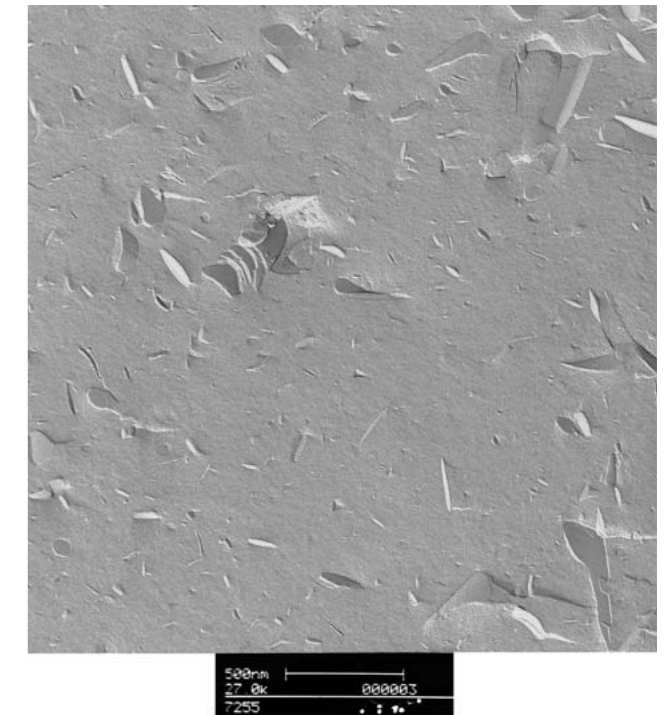
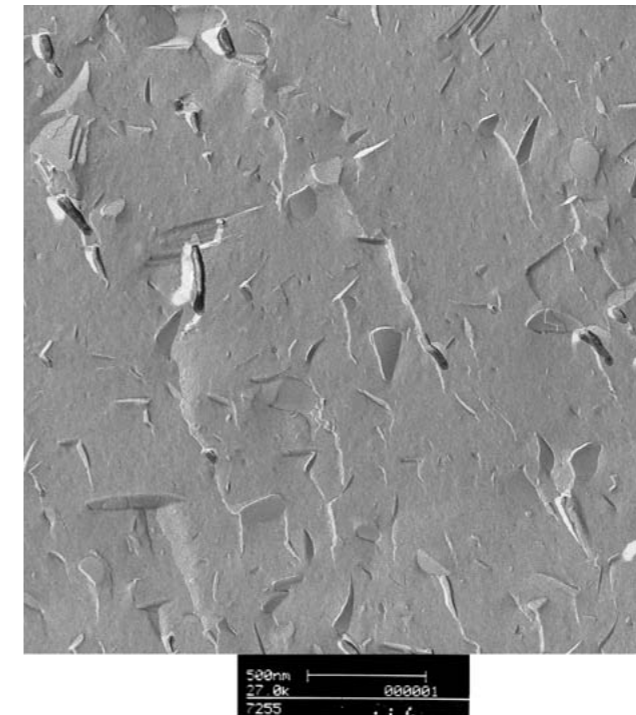
## Nanotechnologie im Lebensmittelbereich

### Viele offene Fragen für die Forschung

**Technisch hergestellte Nanomaterialien bieten für die Lebensmittelindustrie interessante Anwendungsmöglichkeiten, doch das Wissen um das Verhalten und den Verbleib von synthetischen Nanomaterialien ist zurzeit noch ungenügend. Die wenigen Studien lassen kaum Rückschlüsse auf die reale Situation zu. Die Ansichten über die Anwendung von Nanotechnologien im Lebensmittelsektor gehen weit auseinander. Die Befürworter verweisen auf die Chancen, die Kritiker dagegen heben auf die möglichen gesundheitlichen Folgen ab. Die Risikobewertung spezieller Nanoprodukte kann derzeit nur fallspezifisch erfolgen und ist angesichts des beschränkten Datenbestands und des Fehlens**

**geeigneter Prüfmethode in der Praxis sehr schwierig und mit einem hohen Maß an Unsicherheit verbunden. Solange diese Unsicherheit besteht, wird das volle Potenzial von Nanomaterialien im Lebensmittelbereich nicht ausgeschöpft werden können.**

Unter Nanotechnologie versteht man verschiedene Technologien, um Materialien im Nanometerbereich herzustellen, zu verarbeiten und zu verwenden. Auch wenn im Lebensmittelbereich derzeit keine bindende Definition für Nanomaterialien existiert, wird der Begriff „Nanomaterial“ im Allgemeinen für Materialien verwendet, die in mindestens einer Dimension eine Ausdehnung zwischen 1 und 100 Nanometern aufweisen (Abb. 1 und 2). Außerdem weisen die-



**Abbildung 1 und 2:** Gefrierbruch-Aufnahmen mit dem Transmissionselektronenmikroskop von Solid Lipid Nanopartikeln (SLN). Die SLNs werden durch ein Heißemulgiervorgang hergestellt. Beim Abkühlen bilden sich plättchenförmige Partikel aus, welche aus verschiedenen Schichten aufgebaut sind. Daher sehen die Partikel in der Seitenansicht stäbchen- bzw. nadelartig aus. SLNs können zur Verkapselung lipophiler Substanzen eingesetzt werden.

se Materialien andere Eigenschaften als ihre größerskaligen Pendanten auf. Dazu zählen physikalische, mechanische, elektrische, magnetische und optische Eigenschaften, aber auch chemische Reaktivität und Toxizität.

Das wirtschaftliche Potenzial technisch hergestellter Nanomaterialien wird als groß eingeschätzt. Viele der weltweit größten Lebensmittelunternehmen unterstützen Forschungsprogramme zur Verwendung technisch hergestellter Nanomaterialien im Lebensmittelbereich. Etliche der möglichen Anwendungen technisch hergestellter Nanomaterialien im Lebensmittelsektor befinden sich zurzeit noch im Forschungsstadium oder kurz vor der Markteinführung. In einigen Ländern sind jedoch schon Produkte mit technisch hergestellten Nanomaterialien kommerziell erhältlich. Dabei handelt es sich um Nanomaterialien enthaltende Lebensmittelverpackungssysteme mit verbesserten Barriereigenschaften, nanoskalige Nahrungsergänzungsmittel zur Verbesserung ihrer Aufnahme im Körper und nanoskalige Trägersysteme für biologisch aktive Substanzen.

#### **Aufwendige Prüfung der Sicherheit von „Nano-Lebensmitteln“**

Eine Risikobewertung beschreibt die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines gesundheitlichen Effektes. Für eine belast-

bare Risikobewertung sind u. a. Kenntnisse der toxikologischen Kenngrößen der zu bewertenden Substanz als auch Daten zur Menge, die ein Mensch aufnimmt, erforderlich.

Die Suche und Charakterisierung von Nanomaterialien in Lebensmitteln ist essentiell für die Ermittlung der Menge, die vom Menschen aufgenommen wird, aber auch für die Beurteilung des Verhaltens und der biologischen Wirkung der Nanomaterialien. Darum liegt hier ein Schwerpunkt der Forschungsarbeiten des Max Rubner-Instituts (MRI). Aufgrund der sehr geringen Größe der Nanomaterialien und Nanostrukturen sind zum Teil aufwändige und komplexe Analysenverfahren erforderlich. Der Nachweis von Nanomaterialien in Lebensmitteln ist in der Regel um ein Vielfaches schwieriger als in gasförmigen Medien oder kolloidalen Lösungen, da es sich hierbei meist um komplexe Systeme aus einer Vielzahl unterschiedlicher Stoffe und Komponenten handelt. Der Nachweis eines spezifischen Nanomaterials in solch einer Lebensmittelmatrix ist heute nur in Ausnahmefällen möglich. Der Aufwand und die Kosten einer Analyse hängen vom Nanomaterial, der Lebensmittelmatrix und der gewünschten Information ab. Neben Größe bzw. Größenverteilung müssten wenigstens die chemische Zusammensetzung und die Form des Nanomaterials ermittelt werden. Ein einzelnes Messverfahren oder Messgerät, mit dem sich alle wichtigen physiko-chemischen Parameter



Abbildung 3: Dynamische Lichtstreuung zur Ermittlung der Partikelgrößenverteilung im Nanometerbereich und des Zetapotenzials in Lebensmitteln

erfassen lassen, existiert nicht. Außerdem führen verschiedene Verfahren zur Ermittlung der Partikelgrößenverteilung technisch bedingt zu unterschiedlichen Ergebnissen. Daher ist eine Kombination mehrerer Messverfahren unumgänglich. Die meisten Analysemethoden greifen allerdings in das Probenmaterial ein, das heißt es ist in der Regel nicht möglich, dieselbe Probe mehrfach mit unterschiedlichen Messgeräten und -verfahren zu untersuchen (Abb. 3).

#### Nanostrukturen können im Magen-Darm-Trakt erhalten bleiben

Über das Verhalten und den Verbleib von Nanomaterialien im Magen-Darm-Trakt ist nur wenig bekannt. Die vielen verschiedenen Nanomaterialien, die im Lebensmittelsektor Anwendung finden können, lassen kaum allgemeingültige Aussagen über ihr Verhalten im Magen-Darm-Trakt und ihre biologische Wirkung zu. Diese Fragestellungen sind daher fallspezifisch zu klären. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Interaktion der Nanomaterialien mit der Umgebung kein statischer, sondern ein dynamischer Prozess ist. Die Oberfläche der Nanomaterialien kann sich durch Wechselwirkungen mit anderen Lebensmittelbestandteilen verändern. Diese Wechselwirkungen, insbesondere während der Verarbeitung, der Lagerung der Produkte und der Verdauung, ist ein Gebiet zu dem Wissenschaftler des Instituts für Lebensmittel und Bioverfahrenstechnik des MRI arbeiten. Im Vordergrund stehen aktuell die Wechselwirkungen organischer und anorga-

nischer Nanopartikel mit Proteinen von Lebensmittelbestandteilen. Derzeit wird diskutiert, inwieweit das Darmepithel für Substanzen durchlässig wird, die sonst nicht in den Körper gelangen können (Trojan Horse Effekt).

