

Unsichtbare Welten

Dem Blick entzogen

Interview mit
Prof. Tebbe über
Bodenmikroorganismen

Eichenprozessions- spinner

Die Ausbreitung eines
Schmetterlings und
seine Folgen

Schutz vor kriminellen Aktivitäten

Außergewöhnliche
Schadenslagen im Futter-
und Lebensmittelsektor

Prof. Dr. Dr. habil.
Gerhard
Rechkemmer



Guten Tag!

Warum leistet sich die Bundesregierung einen eigenen Forschungsapparat? Immerhin geht es hier – allein im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) - um einen dreistelligen Millionenetat mit dem im Bereich für den das BMEL Verantwortung trägt Ressortforschung betrieben wird.

Dem steht ein entsprechender Nutzen dieser besonderen Forschung entgegen: Es ist vor allem der direkte Zugriff auf Forschungs-Ressourcen und somit die schnelle Bereitstellung von Forschungsergebnissen als wissenschaftliche Beratungs- und Entscheidungsgrundlage. Ein Zugriff, der sich – wie in der Satzung der Bundesforschungsinstitute klar geregelt - nicht etwa im Einfluss auf die Forschung selbst niederschlägt, wohl aber darauf, welche politisch-gesellschaftlich relevanten Fragen von der Ressortforschung aufgegriffen werden sollen – und das nicht selten sozusagen aus dem Stand, schnell und vor allem Ergebnis-orientiert. Die direkte Investition des Staates in die Forschung trägt dazu bei, wissenschaftliche Aktivitäten auf Gebieten und zu Fragen sicherzustellen, die häufig nicht im Fokus universitärer oder außeruniversitärer Forschungsinstitutionen stehen. Für die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bedeutet die Arbeit innerhalb der Ressortforschung, allerdings mitunter statt interessante Thesen und Visionen zu entwickeln, bestehende Erkenntnisse mit entsprechender gesellschaftlicher Relevanz zu prüfen und abzusichern und so aus Tendenzen und Hinweisen wissenschaftlich belastbare Ergebnisse zu machen.

Titelbild: Graphische Darstellung der Vielfalt von Bakterien in der Rhizosphäre von Maiss

Darüber hinaus sind Forscherinnen und Forscher im staatlichen Auftrag auch dazu aufgerufen, mit Weitblick Themen auszumachen und anzugehen, zu denen Politik, Wirtschaft und Öffentlichkeit aus dem Tagesgeschehen heraus noch keine Fragen stellen, für die mittelfristig aber absehbar ist, dass sie gesellschaftlich hochrelevant werden.

Diese gemeinsame Ausrichtung führt in wichtigen Projekten die Institute der Ressortforschung als Partner zusammen. Erst gemeinsam decken sie etwa die Lebensmittelkette von der Produktion bis zum Verzehr ab, sind optimal aufgestellt, um Risiken durch Mikroorganismen – und Gegenmaßnahmen - nicht nur zu erforschen, sondern auch zu kommunizieren, nur gemeinsam und interdisziplinär können sie beispielsweise klimarelevante Fragestellungen kompetent angehen.

Die Zusammenarbeit der Bundesforschungsinstitute ist positiv zu bewerten. Sie verfolgt das Ziel belastbare wissenschaftliche Ergebnisse auf bestmöglichem Niveau vorzulegen. Über die Zusammenarbeit innerhalb der Ressortforschung hinaus sind Offenheit und Vernetzung mit der Forschung an Universitäten und anderen Einrichtungen die Grundlage für die Weiterentwicklung der wissenschaftlichen Exzellenz. Bei jeder Zusammenarbeit ist von Projekt zu Projekt immer wieder neu zu klären, mit welchen Partnern das jeweils beste Ergebnis erzielt werden kann.

Umso erfreulicher ist es, zu beobachten, dass die Zahl von Kooperationsprojekten in den letzten Jahren deutlich zugenommen hat.

Viel Freude beim Lesen!

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

Inhalt

Seite 8



Außergewöhnliche Schadenslagen im Lebensmittelsektor

Was wäre, wenn Terroristen unsere Lebensmittel mit gefährlichen Mikroorganismen kontaminieren? Einen 100-prozentigen Schutz vor kriminellen Handlungen gibt es nicht, aber Forscherteams arbeiten daran, dass Risiko zu minimieren.

Seite 12



Die Ausbreitung eines Schmetterlings und seine Folgen

Ein unscheinbarer Schmetterling erlangt in den letzten Jahren Berühmtheit. Einst fast ausgerottet, schädigt er heute Eichenwälder und gefährdet die Gesundheit von Mensch und Tier. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler suchen Methoden, den Falter auf eine für Mensch und Umwelt verträgliche Populationsgröße zu reduzieren.

Seite 40



Interview über die Forschung an Bodenmikroorganismen

Der wissenschaftliche Direktor am Thünen-Institut für Biodiversität Prof. Dr. Christoph Tebbe erforscht die mikrobiologische Vielfalt des Bodens. Wie hängen die Vielfalt der Organismen und die unzähligen Funktionen des Bodens zusammen? Der Forschungs-Report hat nachgefragt.

Berichte aus der Forschung

| | |
|--|----|
| Förderung der Bodengesundheit Bodentiere dezimieren Schadpilze und ihre Toxine | 4 |
| Schutz von Warenketten Außergewöhnliche Schadenslagen im Futter- und Lebensmittelsektor „im Griff“ | 8 |
| Eichenprozessionsspinner Die Ausbreitung eines Schmetterlings und seine Folgen | 12 |
| Mikroorganismen als Helfer im Erdbeerbau Angewandte Forschung für den Ökologischen Landbau | 16 |
| Sicheres Geflügelfleisch Weniger Krankheitserreger durch verbesserte Nachweismethoden im Schlachtbetrieb | 20 |
| Der „Mückenatlas“ Mücken zählen für die Wissenschaft | 24 |
| Individualität beim Schwein Zusammenhang zwischen Verhalten und Immunantwort | 28 |
| Weizenmärkte in Zentralasien und im Kaukasus Wie funktionieren sie? | 32 |
| Forschung mittendrin | |
| Wohngemeinschaft auf der Pflanzenwurzel Mikroorganismen helfen der Pflanze gegen Schadpilze im Boden | 36 |
| Interview | |
| Dem Blick entzogen – Forschung an Bodenmikroorganismen | 40 |
| Portrait | |
| KLIMAPS-JKI Eine Onlinedatenbank für Klimawandel und Landwirtschaft | 44 |
| Arthur Geßler Netzwerke für die Zukunft | 46 |
| Auf den Punkt gebracht | 48 |



Förderung der Bodengesundheit

Bodentiere dezimieren Schadpilze und ihre Toxine

Die landwirtschaftliche Produktion von pflanzlichen Lebens- und Futtermitteln sowie nachwachsenden Rohstoffen setzt einen gesunden Boden voraus. Bodenbürtige Krankheitserreger gefährden jedoch Qualität und Quantität des Ernteguts. Ökologische Leistungen aus dem Biodiversitätspool unserer Böden können die nachhaltige Bekämpfung von Bodenschadpilzen und die Vorsorge gegen hohe Toxinbelastung unterstützen. Das zeigen Forschungsarbeiten einer langjährigen Kooperation zwischen Fachinstituten des Thünen-Instituts und des Julius Kühn-Instituts (JKI).

Ein wesentlicher Schritt zur Umsetzung von Bodenschutzmaßnahmen ist der Verzicht auf konventionelle, d. h. wendende Bodenbearbeitung mit dem Pflug. Dadurch werden Erntereste nicht mehr in den Oberboden eingearbeitet,

sondern verbleiben auf der Bodenoberfläche. Diese bodenbedeckende Multschicht aus Stroh ist für bodenschonende Verfahren der konservierenden Bodenbearbeitung typisch. Sie bewahrt den Boden vor Verschlammung und Erosion, minimiert Schwankungen der Feuchte- und Temperaturverhältnisse und dient darüber hinaus der Erhaltung und Förderung biologischer Vielfalt im Boden. Diese umfasst jedoch nicht nur erwünschte Organismengruppen, die zur Sicherung der Bodenfruchtbarkeit beitragen, sondern schließt auch Schadorganismen ein. So finden z. B. bodenbürtige Schadpilze günstige Überlebensbedingungen in der Multschicht. Potenziell besteht damit eine Infektionsgefahr für die Folgefrucht.

Bei Getreide kann ein Befall mit Schadpilzen der Gattung *Fusarium* Krankheiten im Bestand auslösen. Dies führt unter anderem zu Symptomen der Ährenfusariose mit partieller Taubährigkeit (Abb. 1). Als Folge



Abbildung 1: Ähren der Winterweizensorte „Ritmo“ nach der Ernte: links gesunde Ähren; rechts mit Fusarien befallene Ähren zeigen das Krankheitsbild der partiellen Taubährigkeit



Abbildung 2: Mesokosmen mit Boden, Stroh und Bodentieren: links in Klimakammer; rechts eingegrabene Mesokosmen im gemulchten Feld

können erhebliche Ertragsverluste und qualitative Beeinträchtigungen des Ernteguts auftreten. Arten der Gattung *Fusarium* zählen weltweit zu den bedeutendsten Schadpilzen, da sie häufig auftreten und Pilzgifte (Mykotoxine) produzieren. Aufgrund der potenziellen Gesundheitsgefahr hat die EU Höchstgrenzen für verschiedene Mykotoxine in pflanzlichen Rohstoffen und Lebensmitteln festgelegt. Bei Überschreiten der Grenzwerte darf das Erntegut nicht in den Handel gelangen. Eines der in Getreide am häufigsten nachgewiesene Mykotoxin ist das zu den Trichothecenen zählende Deoxynivalenol.

Gemäß guter fachlicher Praxis dienen Vermeidung enger Fruchtfolgen, Anbau gering anfälliger Sorten und nachhaltige Fungizid-Behandlung der Vorsorge und Bekämpfung von Schadpilzen. Diese Instrumente landwirtschaftlicher Maßnahmen führen jedoch nur teil-

weise zum gewünschten Erfolg. Vor diesem Hintergrund gehen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Thünen-Instituts und des JKI der Frage nach, inwiefern weit verbreitete Bodentiere wie Regenwürmer sowie pilzfressende Springschwänze (Collembolen) und Fadenwürmer (Nematoden) der Entwicklung von Fusarien und einer Kontamination mit ihren Toxinen auf natürlichen Wegen Einhalt gebieten können. Diese ökologischen Dienstleistungen stehen im Mittelpunkt ihrer gemeinsamen Forschung. Kenntnisse über das Leistungspotenzial antagonistischer Bodentiergruppen und ihre Förderung durch nachhaltige Managementmaßnahmen sind im Kontext der Bodengesundheit und des Bodenschutzes ökonomisch und ökologisch bedeutend. Sie erlauben Rückschlüsse auf Prozessabläufe, die eine sichere landwirtschaftliche Produktion gewährleisten.

Welchen Beitrag leisten pilzfressende Tiere im Boden?

Die Untersuchungen erfolgen mit Regenwürmern, Collembolen und Nematoden. Dazu werden repräsentative Arten ausgewählt, die sehr verbreitet und häufig sind und von denen bekannt ist, dass sie Bodenpilze fressen. Zylinderförmige, feinmaschige Gazebeutel unterschiedlicher Größe (Mikro- und Mesokosmen, Abb. 2) werden mit Boden und Stroh, infiziert und nicht infiziert, befüllt sowie mit einem definierten Besatz an Bodentieren versehen. Diese halboffenen Systeme erlauben einen Austausch mit dem umgebenden Boden, verhindern aber ein Zu- und Abwandern von Bodentieren. Nach Ergebnissen unter standardisierten Bedingungen im Labor ist die Fortsetzung der Untersuchungen im Feld ein wesentlicher Schritt zur Verifizierung der Erkenntnisse und zum Prozessverständnis unter Praxisbedingungen.

Ein wichtiges Leistungsmerkmal der eingesetzten Bodentiere ist der selektive Fraß von Schadpilzen. Die Untersuchungen mit Weizenstroh zeigen, dass die Regenwurmart *Lumbricus terrestris* im verbliebenen Reststroh



Abbildung 3: Blick in zwei Boden-Mesokosmen nach acht Wochen Exposition im Feld: links Kontrolle ohne Bodentiere; rechts Variante mit Regenwurm-Aktivität

Fusarium culmorum nach acht Wochen zu 98 Prozent abgebaut hat. Die Deoxynivalenol-Gehalte waren bereits zu 99 Prozent gegenüber Versuchsbeginn reduziert. Neben direktem Fraß ist die Förderung mikrobiellen Abbaus von Fusarien und ihrer Toxine wahrscheinlich. Der von Regenwürmern bei der Fortbewegung an die Umgebung abgegebene Körperschleim enthält biologisch leicht abbaubare Verbindungen, die als Initialzündung für erhöhte mikrobielle Aktivität dienen, die wiederum den Abbau von Fusarien und ihrer Toxine beschleunigt.

Regenwürmer sorgen außerdem für eine effiziente Zersetzung der Erntereste (Abb. 3). Sie fressen teilweise Stroh direkt; teilweise ziehen sie es zunächst nur in die obere Bodenschicht in ihre mit Losung (Regenwurmkot) und Schleim ausgekleideten Gänge. Hier herrscht eine hohe mikrobielle Aktivität, die eine zügige Mineralisierung der Strohrefte bewirkt. Interessant sind die Ergebnisse zur

| | Nematoden | Collembolen | Interaktion | tierfreie Kontrolle |
|---------------|-----------|-------------|-------------|---------------------|
| Sand-Boden | 90% | 67% | 92% | 83% |
| Schluff-Boden | 79% | 88% | 95% | 65% |
| Ton-Boden | 6% | 34% | 39% | 20% |

Tabelle 1: Reduktion der Deoxynivalenol-Gehalte in *Fusarium*-infiziertem Weizenstroh durch Nematoden, Collembolen, Interaktion beider Gruppen und in einer Kontrolle in Abhängigkeit der Bodenart nach 4 Wochen Versuchsdauer. Stärkster Effekt in Sand- und Schluff-Böden bei Zusammenwirken beider Bodentiergruppen.

Reaktion der Regenwürmer auf *Fusarium*-infiziertes Weizenstroh. Sowohl im Labor als auch im Feld unter Praxisbedingungen nahm der Bedeckungsgrad des Bodens mit infiziertem Stroh durch die Aktivität von Regenwürmern deutlich schneller ab als mit nicht-infiziertem Kontrollstroh. Der Bedeckungsgrad ist hier ein Indikator dafür, wie viel Stroh Regenwürmer gefressen und in ihr Gangsystem eingearbeitet haben. Damit haben sie einen Teil der Schadpilze mit ihrem Substrat gefressen, während sie den anderen Teil dem Abbau durch weitere Bodenorganismen zugeführt haben.

Neben konkurrierenden Mikroorganismen sind pilzfressende Collembolen und Nematoden weitere wichtige Akteure in Bodennahrungsnetzen bei der Reduktion von Fusarien und ihren Toxinen. Bei Versuchen mit *Aphelenchoides saprophilus* (Nematoden) und *Folsomia candida* (Collembolen) zeigt sich zudem eine deutliche

Leistungsabhängigkeit von der Bodenart (Tab. 1). Die Reduktion der Deoxynivalenol-Gehalte ist bei beiden Tiergruppen in Sand- und Schluffböden um ein Mehrfaches höher als in Tonböden. Das gilt ebenfalls für die tierfreie Kontrolle, in der ausschließlich mikrobielle Aktivität herrschte. Allerdings liegen die Werte meis-

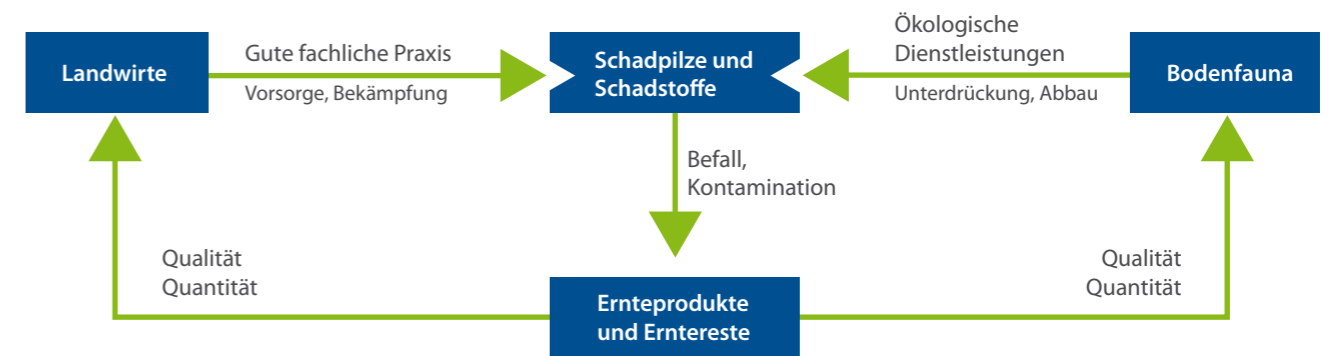


Abbildung 4: Synergistisches Zusammenwirken zwischen Maßnahmen der Landwirte und Aktivität der Bodenfauna zur Förderung der Bodengesundheit

tens deutlich unter denen der Tiervarianten. Die höchste Toxin-Reduktion von mehr als 90 Prozent erfolgt, wenn beide Tiergruppen gemeinsam in einer Wechselbeziehung stehen und die Nahrungsquelle in Sand- oder Schluffböden vorliegt.