Bei oraler Aufnahme stellt der Magen-Darm-Trakt die Haupteintrittspforte für Nanomaterialien in den menschlichen Körper dar. Bisher liegen nur wenige Informationen über das Ausmaß der Aufnahme aus dem Magen-Darm-Trakt vor. Löslichkeit und Verdaulichkeit sind zwei Faktoren, die das Schicksal der Nanomaterialien wesentlich bestimmen. Gehen Nanomaterialien unter physiologischen Bedingungen vollständig in Lösung, so verlieren sie ihre nano-spezifischen Eigenschaften. Bleiben dagegen Nanostrukturen kolloidal in Lösung, so bleiben auch ihre nano-spezifischen Eigenschaften erhalten. Auch aus toxikologischer Sicht ist es unterschiedlich zu bewerten, ob ein Material wie Nanosilber oder Nanokupfer als intaktes Nanomaterial resorbiert wird oder zuvor oxidativ in Lösung geht. Werden dann Silber- bzw. Kupferionen, deren toxische Wirkung gut dokumentiert ist, resorbiert? Wissenschaftler des MRI bearbeiten auch die Frage, inwieweit die unterschiedlichen nanoskaligen Strukturen im Magen-Darm-Trakt aufgeschlossen werden können oder ob sie als intakte nanoskalige Strukturen resorbiert werden. In vitro-Untersuchungen zur Verdauung von Lebensmitteln die Nanopartikel enthalten, sollen erste Antworten liefern.

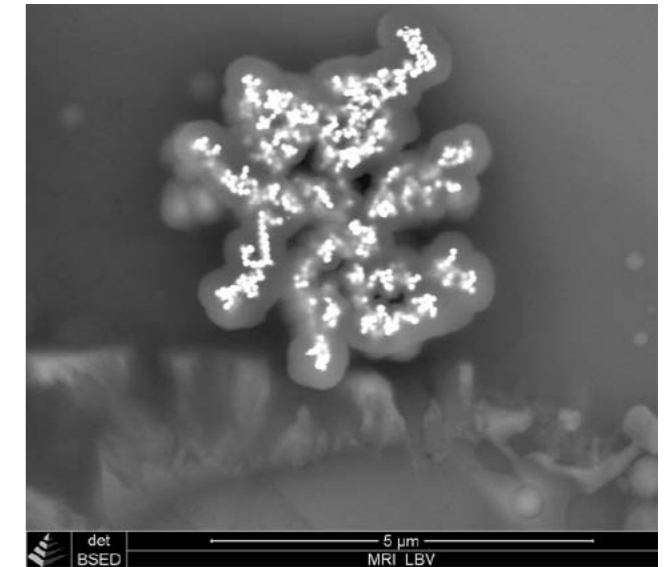
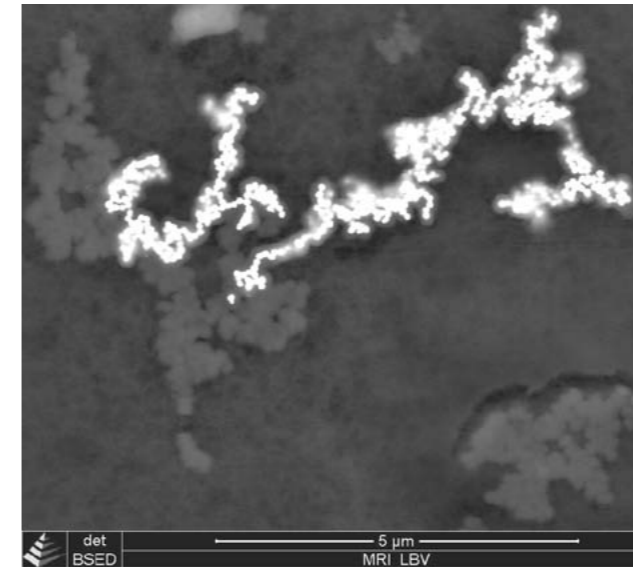


Abbildung 4 und 5: Silbernanopartikel in unterschiedlichen Medien. Silbernanopartikel weisen antibakterielle Eigenschaften auf

Im Gegensatz zu organischen werden anorganische Nanomaterialien wie Titandioxid im Magen-Darm-Trakt nicht abgebaut. Diese Materialien können folglich entweder ausgeschieden oder resorbiert werden. Es wird berichtet, dass die Aufnahme solcher Nanomaterialien aus dem Verdauungstrakt größenabhängig ist. Studien wurden vor allem mit anorganischen, unlöslichen Nanopartikeln und unlöslichen, organischen Polymeren durchgeführt. Die Aufnahme über den Darm von Nanomaterialien wurde in den verschiedenen Studien von nahezu Null bis 39 Prozent, bezogen auf die oral verabreichte Menge, bestimmt. Neben den physikochemischen Eigenschaften der Nanomaterialien haben sicherlich auch die Art der oralen Gabe (z. B. über Trinkwasser oder Lebensmittel) und die Methode, die zur Ermittlung der Resorption eingesetzt wurde, Einfluss auf das Ergebnis. Außerdem kann eine Modifikation der Nanopartikeloberfläche durch Wechselwirkungen mit anderen Nahrungsbestandteilen zu einer Änderung der Aufnahme führen.

#### Nanomaterialien können in verschiedene Organe und Gewebe gelangen

Nach dem Transport durch die Zellen werden die Nanomaterialien über den Blutkreislauf oder das lymphatische System im Körper verteilt. Im Blut können sie mit den unterschiedlichen Blutkomponenten, wie Plasmaproteinen, Gerinnungsfaktoren, Thrombozyten, roten und weißen Blutkörperchen, interagieren. Diese Wechselwirkung kann einen erheblichen Einfluss auf deren Verteilung und Ausscheidung nehmen. Überwinden sie das Darmepithel und gelangen in die Blutbahn, werden sie vorwiegend von Leber und Milz herausgefiltert. Je nach Art und Größe erreichen Nanomaterialien auch andere Organe und Gewebe wie Niere, Lunge und Knochenmark. Informa-

tionen über eine Anreicherung, Verstoffwechslung und Ausscheidung liegen bisher nicht vor. Es ist unklar, wie lange die resorbierten Nanomaterialien im Körper verweilen. Eine Ausscheidung wäre zum einen über Leber und Galle und zum anderen über die Niere vorstellbar. Im Hinblick auf die Sicherheit von Nanopartikeln ist auch ihr Potenzial, natürliche Barrieren wie die Blut-Hirn-Schranke, die Plazentaschranke und die Blut-Milch-Schranke zu überwinden, von Bedeutung. Bisher gibt es jedoch kaum Daten, die es erlauben, Schlüsse auf das Rückhaltevermögen solcher natürlichen Barrieren zu ziehen. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass Nanomaterialien die genannten natürlichen Barrieren überwinden können.

Den vielen offenen Fragen in der Forschung zu Nanotechnologie und Nanopartikeln steht eine zunehmend größere Zahl von Forschungsprojekten gegenüber. Doch für alle aufgeworfenen Fragestellungen ist zunächst die Erfassung und ausreichende Charakterisierung der Nanomaterialien unumgänglich, darum hat das MRI auf diese Aufgabe seinen Forschungsschwerpunkt gelegt.



## Ein faszinierendes Ökosystem

### Nutzung von Niedermooren in Brandenburg

**Geschichten und Märchen präsentieren uns Moore als etwas unheimliche Orte. Aber was ist ein Moor? Wie werden Moore genutzt? Was ist bei einer nachhaltigen landwirtschaftlichen Nutzung zu beachten? Um dies herauszufinden, besuchten wir Dr. Axel Behrendt, den Leiter der Forschungsstation Paulinenaue. Dort erforscht der Landwirt und Agrarwissenschaftler seit Jahrzehnten die Niedermoore in Brandenburg.**

Im havelländischen Luch bewirtschaftet die Forschungsstation des Leibniz-Zentrums für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) 60 Hektar Versuchsflächen. „Der Niedermoorstandort ist geprägt vom Hauptkanal und kleinen Flüssen, der durch Sanddurchtragungen und Horste ein unruhiges Relief bildet“, beschreibt

Dr. Axel Behrendt das Gebiet. Die Niedermoorflächen werden zur Futterproduktion und als Weide genutzt. „Wasser ist im Luch immer verfügbar“, führt Axel Behrendt weiter aus. „Auch im Sommer nach längerer Trockenheit sind die Wiesen noch sattgrün.“ Der mittlere Grundwasserstand liegt zwischen 50 und 70 Zentimetern. Reguliert werden die Wasserverhältnisse auch heute noch durch den Großen Havelländischen Hauptkanal. Der wurde bereits im 18. Jahrhundert auf Befehl des preußischen Königs Friedrich Wilhelm I angelegt.

Niedermoore sind Grundwassermoore in Niederungen von Zuflussgebieten. Sie besitzen eine wenigstens 30 Zentimeter mächtige Torfdecke. Durch den großen Wasserüberschuss entstehen sauerstofffreie Verhältnisse, in denen der mikrobielle Abbau der abgestorbe-

nen Pflanzenteile gehemmt ist: eine Voraussetzung für die Entstehung von Torf. Moore sind Kohlenstoffspeicher. Sie binden jährlich eine enorme Menge Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) aus der Atmosphäre. Im agrarwissenschaftlichen Sinn müssen Moore aber nicht nass sein. „Solange ein Boden mehr als 30 Prozent organische Substanz in den obersten 30 Zentimetern Boden enthält, gilt es als Moor. Egal ob entwässert oder nicht“, erklärt uns der Landwirt. „Bei einem Anteil organischer Substanz von 15 bis 30 Prozent spricht man von Anmooren und unter 15 Prozent von Humusgleyen.“

#### Landwirtschaftliche Nutzung von Niedermooren

Die großen Niedermoorgebiete in Brandenburg zählen traditionell zu den leistungsfähigen Agrarstandorten.

„Im Vergleich zu Mineralböden ist die landwirtschaftliche Nutzung von Mooren mit einem besonderen Aufwand und häufig mit Schwierigkeiten verbunden, aber dennoch attraktiv“, schildert Dr. Jürgen Pickert, Leiter des Querschnittprojekts Grünland am ZALF. So ist ein Umbruch der Moorflächen nicht erlaubt. „Ob sich Landwirte zur aufwändigen Bewirtschaftung solcher schwieriger Standorte entschließen, hängt immer von den Alternativen, von den gesellschaftlichen Rahmenbedingungen und natürlich vom Markt ab.“

Die meisten Moore in Brandenburg sind durch den Menschen umgewandelt und in Kultur genommen worden. Heute werden sie überwiegend als Grünland genutzt. Der Aufwuchs des Grünlandes wird an Nutztiere, vor allem an Raufutterfresser wie Wiederkäuer verfüttert. Die Biomasse lässt sich darüber hinaus als nachwachsender Rohstoff nutzen. Auf ertragsschwachen Standorten stehen Landschaftspflege oder Naturschutz anstelle der Nutzung der erzeugten Biomasse im Vordergrund, auch dies eine Frage der agrarpolitischen Rahmenbedingungen.

„In Brandenburg mit seinen eher armen Sandböden und den geringen Niederschlägen, wo die angebauten Feldkulturen allerorten unter Trockenheit litten und mäßige Erträge lieferten, ging von den auch im

Sommer sattgrünen Niedermoorflächen eine besondere Attraktivität aus“, begründet Jürgen Pickert die Nutzung der Moorflächen. „Der überwiegende Teil der Niedermoorstandorte wird heute als Dauergrünland genutzt.“ Insbesondere die Vorgaben zum Grünland für den Umweltschutz im Rahmen der EU-Direktzahlungen seit 2005 und die EU-Agrarförderprogramme zur Grünlandextensivierung seit den neunziger Jahren trugen in Brandenburg maßgeblich dazu bei. Von den ungefähr 1,3 Millionen Hektar landwirtschaftlicher Fläche in Brandenburg befinden sich ca. 285.000 Hektar unter Grünlandnutzung. Fast 60 Prozent des Grünlandes liegt auf Niedermoor und dient vor allem der Futtermittelversorgung von Rind, Schaf und Pferd. Zunehmend gelangt Biomasse vom Grünland auch als Gärsubstrat in die Biogasanlagen der Landwirtschaftsbetriebe.



Abbildung 1: Grünlandnutzung als extensive Weide mit Uckerländer-Rindern

#### Forschung zur Erhaltung von Moorböden

Auf den Versuchsflächen der Forschungsstation wird extensive Weidewirtschaft betrieben (Abb. 1). Hier stehen 100 Schafe (Skudden), etwas mehr als 20 Rinder (Uckerländer), Damwild, Rot- und Muffelwild. Axel Behrendt interessiert besonders die Multispeziesbeweidung, bei der z. B. Damwild und Schafe gemeinsam weiden. „Die Tiere sind unterschiedlich groß und schwer, verdichten also den Boden nicht gleich und zeigen ein jeweils eigenes Fraßverhalten. Was die einen stehen lassen, fressen die anderen.“



Abbildung 2: Größte Lysimeteranlage Europas in Paulinenaue; Abbildung 3: Moorsacklysimeter; 70 cm ist der Boden seit den 60er Jahren abgesackt

Nach den Zielen der Niedermoorforschung in Paulinenaue gefragt, schildert Axel Behrendt: „Uns geht es um die nachhaltige landwirtschaftliche Moornutzung. Vom Weidegrünland bis zu Energiepflanzen überprüfen wir, welche Pflanzen sich besonders für Moorstandorte eignen: verschiedene Grasarten, Leguminosen, Mais aber auch Alternativen wie Miscanthus, Zuckerhirse, oder Sudangras, es gibt immer wieder neue Ideen und Entwicklungen. Stets geht es darum, Bedingungen zu finden, die der Mineralisierung des Moorbodens entgegen wirken, also den Sauerstoffgehalt in den oberen Bodenschichten minimieren.“ Voraussetzungen hierfür sind eine Verdichtung des Bodens durch den Tritt der Weidetiere oder durch Technik und möglichst hohe Grundwasserstände. Wichtig ist dem Forscher, dass „die Landwirte von den Erkenntnissen profitieren. Die Forschung muss dort ankommen, wo die Ergebnisse gebraucht werden: Wissenschaft muss Wissen schaffen!“

Das wichtigste Hilfsmittel für die Forscher in Paulinenaue und ihre Partner in vielen Forschungsprojekten ist die größte Lysimeteranlage Europas aus den 60er Jahren (Abb. 2 und 3). Sie besteht aus 100 Lysimetern: Stahlzylind-

der, mit einer nach oben offenen Oberfläche von einem Quadratmeter. „Das Grundwasser kann darin genau eingestellt werden. Über das Nachfüllen wird gemessen, wie viel Wasser über die Bodenoberfläche oder den verschiedenen Bewuchs dem System verloren geht“, erläutert uns der Forschungsleiter bei der Präsentation der Anlage. „Bei der Bepflanzung der Lysimeter muss darauf geachtet werden, den sogenannten „Oaseneffekt“ möglichst gering zu halten. Die Verdunstung ist sonst zu stark und mit den großen Moorflächen nicht vergleichbar.“ Mit den Lysimetern kann die Evapotranspiration, also die Verdunstung über die Boden- und Blattoberflächen, das Ertragspotenzial und die Sickerwassermenge sowie die Nährstoffauswaschung genau ermittelt werden. „Die Evapotranspiration wird bei der Wiedervernässung von Mooren meist unterschätzt. Über die enorme Blattmasse hat man einen Wasserverlust von 1500 bis 2000 Litern pro Quadratmeter im Jahr.“

An einem Lysimeter zeigt uns Axel Behrendt eindrucksvoll, wie viel Boden bzw. Masse über gut 50 Jahre verloren gehen, wenn der Boden extrem tief entwässert wird und keinerlei Bodenverdichtung erfährt (Abb. 3).



Abbildung 4: Axel Behrendt erklärt die Lysimeteranlage; Abbildung 5: Automatische Gashauben auf Niedermoorgrünland

Das ist fast dreimal mehr als bei einer landwirtschaftlichen Grünlandnutzung. „Dabei verliert ein Moorboden einen halben Zentimeter pro Jahr. Eine einfache Rechnung zeigt das Ausmaß: Ein Zentimeter Bodenverlust bedeutet 40.000 Kilogramm Masseverlust pro Hektar; bei 2,5 Prozent Stickstoff im Moorboden sind das 1000 Kilogramm Stickstoff, der teilweise über das Grundwasser ausgewaschen wird. Etwa 20 Tonnen Kohlenstoff entweichen pro Hektar als CO<sub>2</sub> und belasten das Klima. Der Boden mineralisiert.“ Um Moore zu schützen und sie als solche zu erhalten, muss die Mineralisierung niedrig gehalten werden.

#### Vermittlung zwischen Landwirtschaft und Naturschutz

Die Gefährdung von Mooren geht von der Entwässerung aus. Ein Drittel der Moorflächen der Erde sind bereits verbraucht, in Mitteleuropa zählen Moore zu den am stärksten gefährdeten Ökosystemen. „Es ist schwierig, Moore, die über lange Zeit landwirtschaftlich genutzt wurden, wieder zu renaturieren“, sagt Axel Behrendt als wir auf den Naturschutz zu sprechen kommen. „Einfach nur liegen lassen und wiedervernässen ist als Renaturierungsmaßnahme nicht zu empfehlen. Der Wasserstand muss kontrolliert und der Boden verdichtet werden, damit der Moorboden nicht mineralisiert.“ Messungen von CO<sub>2</sub>, Lachgas und Methan zeigten, dass nach Wiedervernässung viel Methan entweicht und die positive Klimabilanz durch die CO<sub>2</sub>-Minimierung wieder aufwiegen kann (Abb. 5). Methan (37 fach) und Lachgas (270 fach) sind viel klimaschädlicher als CO<sub>2</sub>. Die Wissenschaftler hoffen, dass sich

die Methanentgasung mit den Jahren verringert, was aber erst durch weitere Forschungen bewiesen werden muss. Heute werden auf einem Großteil des Niedermoorgrünlands in Brandenburg von den Landwirtschaftsbetrieben freiwillige Agrarumweltmaßnahmen umgesetzt. Auf ca. 25.000 Hektar produzieren Landwirte, bei Gewährung einer Ausgleichszulage, unter gesetzlichen Naturschutzauflagen. Axel Behrendt sieht es als Aufgabe der Forschung, zwischen landwirtschaftlicher Nutzung und Naturschutz zu vermitteln. „Eine nachhaltige Nutzung mit hohen Grundwasserständen und angepassten Besatzstärken der Tiere, um die Mineralisierung soweit es geht zu begrenzen“, hält Axel Behrendt für die beste Methode, Moorflächen, die über lange Zeit entwässert waren und landwirtschaftlich genutzt wurden, vernünftig zu bewirtschaften.

Für den ForschungsReport unterwegs waren Dr. Antje Töpfer und Dr. Michaela Nürnberg



**Dr. Axel Behrendt und Dr. Jürgen Pickert**  
Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung,  
Forschungsstation Paulinenaue und  
Institut für Landnutzungssysteme

E-Mail: abehrendt@zalf.de



## Prof. Dr. sc. agr. Alfons Balmann

Diplom-Agrarwissenschaftler, Institutsdirektor und Leiter der Abteilung Betriebs- und Strukturentwicklung im ländlichen Raum am Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Mittel- und Osteuropa (IAMO), Professor für Betriebs- und Strukturentwicklung im ländlichen Raum, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Mitglied des Wissenschaftlichen Beirates für Agrarpolitik des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

# Das Land der Anderen

**FoRep:** Der Begriff „Land Grabbing“ umreißt eine Debatte um Landankäufe und Landnutzungskonflikte. Was genau bedeutet der Begriff?