Selbstregelungsmechanismen im Boden unterstützen

Bodentiere tragen dank ihrer ökologischen Leistungen wie Abbau pflanzenpathogener Pilze, Reduktion der Mykotoxinbelastung oder Förderung der Strohersetzung zur Bodengesundheit bei. Diese Erkenntnis ist insbesondere für pfluglos mit Mulchsaat bewirtschaftete Ackerflächen bedeutsam. Die Förderung der Strohrötte ist neben dem Anbau wenig anfälliger Sorten und erweiterter Fruchtfolgen eine Maßnahme zur wirksamen Fusarien-Bekämpfung. Hierzu sind möglichst kurze und gespleißte Häcksel anzustreben, die im Vergleich zu längeren und nicht gespleißten Häckseln für Zersetzer eine relativ größere Angriffsfläche bieten. Diese kurzen, gespleißten Häcksel können mehr Feuchtigkeit aufnehmen und halten, wodurch die Zersetzbarkeit weiter verbessert wird. Eine Förderung der Strohrötte unterstützt somit ökologische Selbstregelungsmechanismen im Boden. Solche Selbstregelungsmechanismen dienen letztlich der Produktionssicherheit für menschliche Nahrung, Futtermittel und nachwachsende Rohstoffe.

Vorteil für die Praxis

Managementmaßnahmen der Landwirte und die Aktivität pilzfressender Bodentiere können eine wirksame Synergie bilden, die die Bodengesundheit fördert (Abb. 4). Gute fachliche Praxis und ökologische Dienstleistungen gehen bei der Reduktion von Schadpilz-Befall und Schadstoff-Kontamination Hand in Hand und unterstützen dadurch die das Pflanzenwachstum bestimmenden Prozesse. Somit verbessern sich Qualität und Quantität

der Ernteprodukte für den Landwirt und der Erntereste als Nahrungsressource für Bodenorganismen.

Eine standortangepasste Reduktion der Bodenbearbeitungsintensität begünstigt zahlreiche nützliche Bodenorganismen und muss nicht zwangsläufig, wie oft angenommen, mit einem Anstieg des Befallsdruckes durch bodenbürtige Schaderreger einhergehen. Vielmehr kann die gleichzeitige Förderung antagonistisch wirkender Bodenorganismen zu einem Rückgang bodenbürtiger Schaderreger führen. Ein erhöhter Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ist bei der Umstellung von konventioneller auf konservierende Bodenbearbeitung somit nicht zwingend erforderlich.



¹Prof. Dr. Stefan Schrader, ¹Friederike Wolfarth, ²Dr. Elisabeth Oldenburg, ³PD Dr. Joachim Brunotte

¹ Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Biodiversität, Braunschweig

² Julius Kühn-Institut, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Braunschweig

³ Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Agrartechnologie, Braunschweig

E-Mail: stefan.schrader@ti.bund.de



Schutz von Warenketten

Außergewöhnliche Schadenslagen im Futter- und Lebensmittelsektor „im Griff“

Was wäre, wenn...

...Terroristen Futter- oder Lebensmittel mit gefährlichen Mikroorganismen oder Toxinen kontaminieren?

Im Rahmen des vom Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) koordinierten Forschungsprojekts „Sicherstellung der Futter- und Lebensmittelwarenkette bei bio- und agro-terroristischen Schadenslagen“ (SiLeBAT, www.silebat.de) wurden Lösungen entwickelt, um Behörden und Unternehmen in derartig außergewöhnlichen Schadenslagen zu unterstützen. Fünf Einrichtungen im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft arbeiteten hierzu mit universitären und privatwirtschaftlichen Projektpart-

nern zusammen. Obwohl heutzutage Futter- und Lebensmittel in Deutschland so sicher sind wie nie zuvor, können selbst bestehende rechtliche Vorgaben und die vielfältigen Kontrollen auf Seiten der Hersteller, Händler und Behörden keinen 100-prozentigen Schutz vor kriminellen oder gar terroristischen Aktivitäten bieten.

Im Projekt SiLeBAT wurden daher neue Lösungen entwickelt, die sowohl vorbeugend als auch in einem Schadensfall eingesetzt werden können. Dabei reicht das Spektrum der Neuentwicklungen von Methoden zur Probenaufbereitung, über Laborverfahren zum Nachweis bioterroristischer Erreger bis hin zu Softwaretools, einer Wissensdatenbank und innovativen Konzepten zum effektiven Informationsaustausch in Krisensituationen.

Im Folgenden werden einige der am BfR entwickelten Lösungen näher vorgestellt:

Krisen besser verstehen durch eigens entwickelte Software

Für die Risikobewertung von Schadenslagen ist es wichtig, Fachinformationen schnell und korrekt auswerten zu können. Die vom BfR entwickelte Spezial-Software kann hier einen wichtigen Beitrag leisten. Beispielsweise ist es mit der Software „FoodChain-Lab“ möglich, die im Krisenfall bei der Rückverfolgung von Lebensmitteln anfallenden Daten interaktiv auszuwerten und sogenannte Lebensmittel-Lieferketten grafisch darzustellen. Das BfR hat diese Software bereits im Zuge der Aufklärung mehrerer Lebensmittel-assoziierten Krankheitsausbrüche erfolgreich eingesetzt. „FoodChain-Lab“ hat so im Nachgang zur Norovirus-Erkrankungswelle im Herbst 2012 geholfen, den epidemiologischen Zusammenhang zwischen den aus China importierten Tiefkühl-Erdbeeren und dem beobachteten Ausbruchsmuster aufzuzeigen (Abb. 1).

Lieferbeziehungen

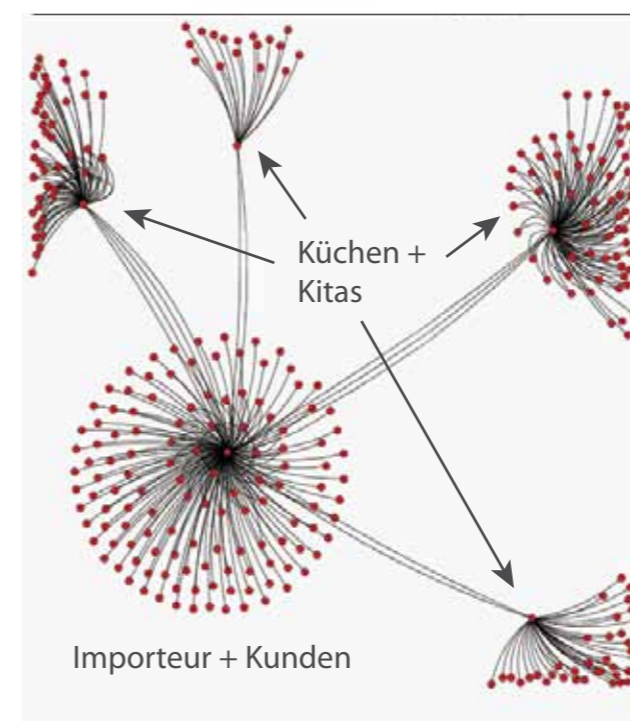
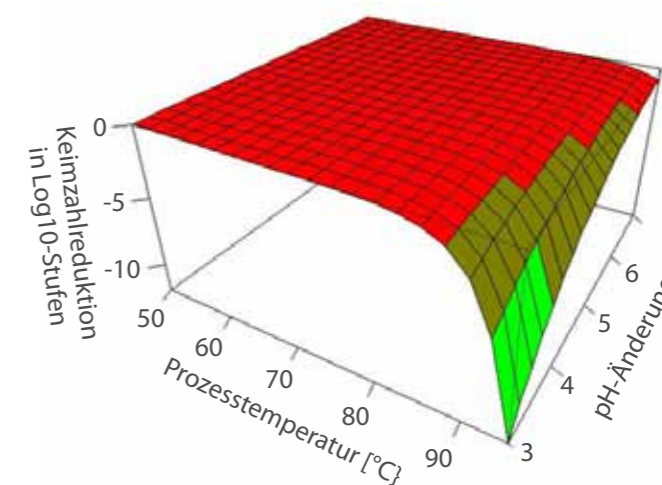


Abbildung 1: Visualisierung der Tiefkühl-Erdbeeren-Warenkette zur Norovirus-Erkrankungswelle 2012 unter Verwendung der BfR-Software „FoodChain-Lab“

Im Bereich der mathematischen Modellierung hat das BfR die Software „PMM-Lab“ entwickelt. Diese frei und kostenlos verfügbare Software unterstützt Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler dabei, mathematische Modelle zu er-

stellen mit denen das Verhalten von Mikroorganismen in Lebensmitteln berechnet werden kann (Abb. 2). Gerade in Ausbruchssituationen sind derartige mathematische Modelle von besonderem Nutzen, da damit z. B. die Wirkung eines bestimmten Verarbeitungsschrittes auf mikrobielle Erreger sehr schnell abgeschätzt werden kann. In Zusammenarbeit mit den Projektpartnern des Max Rubner-Instituts und des Friedrich-Loeffler-Instituts konnten einige der auf diese Weise durchgeführten Berechnungen bereits durch experimentelle Analysen bestätigt werden. Diese beiden Ressortforschungseinrichtungen haben sich auch wesentlich am Aufbau der SiLeBAT-Wissensdatenbank zu bio- und agro-terroristischen Erregern beteiligt.



Farbschema Änderung Keimzahl in Log: 0-1: rot; 1-5: olive; >5: grün

Abbildung 2: Ergebnisse einer Modell-basierten Berechnung zur Auswirkung eines Verarbeitungsprozesses mit unterschiedlichen Temperatur- und pH-Werten auf die Keimzahl in einem Futtermittel

Vom Computer ins Labor und zurück

In einem weiteren Arbeitspaket haben sich die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des BfR mit der Verbesserung von Labormethoden zum Nachweis bioterroristischer Erreger beschäftigt. Im Falle einer Lebensmittelkrise muss das Risiko, das von einer Lebensmittelcharge ausgeht, schnellstmöglich eingeschätzt werden können. Die Aufgabe ist hierbei, den Erreger schnell und sicher in entnommenen Proben nachweisen zu können. In der Erregerdiagnostik sind dabei komplexe Proben, wie z. B. bestimmte Lebensmittelzubereitungen, häufig nur schwer zu analysieren. In diesen Proben können Bestandteile wie Gewürze, Fette oder andere Mikroorganismen enthalten sein, die den spezifischen Erregernachweis erschweren. Am BfR wurde deshalb vordringlich daran gearbeitet,

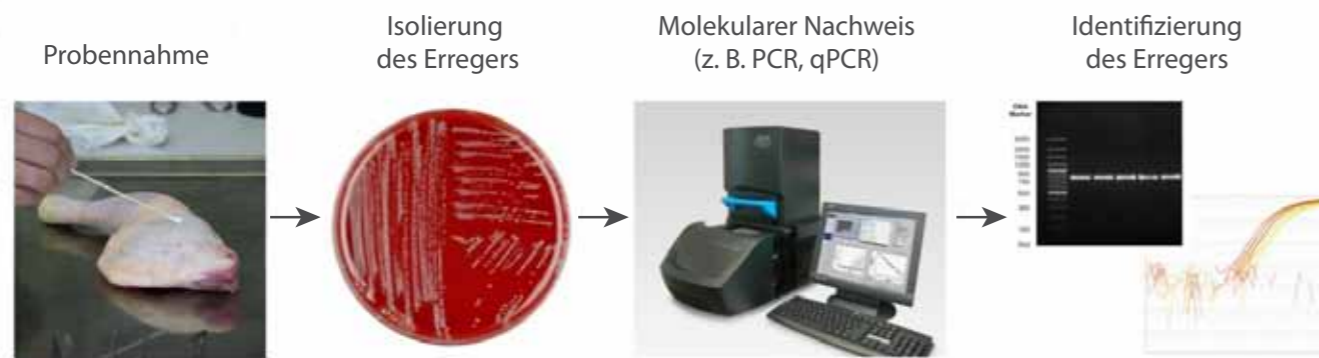


Abbildung 3: Erregernachweis in Lebensmitteln – eine Herausforderung

Methoden zu etablieren, die den Einfluss solcher Stoffe minimieren und die Empfindlichkeit und Effizienz verfügbarer Nachweisverfahren maximieren können (Abb. 3). So wurden verschiedene Verfahren zur Zerkleinerung von Probenmaterial untersucht und ausgewählte Parameter (Behandlungsdauer, -intensität etc.) optimiert. Zusätzlich wurden unterschiedliche kommerzielle DNA-Extraktionskits vergleichend an Lebensmittelmatrizes erprobt. Mit den Ergebnissen aus diesen Untersuchungen konnten optimierte Laborvorschriften für mehrere Erreger/Matrix-Kombinationen erstellt werden.



Abbildung 4: Erregernachweis im Labor

Da dieses Thema für die Sicherheit verschiedenster Lebensmittelwarenketten von herausragender Bedeutung ist, wurde bereits im Verlauf des SiLeBAT-Projekts ein EU-Nachfolgeprojekt namens SPICED (www.spiced.eu) initiiert. In diesem Projekt wird untersucht, wie die Sicherheit in der Gewürz- und Kräuterwarenkette verbessert werden kann. Gewürze und Kräuter werden zwar nur in kleinen Mengen, aber dafür in einer Vielzahl von Speisen verwendet. Zudem werden sie häufig verzehrfertigen Produkten zugesetzt. Zusammen mit dem BfR beschäftigen sich im SPICED-Konsortium zehn

Partner aus Industrie, Wissenschaft und Lebensmittelbehörden aus sieben europäischen Ländern mit dieser Forschungsfrage.

Partner aus Industrie, Wissenschaft und Lebensmittelbehörden aus sieben europäischen Ländern mit dieser Forschungsfrage.

Globaler Warenverkehr und seine Risiken

Eine weitere wichtige Frage wurde im SiLeBAT-Projekt beantwortet: Werden durch den zunehmenden globalen Reiseverkehr auch Lebensmittel aus Regionen eingeführt, in denen noch für den Menschen gefährliche Tierkrankheiten (z. B. Brucellose) natürlich vorkommen? Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des BfR haben in Zusammenarbeit mit dem EU-Projekt PROMISE (<http://www.promise-net.eu/>) untersucht, ob und in welchem Umfang derartige Erreger über Lebensmittel durch Touristen und Reisende eingeführt werden. Die Ergebnisse der Untersuchungen am Flughafen Frankfurt am Main zeigten dabei, dass pro Jahr über diesen Flughafen allein schätzungsweise 3000 Tonnen Lebensmittel illegal im Gepäck von Passagieren nach Deutschland eingeführt werden. Ein großer Anteil der konfiszierten Lebensmittel entsprach zudem nicht den in Deutschland üblichen Hygienestandards und war teilweise mit für den Menschen gefährlichen Erregern kontaminiert. An Konzepten zur Reduzierung derartiger Risiken wird bereits in einem weiteren SiLeBAT-Nachfolgeprojekt namens ZooGloW gearbeitet.

Vorbeugend aktiv werden

Die am BfR entwickelte „Produktschutz-Checkliste“ kann zukünftig einen Beitrag dazu leisten, die Wahrscheinlichkeit bio- oder agro-terroristischer Schadenslagen zu reduzieren. Diese Checkliste hilft Futter- oder Lebensmittelbetrieben eine absichtliche Verunreinigung ihrer Produkte durch Kriminelle oder Terroristen zu verhindern. Es handelt sich dabei um einen Fragenkatalog in Form einer Excel-Datei, der z. B. abfragt, ob die Zugänge zu den Produktionsanlagen gesichert sind und ob die Mitarbeiter darin geschult werden, verdäch-

Projektpartner

Bundesinstitut für Risikobewertung, Berlin

Koordiniert das Projekt, modelliert und analysiert Szenarien, optimiert und validiert Nachweisverfahren, entwickelt Software zur Risikobewertung und erarbeitet ein Erhaltungskonzept

Analytik Jena AG, Jena

Schafft Lösungen zur optimierten Probenvorbereitung und erstellt einen Demonstrator für ein spezifisches Nachweissystem

Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Berlin

Analysiert bestehende Warenkettenstrukturen und Möglichkeiten zur Früherkennung

Freie Universität Berlin, Institut für Tierernährung, Berlin

Charakterisiert Agenzien und widmet sich den Aspekten der Dekontamination zur Früherkennung

Friedrich-Loeffler Institut, Wusterhausen/Jena

Simuliert die Verbreitung von Agenzien und untersucht Erregerverhalten zur Früherkennung

Thünen-Institut, Braunschweig

Untersucht die ökonomischen Auswirkungen von BAT-Schadenslagen und deren Prävention

Max Rubner-Institut, Institut für Mikrobiologie und Biotechnologie, Kulmbach

Untersucht Erregerverhalten in unterschiedlichen Lebensmittelmatrizes

BALVI GmbH, Lübeck

Untersucht die nötige Datenstruktur und erstellt den Demonstrator einer Informationsplattform

Universität Bonn, Institut für Tierwissenschaften, Bonn

Erstellt ein Modell zum krisenbedingten Daten- und Informationsaustausch

tige Handlungen oder Personen zu erkennen. Dadurch können ungesicherte Bereiche identifiziert werden, die eine Verunreinigung von Produkten gestatten würden. Gleichzeitig werden Maßnahmen genannt, die die Produktionsanlagen und -abläufe sicherer machen. Die Unternehmen werden also dabei unterstützt, die Sicherheit ihrer eigenen Anlagen und Prozesse einzuschätzen, vorhandene Schwachstellen zu identifizieren und ggf. vorbeugende Schutzmaßnahmen einzuleiten. Gerade bei kleinen und mittelständischen Unternehmen wird diese Lösung stark nachgefragt. Sie verfügen in der Regel nur über eingeschränkte finanzielle und personelle Mittel für derartige Analysen.

Das SiLeBAT-Projekt wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert. Aus Sicht des BfR als Projektkoordinator haben alle SiLeBAT-Projektpartner ihre Projektaufgaben und -ziele sehr engagiert und erfolgreich bearbeitet. Dies wurde nicht zuletzt durch die enge Einbindung der assoziierten Partner möglich, zu denen Vertreterinnen und Vertreter der Wirtschaft, der Länder und des Bundes zählen. Im Namen aller Projektpartner möchte sich das BfR daher auch auf diesem Weg bei allen Partnern für die geleistete Unterstützung bedanken.