**Prof. Alfons Balmann:** Die Diskussion um den Begriff „Land Grabbing“ beinhaltet ein komplexes Themenfeld aus Konflikten um Land und insbesondere auch ausländische Direktinvestitionen in Entwicklungsländern. Diese „Landnahme“ durch ausländische Investoren kam vor allem ab Mitte des letzten Jahrzehnts auf: Die Agrarpreise zeigten einen deutlich steigenden Trend, die internationalen Getreidelager leerten sich und die Energiepreise stiegen. Länder wie zum Beispiel China suchten Perspektiven, um den steigenden Bedarf an Nahrungsmitteln, Energie und Rohstoffen zu sichern. Agrarflächen in Entwicklungsländern zu kaufen oder langfristig zu pachten, eröffnete eine Lösung dieser Probleme. Begünstigt wurde diese Entwicklung einerseits durch fehlende Steuerungs- und Kontrollmechanismen, Korruption in den Zielländern sowie durch weltweit niedrige Zinssätze. Geld zum Landkauf und für Agrarinvestitionen war günstig verfügbar.

**FoRep:** Welche Auswirkungen hat Landkauf durch Großinvestoren in anderen Ländern?

**Prof. Alfons Balmann:** Internationale Investoren haben in der Regel andere Interessen als die ländliche Bevölkerung der Länder, in die investiert wird. Zugleich sind viele dieser Zielländer durch eine schlechte Regierungsführung gekennzeichnet: Es mangelt an Demokratie, es fehlt an Partizipation. Stattdessen herrscht vielfach Korruption in Politik und Administration. Traditionelle Besitzverhältnisse, geschlechterspezifische oder Umweltaspekte werden ignoriert. Allerdings ging und geht auch für viele Investoren die Rechnung nicht so auf, wie vielleicht geplant: Unter den Investoren gibt es sicherlich eine große Anzahl von „Glücksrittern“, die die Gegebenheiten und die Produktionsmöglichkeiten in den jeweiligen Regionen falsch einschätzen. Allein die Größe einer Agrarfläche und international hohe Agrarpreise sind keine Garantie für hohe Gewinne. Erfolgreich Landwirtschaft zu betreiben, ist überall eine Herausforderung. Zudem spielen vor Ort die natürlichen Gegebenheiten, die Infrastruktur und nicht zuletzt auch die Korruption eine große Rolle. Letztere schadet auch den Investoren. Auch der Transfer von Know-how muss organisiert werden. Angesichts der technisierten Landwirtschaft müssen teilweise sogar eigene Arbeitskräfte zu den Flächen mitgebracht werden. In der Summe gibt es ein komplexes Feld von Problemen und Risiken.



**FoRep:** Welche Risiken und Probleme sind das konkret?

**Prof. Alfons Balmann:** Problematisch sind ausländische Direktinvestitionen im Land vor allem dann, wenn lokalen Bevölkerungsgruppen Land entzogen wird und für sie keine neuen, zusätzlichen Einkommensmöglichkeiten geschaffen werden. Große Investitionen können die bestehende kleinbäuerliche Landwirtschaft massiv verändern bzw. bedrohen. Vor allem wenn lokale Regierungen und Administration nicht im Interesse der Betroffenen handeln, drohen der Verlust von Landrechten, traditionellen Weiderechten, Wassernutzungsrechten oder auch das Nutzungsrecht für Sammelprodukte wie Feuerholz oder Medizinpflanzen. Daraus können verteilungs- und geschlechterspezifische Probleme entstehen. Das gilt umso mehr, weil Investoren zumeist mit hohem Technologieeinsatz wirtschaften. Aber selbst wenn die Interessen der lokalen Bevölkerung berücksichtigt werden, entsteht eine Abhängigkeit dahingehend, dass die Investoren wirtschaftlich scheitern oder ihre Pläne ändern.

Werden auf den verkauften oder verpachteten Flächen keine Nahrungsmittel für die lokale Bevölkerung angebaut, kann dies zu einer weiteren Verarmung beitragen und sogar zu lokaler Nahrungsmittelknappheit führen. Landflucht, Umsiedlung oder Vertreibung der lokalen Bevölkerung sind weitere Risiken.

**FoRep:** Gibt es auch Chancen? Welche Verantwortung sollte der Investor übernehmen?

**Prof. Alfons Balmann:** Ja. Zum einen fließen Kapital und Know-How in die lokale Landwirtschaft. Auch haben Investoren erhebliches Interesse an einem Ausbau der Infrastruktur sowie teilweise auch an einer lokalen

Verarbeitung. So können durch Direktinvestitionen neue Beschäftigungs- und Einkommensmöglichkeiten für die lokale Bevölkerung entstehen.

Seit 2010 wurden von internationalen Organisationen in Zusammenarbeit mit vielen Regierungen freiwillige Leitlinien zu verantwortungsvollen Agrarinvestitionen erarbeitet. Diese fordern die Einhaltung von sechs Grundprinzipien:

1. Partizipation und Transparenz der Verhandlungen
2. Anerkennung bestehender Rechte – auch nonformale und traditionelle Land- und Wassernutzungsrechte
3. Kompensation: Wer Land verliert, sollte auf der Basis einer gleichwertigen Lebensgrundlage entschädigt werden
4. Gerechte Teilhabe am Nutzen von Investitionen
5. Ökonomische, soziale und ökologische Nachhaltigkeit
6. Menschenrecht auf Nahrung – die Ernährungssicherheit der betroffenen Bevölkerung in den Zielländern steht vor dem Anbau von Energiepflanzen

Der konkrete Erfolg in der Praxis ist momentan noch nicht beurteilbar.

*„Große Investitionen können die bestehende kleinbäuerliche Landwirtschaft massiv verändern bzw. bedrohen.“*

**FoRep:** Wie sieht es in Europa aus? Ist „Land Grabbing“ hier ebenfalls ein Thema?

**Prof. Alfons Balmann:** Wir müssen in Europa unterscheiden zwischen den Strukturen in West- und Mitteleuropa und den Transformationsländern, also den Ländern, die einen Übergang von einer Zentralverwaltungswirtschaft zur Marktwirtschaft zu bewältigen hatten. In Ländern wie Russland, der Ukraine aber auch Bulgarien und Rumänien wird die Landwirtschaft heute einerseits von Nachfolgeunternehmen sozialistischer Kollektiv- und Staatsbetriebe und andererseits Hauswirtschaften und Kleinstbetrieben dominiert. Beide Extreme haben mit vielen spezifischen Problemen zu kämpfen. Die kleinbäuerlichen Betriebe dienen eher der Selbstversorgung und Sicherung eines Mindesteinkommens in ländlichen Regionen mit geringem



Angebot an Arbeitsplätzen und sozialer Sicherung. Teilweise befinden sie sich sogar in einer Art Symbiose mit den Großbetrieben, auf denen vielfach Angehörige arbeiten und die ihnen Zugang zu Produktionsmitteln wie z. B. Dünger ermöglichen. Beide Betriebsformen leiden unter infrastrukturellen, institutionellen und politischen Defiziten

**FoRep:** Allerdings gibt es in Osteuropa eine Vielzahl ungenutzter Agrarflächen.

**Prof. Alfons Balmann:** Analysen am IAMO zeigen, dass nach 1990 allein im europäischen Teil Russlands annähernd 30 Millionen Hektar brachgefallen sind. Manche Standorte waren nicht ideal für die Nutzung, den Nachfolgebetrieben fehlten Finanzmittel, oft waren diese wenig produktiv und es mangelte an Infrastruktur. Es entsteht ein Teufelskreis, wie ein Beispiel aus der Ukraine zeigt. Dort liefern Kleinstbetriebe den Großteil der Milch für Molkereien. Diese Kleinstbetriebe mit meist nur einer Kuh haben kaum eine geeignete Kühltechnik. Die Folge sind geringe Milchqualitäten und keine hochwertigen Verarbeitungsprodukte. Für die Molkereien lohnt es nicht, in hochwertige Technik und Verfahren zu investieren. Also sind die Milchpreise relativ niedrig und lassen keine Investitionen zu.

Heutige Landwirtschaft ist letztlich kapital- und Know-how-intensiv. Wenn eins von beidem fehlt, wird es schwierig. Auch größere Betriebe in chronischer Geldnot oder Missmanagement haben kaum Perspektiven, sich aus eigener Kraft zu entwickeln. Damit sind sie bestenfalls Übernahmekandidaten für externe Investoren. Vor diesem Hintergrund haben sich vor allem in Russland und der Ukraine seit etwa dem Jahr 2000 enorm große Agrarkonzerne, sogenannte Agrohholdings entwickelt. Von denen bewirtschaften einige bereits mehrere 100.000 Hektar. Sie haben einen leichteren Zugang zu Kapital und nutzen die Flächen gezielt, um eigene Verarbeitungswerke, wie Zuckerfabriken, Ölmühlen oder Schlachthäuser zu beliefern.

**FoRep:** Treten denn die klassischen „Land Grabbing“-Probleme in Zusammenhang mit Agrohholdings auf?

**Prof. Alfons Balmann:** Weniger gravierend. In Russland und in der Ukraine sowie auch Kasachstan sind Ende der neunziger Jahre die ersten Agrohholdings entstanden. Zunächst durch Investitionen von Industrie- und Energiekonzernen, aber auch landwirtschaftlichen Verarbeitungskonzernen, die ihre Rohstoffbasis verbessern woll-



*„Die Politik ist jedoch gefordert, stärker als bisher in Maßnahmen zu investieren, die Wissen und Fähigkeiten im Agrarbereich stärken.“*

ten. Später haben auch andere Investoren die Chance gesehen, mit großen Investitionen in der Landwirtschaft Geld zu verdienen. Verstärkt wurden diese Prozesse durch die niedrigen Zinsen und die hohe Liquidität auf den internationalen Finanzmärkten. So entstanden landwirtschaftliche Megabetriebe, deren Größe ihnen ein eigenständiges Agieren an internationalen Märkten bzw. Börsen ermöglicht.

**FoRep:** Können Sie Handlungsempfehlungen aussprechen und Empfehlungen für politische Entscheidungsprozesse abgeben?

**Prof. Alfons Balmann:** Agrohholdings gibt es, weil es große politische, institutionelle und wirtschaftliche Defizite in den betroffenen Ländern gibt. Ihre Gründung ist eine Reaktion von Unternehmen bzw. Unternehmern zur Ausschöpfung der ungenutzten Potenziale. Generell gilt: Nur wenn Wege gefunden werden, diese grundsätzlichen Defizite zu beheben, kann sinnvoll der Entstehung industrieller Agrarproduktionsstrukturen entgegengewirkt werden. Zudem agieren viele Agrohholdings oft besser als ihr Ruf: Durch ihre Präsenz auf internationalen Finanzmärkten müssen sie gegenüber den Geldgebern Transparenz

gewährleisten. Sie stehen im Blickfeld der Öffentlichkeit. Beides ist ihnen bewusst und zwingt sie nicht nur zu Transparenz, sondern auch zu wirtschaftlichem Handeln. Zudem befinden sie sich ebenso wie andere Großbetriebe eher in einer Symbiose mit kleinbäuerlichen Betrieben, als in Konkurrenz. Die Politik ist jedoch gefordert, stärker als bisher in Maßnahmen zu investieren, die Wissen und Fähigkeiten im Agrarbereich stärken. Die Attraktivität ländlicher Räume sowohl für Agrarunternehmen als auch für die Bevölkerung hängt ebenfalls stark von den vorhandenen Infrastrukturen ab. Investitionen in Wissen und Infrastruktur sind besser angelegt als die Subventionierung von Betrieben und der Produktion.

**Vielen Dank für das Gespräch!**

Das Interview für den ForschungsReport führte Monique Luckas.



## Landschaft im Wandel

Wie sich die Landnutzung und der Aufbau unserer Wälder in den letzten Jahrzehnten verändert haben

**Landschaften in Deutschland verändern sich. Dies trifft vor allem auf Kulturlandschaften zu, die von land- und forstwirtschaftlicher Nutzung sowie Siedlungen und Verkehrsflächen geprägt werden. Ändern sich die gesellschaftlichen Ansprüche an die Nutzung, hinterlässt das Spuren. Beispiele hierfür sind die verstärkte Nutzung von erneuerbarer Energie oder der Umbau naturferner Nadelbaumbestände in naturnahe Laub- und Mischwälder. Aus den Daten der nationalen Klimaberichterstattung und bundesweiter Waldinventuren, die in den Thünen-Instituten für Waldökosysteme und Agrarklimaschutz ausgewertet werden, lassen sich deutschlandweite Veränderungstrends der Landnutzung und des Waldaufbaus ableiten.**

### Erhebung von Landschaftsänderungen

Seit 1990 wird im Zuge der Klimaberichterstattung regelmäßig erhoben, wie sich die Landnutzung in Deutschland ändert und welche Auswirkungen dies

auf die Treibhausgas-Emissionen hat. Hierbei werden die Flächenänderungen in sechs vorgegebenen Landnutzungsklassen erfasst: Ackerland, Grünland, Wald, Gewässer und Feuchtgebiete, Siedlungsflächen sowie sonstige Flächen, die keiner der übrigen Kategorien zugeordnet werden können.

Da nach der Wiedervereinigung Deutschlands 1990 kein konsistentes und vollständiges Kartenwerk zur Landnutzung in Ost- und Westdeutschland vorlag, wurde ein flexibles, stichprobenbasiertes Analyse-System entwickelt, das die Informationen möglichst vieler Datenquellen nutzt. Hierzu zählen die Ergebnisse der Bundeswaldinventur (BWI) und der Inventurstudie 2008 (Waldfläche, inkl. Aufforstungen und Entwaldung), Kartenwerke der Biotop- und Nutzungstypen-Kartierung (CIR-Auswertung), Satelliten- und Luftbildauswertungen.

In den kommenden Jahren sollen zusätzliche Datenquellen herangezogen werden, um präzisere Angaben zur Landnutzung machen zu können.

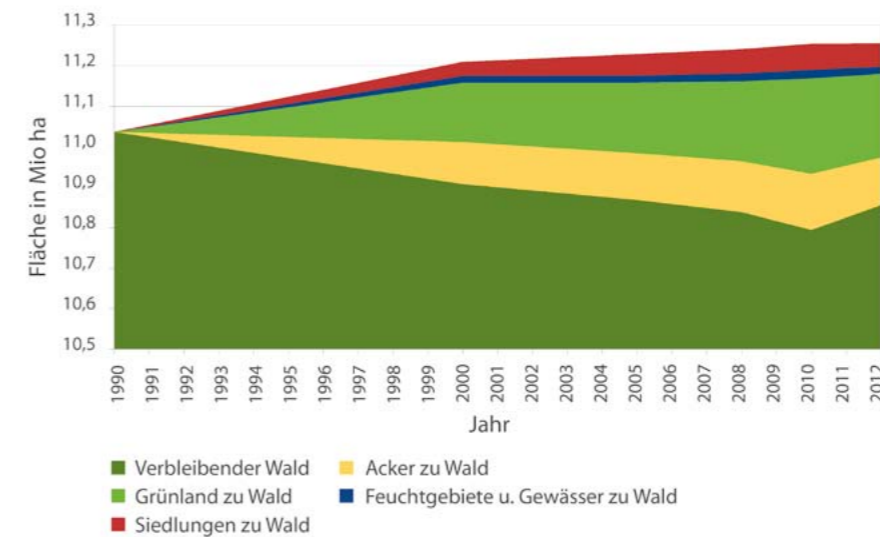


Abbildung 1: Nutzungsänderung zugunsten der Waldfläche (gestapelte Fläche) mit Darstellung der vorhergehenden Landnutzung (Einzelflächen) in Millionen Hektar

### Landnutzungsänderung in Deutschland seit 1990

Die größten Änderungen in der Zeit zwischen 1990 bis 2012 gab es beim Grünland: 1,5 Millionen Hektar Grünlandfläche gingen verloren. Wiesen und Weiden wurden zugunsten von Ackerfläche (+0,50 Millionen Hektar) umgebrochen. Auffällig ist aber auch die deutliche Zunahme an Siedlungsfläche seit 1990 um etwa 0,75 Millionen Hektar. Dies entspricht einem täglichen Flächenverbrauch von etwa 90 Hektar pro Tag im Durchschnitt der letzten 22 Jahre.

### Wald im Wandel

Wälder bedecken fast ein Drittel von Deutschland – mehr als elf Millionen Hektar Fläche. In den letzten beiden Jahrzehnten hat die Waldfläche in der Gesamtbilanz um fast 200.000 Hektar zugenommen (Abb. 1). Dies erfolgte insbesondere zu Lasten der Grünlandfläche. Direkte Grünlandaufforstungen dürften jedoch weniger zu dieser Bilanz beigetragen haben als indirekte Effekte, also die Bilanz aus Grünlandumbruch (Grünland zu Acker) und Erstaufforstung von Ackerstandorten auf Grenzertragsböden (Acker zu Wald).

### Laubbaumanteil erhöht sich

Die Baumartenzusammensetzung der Wälder in Deutschland wird durch die vier heimischen Hauptbaumarten Fichte, Kiefer, Buche sowie Stiel- und Traubeneiche bestimmt. Die häufigste nicht heimische Baumart ist die Douglasie.

Zwischen 2002 und 2008 hat sich die Baumartenzusammensetzung erheblich gewandelt. Vorwiegend durch

den Waldbau von Nadelbaum-Reinbeständen in Laubwald und Mischwald verminderte sich der Flächenanteil der Fichte und Kiefer um mehr als 260.000 Hektar, während der Buchen- und Eichenanteil sich um rund 125.000 Hektar erhöhte. Auch sonstige Laubbaumarten wie Esche, Hainbuche und Linde konnten von diesem Trend profitieren. Gegen den Trend anderer Nadelbaumarten konnte die aus Nordamerika stammende Douglasie ihren Anteil erhöhen. Als hochproduktive und vergleichsweise wenig trockenheitsempfindliche Baumart gilt sie bei Waldbesitzern und Holznutzern als interessante Alternative zu Fichte und Kiefer.

Aktuelle Diskussionen um den richtigen Weg bei der Anpassung der Wälder an den Klimawandel deuten darauf hin, dass sich in Zukunft der Anteil von strukturreichen Mischbeständen mit Laubbaumarten gegenüber einschichtigen Reinbeständen mit dominierenden Nadelbaumarten weiter erhöhen wird. Die Risikoverteilung auf mehrere Baumarten gilt als viel versprechender Weg, um Produktionsverluste und Ausfälle einer Baumart infolge von Extremwetterlagen und langfristiger Erwärmung auszugleichen. Neben den Hauptbaumarten Buche und Eiche dürften hiervon die selteneren Laubbaumarten wie Esche, Birke oder Hainbuche profitieren. Der zunehmende Anbau der Douglasie wird derzeit kontrovers diskutiert. Den waldbaulichen und ökonomischen Vorteilen eines weiteren Douglasienanbaus stehen Bedenken gegenüber einer nicht-heimischen Baumart mit einem potenziellen unkontrollierten Ausbreitungsvermögen (Invasivität) entgegen.



**Prof. Dr. Andreas Bolte, Dr. Thomas Riedel, Dr. Wolfgang Stümer, Karsten Dunger, Andreas Laggner**

Johann Heinrich von Thünen-Institut  
Institut für Waldökosysteme, Eberswalde und  
Institut für Agrarklimaschutz, Braunschweig

E-Mail: andreas.bolte@ti.bund.de



## Die Ressourcen- managerin

# Annette Prochnow

## Im Gespräch über Boden, Gras und Zeit

**Prof. Dr. rer. agr. habil. Annette Prochnow leitet seit zehn Jahren die Abteilung Technikbewertung und Stoffkreisläufe am Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim und ist seit 2011 in gemeinsamer Berufung Professorin für „Nutzungsstrategien für Bioressourcen“ an der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin. Schwerpunkte ihrer Forschung sind u. a. die Bewertung von Bioenergie, insbesondere vom Grünland, und die Wassereffizienz in landwirtschaftlichen Betrieben.**

*Die Produktion von Lebensmitteln für eine wachsende Weltbevölkerung, der Kampf gegen den Klimawandel und der Schutz unserer natürlichen Lebensgrundlagen zählen zu den größten Herausforderungen der Gegenwart. Frau Prof. Prochnow, können wir mit einer verstärkten Nutzung von Bioressourcen diese drängenden Probleme lösen?*

Bioressourcen rücken zu Recht zunehmend in den Fokus. Sie ernähren Mensch und Tier, ermöglichen die Produktion von biobasierten Stoffen und Energie – und ihre

Bedeutung als Ersatz für fossile Rohstoffe wächst angesichts des Klimawandels. Aber auch in Zukunft werden sie nicht in unbegrenztem Umfang zur Verfügung stehen. Ihre Erzeugung ist eng gekoppelt an die Nutzung von Boden, Wasser, elementaren Nährstoffen wie Phosphor usw. Unser Rohstoffverbrauch ist in den letzten Jahrzehnten enorm gestiegen. Wir benötigen die einen Ressourcen, um andere für die wirtschaftliche Nutzung zu erzeugen. Vielfach nutzen wir Rohstoffe noch nicht effizient genug, nehmen Verluste in Kauf und berücksichtigen nur unzureichend, dass natürliche Ressourcen durch dynamische Wechselwirkungen untrennbar miteinander verbunden sind.