Das SiLeBAT-Projekt ist ein gutes Beispiel dafür, dass die Lebensmittelsicherheit in Zeiten globaler Warenströme durch kooperative Zusammenarbeit aller Beteiligten weiter verbessert werden kann. Eine zentrale Erkenntnis ist aber auch, dass wissenschaftliche Analysen, Technologien und Handlungsoptionen kontinuierlich an die sich stetig ändernden Rahmenbedingungen angepasst werden müssen.



Matthias Filter, Anneluise Mader, Anja Buschulte, Anne Mayer-Scholl, Armin A. Weiser, Jens A. Hammerl, Karsten Nöckler, Annemarie Käsbohrer, Bernd Appel
Bundesinstitut für Risikobewertung, Berlin

E-Mail: silebat@bfr.bund.de



Eichenprozessionsspinner

Die Ausbreitung eines Schmetterlings und seine Folgen

Ein unscheinbarer Schmetterling erlangte in den letzten Jahren einen großen Bekanntheitsgrad nicht nur in Deutschland – der Eichenprozessionsspinner (EPS). *Thaumetopoea processionea*, so sein wissenschaftlicher Name, war einst nahezu ausgerottet und für Mitteleuropa zur Aufnahme in die Bundesartenschutzverordnung vorgeschlagen worden. Seit den 1990er Jahren breitet sich nun das wärmeliebende und auf die Baumart Eiche spezialisierte, einheimische Insekt auch bei uns aus. Besiedelt werden verstärkt lichte Eichenwälder, aber auch Einzelbäume und Baumreihen im Erholungs- und Siedlungsbereich des Menschen. Im Fokus der Aufmerksamkeit stehen aber nicht die Falter, sondern die Larven. Sie verursachen neben Pflanzenschäden auch Gesundheitsbeeinträchtigungen bei Menschen und Tieren. Deshalb werden verstärkt Bekämp-

fungs- und Schutzmaßnahmen eingesetzt, die nicht auf eine Ausrottung der Art fokussiert sind. Vielmehr steht die Reduktion des Schadinsektes auf eine für den Menschen und die Umwelt verträgliche Populationsgröße im Vordergrund.

Der EPS ist zunächst ein Forstschädling. Der massive Blattfraß der Larven führt, häufig in Kombination mit weiteren Eichenschädlingen wie Eichenwickler oder Frostspanner, bei einer Massenvermehrung zu Vitalitätsverlusten bis hin zum Absterben von Bäumen in Eichenwäldern. Ursache hierfür ist in jüngster Zeit die Kombination aus jährlich wiederholt auftretendem Kahlfraß (Abb. 1), der nachfolgende Mehltaubefall an Regenerations- und Johannistrieben sowie Witterungsextreme. Dazu zählen Dürre oder Spätfrost. Zusätzlich werden Sekundärschädlinge, wie der Eichenprachtkäfer begünstigt. Ein massenhaftes Auftreten des EPS führt ferner zu

Gesundheitsgefährdungen, die auf den „Spiegelhaaren“ beruhen und ab dem 3. Larvenstadium (je nach Witterung im Mai) gebildet werden. Diese mikroskopisch kleinen, mit Widerhaken versehenen Härchen führen bei Menschen und Tieren zu Entzündungen der Haut, der Augen und der Atemwege. Die Ursache ist ein auf Proteinbasis aufgebautes Nesselgift – das Thaumetopoein. Die „Spiegelhaare“ sind auch in den ab Juni am Baum gebildeten Gespinnstnestern zu finden, sie werden leicht mit dem Wind verfrachtet und behalten über mehrere Jahre ihre gesundheitsgefährdende Wirkung.

Starke Vermehrung bereits in den 30er Jahren

In Europa ist der EPS vom Flachland bis zum Hügelland verbreitet. Besiedelt werden alle Baumarten der Gattung *Quercus* (Eiche), im Notfall werden auch andere Laubhölzer angenommen. Als ausgesprochener Baumbewohner gehören vor allem Waldgebiete zum bevorzugten Lebensraum dieser Schmetterlingsart. Besonnte Einzelbäume in Parkanlagen und Gärten sowie an Alleen werden ebenfalls häufig besiedelt. Seit 2012 hat sich der EPS als bundesweiter Schädling etabliert. In Deutschland kommt er überwiegend in den Bundesländern Baden-Württemberg, Bayern, Berlin, Brandenburg, Hessen und Nordrhein-Westfalen vor (Abb. 2).



Abbildung 1: Vollständige Entlaubung der Baumkrone infolge des Larvenfraßes der Schadschmetterlinge an Eiche

Eichenprozessionsspinner (*Thaumetopoea processionea*) Verbreitung in Deutschland (Stand: April 2013)

Angaben: Forstliche Versuchsanstalten bzw. Wald- und Pflanzenschutzdienste der Länder
Zusammenstellung: Julius Kühn-Institut



Grundlage: Verwaltungskarte VK 2500
Bundesamt für Kartografie und Geodäsie, Frankfurt am Main (2013)
© Julius Kühn-Institut, www.jki.bund.de

Abbildung 2: Verbreitungskarte des Eichenprozessionsspinners in Deutschland

Bereits in den 30er, 50er und 80er Jahren traten lokale Massenvermehrungen des EPS in Deutschland auf. In den 1990er Jahren wurde die Art hauptsächlich in Süddeutschland wieder verstärkt beobachtet. Seit dem extrem heißen und trockenen Sommer 2003 ist eine anhaltende Vermehrungs- und Ausbreitungsphase dokumentiert. Mittlerweile erstreckt sie sich auf große Teile Deutschlands und wird als Indiz für den Einfluss klimatischer Veränderungen gewertet. Hierbei sind optimale Witterungsbedingungen während des Falterfluges und der Eiablage im August (Abb. 3) sowie die zeitliche Übereinstimmung zwischen dem Schlupf der Eilarven und dem Blattaustrieb im Frühjahr entscheidend für die Entwicklung der Schmetterlingspopulation.

Schutz der Pflanze und des Menschen

Zur Regulierung der Populationsdichte werden biologische oder chemische Bekämpfungsmaßnahmen gegen die Larven notwendig, die stets vor dem dritten Larvenstadium



Abbildung 3: Entwicklungszyklus des Eichenprozessionsspinners

erfolgen sollten. Diese sind im Rahmen des integrierten Pflanzenschutzes immer eine ultima ratio, um Insektenmassenvermehrungen und deren Auswirkungen einzuschränken. Hierbei ist eine Abwägung zwischen Pflanzenschutz und Gesundheitsschutz zu beachten. Steht der Schutz der Kulturpflanze im Vordergrund, wird nach dem Pflanzenschutzgesetz verfahren. Diese Zweckbestimmung lässt sich in erster Linie für Wälder, aber auch auf Flächen für die Allgemeinheit im Stadtgrün übertragen. Wird eine Bekämpfungsmaßnahme aus Gründen des Gesundheitsschutzes erwogen, gilt das Biozid-Recht des Chemikaliengesetzes. Folglich müssen die verfügbaren Mittel im Pflanzenschutz- oder im Biozidbereich zugelassen sein. Derzeit stehen in beiden Anwendungsbereichen biologische Präparate, biotechnische Hemmstoffe und synthetische Insektizide zur Verfügung, die u. a. je nach Belaubungszustand und Witterungsverlauf Anwendung finden. Weitere Schutzmaßnahmen im Stadtgrün beinhalten zum einen die Sperrung befallener Areale bzw. die Aufstellung von Warnhinweisen und die mechanische Entfernung der Raupennester durch Spezialfirmen.

Die optimale Ausbringungstechnik gibt es noch nicht

Für die Ausbringung von Insektiziden nach Pflanzenschutz- oder Biozidrecht sind aktuell keine Applikations-



Abbildung 4: Testeinsatz einer Sprühkanone

techniken im öffentlichen Grün detailliert geprüft, bewertet und gesetzlich festgelegt. Derzeit werden verschiedene Techniken, wie Sprühkanonen oder Spritzlanzen für den Hubsteiger zur Bekämpfung des EPS an Einzelbäumen und Alleen eingesetzt. Beide Verfahren werden derzeit zwar akzeptiert, erfordern aber noch eine weitergehende Prüfung und Bewertung in den genannten Anwendungsbereichen Pflanzen- und Gesundheitsschutz. Für eine umfassende Risikobewertung im Rahmen der Mittelzulassung sind qualifiziertere Expositionsdaten, d. h. inwieweit ein Organismus mit den chemischen oder biologischen Mitteln in Kontakt kommt, mit Bezug auf die Anwendungstechnik erforderlich. Diese können Grundlage für die Ableitung und Festsetzung notwendiger Risikominderungs- und Schutzmaßnahmen sein. Weitergehende Expositionsdaten zur Belastung der Anwender, zur Abdrift (Belastung von Nebenehenden und angrenzenden Arealen) und Daten der Belagsmessung in der Baumkrone (Wirksamkeit) sind zeitnah zu erheben. Unter Beteiligung des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR), des Julius Kühn-Instituts (JKI) und der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin wurden 2013 erste Abdriftversuche mit einer Sprühkanone am Einzelbaum durchgeführt (Abb. 4). Die auf der benachbarten Freifläche errechneten Abdriftwerte zeigen, dass trotz Beachtung der Wetterbedingungen durchaus



Abbildung 5: Testeinsatz eines ferngesteuerten Helikopters

eine hohe Belastung von unbeteiligten Dritten der Nachbarflächen bzw. der Nachbarflächen selbst zu erwarten ist. Ob die Anpassung der technischen Parameter wie Luftleistung oder eingesetzte Düsenteknik zu einer Verringerung der Belastung führen kann, bleibt abzuwarten. Weitere Versuche sind notwendig, um belastbare Daten zur Abdrift und zur Wirksamkeit von Insektiziden mit dieser Applikationstechnik zu erhalten, auch unter Berücksichtigung der unterschiedlichen technischen Ausstattung der Geräte und der Verfahrensweise bei der Applikation.

Der Einsatz unbemannter Hubschrauber ist eine Option für die Zukunft

Der Einsatz eines unbemannten Hubschraubers wird derzeit als mögliche alternative Anwendungstechnik betrachtet. Auch sie muss hinsichtlich Wirksamkeit und Abdrift noch eingehend untersucht und detailliert bewertet werden. In Zukunft werden hierbei die Einsatzmöglichkeiten im Siedlungsbereich sowie die Funktionalität und Anwendbarkeit im Fokus der Forschung stehen. Unter Beteiligung von BfR, JKI und der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung sowie der fachkundigen Unterstützung durch das Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Mosel und der SwissDrones Operating AG wurden bereits erste Testflüge an einer Solitäreiche

2012 durchgeführt (Abb. 5). Bis zu einem Praxiseinsatz der unbemannten Hubschrauber sind jedoch weitere Forschungsarbeiten sowie eine Vereinfachung des Fluggenehmigungsverfahrens notwendig. Die aufwendigen luftfahrtrechtlichen Genehmigungen beschränken gegenwärtig die Alltagstauglichkeit eines zivilen Einsatzes unbemannter Hubschrauber.



Dr. Nadine Bräsicke¹, Dr. Bernd Stein²

¹Julius Kühn-Institut, Institut für Pflanzenschutz in Gartenbau und Forst, Braunschweig

²Bundesinstitut für Risikobewertung, Berlin

E-Mail: nadine.braesicke@jki.bund.de



Mikroorganismen als Helfer im Erdbeeranbau

Angewandte Forschung für den Ökologischen Landbau

Die Erdbeere zählt zu den beliebtesten Obstarten in Deutschland. Allerdings wird hier wie in anderen Ländern Europas eine Ausdehnung des Anbaus - insbesondere des Bio-Erdbeeranbaus - durch hohe Ertragsausfälle aufgrund von Krankheiten und Schädlingen begrenzt. Diese können im Ökologischen Anbau nur sehr schwer oder gar nicht bekämpft werden. Mikrobiologische Präparate könnten ähnlich wie bei Kartoffel und Salat geeignet sein, bedeutende Krankheiten und Schadinsekten der Erdbeere an Wurzel, Blatt und Frucht zu regulieren. Die Erforschung und Entwicklung biologischer Verfahren zur Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen der Erdbeere ist ein wichtiger

Beitrag zur Sicherung der regionalen, umweltfreundlichen und wirtschaftlich tragbaren Produktion.

Ungefähr 2800 Betriebe bauen in Deutschland auf fast 20.000 Hektar Erdbeeren an. Diese Fläche entspricht ungefähr 10 Prozent der gärtnerischen Nutzfläche. Aber nur etwa 300 Betriebe produzieren auf weniger als 800 Hektar Bio-Erdbeeren, so dass diese eine vergleichsweise untergeordnete Rolle spielen. Die hohe Verbrauchernachfrage nach ökologisch produzierten Erdbeeren kann derzeit nur durch Importe gedeckt werden. Wegen der geringen Haltbarkeit der Früchte sind die Transporte mit besonders hohen Kosten und Umweltbelastungen allerdings wenig nachhaltig. Mehrere Forschungsein-

richtungen initiierten in enger Zusammenarbeit mit Beratern und Betrieben Forschungsprojekte mit dem Ziel, biologische Verfahren für den ökologischen und integrierten Anbau bereitzustellen. Die Bioland Beratung GmbH in Augsburg befasste sich beispielsweise mit der Ertragssicherung und Rentabilitätserhöhung im Ökologischen Erdbeeranbau durch eine effektivere Unkrautkontrolle sowie der Regulierung des Erdbeerblütenstechers und verschiedener Wurzelfäulen. Die Hochschule Geisenheim konzentrierte sich auf den Einsatz mikrobiologischer Präparate zur Regulierung von Graufäule und Echtem Mehltau. Die Forscherinnen und Forscher des Instituts für Biologischen Pflanzenschutz im Julius Kühn-Institut (JKI) in Darmstadt untersuchten den Einsatz mikrobiologischer Präparate zur Regulierung bodenbürtiger Krankheiten und des Erdbeerblütenstechers. Das Versuchszentrum Gartenbau Köln-Auweiler der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen fokussierte seine Arbeiten auf die Verbesserung der Produktionssicherheit und Verlängerung des Angebotszeitraumes durch Anbau von Öko-Erdbeeren im Folientunnel. Durch die sich ergänzenden Expertisen der verschiedenen Projektpartner und die abgestimmten Forschungsarbeiten konnte eine Vielzahl neuer Erkenntnisse für die Praxis gewonnen werden.

Mikroorganismen als Gegenspieler bodenbürtiger Krankheiten

Die *Verticillium*-Welke wird unter anderem von dem Pilz *Verticillium dahliae* verursacht. Der Krankheitserreger (Pathogen) dringt in die Wurzel ein und besiedelt das Gefäßsystem, die befallene Pflanze welkt und stirbt ab (Abb. 1). Der Pilz produziert Mikrosklerotien, die bis zu 15 Jahre im Boden überleben können.



Abbildung 1: Symptome der *Verticillium*-Welke



Abbildung 2: Verbräunung des Rhizoms durch *P. cactorum*

Der Scheinpilz *Phytophthora cactorum* weist – ebenso wie *V. dahliae* – ein weites Wirtsspektrum auf und verursacht bei Erdbeeren die Ledererdbeerfäule sowie Rhizomfäule. Durch Wunden dringt das Pathogen in das Pflanzengewebe, die Blätter welken und der Wurzelstock (Rhizom) verbraunt (Abb. 2).

Die Witterungsansprüche der oben genannten Krankheitserreger sind sehr unterschiedlich. Bei Staunässe und kühler Witterung tritt vornehmlich *P. cactorum*, bei warmer und trockener Witterung hingegen die *Verticillium*-Welke auf. Wegen fehlender praktikabler Kontrollstrategien können beide Pathogene immer wieder starke, lokale Ausfälle verursachen (Abb. 3).



Abbildung 3: Nesterweiser Ausfall im zweiten Ertragsjahr

Am JKI wurde die Wirksamkeit verschiedener antagonistischer Mikroorganismen auf diese Bodenpathogene und an der Hochschule Geisenheim deren Wirkung gegenüber Blatt- und Fruchtpathogenen untersucht. So gelang es, durch vernetzte Forschung einen Schaderregerkomplex zu bearbeiten.

In ersten Laborversuchen wurden 94 potenzielle Gegenspieler (Antagonisten) gegen *V. dahliae* und *P. cactorum* getestet (Abb 4). Hierbei handelte es sich um 26 Pilze (davon 13 *Trichoderma*-Isolate) und 68 Bakterien (darunter 27 *Bacillus*- und 12 *Pseudomonas*-Isolate). Die Ergebnisse zeigten, dass gerade Pilze, insbesondere der Gattung *Trichoderma* sp., ein antagonistisches Potential gegen die getesteten Pathogene aufweisen. Interessanterweise hemmten in diesen Laborversuchen aber auch diverse insektenpathogene Pilze das Wachstum der Pflanzenkrankheiten.



Abbildung 4: Hemmung des Pilzwachstums in Dualkultur

Bei der Überprüfung der Verträglichkeit der Antagonisten untereinander wurde bei den meisten keine gegenseitige Hemmung festgestellt. Eine gemeinsame Ausbringung der Mikroorganismen erscheint möglich.

Ausgehend von den Laboruntersuchungen wurden drei Mikroorganismen bzw. Produkte für weitere Versuche ausgewählt: der bakterielle Antagonist *Bacillus amyloliquefaciens*, der Pilz *Trichoderma* sp. und der insektenpathogene Pilz *Metarhizium brunneum* Ma43. Hier sollte der Frage nachgegangen werden, ob ein Gegenspieler von Schadinsekten gegebenenfalls auch gegen Schadpilze wirkt.

Gewächshausversuche belegen Wirkung der Antagonisten

Die Wirkung der drei antagonistischen Mikroorganismen sowie deren Mischung wurde in Gewächshausversuchen untersucht. Hierzu wurden Erdbeer-Pflanzen für 15 Minuten in eine entsprechende Antagonistensuspension getaucht und anschließend in die mit *P. cactorum* und *V. dahliae* künstlich inokulierte Pflanzerde gesetzt. Zusätzlich wurden Nachbehandlungen mit den Antagonisten vorgenommen. In der unbehandelten Kontrolle starben nach künstlicher Infektion mit *P. cactorum* bis zu 44 Prozent der Pflanzen ab. Überlebende Pflanzen zeigten deutlich geringeren Fruchtertrag und das Wurzelwachstum war stark reduziert. Bei den mit den Antagonisten behandelten Pflanzen konnte die Absterberate bis auf null Prozent reduziert und der Ertrag nach Anwendung pilzlicher Antagonisten leicht erhöht werden (Abb. 5). Bei mit *V. dahliae* infizierten Pflanzen zeigten auch die bakteriellen Antagonisten sowie die Mischung einen positiven Einfluss auf den Fruchtertrag.

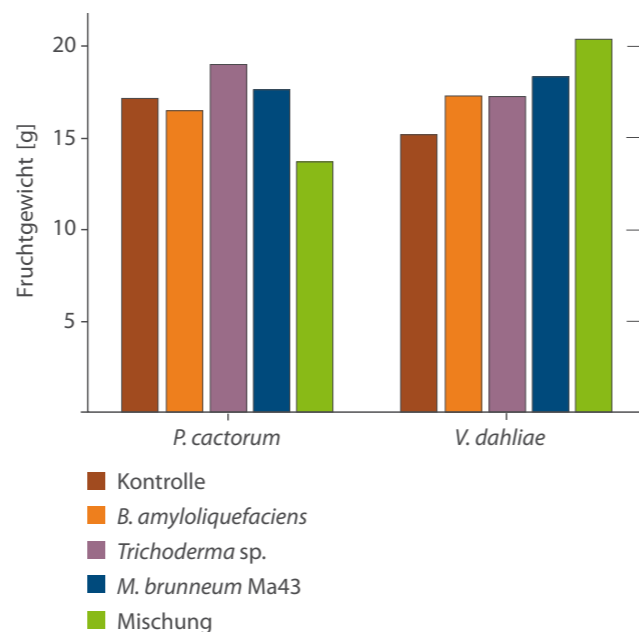


Abbildung 5: Einfluss verschiedener antagonistischer Mikroorganismen und deren Mischung auf das Fruchtgewicht pro lebender Erdbeerpflanze nach Impfung des Bodens mit den *P. cactorum* und *V. dahliae* im Gewächshaus.

Auf dem Acker

Freilandflächen von zwei Praxisbetrieben im Rhein-Main Gebiet, die nachweislich mit *V. dahliae* befallen waren, wurden mit *B. amyloliquefaciens*, *Trichoderma* sp. und deren Mischung behandelt. Betrieb 1 hatte 25 Prozent Ausfall, der sich durch die Anwendung der Antagonisten nur unwesentlich verringern ließ. Durch die Anwen-

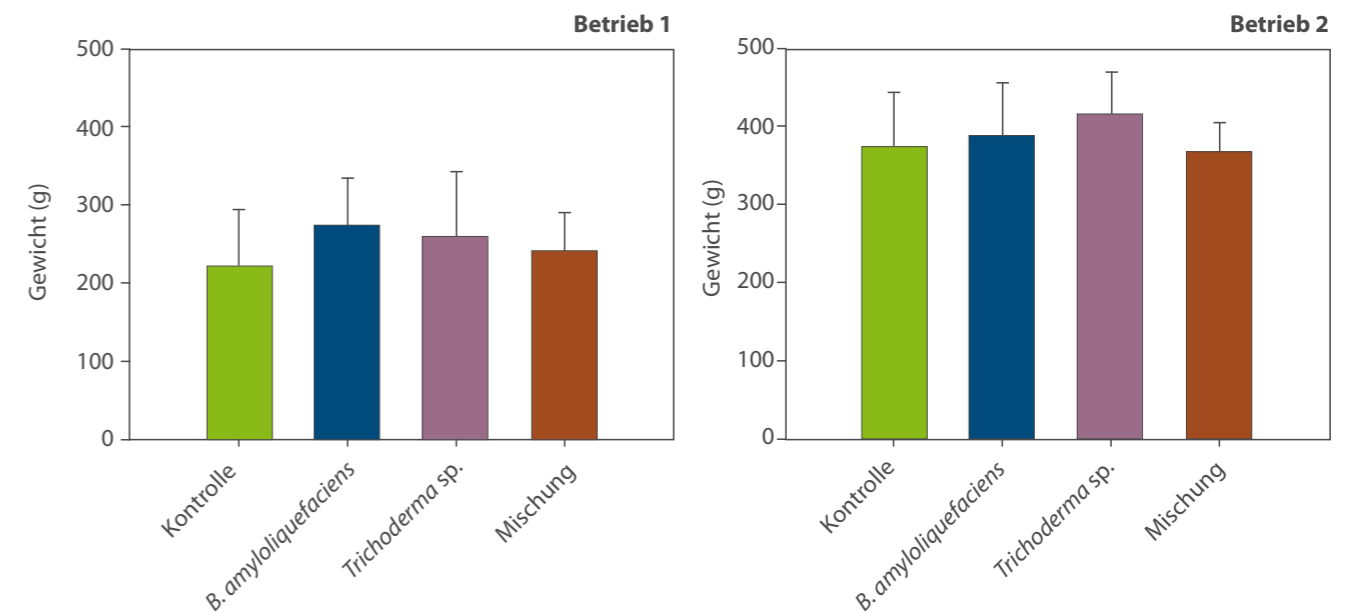


Abbildung 6: Einfluss zweier mikrobieller Produkte sowie deren Mischung auf den Fruchtertrag pro lebende Erdbeerpflanze auf zwei Betrieben (inklusive Streuung)

dung mit dem Bakterium erhöhte sich der Ertrag um fast 23 Prozent. Betrieb 2 wies keinen Ausfall auf, auch hier konnte der Ertrag durch Behandlung mit *Trichoderma* sp. um ca. 11 Prozent, erhöht werden (Abb. 6). Weitere Feldversuche sollen die ertragssteigernden Effekte untermauern. Derzeit laufen noch Untersuchungen, ob Überdauerungsformen der Krankheitserreger durch antagonistische Mikroorganismen im Boden abgebaut werden können und somit eine Bodengesundung stattfinden kann.

In Freilandversuchen innerhalb des Bioland-Projektes wurde zur Bekämpfung des Erdbeerblütenstechers der insektenpathogene Pilz *M. brunneum* getestet, der am JKI produziert und formuliert wurde. Obwohl der Fraßschaden des Schädling durch den Pilz nicht eingedämmt werden konnte, wurden nachweislich höhere Erträge erzielt. Worauf diese Ertragssteigerung zurückzuführen ist, konnte noch nicht geklärt werden.

Die helfende Kraft der Mikroorganismen an Erdbeeren bleibt ein Thema

Die eigenen Ergebnisse und die der Projektpartner zeigen, dass Mikroorganismen die Pflanzengesundheit fördern und somit auch eine ertragsstabilisierende bzw. -steigernde Wirkung erzielen. Jedoch wird die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse und die Optimierung der Wirksamkeit auch in Zukunft eine große Herausforderung für die Wissenschaft darstellen.

Aufgrund der Bedeutung gesunde Erdbeeren regional zu produzieren, werden über die Projektlaufzeit hinaus weitere Versuche auf landwirtschaftlichen Betrieben durchgeführt. Durch verbesserte Formulierungs- und Applikationstechnik soll die Wirkung von Mikroorganismen insbesondere gegen bodenbürtige Krankheiten und Schädlinge erhöht werden. Gerade diese stellen im Garten- wie Ackerbau ein zunehmendes Problem dar. Und das nicht nur im Ökologischen Erdbeeranbau.



Dr. Dietrich Stephan und Isabella Linda Bisutti

Julius Kühn-Institut, Institut für Biologischen Pflanzenschutz, Darmstadt

E-Mail: dietrich.stephan@jki.bund.de

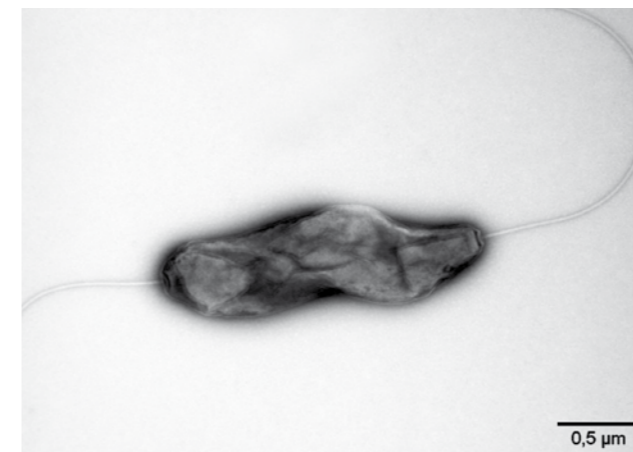
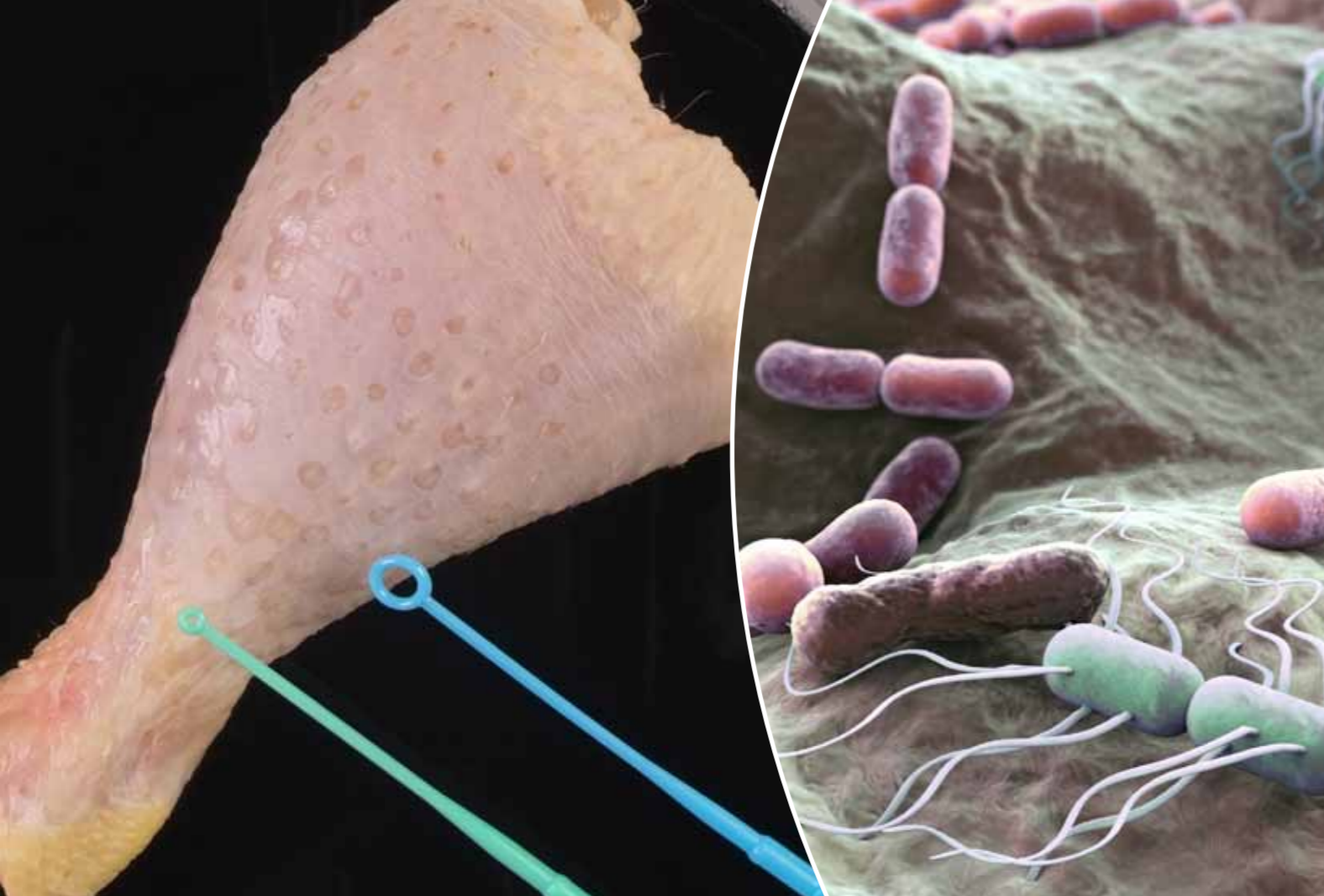


Abbildung 1: Elektronenmikroskopische Aufnahme von *Campylobacter* spp.



Abbildung 2: Elektronenmikroskopische Aufnahme von *Salmonella* spp.

schem Geflügelfleisch in Deutschland entfallen dabei auf Hähnchenfleisch. Frisches Hähnchenfleisch kann mit Krankheitserregern belastet sein: Im Jahr 2011 enthielten etwa 32 Prozent von Hähnchenfleischproben *Campylobacter* (Abb. 1) und 4,4 Prozent *Salmonella* (Abb. 2).

Dabei sind vor allem für *Campylobacter* steigende Nachweisraten zu beobachten. Solche Befunde können nicht nur die Gesundheit der Verbraucher, sondern auch den Erfolg der Hersteller auf nationalen und internationalen Märkten gefährden. Nur sichere und hygienisch einwandfreie Lebensmittel dürfen in den Handel gelangen.

Schneller Nachweis der Bakterien erforderlich

Vertreter der Lebensmittelüberwachung, der zuständigen Behörden, Lebensmittelunternehmer, Schlachthanlagenhersteller und Wissenschaftler stellten 2012 eine notwendige Optimierung der Schlachttechnik und der Schlachthygiene bei der Gewinnung von Geflügel-

fleisch fest, um einen Eintrag dieser beiden pathogenen Bakterien zu minimieren. Durch mikrobiologische Kontrollen auf jeder Stufe der Schlachtung sollen kritische Produktionsschritte in den Geflügelschlachtbetrieben identifiziert werden. Derzeit beruht die mikrobiologische Diagnostik für *Campylobacter* spp. und *Salmonella* spp. überwiegend auf standardisierten, klassisch-kulturellen Verfahren. Die Ergebnisse liegen erst nach mehreren Tagen vor.

Die Schlachtdauer von Hähnchen beträgt in kommerziellen Geflügelschlachthöfen nur etwa 15 bis 20 Minuten, die anschließende Kühlung der Karkassen zwischen zwei bis drei Stunden (Abb. 3). Für eine effektive Stufenkontrolle in der Geflügelschlachtung sind daher bessere qualitative und quantitative sowie harmonisierte Schnellnachweisverfahren für *Campylobacter* und *Salmonella* notwendig. Diese müssen sich optimal in Produktion, Lagerung, Verarbeitung und Handel integrieren lassen sowie in kurzer Zeit Ergebnisse liefern.

Sicheres Geflügelfleisch

Weniger Krankheitserreger durch verbesserte Nachweismethoden im Schlachtbetrieb

Die häufigsten bakteriellen Lebensmittelinfektionen beim Menschen werden durch *Campylobacter* und *Salmonella* hervorgerufen. Vor allem *Campylobacter*-Infektionen werden dabei in Zusammenhang mit dem Verzehr von Geflügelfleisch gebracht. Etwa ein Drittel des weltweiten Fleischkonsums entfällt auf Geflügelfleisch. Daher hat das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) im Rahmen seines Programms zur Innovationsförderung die Reduktion der *Salmonellen*- und *Campylobacter*-Belastung in der Geflügelschlachtung als ein Förderziel aufgenommen. Das Max Rubner-Institut (MRI) erforscht hier im Verbund gemeinsam mit dem Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), der Freien Uni-

versität (FU) Berlin und zwei Industriepartnern in einem Projekt geeignete Nachweisverfahren für eine schnelle Erfassung der Belastung in der Geflügelschlachtung.

Geflügel- und Schweinefleisch sind mit Abstand die wichtigsten Lebensmittel tierischen Ursprungs in Deutschland. Geflügelfleisch steht beim Fleischverzehr in Deutschland mit einem jährlichen Pro-Kopf-Verbrauch von etwa 18 Kilogramm an zweiter Stelle nach Schweinefleisch mit 39 Kilogramm. Für den Geflügelfleischverzehr und damit auch für die Geflügelfleischerzeugung werden in Deutschland weitere Zuwachsraten prognostiziert. Über 70 Prozent des produzierten Geflügelfleischs wird frisch vermarktet, mehr als die Hälfte der Haushaltseinkäufe von fri-

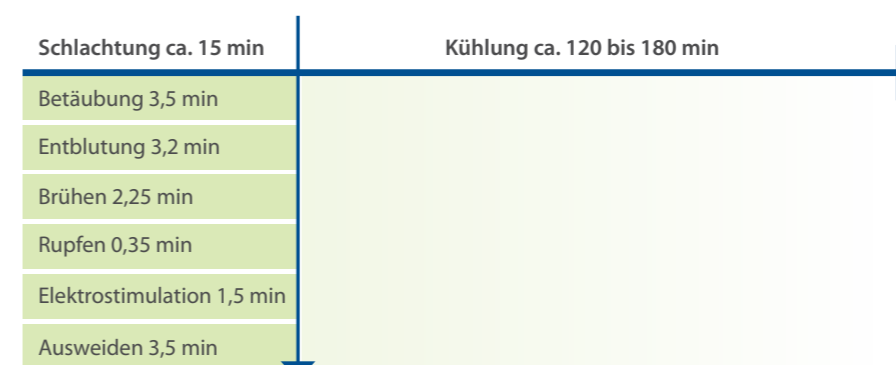


Abbildung 3: Zeitlicher Ablauf einer Hähnchenschlachtung von der Betäubung bis zur Bratfertigkeit (durchschnittliche Angaben bei einer Schlachtgeschwindigkeit von etwa 12.000 Hähnchen pro Stunde). Die Dauer der Kühlung ist abhängig vom verwendeten Kühlsystem.