*Der Boden spielt eine zentrale Rolle...*

Ja. Wir brauchen Lösungen zum Bodenschutz, um den schleichenden Verlust von Boden durch Erosion, Versalzung, Schadstoffe oder Versiegelung aufzuhalten. Diese Einflüsse führen nicht nur zu einer Reduzierung der verfügbaren Fläche für die Nahrungsmittelerzeugung, auch die Stoffkreisläufe werden dadurch beeinträchtigt und die Funktion des Bodens als CO<sub>2</sub>-Senke eingeschränkt.



Abbildung 1: Weidegrünland

*In unseren Breiten ist Bodenversiegelung die Hauptursache für den Verlust von landwirtschaftlicher Nutzfläche. Wie ließe sich diese Entwicklung aus Ihrer Sicht aufhalten?*

Da ist die Politik gefordert, Lösungen für den nachhaltigen Schutz des Bestandes von landwirtschaftlichen Nutzflächen zu entwickeln, wie er zum Beispiel für Wald sehr wirksam gesetzlich geregelt ist. Wird eine Waldfläche gerodet, muss andernorts wieder aufgeforstet werden. Die Umwidmung landwirtschaftlicher Nutzflächen muss hingegen nicht ausgeglichen werden. Sie gehen bei Infrastrukturvorhaben oft doppelt verloren – durch die Bebauung selbst und durch die Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen. In Deutschland ist die landwirtschaftliche Nutzfläche seit 1995 um vier Prozent zurückgegangen.

*Zudem ist eine zunehmende Nutzungskonkurrenz um die Flächen zu beobachten...*

Wir müssen dahin kommen, Land effizienter zu nutzen, die Produktivität und die Erträge zu steigern. Die Herausforderung besteht darin, dass dies gelingt, ohne Böden zu degradieren, Wasser zu eutrophieren und das Klima zu beeinträchtigen. Wir sollten auch die Folgen bestimmter Ernährungsgewohnheiten aufzeigen. Food first – ja. Aber man muss auch hinterfragen, ob wir jeder Art von Lebensmitteln – egal wie ungesund und ressourcenverschlingend diese sind – Vorrang einräumen müssen. Und schließlich geht es auch darum, biobasierte Nutzungspfade im Hinblick auf ihr Potenzial u. a. zum Biodiversitätserhalt und zur Treibhausgasreduzierung auszuloten. Ein unbesonnener, nur auf die Rentabilität einzelner Nutzungspfade zielender Biomasseanbau kann selbst zum Nachhaltigkeitsproblem werden.

*Sie haben sich intensiv mit Grünlandnutzung befasst. Warum? Wiesen und Weiden haben mich bereits als Kind fasziniert: ein Mikrokosmos aus Pflanzen und Tieren, der einem beim Spielen auf der Wiese buchstäblich zu Füßen liegt. Ganz poetisch hat John James Ingalls, Senator in Kansas, diese Faszination in seinem 1872 erschienenen Essay „Flesh is Grass“ beschrieben: „Gras ist das Vergeben der Natur – ihr immerwährender Segen“.*

*Auch die Grünlandflächen gehen zurück...*

Ja, die Fläche ist in den letzten zehn Jahren deutschlandweit deutlich geschrumpft: von 5,05 Millionen auf 4,64 Millionen Hektar. Kühe fressen heute mehr Getreide und Soja, weniger Gras. Dennoch sollte Grünland erhalten bleiben. Grünland ist ein komplexes Ökosystem mit wichtigen Funktionen. Es fungiert als Habitat, schützt den Boden vor Erosion, hat ein enormes Potenzial als Kohlenstoffspeicher und zur Grundwasserneubildung. Für artenreiches Grünland kann Bioenergie eine interessante Nutzungsalternative sein. Eine extensiv bewirtschaftete, bunt blühende Wiese steht für hohe Biodiversität. Wenn wir nach der Samenreife ernten und es uns gelingt, aus diesem relativ „alten“ Gras hohe Methanausbeuten zu erzielen, können wir Artenschutz und wirtschaftliche Nutzung verbinden.

*Frau Prof. Prochnow, Sie haben eine Professur an der HU, sind Abteilungsleiterin am ATB und alleinerziehende Mutter. Wie meistern sie das?*

Meine knappe Ressource ist sicher die Zeit. Ich arbeite 75 Prozent, sechs Stunden pro Tag. Drei Tage der Woche am ATB, einen Tag an der Uni, einen Tag von zu Hause aus. Ich bringe meinen kleinen Sohn morgens in die Schule und versuche wieder zu Hause zu sein, wenn er nachmittags von der Schule kommt. Alles, was ich in der Zeit zwischen 7:30 Uhr und 14:30 Uhr erledigen kann, Meetings und Besprechungen, versuche ich in diese Zeit zu packen. Was ich nicht schaffe, erledige ich abends am Rechner. Es ist anstrengend – aber dieser Einsatz gehört bei einem so verantwortungsvollen Job einfach dazu.



**Helene Foltan**

Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e. V.

E-Mail: hfoltan@atb-potsdam.de





**Leibniz-Institut für Agrarfor-  
schung in Mittel- und  
Osteuropa, IAMO**

## Indexfonds sind notwen- dige Marktteilnehmer

Die aktuelle Veröffentlichung der Wissenschaftler Sören Prehn, Thomas Glauben, Jens-Peter Loy, Ingo Pies und Matthias Georg Will untersucht anhand partieller Gleichgewichtskonzepte die langfristige Marktwirkung von Long-only-Indexfonds. Die in Teilen der Öffentlichkeit und Politik bestehende Vermutung, dass der verstärkte Markteintritt von Long-only-Indexfonds die Preisfindungsprozesse an landwirtschaftlichen Warenterminmärkten gestört und die Marktpreise an den Kassamärkten verzerren würde, kann nicht bestätigt werden. Die theoretische Analyse zeigt, dass Long-only-Indexfonds keineswegs die Preise auf den Agrarrohstoffmärkten treiben, sondern tendenziell zur Preisstabilisierung beitragen können. Der Markteintritt von Long-only-Indexfonds verringert die Risikoprämie und fördert somit die Versicherungsfunktion von landwirtschaftlichen Warenterminmärkten. Landwirte können sich zu geringeren Kosten am Warenterminmarkt absichern, welches die Lagerhaltung fördert und so saisonale Preisschwankungen am Kassamarkt abschwächt. Der Markteintritt von Long-only-Indexfonds ist somit auch im Interesse der Konsumenten. Long-only-Indexfonds sind nicht mehr nur der „vierte Marktteilnehmer“ an landwirtschaftlichen Warenterminmärkten, sondern darüber hinaus ein systemrelevanter Marktpartner. Lediglich die Long-only-Indexfonds selbst profitieren nicht von einem weiteren Markteintritt von Long-only-Indexfonds. Die Rentabilität von Long-only-Indexfonds ist negativ korreliert mit der Anzahl der sich am Warenterminmarkt befindlichen Long-only-Indexfonds. Auf Grundlage der bisherigen Ergebnisse raten die Wissenschaftler des IAMO, der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel und der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg von einer strengeren Regulierung von Long-only-Indexfonds ab. „Long-only-Indexfonds

sind förderlich für die Funktionsfähigkeit landwirtschaftlicher Rohstoffmärkte und sollten nicht regulatorisch eingeschränkt werden“, so Jens-Peter Loy von der Universität Kiel.

### Leibniz-Zentrum für Agrarland- schaftsforschung, ZALF

## Handlungsempfehlungen für eine ostseefreundliche Landwirtschaft

Der ökologische Zustand der Ostsee hat sich in den letzten Jahrzehnten dramatisch verschlechtert. Flora und Fauna im größten Binnenmeer sind nicht nur akut bedroht – etwa zwanzig Prozent der Kern-Ostsee gelten bereits als Todeszone. Wissenschaftler und Berater aus 24 Partner-Institutionen in neun Ländern haben nun Handlungsempfehlungen erarbeitet: Das Projekt BERAS Implementation (Baltic Ecological Recycling Agriculture and Society) im Rahmen des „EU Baltic Sea Region Programme 2007-2013“ zeigt Handlungsansätze zum nachhaltigen Schutz der Ostsee auf. Das Augenmerk liegt auf der gesamten Lebensmittelkette vom Landwirt bis zum Verbraucher.

BERAS Implementation empfiehlt eine ökologische, kreislauforientierte Landwirtschaft, in der Pflanzen- und Tierproduktion eng miteinander verknüpft sind. Wesentlich ist eine effiziente Stickstoffversorgung des Bodens durch Leguminosenanbau und eine flächenabhängige, artgerechte Tierhaltung mit innerbetrieblicher Futtererzeugung. Diese Form der Landbewirtschaftung verzichtet auf mineralischen Stickstoffdünger, chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel sowie Futtermittelimporte aus Übersee. Vorteil: Die Stickstoff- und Phosphorüberschüsse können drastisch gesenkt werden. Zudem stärken vielfältige Fruchtfolgen die natürlichen Schutzmechanismen der Pflanzen und machen Pestizide überflüssig.