Verbund-Projekt InnoStep ermöglicht Ermittlung von Infektionsquellen

In dem von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) seit 2012 über drei Jahre geförderten Verbundprojekt InnoStep werden alle benötigten Module von der Probenaufnahme, über die Probenaufbereitung bis hin zur Ergebnisauswertung entwickelt oder evaluiert.

Den Geflügelschlachtbetrieben soll so eine effektive mikrobiologische Stufenkontrolle einer *Salmonella*- und/oder *Campylobacter*-Belastung in allen Phasen der Fleischherzeugung am Beispiel der Hähnchenfleischherstellung ermöglicht werden.

Dabei werden bereits bestehende Testverfahren optimiert und neue Nachweismethoden entwickelt. Je nach Bedarf der Betriebe können Module für ein modernes mikrobiologisches Kontrollsystem der Geflügelschlachtung zusammengestellt werden. Eine schnelle und sichere Identifikation von Quellen für eine Kontamination von Hähnchenfleisch mit *Campylobacter* und *Salmonella* wird somit möglich. Wenn die Quellen zuverlässig identifiziert sind, lassen sich effektive Maßnahmen bis hin zu notwendigen technologischen Veränderungen im Prozessablauf zur Senkung der *Campylobacter*- und *Salmonella*-Belastung in Hähnchenfleisch einleiten.

„Diagnostik-Puzzle“

Das MRI entwickelt gemeinsam mit dem BfR, der FU Berlin, dem Biotechnologie-Unternehmen CONGEN GmbH und dem Institut für Immunpräparate und Nährmedien SIFIN GmbH die dafür nötigen diagnostischen Verfahren.

Für die Probenahme sollen geeignete Entnahme- und Transportsysteme überprüft bzw. entwickelt werden. Durch gemeinsame Transport- und Anreicherungsmedien wird mit nur einer Probenahme der parallele und gleichzeitige Nachweis von *Campylobacter* und *Salmonella* aus einem Medium ermöglicht.

In einem weiteren Schritt werden qualitative und quantitative applikationsspezifische Nachweissysteme für *Campylobacter* bzw. *Salmonella* entwickelt und validiert.

Nach dem derzeitigen Stand der Technik können die Anforderungen an eine schnelle, qualitativ und quantitativ aussagekräftige mikrobiologische Diagnostik von *Campylobacter* und *Salmonella* nur mit Hilfe der real-time Polymerase-Kettenreaktion (PCR) erfüllt werden. Dieses Verfahren ist prozess- und produktionsintegrierbar und daher ideal für den Einsatz im Rahmen von Stufenkontrollen für die Reduktion der beiden pathogenen Bakterien in frischem Fleisch geeignet. Hierfür muss die Erbinformation der Bakterien (die DNA) effektiv aus dem Untersuchungsmaterial extrahiert werden. In einem Arbeitspaket werden dafür bestehende Methoden überprüft und ggf. neu entwickelt.

Mit Hilfe eines spezifischen PCR-Nachweises können DNA-Abschnitte von Bakterien vervielfältigt und gezielt nachgewiesen werden. Mit herkömmlichen Verfahren erfolgt dabei keine Differenzierung zwischen toten und lebenden Bakterien. Da aber nur lebende, infektiöse *Campylobacter* bzw. *Salmonella* ein Risiko für den Verbraucher darstellen, ist ein zuverlässiger molekularbiologischer Lebend-Tot-Nachweis erforderlich. In einem weiteren Arbeitsschritt soll gemeinsam mit der Ludwig-Maximilians-Universität München (Lehrstuhl für Lebensmittelsicherheit) ein solcher Nachweis zur Differenzierung von toten und lebenden Bakterienzellen evaluiert bzw. optimiert werden.

Als letztes Modul für das System werden Typisierungsverfahren für *Campylobacter* und *Salmonella* entwickelt und validiert. Mit diesen können Kontaminationen im Betrieb gezielt rückverfolgt werden. Im Verlauf des Projektes wird dies exemplarisch in zwei unterschiedlich großen Geflügelschlachthöfen erfolgen. Die diagnostischen Module aus diesem Projekt können dann durch die Betriebe je nach Fragestellung angewendet werden: von der Probenahme bis zur molekularbiologischen Typisierung. So können die Hersteller gezielte Maßnahmen von der logistischen Schlachtung bis hin zu technologischen Modifikationen der Schlachtanlagen einleiten (Abb. 4).

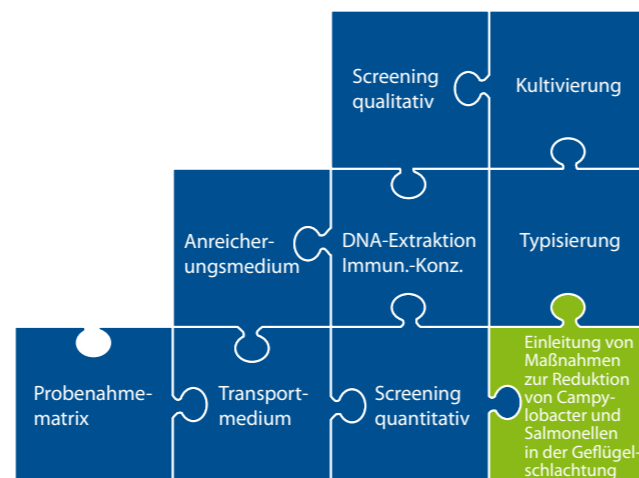


Abbildung 4: Darstellung der im Verbundprojekt InnoStep bearbeiteten diagnostischen Module. Ziel ist es, durch Identifikation von Kontaminationsquellen im Schlachtprozess gezielte Maßnahmen zur Reduktion von *Campylobacter* und *Salmonella* in der Geflügelschlachtung zu ermöglichen.

Das MRI koordiniert das Verbundprojekt und überprüft die Wirksamkeit bereits vorhandener Kontrollmaßnahmen in Hähnchenfleisch erzeugenden Betrieben. Weiterhin ist es zuständig für die Auswahl und Probenahmen in den Geflügelschlachtbetrieben sowie für die

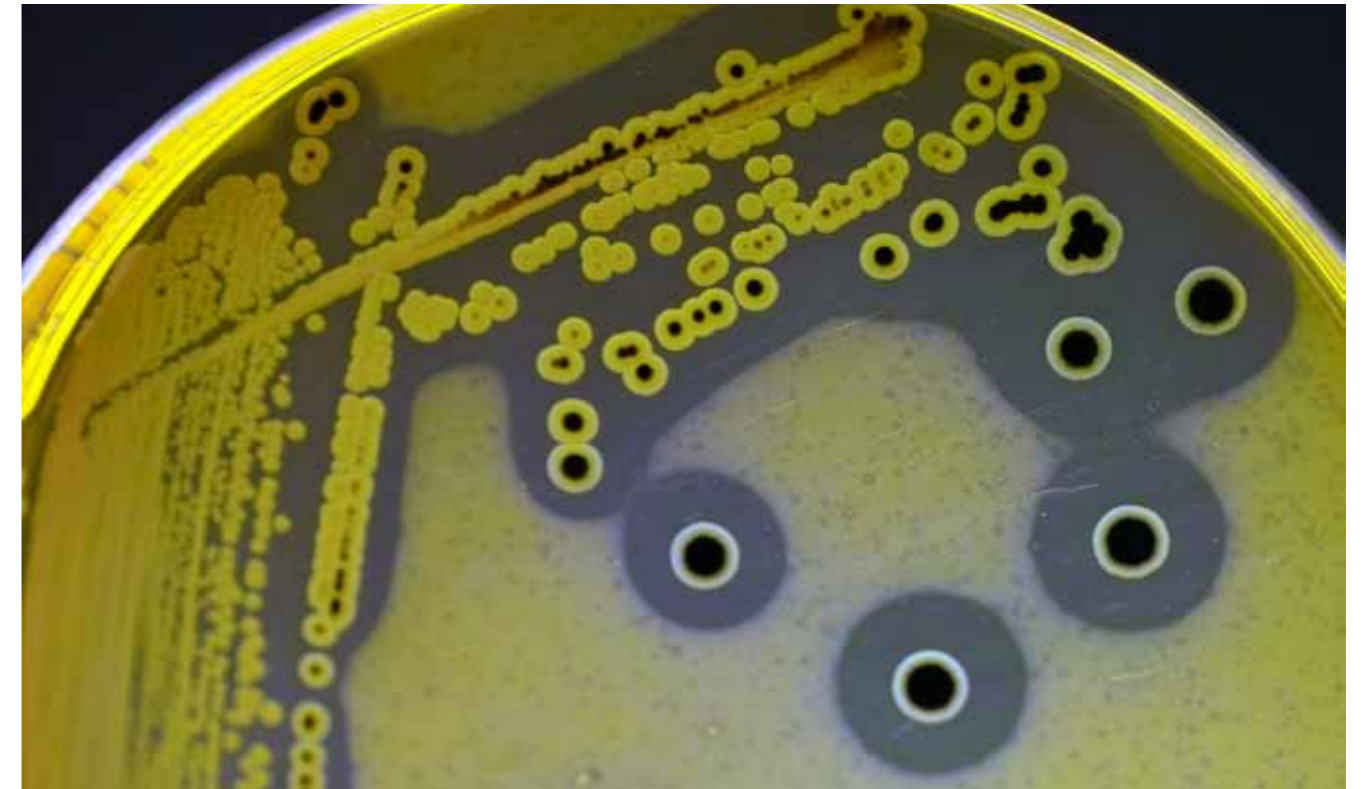


Abbildung 5: *Salmonella* auf Agar

Isolierung von *Campylobacter* und *Salmonella* aus den Proben dieser Betriebe. Dabei arbeitet es eng mit dem BfR zusammen, das in diesem Projekt vor allem für die Entwicklung von Nukleinsäure-basierten Nachweisverfahren für Salmonellen verantwortlich ist. Weiterhin erfolgt durch das BfR die Typisierung und Charakterisierung der vom MRI eingesendeten Salmonellenisolate.

Projektpartner

Dr. Rohtraud Pichner, Marko Rossow
Max Rubner-Institut, Kulmbach

Dr. Burkhard Malorny, Dr. Sven Maurischat, Dr. Kerstin Stingl
Bundesinstitut für Risikobewertung, Berlin

Prof. Dr. Thomas Alter, Dr. Greta Gözl
Freie Universität Berlin

Dr. Steffen Mergemeier, Jennifer Geister
CONGEN GmbH, Berlin

Dr. Michael Voetz, Britta Gervers, Christiane Schaller
sinfon diagnostics gmbh, Berlin

Das MRI und das BfR unterstützen die Firmenpartner bei der Überprüfung der mikrobiologischen Diagnostikkits. Das Projekt InnoStep trägt durch die Entwicklung innovativer neuer Nachweismethoden für *Salmonella* spp. und *Campylobacter* spp. zur Verbesserung des gesundheitlichen Verbraucherschutzes und somit auch zu einer Erhöhung der Lebensmittelsicherheit bei. Weiterhin unterstützt dieses Projekt die Wettbewerbsfähigkeit von deutschen Fleischerzeugern. Durch das modulare System von Eigenkontrolluntersuchungen wird den Betrieben die Grundlage für die Entwicklung innovativer Schlachttechnologien gegeben, die eine Reduktion von Krankheitserregern auf Hähnchenfleisch zur Folge hat. Vorteil ist, dass die Ergebnisse in angepasster Form auch auf andere Sektoren der Fleischerzeugung übertragen werden können.

MRI
Max Rubner-Institut

Dr. Rohtraud Pichner
Max Rubner-Institut,
Institut für Mikrobiologie und
Biotechnologie, Kulmbach
rohtraud.pichner@mri.bund.de



Der „Mückenatlas“

Mücken zählen für die Wissenschaft

Im April 2012 wurde das „Citizen Science-Projekt“ „Mückenatlas“ gestartet. Es ruft interessierte Bürgerinnen und Bürger in ganz Deutschland auf, sich durch die Sammlung von Stechmücken aktiv in die Forschung einzubringen. Die gefangenen Insekten werden an das Friedrich-Loeffler-Institut (FLI) und das Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) geschickt, die sie im Rahmen eines bundesweiten Stechmücken-Monitorings wissenschaftlich bearbeiten und auswerten. Die Einsender erhalten im Gegenzug das Ergebnis der Artidentifizierung sowie Details zur Biologie und Ökologie „ihrer“ Spezies. Auf einer interaktiven Deutschlandkarte, der „Mückenatlas“-Homepage, können sie sich als Sammler mit ihrem Fundort eintragen lassen. Die Forschung gewinnt ihrerseits umfang-

reiche Datensätze, beispielsweise zur Erstellung von Verbreitungskarten der einzelnen Arten. So führte der „Mückenatlas“ zur Entdeckung zweier zuvor nicht bekannter Populationen der invasiven Asiatischen Buschmücke *Aedes japonicus* in Deutschland.

Warum ist Stechmückenforschung wichtig?

Die zunehmende Globalisierung und die anhaltenden ökologischen und klimatischen Veränderungen führen auch in Deutschland zu Veränderungen der Biodiversität in den unterschiedlichsten Lebensräumen. Hiervon ist auch die einheimische Stechmücken-Fauna betroffen. Gebietsfremde Mückenarten wandern aktiv ein oder werden passiv eingeschleppt und etablieren sich. Ob im Gegenzug früher einheimische Arten verschwunden sind, ist nicht bekannt, da kaum einschlägige Untersuchungen

vorliegen. Abgesehen vom Oberrheingraben, wo seit mehr als 30 Jahren Stechmücken bekämpft und entsprechende Daten erfasst werden, wurde die Stechmücken-Forschung in Deutschland jahrzehntelang stark vernachlässigt. Grundlegende aktuelle Daten zum Vorkommen und zur Verbreitung, aber auch zur Biologie und Ökologie der einheimischen Arten fehlen.

Bis vor wenigen Jahren galten in Deutschland 46 Stechmücken-Arten als heimisch, wobei diese Zahl nur ein Ad-dieren aller bisherigen Nachweise darstellt. Nach der Entdeckung neu eingewanderter und einer neu beschriebenen Art geht man aktuell von 50 Arten für Deutschland aus. Flächendeckend ist aber nicht erfasst, wo und wann welche Arten vorkommen.

Doch nicht nur die Stechmücken-Fauna ist im Wandel. Im Rahmen der internationalen Transporte von Tieren sowie der Reiseaktivität von Menschen werden auch zunehmend Krankheitserreger nach Europa und Deutschland eingeschleppt, die möglicherweise durch hier vorkommende Stechmücken-Arten übertragen werden könnten.

Überträger von Krankheitserregern in Deutschland und Europa

Aus anderen europäischen Ländern ist schon länger bekannt, dass mit dem West-Nil-Virus, dem Sindbis-Virus, dem Tahyna-Virus, dem Batai-Virus, dem Lednice-Virus und dem Inkoo-Virus sechs potenziell humanpathogene Viren zirkulieren, die durch Stechmücken übertragen werden können. Bis vor Kurzem gab es aber noch keine systematischen Untersuchungen über solche möglicherweise in Deutschland vorkommende Krankheitserreger. Entsprechende Krankheitsfälle sind nicht bekannt, könnten aber durchaus unter dem Sammelbegriff „Sommergrippe“ aufgetreten sein. Selten erfolgen weitergehende Untersuchungen. Während über die biologischen Eigenschaften tropischer Mückenarten, die in ihrer Heimat Überträger von Krankheitserregern sind, einigermaßen gute Kenntnisse existieren, ist das Wissen über die einheimischen Arten sehr spärlich. Unter anderem gibt es keine Daten dazu, ob einheimische Mücken eingeschleppte tropische Krankheitserreger übertragen könnten.



Abbildung 1: Logo Mückenatlas

Untersuchungen in den letzten Jahren wiesen das Sindbis-Virus, das Batai-Virus und das tierpathogene Usutu-Virus in Deutschland nach. Des Weiteren traten in jüngerer Zeit in anderen Ländern Europas Einzelfälle oder gar Ausbrüche vermeintlich tropischer Krankheiten auf. Darüber hinaus wurde eine signifikante Ausbreitung von Dirofilarien (*Dirofilaria repens*, *D. immitis*) in Nord- und Osteuropa inklusive Deutschland festgestellt. Sie kommen als Parasiten bei Hunden vor, infizieren aber gelegentlich auch den Menschen.

Stechmücken-Monitoring in Deutschland

Seit 2011 erfassen Arbeitsgruppen des FLI und des ZALF in einem Monitoring-Projekt das Vorkommen sowie die geografische und jahreszeitliche Verbreitung von Stechmücken-Arten in Deutschland und untersuchen gefangene Stechmücken auf Krankheitserreger. Das Projekt wird vom Robert Koch-Institut (RKI) und dem Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) gefördert. Bis Ende 2013 wurden an über 120, mehr oder weniger gleichmäßig über Deutschland verteilten Standorten stationäre Stechmückenfallen betrieben. Die Anzahl der Fallen, die auf einer Fläche der Bundesrepublik Deutschland als relativ gering anzusehen ist, wurde durch das Projektbudget limitiert. Um mit einem überschaubaren zusätzlichen Aufwand trotzdem deutlich mehr Daten zu erhalten, wurde das Projekt „Mückenatlas“ ins Leben gerufen.

Das Citizen Science Projekt „Mückenatlas“

Der „Mückenatlas“ ist ein klassisches Citizen Science-Projekt: ein wissenschaftliches Projekt unter Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern. Diese sind aufgerufen, Stechmücken im privaten Umfeld zu fangen und an die beteiligten Forschungsinstitutionen zu schicken. Zum Fang der Mücken kann jedes verschließbare Gefäß dienen, das dann zum Abtöten der Insekten in ein Gefrierfach oder einen Gefrierschrank gebracht werden soll. Nach dem Tod der Mücke soll diese vorsichtig in ein kleines bruchsicheres Behältnis überführt werden (Abb. 2). Zusammen mit einem Fragebogen, auf dem Daten zu den näheren Umständen des Fangs anzugeben sind, wird es versendet. Detaillierte Angaben zur Vorgehensweise und der Fragebogen sowie Hintergrundinformationen zum Projekt und zur Biologie von Stechmücken sind auf der Homepage des „Mückenatlas“ zu finden (www.mueckenatlas.de).



Abbildung 2: Verschickungsbereite Stechmücken; Abbildung 3: Referenzsammlung genadelter Stechmücken am ZALF

Nach Eingang im Labor werden die Mücken morphologisch und ggf. molekularbiologisch nach Arten bestimmt. Anschließend werden sie präpariert, und die Mücke bzw. deren Erbgut hält Einzug in die jeweilige Referenzsammlung am ZALF (Abb. 3) oder FLI. Das Identifizierungsergebnis wird zusammen mit den anderen Fangdaten in die deutsche Stechmücken-Datenbank „Culbase“ eingegeben, in die auch die Daten aus den Fallenfängen und aus anderen deutschen Stechmücken-Projekten einfließen. Im Gegensatz zu manchen anderen Citizen Science-Projekten wird die Qualität der „Mückenatlas“-Daten durch die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler selbst abgesichert.

Jeder Mücken-Einsender erhält ein Antwortschreiben mit dem Bestimmungsergebnis und einigen Informationen zur Biologie der Mückenart (Abb. 4).

Ergebnisse des „Mückenatlas“ für 2012 und 2013

Seit seinem Start hat das Projekt enormen Zuspruch erfahren und einige überraschende und interessante Ergebnisse erbracht.

Im Jahr 2012 wurden 2.020 Einsendungen verzeichnet, von denen 77 Prozent Stechmücken (*Culicidae*) enthielten. Die restlichen Einsendungen umfassten andere Gliederfüßer, u. a. Spinnen, Käfer, Heuschrecken, Wanzen, Fliegen- und andere Mückenfamilien. An Stechmücken wurden insgesamt 6.127 Exemplare erfasst (Abb. 5).

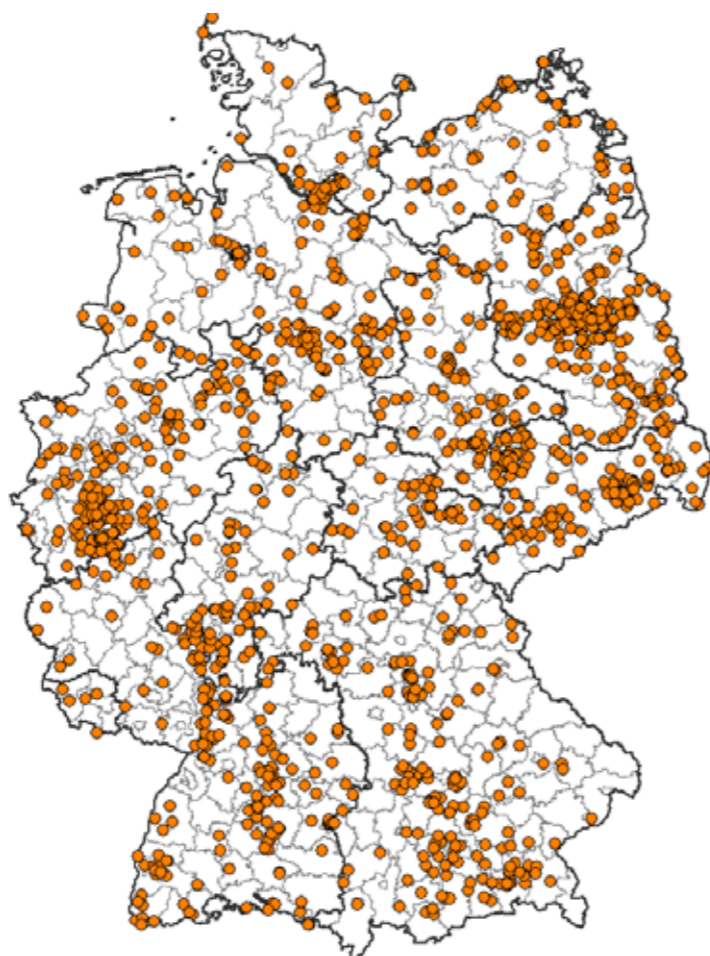


Abbildung 4: Fundortkarte der Einsendungen 2013

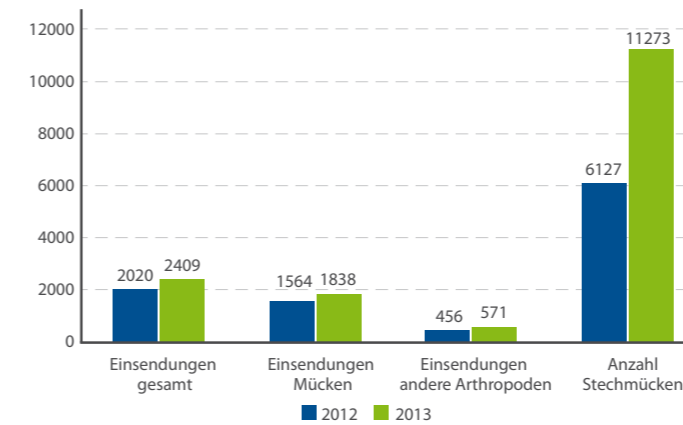


Abbildung 5: Einsendungen von Gliederfüßern 2012 und 2013 nach Gruppen

2013 wurden 2.409 Einsendungen registriert, darunter 76 Prozent mit Stechmücken. Die übrigen Einsendungen enthielten wiederum diverse andere Gruppen von Arthropoden. Der Anteil an Käfern, Heuschrecken, Spinnen etc. nahm jedoch ab, der an Stechmücken-ähnlichen Zweiflüglern zu; möglicherweise ein Erfolg der intensiven Medienarbeit der Projektverantwortlichen. Die Anzahl der eingeschickten Stechmücken summierte sich im Jahr 2013 auf 11.273 Individuen (Abb. 5).

Die Stechmücken aus dem Jahr 2012 ließen sich 39 Arten, die aus 2013 37 Arten verschiedener Gattungen zuordnen (Abb. 6), wobei die Gemeine Hausmücke (*Culex pipiens*) den umfangreichsten Anteil der Einsendungen stellte.

Wie erwartet, wurden weit verbreitete Arten häufig und aus zahlreichen Regionen Deutschlands eingeschickt. Aber auch weniger häufige und sogar sehr seltene Arten, die schon jahrzehntelang nicht mehr in Deutschland gefangen wurden, wie *Culiseta ochroptera* und *Culiseta glaphyroptera*, wurden gesammelt.

Zusätzlich zum reinen Nachweis von Mückenarten erwies sich der „Mückenatlas“ als geeignetes Instrument zur Entdeckung unbekannter Verbreitungsgebiete von Stechmücken. Dies wurde besonders deutlich als Einsendungen zum Nachweis von zwei etablierten, aber noch unbekannt Populationen der Asiatischen Buschmücke (*Aedes japonicus*) in Westdeutschland (Nordrhein-Westfalen/Rheinland-Pfalz) und Norddeutschland (Niedersachsen/Nordrhein-Westfalen) führten.

Diese Spezies ist zwar nicht aus dem Freiland, aber immerhin aus dem Labor als kompetenter Überträger einiger bedeutender Viren (z. B. Dengue-, Chikungunya-, West-Nil-, Rifttal-Fieber-Virus) bekannt.

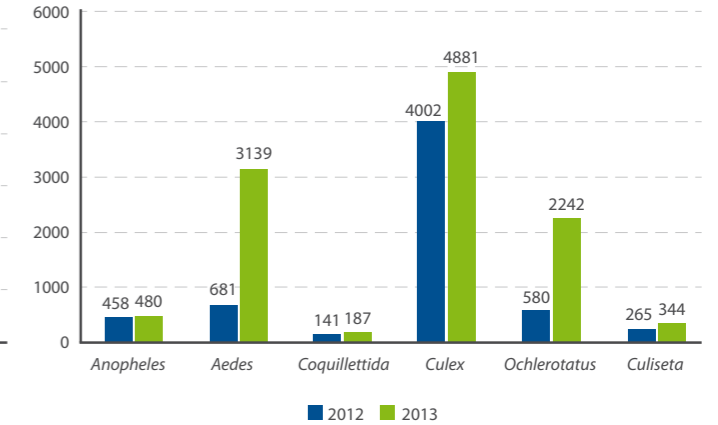


Abbildung 6: Stechmücken-Einsendungen 2012 und 2013 nach Gattungen

Aus Sicht der beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ist der „Mückenatlas“ ein geeignetes Werkzeug zum großräumigen passiven Stechmücken-Monitoring. Er ist in beide Richtungen, die ein Citizen Science-Projekt bedienen sollte, die naturwissenschaftliche und die öffentliche, außerordentlich erfolgreich. Während die Naturwissenschaft einerseits durch das Interesse und die Bereitschaft zur Mitarbeit interessierter Bürger gestützt wird, stellen die Wissenschaftler andererseits ihre Expertise in den Dienst der Aufklärung und Weiterbildung der Öffentlichkeit.

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

zalf Leibniz-Zentrum für
 Agrarlandschaftsforschung
 (ZALF) e.V.

PD Dr. Helge Kampen¹, Dr. Doreen Werner²

¹ Friedrich-Loeffler-Institut, Institut für Infektionsmedizin,
 Greifswald – Insel Riems

² Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung e.V.,
 Institut für Landnutzungssysteme, Müncheberg

E-Mail: helge.kampen@fli.bund.de



Individualität beim Schwein

Zusammenhang zwischen Verhalten und Immunantwort

Nutztiere stellen eine unverzichtbare Ressource für die langfristige, bedarfsgerechte Erzeugung hochwertiger Lebensmittel dar. Bisher konnte die Leistung der Tiere durch gezielte Züchtung deutlich erhöht werden, jedoch auf Kosten von Gesundheit und Wohlbefinden. Die zukünftige Erzeugung von tierischen Lebensmitteln wird zwingend die Tiergesundheit als maßgebliches Leitbild der tierischen Produktion erfordern, wobei Tiergesundheit und Wohlbefinden das Bindeglied von Tierschutz und gesundheitlichem Verbraucherschutz darstellen. Hier setzt das Kompetenznetz PHÄNOMICS an. Es besteht aus 19 Partnern von sieben Universitäten und zwei außeruniversitären Einrichtungen, dem Leibniz-Institut für Nutztierbiologie (FBN) und

dem Friedrich-Loeffler-Institut (FLI). Koordiniert wird das Netzwerk von der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät (AUF) der Universität Rostock.

PHÄNOMICS vereint Forschung an verschiedenen ‚OMICS‘-Ebenen. Dabei wird jeweils das ganze Individuum auf den verschiedenen biologischen Ebenen der Merkmalsausprägung eines Nutztiers betrachtet: Angefangen beim Gesamt-Erbgut (Genom) und dessen Übersetzung in Proteine (Transkriptom) über die charakteristischen Stoffwechseleigenschaften einer Zelle (Metabolom) und weiteren Ebenen bis hin zu „sichtbaren“ morphologischen, physiologischen und ethologischen Eigenschaften eines Organismus (Phänom) (Abb. 1).

Verhalten der Tiere

Unbekanntes Objekt



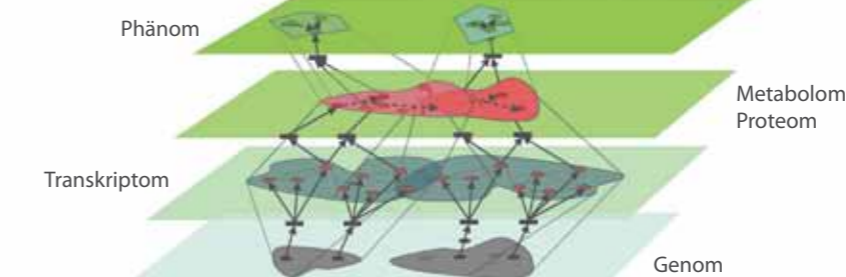
Soziometrie



Temperament



Biologische Ebenen der Merkmalsausprägung



Bioinformatische Auswertung



Molekulare Phänotypen
Biomarker/Biosignaturen

Abbildung 1: Darstellung der verschiedenen ‚OMICS‘-Ebenen, die im Rahmen von PHÄNOMICS bearbeitet und vereint werden

Die transdisziplinäre Vernetzung von Forschergruppen mit sehr unterschiedlichen Expertisen in Nutztier-, Modelltier- und allgemeiner Biologie, Bioinformatik und Medizin haben weltweit erstmals einen innovativen Ansatz ermöglicht, bei dem genetische Ursachen für Verhalten untersucht werden sollten. Ziel ist es bei diesem Ansatz aus individuellen Verhaltensmerkmalen der Tiere, Merkmale für Selektionsentscheidungen der Zucht zu entwickeln (Genotyp-Phänotyp-Abbildung). Der Genotyp spiegelt dabei den Bauplan eines Tieres wieder, der sich aus seiner einzigartigen Kombination von Genen ergibt. Gleiches gilt für den Phänotyp, der die „äußeren“ Merkmale, wie z. B. spezielle Verhaltensweisen, zusammenfasst. Der Verbund von AUF, FBN und FLI vereint dabei die größten nationalen Ressourcen zu Leistung, Wohlbefinden und Tiergesundheit und erhöht die internationale Sichtbarkeit der deutschen Nutztierforschung wesentlich.

Jedes Schwein reagiert anders auf unerwartete Situationen

Zur Ermittlung der individuellen Besonderheiten im Verhalten (Verhaltensphänotypisierung) beim Schwein arbeiten Verhaltensbiologen und Biomathematiker eng zusammen. Bei der Phänotypisierung wurden am FBN gängige Verhaltenstests an 3555 Ferkeln durchgeführt, bei denen erfasst wurde, welche Strategien die Tiere zur Bewältigung einer neuen oder unerwarteten Situation (Coping-Strategie) haben (Abb. 2). Bisher ging man davon aus, dass die Tiere eine Situation aktiv oder passiv bewältigen (Entweder/Oder-Prinzip). In unseren Untersuchungen konnten hingegen ausgeprägte individuelle Verhaltensmuster beschrieben werden. Sie ließen sich in Nuancen voneinander unterscheidbar entlang eines Kontinuums von aktivem zu passivem Bewältigungsverhalten dokumentieren (Abb. 3). Damit konnte die Darstellung solcher Strategien verfeinert und praktische Empfehlungen zur optimierten Anwendung und Durchführung dieser Methodik formuliert werden.

Haben aktivere Ferkel eine bessere Immunabwehr?

Über Wechselwirkungen zwischen Leistung, Verhalten und Immunabwehr liegen vereinzelte, nicht immer übereinstimmende Untersuchungen und eine Reihe von Mutmaßungen vor. Insbesondere sind die Kenntnisse über molekulare Mechanismen der Ausprägung und der Steuerung von Verhalten und Immunantwort einerseits und Leistungsmerkmalen andererseits unvollständig und stehen daher neben der Ermittlung der Verhaltensphänotypen im Mittelpunkt der Arbeiten am FBN. Die Forscherinnen und Forscher gehen davon aus, dass ein Tier sich in einer Situation wohlfühlen kann, in der ein anderes großen Stress empfindet. Über die Individualität der Tiere, die identische Situationen auf den verschiedenen Ebenen unterschiedlich wahrnehmen, bewerten und reagieren, ist jedoch bisher wenig bekannt. PHÄNOMICS forscht auf diesen Ebenen zu unterschiedlicher Individualität bzw. Persönlichkeit. Für diese Untersuchungen wurden daher den Ferkeln



Abbildung 2: Beispiele für an den Schweinen durchgeführte Verhaltenstests zur Bestimmung der Verhaltensphänotypen: beim Backtest werden die Schweine eine Minute auf dem Rücken fixiert und die Abwehrreaktion gemessen (links); im Novel-Object-Test wird den Tieren ein ihnen unbekanntes Objekt präsentiert (hier der Verkehrskegel) und ihr Verhalten aufgezeichnet (rechts)

der vorab beschriebenen Coping-Strategien vor und nach einer Impfung Blut abgenommen, um Parameter ihrer Immunantwort und die Genexpression in den Leukozyten zu bestimmen. Diese Daten machen es möglich, einzelne Gene oder komplexe Signalwege zu identifizieren, die im Rahmen der Immunantwort und im Zusammenhang mit anderen züchterisch wichtigen Funktionen an entscheidenden Schlüsselpositionen stehen.

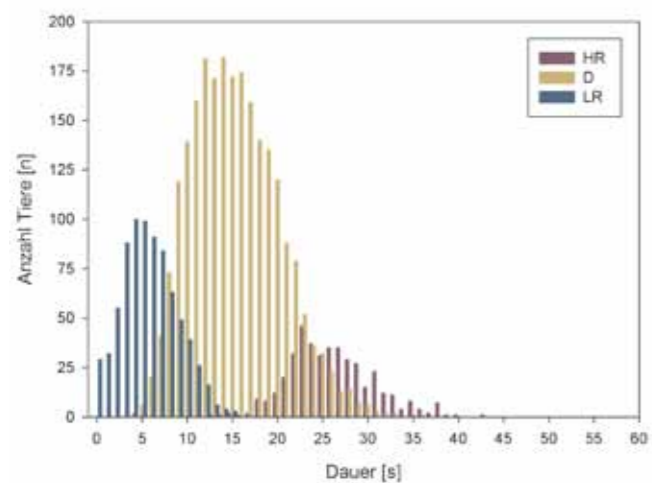


Abbildung 3: Bisher unbekannt war die hohe Anzahl der Tiere mit intermediärer (ocker) Coping-Strategie, die in ihrer Reaktion zwischen Tieren mit aktiver (lila) und passiver (blau) Coping-Strategie liegen. Dadurch zeichnet sich eine unimodale Häufigkeitsverteilung der Verhaltensdispositionen beim Schwein ab

Schon vor der Impfung konnten deutliche Unterschiede in der Expression der Leukozyten zwischen Tieren mit einer aktiven und denen mit einer passiven Coping-Strategie beobachtet werden. Bei der Untersuchung des zeitlichen Verlaufs der Immunantwort zeigte sich bereits nach zwei Stunden eine Immunantwort, die beide Tiergruppen offensichtlich ähnlich vollziehen. Dadurch werden Unterschiede z. T. verschleiert, lassen sich aber zu einem späteren Zeitpunkt nach der Impfung wieder darstellen. Die vorhandenen Unterschiede bleiben über den gesamten Untersuchungszeitraum von 28 Tagen bestehen und ermöglichen eine Sortierung der Tiere entsprechend ihres Verhaltens. Bei Tieren mit aktivem Verhalten sind Gene aus Pfaden der Abwehr und Regeneration stärker ausgeprägt. So kann am Ende der Arbeiten von PHÄNOMICS eventuell die Möglichkeit aufgezeigt werden, die Merkmale der Abwehr, des Verhaltens und der Leistung zu beeinflussen.