Das Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V. in Müncheberg hat federführend die Handlungsempfehlungen für die Umstellung auf eine ökologische, kreislauforientierte Landbewirtschaftung erarbeitet. Vier Handbücher in englischer Sprache, die gedruckt und online verfügbar sind ([www.beras.eu](http://www.beras.eu)), behandeln die Themengebiete: Pflanzenbau und Tierhaltung, Betriebswirtschaft, Vermarktung und Betriebsbeispiele. Die Empfehlungen eignen sich auch zum Einsatz im Bildungssektor, auf Verwaltungsebene oder zur Politikberatung. Damit die wissenschaftlichen Ergebnisse auch einem breiten Publikum zugänglich werden, wurde

länderübergreifend das Netzwerk „Nachhaltige Lebensmittelgemeinschaften“ aufgebaut. Hier arbeiten landwirtschaftliche Betriebe zusammen mit Verarbeitern, Händlern, Restaurants, Schulen, Universitäten und Verbrauchern mit dem Ziel, den Konsum von Lebensmitteln aus ökologischer Landwirtschaft vor Ort zu erhöhen.



**Johann Heinrich von  
Thünen-Institut**

## Regionen im Niedergang lebenswert gestalten

Die Jungen ziehen der Arbeit hinterher, die Alten bleiben zurück, die Arbeitslosigkeit ist hoch. Schulen wurden geschlossen, den Laden gibt es längst nicht mehr und die Gemeinde verwaltet nur mehr den Mangel – so kann regionale Schrumpfung aussehen, und so ist sie vielerorts längst Realität. Doch leben in diesen Räumen weiterhin Menschen, die dort verwurzelt sind und sich ein „gutes“ Leben wünschen, genauso wie die aus anderen Regionen auch. Ein Expertenteam unter der Leitung von Sozialwissenschaftlern des Thünen-Instituts für Ländliche Räume hat nun Strategien entwickelt, wie sich regionale Schrumpfung so gestalten lassen, dass die dort lebenden Menschen nicht von gesellschaftlicher Teilhabe ausgeschlossen werden.

Sie empfehlen zum Beispiel, die Siedlungs- und Infrastruktur an die bestehenden Verhältnisse anzupassen. Dazu sollen Kommunen einer Region gemeinsam Siedlungskerne festlegen, die es zu stabilisieren gilt. Parallel dazu sollen in anderen Gebieten der Abriss ungenutzter Gebäude und die Anpassung von Infrastrukturen gefördert werden. Außerdem sollen Landräte und Bürgermeister regionale Kooperationen und Beteiligungsprozesse anstoßen. Dabei sind die Bürger an Zukunftsdialogen zu beteiligen. Dorfmanager sollen als „Kümmerer“ und Ideengeber das Engagement der Bürger für den eigenen Ort mobilisieren. Um die Gestaltungsspielräume für die regionalen Akteure zu erweitern, können aus den zahlreich vorhandenen Fördertöpfen Regionaletats gespeist und gezielt in stark schrump-

fenden Regionen eingesetzt werden. Außerdem sollen Bund und Länder vorhandene rechtliche Regelungen, die innovativen Lösungen im Wege stehen, für diese Räume lockern. Damit richten sich die Empfehlungen der Experten an unterschiedliche Adressaten in Bund, Ländern und Kommunen.

Ihre Empfehlungen haben die Autoren in einer Studie veröffentlicht. Dort führen sie aus, dass weder eine geförderte großräumige Absiedlung noch ein Sich-selbst-Überlassen der Schrumpfungsräumen sinnvolle Optionen darstellen. Vielmehr befürworten die Experten, regionale Schrumpfungprozesse aktiv zu gestalten.



**Leibniz-Institut für Agrartechnik  
Potsdam-Bornim e. V., ATB**

## Auftakt der Leibniz Gra- duate School LandPaKT

Zehn Prozent der deutschen Treibhausgasemissionen werden der Landwirtschaft zugeschrieben: die Tierhaltung, und hier besonders die der Wiederkäuer oder trockengelegte Ackerflächen auf ehemals nasen Standorten tragen maßgeblich zur Freisetzung klimawirksamer Gase wie Methan, Lachgas oder Kohlendioxid bei. Die vorhandenen Minderungsoptionen für diese Emissionen sind vor allem auf einzelbetrieblicher Ebene umzusetzen. Hier fehlen aber aktuell betriebswirtschaftlich begründete Empfehlungen für Landwirte, die die vorhandenen Minderungspotenziale ausschöpfen sollen. Mit dem Ziel, diesen Fragenkomplex interdisziplinär zu bearbeiten, haben das ATB und die Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät der HU Berlin eine gemeinsame Graduiertenschule ins Leben gerufen. Übergeordnetes Ziel der Promotionsthemen der Leibniz Graduate School ist die Bereitstellung von aufeinander abgestimmten Maßnahmen, die auf einzelbetrieblicher Ebene zu nennenswerten Emissionsminderungen führen können und dabei ökonomisch vertretbar sind. Die Sprecherin der Graduate School und gemeinsam berufene Professorin des Lehrstuhls

„Nutzungsstrategien für Bioressourcen“ an der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin, Prof. Annette Prochnow, wies auf die besonderen Herausforderungen bei der Entwicklung von Strategien zur Emissionsminderung aus der Landwirtschaft hin. „Auf nationaler Ebene und auch auf Verfahrensebene gibt es bereits zahlreiche Studien. Für die betriebliche Ebene fehlen uns Ergebnisse, die dann in konkreten Maßnahmen zur Reduzierung von Treibhausgasen resultieren können. Diese Lücke wollen wir mit der Graduate School schließen.“



**Leibniz-Institut für Agrarforschung  
in Mittel- und Osteuropa, IAMO**

## Herausforderungen groß- betrieblicher Landwirt- schaft in Russland, der Ukraine und Kasachstan

Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des IAMO und des Deutsch-Ukrainischen Agrarpolitischen Dialogs legten die Chancen und Risiken, die mit dem Einsatz großbetrieblicher Strukturen in der Agrarproduktion in Russland, der Ukraine und Kasachstan verbundenen sind, dar. In Russland werden etwa dreiviertel der Agrarflächen von Großbetrieben bewirtschaftet. In der Ukraine und Kasachstan lagen sie in den letzten Jahren bei unter 50 Prozent. Auch wenn die Großbetriebe dieser Länder im Vergleich zu kleineren Betrieben wie Bauern- und Hauswirtschaften bisher eine geringere Flächenproduktivität aufweisen, ist deren Gesamtproduktivität heute deutlich höher als noch zur Jahrtausendwende. Die positive Entwicklung und Stabilisierung im Ackerbau sind seit der Transformationskrise insbesondere auf die Veränderungen der politischen und makroökonomischen Rahmenbedingungen, das vielfach vorteilhafte Verhältnis von Boden – Kapital – Arbeit, die Modernisierung der Maschinenbestände sowie den Anstieg des Agrarpreisniveaus zurückzuführen. Die durch teilweise hohe staatliche Förderungen und au-

berlandwirtschaftlichen Kapital finanzierten Agroholdings werden von der dortigen Bevölkerung aus der Tradition großbetrieblicher Landbewirtschaftung zwar begrüßt, stehen jedoch in Hinsicht des Fachkräftemangels, lokalen Managements sowie der bestehenden politischen und institutionellen Gegebenheiten vor großen Herausforderungen.

Der Agrarsektor in der Ukraine bietet durch seine produktiven Böden, niedrigen Lohnkosten, vorteilhafte Besteuerung und der günstigen Lage zu internationalen Absatzmärkten ein hohes Leistungspotenzial und somit attraktive Bedingungen für internationale Investoren. Gleichzeitig hemmen jedoch die allgemeinen politischen Rahmenbedingungen, u. a. die hohe Volatilität in der Gesetzgebung und ineffiziente Verwaltung mit teilweise korrupten Machenschaften, sowie der Mangel an qualifizierten Arbeitskräften und die schlechte Infrastruktur die Entwicklung einer nachhaltigen Agrarproduktion. Insgesamt wurde festgestellt, dass die großbetriebliche Landwirtschaft in Russland, der Ukraine und Kasachstan ein großes Leistungspotenzial aufweist. Dennoch steht der Agrarsektor dieser Länder insbesondere in Bezug auf die Verbesserung und Festigung der politischen und institutionellen Rahmenbedingungen wie auch die Finanzierungsmöglichkeiten und auf den Einsatz von Know-how zukünftig noch vor erheblichen Herausforderungen.

**Senat der Bundes-  
forschungsinstitute**

## Internationale Grüne Woche 2014 in Berlin



Auch auf der kommenden Grünen Woche vom 17. bis 26. Januar 2014 sind die Forschungseinrichtungen des Senats der Bundesforschungsinstitute wieder mit aktuellen interessanten Themen vertreten. Auf der Sonderschau des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz in Halle 23a zeigen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, wie Obst und Gemüse optimal gelagert werden, wie Stickstoffdünger und die Backqualität von Weizen zusammenhängen oder wie geschützte Holzarten in Möbeln und Musikinstrumenten identifiziert werden. Mit einem Landnutzungsmodell wird deutlich, wie Landwirtschaft verantwortungsvoll und nachhaltig produzieren kann. Besuchen Sie die Sonderschau und entdecken Sie noch viel mehr interessante Themen unserer Forschung.

## Der Senat



Der **Senat der Bundesforschungsinstitute des BMELV** koordiniert die einrichtungübergreifenden wissenschaftlichen Aktivitäten im Forschungsbereich des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV). Ihm gehören vier Bundesforschungsinstitute, das Bundesinstitut für Risikobewertung sowie sechs Forschungseinrichtungen der Leibniz-Gemeinschaft an ([www.bmelv-forschung.de](http://www.bmelv-forschung.de), Tel: 030/8304-2605/-2031).

### Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Quedlinburg

Das JKI arbeitet und forscht in den Bereichen Pflanzengenetik, Pflanzenzüchtung, Pflanzenbau, Pflanzenernährung, Bodenkunde, Pflanzen- und Vorratsschutz und Pflanzengesundheit. In 15 Fachinstituten werden Konzepte z. B. für den nachhaltigen Anbau der Kulturpflanzen entwickelt, alternative Pflanzenschutzstrategien erforscht und Züchtungsforschung betrieben, um Pflanzen fit für die Anforderungen der Zukunft zu machen. In den verschiedenen Instituten werden land- und forstwirtschaftliche Kulturen ebenso bearbeitet wie Kulturen des Garten-, Obst- und Weinbaus und des Urbanen Grüns ([www.jki.bund.de](http://www.jki.bund.de), Tel.: 03946/47-0).