Einfluss der Rasse auf Krankheitserreger

Der Verlauf einer Infektionskrankheit wird neben erregereitigen Einflüssen durch diverse Wirtsfaktoren bestimmt. Gleiches gilt für Reaktionen auf Impfungen. Zu den Wirtsfaktoren gehören verschiedene Rassemerkmale und deren Ausprägung im Einzeltier. Bislang gibt es nur selten objektive Parameter die es gestatten, positive, selektionsrelevante Merkmale abzuleiten und diese in der Zucht

und Auswahl zu nutzen. Im Rahmen des PHÄNOMICS-Projektes wurde am FLI ein auf Viren beruhendes Immunisierungs- und Infektionsmodell bei Schweinen anhand der Klassischen Schweinepest erprobt.

Diese Tierseuche ist sozio-ökonomisch bedeutend und dafür bekannt, dass sowohl Virus- als auch Wirtsfaktoren einen großen Einfluss auf die Ausprägung und den Ausgang der klinischen Erscheinung haben. Diese können von einer fast symptomlosen Infektion bis hin zu einem tödlichen Fieber reichen.

Erste Versuche zur Erforschung des genotypischen Einflusses auf den Krankheitsverlauf an unterschiedlichen Schweinerassen (Deutsche Landrasse, Hybridschweine und Europäische Wildschweine (Abb. 4)) zeigten, dass alle Rassen gleichermaßen empfänglich für das Virus der Klassischen Schweinepest waren. Wildschweine zeigten zwar generell weniger Symptome, dies hatte jedoch keinen Einfluss auf den Ausgang der Erkrankung. Unterschiede des Infektionsverlaufs ergaben sich bei allen Schweinerassen generell auf individueller Basis. Auch in Bezug auf immunologische Reaktionen nach Impfungen gegen die Klassische Schweinepest mit unterschiedlichen Impfstoffen wurden wenig rassespezifische Unterschiede beobachtet. Alle Tiere bildeten eine Immunantwort aus. Um den individuellen Ausprägungen weiter auf den Grund zu gehen, wurden Testverfahren entwickelt und überprüft, die es gestatten, immunologische Botenstoffe und zelluläre Reaktionsmuster im Detail zu untersuchen. Dies könnte zur Klärung der Frage beitragen, ob man die auf individueller Basis auftretenden positiven Reaktionsmuster unterstützen kann, sei es durch züchterische oder technische Maßnahmen.



Abbildung 4: Gesunde europäische Wildschweine (Frischlinge)

Das Tier im Mittelpunkt

Mit der Integration des gewonnenen Wissens um die Zusammenhänge und Wechselwirkungen von der Verhaltensebene bis hin zum Genom in die praktische Tierhaltung streben wir Tierschutz an, der auf dem Individuum „Tier“ beruht. So kann auf individuelle Unterschiede im Hinblick auf Verhaltenstypen und Immunvermögen eingegangen werden und die Tiere entsprechend ihrer spezifischen Bedürfnisse für verschiedene Managementsysteme ausgewählt werden. Dies käme nicht nur den Tieren selbst durch verbessertes Wohlbefinden zugute, sondern auch den Landwirten, wenn diese entsprechend ihren betrieblichen Voraussetzungen z. B. ruhige Tiere auswählen könnten, um aufgeregte Tiergruppen zu beruhigen oder agile Tiere in träge Gruppen integrieren könnten, um diese leichter zu bewegen.

Projektpartner



Manuela Zebunke, Birger Puppe

Leibniz-Institut für Nutztierbiologie, Institut für Verhaltensphysiologie, Dummerstorf

Klaus Wimmers, Michael Oster, Marcel Adler, Mathias Scheel

Leibniz-Institut für Nutztierbiologie, Institut für Genombiologie, Dummerstorf

Martin Beer, Anja Petrov, Sandra Blome

Friedrich-Loeffler-Institut, Institut für Virusdiagnostik, Riems



**LEIBNIZ-INSTITUT
FÜR NUTZTIERBIOLOGIE**

Katharina Graunke

Leibniz-Institut für Nutztierbiologie, Institut für Verhaltensphysiologie, Dummerstorf
Universität Rostock, PHÄNOMICS Geschäftsstelle

E-Mail: graunke@fbn-dummerstorf.de



Weizenmärkte in Zentralasien und im Kaukasus

Wie funktionieren sie?

Hohe Nahrungsmittelpreise in den Sommern 2007/08 und 2010/11 lösten weltweit Besorgnis über die zukünftige Sicherung der Nahrungsmittelversorgung aus. Im Fokus der Diskussion standen hierbei hauptsächlich afrikanische und ostasiatische Länder. Weit aus weniger bekannt ist, dass jedoch auch die ehemaligen Staaten der Sowjetunion im Kaukasusgebiet und in Zentralasien von der Krise betroffen waren und unter strukturellen Versorgungsproblemen leiden. Mit Ausnahme Kasachstans, das zu den großen Weizenexportländern gehört, wird die Lebensmittelversorgung in allen Ländern der Region als nicht ausreichend eingestuft. Fünf Länder der Region werden gegenwärtig sogar

durch das Welternährungsprogramm der Vereinten Nationen unterstützt.

Im Rahmen zweier vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) sowie von der Volkswagen-Stiftung unterstützten Forschungsvorhaben untersucht das Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Transformationsökonomien (IAMO) in Halle (Saale) in Kooperation mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus der beforschten Region sowie der Weltbank, wie Weizenmärkte in den dortigen Ländern funktionieren. Die Projekte zielen auf die Identifikation der Hauptakteure des Weizenmarktes ab, das heißt darauf, wie Transaktionen innerhalb der Wertschöpfungsketten organisiert werden und wodurch die Preisbildung für Weizen in der Region

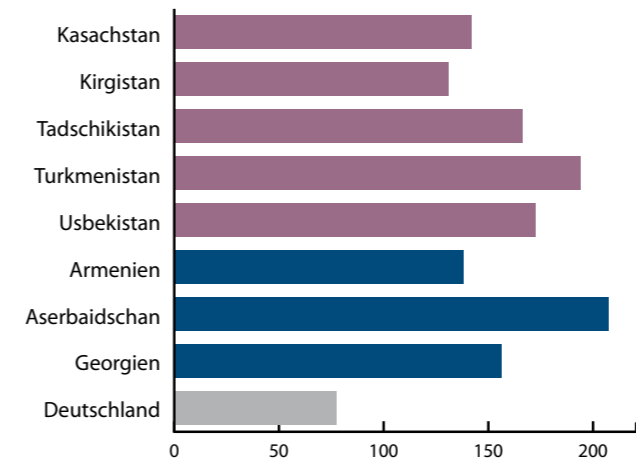


Abbildung 1: Pro-Kopf-Verbrauch an Weizen in Kilogramm, 2009

bestimmt wird. Dazu werden in drei eng miteinander verknüpften Arbeitsgruppen Fragen der Preistransmission und Preisvolatilität, der Marktstruktur und Preisbildung sowie des Außenhandels untersucht. Preisvolatilität ist ein Maß dafür, wie sehr Preise im Zeitablauf schwanken. Mit Preistransmissionsanalysen wird untersucht, in welchem Umfang und mit welcher Geschwindigkeit Preisänderungen zwischen verschiedenen Stufen einer Wertschöpfungskette beispielsweise vom Erzeuger zum Endverbraucher weitergegeben werden.

Eines der Hauptziele ist dabei Politikempfehlungen zur Verbesserung der Funktionsweise der Weizenwertschöpfungsketten in der Region zu erarbeiten. Daneben spielt auch die Kapazitätsbildung eine große Rolle. Die in den Projekten beschäftigten Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler stammen nahezu alle aus der Untersuchungsregion selbst. Durch die Einbettung in ein internationales Team und das agrarökonomische Bildungsprogramm des IAMO in Deutschland erhalten sie nicht nur optimale Rahmenbedingungen in der Ausbildung, sondern auch gute Voraussetzungen für eine spätere Weiterentwicklung des Agrarsektors in ihren jeweiligen Heimatländern.

Bedeutung von Weizen in der Region

Weizen ist das wichtigste Grundnahrungsmittel in den Ländern Zentralasiens und des Kaukasus. Abbildung 1 zeigt den durchschnittlichen Pro-Kopf-Verbrauch an Weizen im Jahr 2009 in den zentralasiatischen und kaukasischen Staaten. So lag der durchschnittliche Pro-Kopf-Verbrauch von Weizen zwischen 130 Kilogramm (Kirgistan) und 208 Kilogramm (Aserbaidschan). Zum Vergleich: In Deutschland wurde im selben Jahr durchschnittlich 78 Kilogramm Weizen pro Kopf verbraucht.

Die große Bedeutung von Weizen spiegelt sich auch im Anteil an der gesamten Kalorienzufuhr wider. So entstammen in Tadschikistan und Usbekistan über 50 Prozent der täglich aufgenommenen Kalorien aus Weizenprodukten. Zeitgleich lag der Selbstversorgungsgrad mit Weizen in allen Ländern Zentralasiens und des Kaukasus mit Ausnahme Kasachstans unter 100 Prozent (Abb. 2). Dies bedeutet, dass alle Länder auf Weizenimporte angewiesen sind. Abbildung 2 macht deutlich, dass insbesondere Armenien, Georgien und Tadschikistan stark auf Importe angewiesen sind. So lag der Selbstversorgungsgrad mit Weizen in diesen Ländern unter 50 Prozent.

Mit einem Selbstversorgungsgrad von über 200 Prozent ist Kasachstan der einzige Nettoexporteur von Weizen in der Region. Die Weizenproduktion spielte



Abbildung 2: Karte der Untersuchungsregion mit Selbstversorgungsgrad an Weizen im Jahr 2013 sowie Lage von Meerhäfen und Eisenbahnterminalen

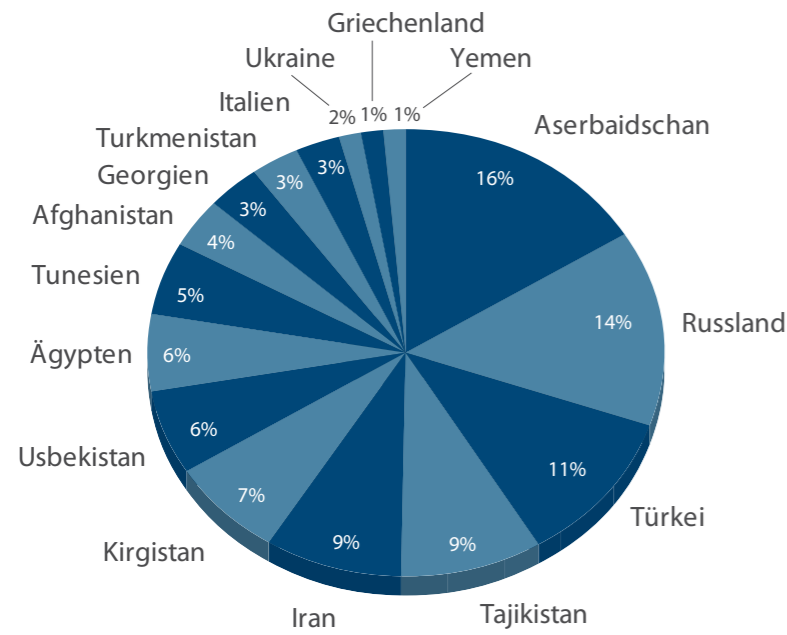


Abbildung 3: Hauptabnehmer kasachischen Weizens ausgedrückt im Anteil an den Gesamtweizenexporten Kasachstans über die Jahre 2001-2011

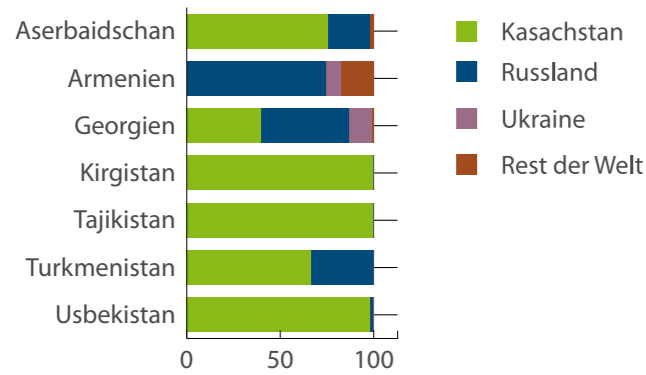


Abbildung 4: Anteil von Weizen aus Kasachstan, Russland und der Ukraine an den Gesamtweizenimporten, Durchschnitt der Jahre 2010-2012

schon zu Zeiten der Sowjetunion eine bedeutende Rolle in Kasachstan. So spezialisierte sich Kasachstan auf die Getreide-, Fleisch- und Baumwollproduktion. Nach dem Zusammenbruch der Sowjetunion erfolgte ein starker Einbruch in der Produktion, die jedoch in den letzten Jahren wieder stetig gesteigert werden konnte. So produzierte Kasachstan im Jahr 2011 knapp 27 Millionen Tonnen Getreide (rund 85 Prozent davon sind Weizen), von denen knapp 12 Millionen Tonnen exportiert wurden. Kasachstan gehört damit zu den fünf größten Getreideexporteuren weltweit. Die bedeutendsten Abnehmer kasachischen Weizens sind in Abbildung 3 dargestellt.

Neben den benachbarten zentralasiatischen und kaukasischen Staaten wird kasachischer Weizen vorwiegend von Russland, der Türkei, Ländern des mittleren Ostens (Iran, Afghanistan) und Ländern in Nordafrika (Ägypten, Tunesien) importiert. Hierbei ist interessant anzumerken, dass Russland selbst zu den großen Weizenexporteuren zählt.

Mangelhafte Infrastruktur

Für die Weizenproduktion und den Export spielt die Infrastruktur eine große Rolle. Die Dichte der Eisenbahnlinien und der befestigten Straßen ist im Kaukasus und in Zentralasien jedoch erheblich geringer als beispielsweise in Deutschland. Nach dem Zusammenbruch der Sowjetunion haben zudem die beiden Staaten im Kaukasus Armenien und Aserbaidschan und fünf Staaten in Zentralasien (Kasachstan, Kirgisistan, Tadschikistan, Turkmenistan und Usbekistan) die direkte Verbindung zum offenen Meer verloren und erhielten den Status von Binnenstaaten (Abb. 2). Die geographische Lage der Binnenstaaten, deren große Entfernung zu den Seehäfen und die schlecht entwickelte Infrastruktur der Straßen und Schienen erschwerte den Zugang zu den Weltmärkten. Dies ist ein Grund für die starke Abhängigkeit der Länder Zentralasiens und des Kaukasus von Weizenimporten aus Kasachstan, Russland und der Ukraine (Abb. 4).

Kasachstan spielt eine zentrale Rolle in der Versorgung seiner Nachbarstaaten mit Weizen. So lag der Anteil kasachischen Weizens an den Gesamtweizenimporten in Tadschikistan, Kirgistan und Usbekistan bei fast 100 Prozent. Russischer Weizen ist besonders bedeutsam in den kaukasischen Ländern und in Turkmenistan, wohingegen ukrainischer Weizen nur in Armenien und Georgien von Bedeutung ist. Armenien ist das einzige Land der Region, in dem Weizen aus anderen Anbauländern mit einem Prozentanteil von knapp 20 Prozent eine bedeutende Rolle spielt.

Politische Markteingriffe und deren Folgen

Auf Grund dieser starken Abhängigkeit wird im Rahmen des Projektes der Zusammenhang zwischen politischen Eingriffen in Russland und Kasachstan sowie den Preisentwicklungen auf lokalen Märkten in der Untersuchungsregion analysiert. In den so genannten Krisen Jahren 2007/08 führten sowohl Kasachstan als auch

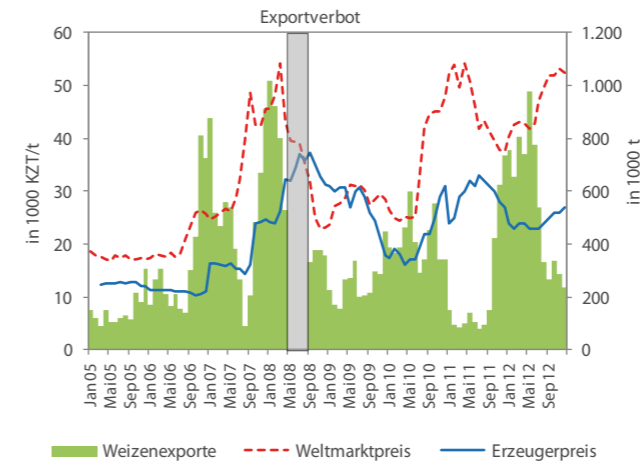


Abbildung 5: Entwicklung des kasachischen Preises für Weizen (Erzeugerebene) im Vergleich zum Weltmarktpreis (FOB Hafen Rouen, Frankreich)

Russland und die Ukraine Exportrestriktionen ein. So wurde in Kasachstan ein Exportverbot für den Zeitraum von April bis September 2008 verhängt, d. h. in diesem Zeitraum durfte kein kasachischer Weizen exportiert werden. Die Politik verfolgte damit das Ziel, durch Erhöhung des inländischen Angebots an Getreide einem Anstieg der Nahrungsmittelpreise, insbesondere des Preises von Brot, entgegen zu wirken. Jedoch ohne Erfolg. Bisherige am IAMO durchgeführte empirische Studien deuten darauf hin, dass oftmals die in den Krisen Jahren durchgeführten Markteingriffe nicht zu den angestrebten Zielen geführt haben. So konnte das Exportverbot für Weizen in Kasachstan (2008) nicht zur Stabilisierung der inländischen Weizenpreise beitragen. Vielmehr stiegen die Preise weiter auf ein Niveau an, das sogar über dem Weltmarktpreis lag (Abb. 5).