### Johann Heinrich von Thünen-Institut (Thünen-Institut), Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Braunschweig

Das Thünen-Institut entwickelt Konzepte für die nachhaltige und wettbewerbsfähige Nutzung unserer natürlichen Lebensgrundlagen in den Bereichen Felder, Wälder, Meere. Mit seiner ökologischen, ökonomischen und technologischen Expertise erarbeitet es wissenschaftliche Grundlagen als politische Entscheidungshilfen. Das Institut nimmt deutsche Interessen in internationalen Gremien wahr und führt – teils eingebunden in internationale Netzwerke – wichtige Monitoring-tätigkeiten durch ([www.ti.bund.de](http://www.ti.bund.de), Tel.: 0531/596-0).

### Friedrich-Loeffler-Institut (FLI), Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit, Insel Riems

Im Mittelpunkt der Arbeiten des FLI stehen die Gesundheit und das Wohlbefinden lebensmittelliefernder Tiere sowie der Schutz des Menschen vor Infektionen, die von Tieren auf den Menschen übertragen

werden. Das FLI arbeitet grundlagen- und praxisorientiert in verschiedenen Fachdisziplinen insbesondere auf den Gebieten der Tiergesundheit, der Tierernährung, der Tierhaltung, des Tierschutzes und der tiergenetischen Ressourcen ([www.fli.bund.de](http://www.fli.bund.de), Tel.: 038351/7-0).

### Max Rubner-Institut (MRI), Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel, Karlsruhe

Das MRI hat seinen Forschungsschwerpunkt im gesundheitlichen Verbraucherschutz im Ernährungsbereich. Vier der acht Institute des MRI und die Arbeitsgruppe Analytik arbeiten „produktübergreifend“. Forschungsschwerpunkte sind: Die Untersuchung der ernährungsphysiologischen und gesundheitlichen Wertigkeit von Lebensmitteln, Arbeiten im Bereich der Lebensmittelqualität und -sicherheit oder der Bioverfahrenstechnik. Die Forschungsaufgaben der anderen vier Institute beziehen sich auf Lebensmittelgruppen wie Getreide, Gemüse, Milch und Fleisch. An diesen Instituten steht die gesamte Lebensmittelkette im Fokus. ([www.mri.bund.de](http://www.mri.bund.de), Tel.: 0721/6625-201).

### Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), Berlin

Für die gesundheitliche Bewertung von Lebensmitteln, Bedarfsgegenständen und Chemikalien ist das BfR zuständig. Es trägt maßgeblich dazu bei, dass Lebensmittel, Stoffe und Produkte sicherer werden. Die Aufgaben umfassen die Bewertung bestehender und die frühzeitige Identifizierung neuer gesundheitlicher Risiken, die Erarbeitung von Empfehlungen zur Risikobegrenzung und die Kommunikation dieser Prozesse. Das BfR berät die beteiligten Bundesministerien sowie andere Behörden auf wissenschaftlicher Basis. In seinen Empfehlungen ist das BfR frei von wirtschaftlichen, politischen und gesellschaftlichen Interessen ([www.bfr.bund.de](http://www.bfr.bund.de), Tel.: 030/18412-0).

### Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie, Leibniz-Institut (DFA), Freising

Die Bedeutung so genannter funktioneller Lebensmittel mit einem besonderen gesundheitlichen Nutzen hat in den letzten Jahren stetig zugenommen. Aroma, Geschmack und Textur bestimmen neben den gesundheitlichen Aspekten die Qualität von Lebensmitteln. Die DFA untersucht Inhaltsstoffe und Qualität von Lebensmitteln ([www.dfal.de](http://www.dfal.de), Tel.: 08161/712-932).

### Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e. V. (ATB)

Das ATB ist ein Zentrum agrartechnischer Forschung – eines komplexen, interdisziplinären Arbeitsfeldes. Global gilt es, mehr hochwertige Lebensmittel sowie Agrarrohstoffe für stoffliche und energetische Nutzungen zu produzieren und dabei die natürlichen Ressourcen effizient und klimaschonend zu nutzen. In der hierfür notwendigen Anpassung und Weiterentwicklung von Verfahren und Technologien für eine ressourceneffiziente Nutzung biologischer Systeme sieht das ATB seine zentrale Aufgabe ([www.atb-potsdam.de](http://www.atb-potsdam.de), Tel.: 0331/5699-0).

### Leibniz-Institut für Gemüse und Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt e. V. (IGZ)

Das IGZ erarbeitet wissenschaftliche Grundlagen für eine ökologisch sinnvolle und wirtschaftliche Erzeugung von Gartenbauprodukten. Wobei auf eine Balance zwischen Grundlagenforschung und angewandter, praxisorientierter Forschung im Gartenbau geachtet wird ([www.igzev.de](http://www.igzev.de), Tel.: 033701/78-0).

### Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e. V., Müncheberg

Das ZALF erforscht Ökosysteme in Agrarlandschaften und die Entwicklung ökologisch und ökonomisch vertretbarer Landnutzungssysteme. Es richtet sein Hauptaugenmerk darauf, aus aktuellen und antizipierten gesellschaftlichen Diskussionen heraus Perspektiven für eine nachhaltige Nutzung der Ressource Landschaft im Kontext der Entwicklung ländlicher Räume am Beispiel seiner Modellregionen aufzuzeigen. ([www.zalf.de](http://www.zalf.de), Tel.: 033432/82-200).

### Leibniz-Institut für Nutztierbiologie (FBN), Dummerstorf

Der systemische Forschungsansatz am FBN betrachtet das Tier (1) als Teil einer Population auf allen biologischen Ebenen der Merkmalsausprägung und (2) als Element des jeweils betrachteten Systems und den sich daraus ergebenden Wechselwirkungen. Dieser interdisziplinäre Forschungsansatz ist Voraussetzung für die nachhaltige Gestaltung einer zukunftsfähigen Nutztierhaltung. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des FBN versuchen die genetisch-physiologischen Grundlagen funktionaler Biodiversität zu verstehen und leiten darauf aufbauend innovative Züchtungs- und Handlungsstrategien ab ([www.fbn-dummerstorf.de](http://www.fbn-dummerstorf.de), Tel.: 038208/68-5).

### Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Mittel- und Osteuropa (IAMO), Halle

Das IAMO widmet sich der Analyse von wirtschaftlichen, sozialen und politischen Veränderungsprozessen in der Agrar- und Ernährungswirtschaft sowie in den ländlichen Räumen. Sein Untersuchungsgebiet erstreckt sich auf die Transformationsländer Mittel-, Ost- und Südosteuropas sowie Zentral- und Ostasiens. Mit diesem Forschungsfokus ist das IAMO eine weltweit einmalige agrarökonomische Forschungseinrichtung. ([www.iamo.de](http://www.iamo.de), Tel.: 0345/2928-0)

### Das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV), Berlin/Bonn

Das BMELV unterhält diesen Forschungsbereich. Es werden wissenschaftliche Grundlagen als Entscheidungshilfen für die Ernährungs-, Landwirtschafts- und Verbraucherschutzpolitik der Bundesregierung erarbeitet und damit die Erkenntnisse zum Nutzen des Gemeinwohls erweitert ([www.bmelv.de](http://www.bmelv.de), Tel.: 0228/99529-0).



**Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz**

## Impressum

### ForschungsReport

Ernährung – Landwirtschaft – Verbraucherschutz  
FoRep 2/2013 (Heft 48)

### Herausgeber und Redaktionsanschrift:

Senat der Bundesforschungsinstitute im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz  
Königin-Luise-Straße 19  
14195 Berlin  
Tel.: 030/8304-2605  
Fax: 030/8304-2601  
E-Mail: [senat-bundesforschung@jki.bund.de](mailto:senat-bundesforschung@jki.bund.de)  
Internet: [www.bmelv-forschung.de](http://www.bmelv-forschung.de), [www.forschungsreport.de](http://www.forschungsreport.de)

### Redaktion:

Dr. Suzan Fiack, BfR  
Helene Foltan, ATB  
Monique Luckas, ZALF  
Dr. Michaela Nürnberg, Senat  
Elke Reinking, FLI  
Dr. Antje Töpfer, Senat (verantw. Redakteurin)

### Gestaltung/Satz:

Design meets Science  
ein Service der neoplas GmbH  
Walther-Rathenau-Straße 49a  
17489 Greifswald  
[www.design-meets-science.de](http://www.design-meets-science.de)

### Druck:

Steffen Druck GmbH  
[www.steffendruck.de](http://www.steffendruck.de)

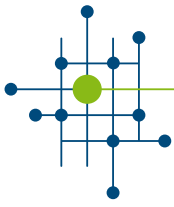


### Bildnachweise:

Sofern nicht anders angegeben, liegen die Rechte bei den Autoren, den Forschungseinrichtungen oder bei der neoplas GmbH.  
[shutterstock.com](http://shutterstock.com): S. 4, Themenbild, oben und mitte; S. 6, Bilder rechts in der Grafik; S. 20, links; S. 22; S. 27; S. 28, links; S. 34, rechts; S. 36; S. 48, rechts; S. 49, links  
[agrarfoto.com](http://agrarfoto.com): Cover; S. 20, rechts; S. 21  
[gettyimages.de](http://gettyimages.de): S. 23  
Theobald/ATB: S. 15  
Johanna Milsman/Katrin Schrader, MRI: S. 33  
Volker Gräf/Elke Walz, MRI: S. 34, links  
Diana Behnlian, MRI: S. 35

### Erscheinungsweise:

Zweimal jährlich  
Nachdruck, auch auszugsweise, mit Quellenangabe zulässig.  
(Belegexemplar erbeten)  
Möchten Sie den ForschungsReport kostenlos abonnieren?  
Wenden Sie sich an die Redaktion.  
ISSN 1863-771X



**Senat**  
**Bundesforschung**  
Bundesministerium für Ernährung,  
Landwirtschaft und Verbraucherschutz



Bundesministerium für  
Ernährung, Landwirtschaft  
und Verbraucherschutz