Der zeitgleich beobachtete kurzfristige Anstieg der Mehlpreise auf Ebene der Mühlen lässt sich nur teilweise mit dem Anstieg der Produktionskosten erklären. Damit haben die Mühlen ihre Preismarge bzw. den Gewinn während des Exportverbots sogar erhöhen können. Dieser Preisanstieg wurde von den Mühlen und Bäckereien in vollem Umfange an die Verbraucher weitergegeben (Abb. 6).

Diese Ergebnisse deuten daraufhin, dass die Wirksamkeit der populistischen Handelspolitiken oft fraglich ist. Handelsbeschränkungen haben sowohl kurzfristig als auch langfristig negative Auswirkungen. Sie erhöhen das Markt- und Preisrisiko auf den inländischen Märkten und verringern dadurch die Anreize für Investitionen im Getreidesektor. Dies verstärkt die massiven Investitions-

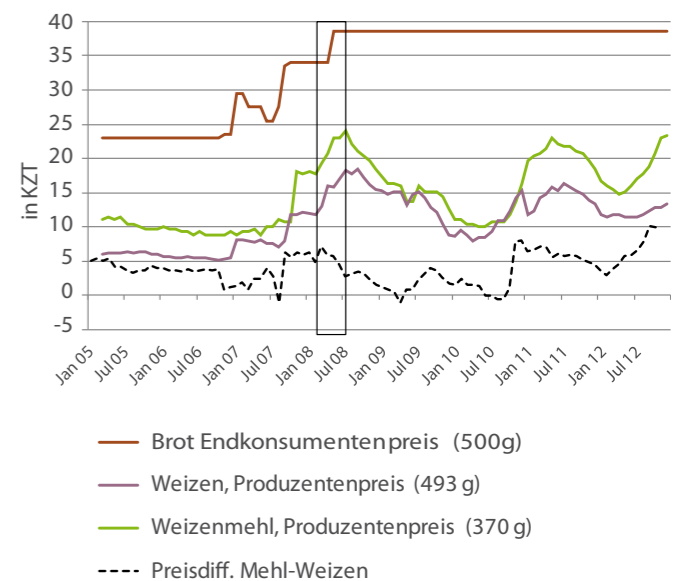


Abbildung 6: Entwicklung der Preise für Weizen (Erzeugerebene), Weizenmehl und Brot (Verbraucherebene) in Kasachstan sowie die Preisdifferenz zwischen Mehl und Weizenpreisen

und Modernisierungsdefizite in der Vermarktungsinfrastruktur wie Lagerhaltung, Binnenlandtransport und Hafkapazitäten. Damit wirkt dies der Mobilisierung der Produktions- und Exportpotenziale für Getreide entgegen, die für die zukünftige globale Ernährungssicherung so wichtig wäre. Daher sollten statt Handelsmaßnahmen besser konsumentenorientierte Politikmaßnahmen verfolgt werden. Bedürftigen Personengruppen könnte durch die Subventionierung von Nahrungsmitteln oder direkten Einkommenstransfer die Anpassung an hohe Nahrungsmittelpreise erleichtert werden.



Dr. Ihtiyor Bobojonov, Dr. Linde Götz, Dr. Oleksandr Perekhozhuk, Dr. Ramona Teuber, Prof. Dr. Thomas Glauben

Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Transformationsökonomien, Halle

E-Mail: teuber@iamo.de



Wohngemeinschaft auf der Pflanzenwurzel

Mikroorganismen helfen der Pflanze gegen Schadpilze im Boden

In Deutschland gab es in den letzten Jahren beim Anbau von Salat und Kartoffeln immer wieder Probleme mit bodenbürtigen Schadorganismen. Kaum Fruchtfolgen und wenig zugelassene chemische Pflanzenschutzmittel erschweren die wirksame Bekämpfung der Krankheitserreger. Pflanzenassoziierte Bakterien können hierfür eine umweltfreundliche Alternative darstellen. Ihre Nutzung führt im Feld jedoch nicht immer zu wiederholbaren Effekten. Hierbei spielt der Boden, so vermuten die Wissenschaftlerinnen und Wis-

senschaftler, eine entscheidende Rolle. Die unterschiedlichen physiko-chemischen Eigenschaften verschiedener Bodentypen könnten die Fähigkeit der eingesetzten pflanzenassoziierten Mikroorganismen, Pflanzenwurzeln erfolgreich zu besiedeln, beeinflussen. Ihre ausreichende Besiedlung ist eine wichtige Voraussetzung für die Entfaltung der positiven Wirkung der pflanzenassoziierten Mikroorganismen. Daher untersuchten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Julius Kühn-Instituts (JKI), des Leibniz-Instituts für Gemüse- und

Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt (IGZ) und der Universität Hohenheim gemeinsam den Einfluss des Bodentyps auf die Mikroflora der Pflanzenwurzel. Sie ermitteln die Kompetenz pflanzenassoziiierter Mikroorganismen, sich unmittelbar entlang der Wurzeln von Kulturpflanzen in ausreichender Menge anzureichern und hierdurch Pflanzenkrankheiten zu unterdrücken.

„Wir haben hier in Großbeeren eine Kastenbeetanlage mit drei verschiedenen Böden, die seit zehn Jahren gleich behandelt werden“, erzählt Dr. Rita Grosch, Leiterin der Abteilung Pflanzengesundheit am IGZ bei unserem Besuch in Großbeeren. „Durch zehn Jahre gleiche Kulturen, gleiche Fruchtfolgen und Bodenbehandlung hatten wir die besten Voraussetzungen für unser Vorhaben.“ Die Arbeitsgruppe von Rita Grosch führt in dem Verbundprojekt „Mikrobielle Gemeinschaft in der Rhizosphäre“ zusammen mit der Arbeitsgruppe von Frau Prof. Kornelia Smalla am JKI die Labor- und Feldversuche mit den potenziellen biologischen Pflanzenschutzmitteln durch.

Das mikrobielle Milieu im Wurzelraum

Im Boden gibt es eine riesige Vielfalt verschiedener Mikroorganismen. Einige Arten schaden den Pflanzen (Pathogene), andere verhindern, dass pathogene Pilze die Wurzel infizieren. Sie stabilisieren die Kulturpflanze und verbessern ihren Immunstatus. Der unmittelbar durch die Pflanzenwurzel beeinflusste Raum im Boden wird Rhizosphäre genannt. Auf der Wurzel siedeln sich Mikroorganismen an: die Rhizosphärengemeinschaft. Hier finden physikalische, chemische und biologische Interaktionen statt. Manche Organismen dieser Gemeinschaft brauchen sich gegenseitig, sie wachsen nicht isoliert. Auch die Pflanzen entwickelten sich im Laufe der Evolution gemeinsam mit den Mikroorganismen im Wurzelraum. „Pflanzenwurzeln geben permanent organische und anorganische Verbindungen in den umgebenden Boden ab. Sie liefern damit Nährstoffe für die Mikroorganismen und beeinflussen so die Zusammensetzung der mikrobiellen Gemeinschaft in der Rhizosphäre“, erklärt Rita Grosch. „Als Folge entsteht eine pflanzentypische Besiedlung der Wurzeloberfläche mit Mikroorganismen. Einige Arten sondern ihrerseits Stoffwechselprodukte ab, die das Wachstum der Pflanze fördern und/oder diese gegen pathogene Pilze oder Bakterien schützen.“ Im biologischen Pflanzenschutz ist man an pflanzenassoziierten Mikroorganismen mit entsprechend positiver Wirkung auf die Pflanze im besonderen Maße interessiert. Es laufen Programme zu ihrer Isolierung und Charakterisierung, um sie gezielt und umweltschonend zur Gesunderhaltung von Kulturen einzusetzen.

Mikroorganismen, die nach der Applikation die Rhizosphäre so stark besiedeln, dass sich durch metabolische Interaktion mit der Pflanze entsprechende Effekte ergeben, haben eine hohe Rhizosphärenkompetenz.

Mikroorganismen und Bodentyp

„Die Rhizosphärenforschung hat in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen, steckt aber immer noch in den Kinderschuhen“, erzählt Rita Grosch. „Das Spektrum der Faktoren, die die Rhizosphärenkompetenz beeinflussen, ist so komplex, dass die Wirkung der pflanzenassoziierten Mikroorganismen in der Praxis oft nicht befriedigend ist. In unserem Projekt haben wir daher den Bodentyp genauer unter die Lupe genommen.“ Die Arbeitsgruppe untersucht drei verschiedene Böden: Auenlehm aus dem Oderbruch, Lösslehm aus der Magdeburger Börde und Brandenburger Sandboden. Als Modellpflanzen dienen Salat und Kartoffel. Beide Kulturen werden durch den pathogenen Pilz *Rhizoctonia solani* (Abb. 1) geschädigt.



Abbildung 1: Befall von Salat mit dem Salatfäuleerreger *R. solani*

Für die Versuche mit Salat wurden die Kastenbeete (Abb. 2) in vier Gruppen eingeteilt: In der ersten Gruppe wurden die Pflanzen mit *R. solani* beimpft, in der zweiten und dritten zusätzlich mit den pflanzenassoziierten Bakterien *Pseudomonas jessenii* RU47 (Isolat der Arbeitsgruppe Prof. Dr. K. Smalla, JKI Braunschweig) und *Serratia plymuthica* 3Re4-18 (Isolat der Arbeitsgruppe Prof. Dr. Gabriele Berg, TU Graz) behandelt. Die vierte Gruppe, mit unbehandelten Salatpflanzen, diente als Kontrolle. Das Beimpfen oder Inokulieren der verschiedenen Bodentypen mit dem Pathogen *R. solani* erfolgte durch Einarbeiten infizierter Weizenkörner (Abb. 3) in den Boden bevor der Salat gepflanzt wurde. Eine Woche vor der Pflanzung in die Kastenbeete und unmittelbar danach wurden die Salatpflanzen mit Zellsuspensionen der beiden pflanzenassoziierten Bakterien angegossen. „Anschließend wird geprüft, welche Zellzahlen die Mikroorganismen an der Pflanzenwurzel während der Kultur von



Abbildung 2: Kastenbeetanlage

Salat erreichen. Dazu werden sowohl zwei als auch fünf Wochen nach der Pflanzung Salatpflanzen aus den Beeten entnommen und die Populationsdichte von *Ps. jessenii* sowie *S. plymuthica* auf den Wurzeln bestimmt.“, Rita Grosch zeigt uns verschiedene Kulturschalen (Abb. 4).

Zusätzlich zur Ermittlung der Zellzahl der applizierten Mikroorganismen auf der Pflanzenwurzel wurde die mikrobielle Gemeinschaft auf der Pflanzenwurzel unter der Leitung von Frau Prof. Dr. K. Smalla am JKI mit molekularbiologischen Methoden analysiert. Die Hochdurchsatzsequenzierung eines zuvor durch Polymerasekettenreaktion (PCR) vermehrten, in allen Mikroorganismen vorhandenen Genombereiches, lieferte wichtige Informationen über die Vielfalt der Mikroflora in der Rhizosphäre.

Wer hat welchen Einfluss?

„Die Ergebnisse zeigen, dass sowohl *Ps. jessenii* als auch *S. plymuthica* in der Lage sind, die Rhizosphäre erfolgreich und in einer ausreichenden Dichte zu besiedeln“, berichtet Rita Grosch. „Wobei die mikrobielle Gemeinschaft in der Rhizosphäre in den verschiedenen Böden unterschiedlich ist. Nach unseren Ergebnissen wird die Rhizosphärenkompetenz eines Mikroorganismus offenbar viel stärker durch den Genotyp der Pflanze bzw. die Wachstumsbedingungen

Abbildung 3: Mit *R. solani* infizierte Weizenkörner

wie Temperatur, Feuchtigkeit und Lichtstärke beeinflusst als durch den Bodentyp.“ Die antagonistische Wirksamkeit applizierter pflanzenassoziierter Mikroorganismen wird demnach nur in geringem Maße durch den Boden bestimmt.

Über den Versuchszeitraum wurden krankheitsunterdrückende Effekte der beiden pflanzenassoziierten Mikroorganismen in allen drei Bodentypen festgestellt. Bezüglich des Befalls der Salatpflanzen mit *R. solani* waren jedoch Unterschiede zwischen den Bodentypen deutlich erkennbar. Möglicherweise sind diese Unterschiede auf die antagonistische Wirkung der Bodenmikroflora zurückzuführen oder auf die bodentypabhängigen Wurzelabscheidungen. Die Wurzelabscheidungen wurden vom Projektpartner an der Universität Hohenheim analysiert. Die Forschergruppe registrierte darüber hinaus einen Zusammenhang zwischen Art und Umfang der Wurzelabscheidungen und dem Entwicklungsstadium der Pflanzen. Mit den von ihr in den Boden abgegebenen Substanzen gestaltet die Pflanze in erheblichem Maße die Zusammensetzung der mikrobiellen Gemeinschaft im Wurzelbereich. „In sonnigen Jahren ist die Wirkung der applizierten Mikroorganismen gegen Pathogene eventuell besser, als in weniger UV-reichen Jahren: mehr Sonne bedeutet mehr Photosynthese und mehr Wurzelabscheidungen, die die Rhizosphärenkompetenz

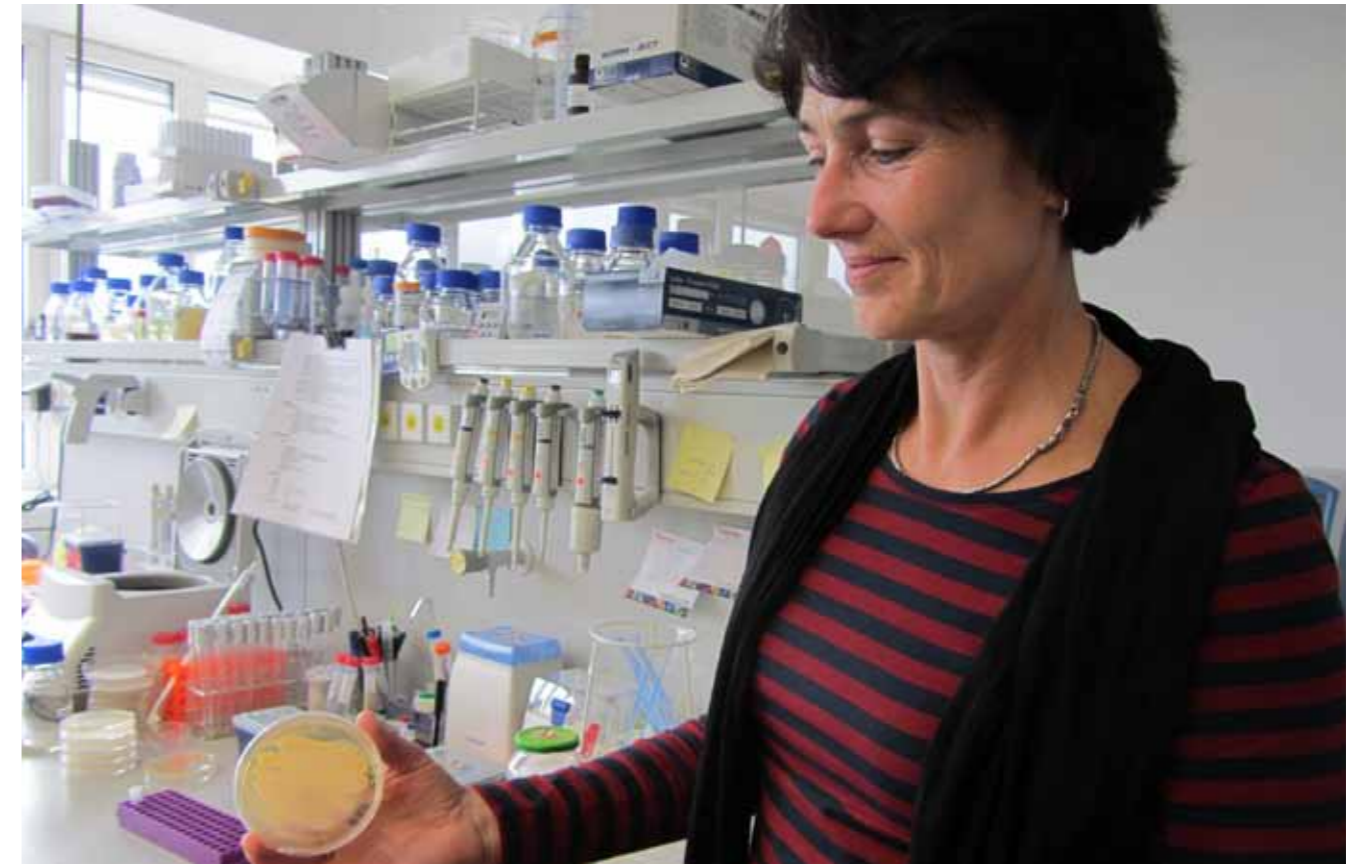


Abbildung 4: Dr. Rita Grosch mit Agarplatte

bzw. insbesondere die Aktivität positiv beeinflussen“, vermutet Rita Grosch. „Diesen Einfluss möchten wir in einem weiteren Projekt untersuchen.“

Viele Forschungsfragen für die Zukunft

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler werden die Zusammensetzung der Mikroorganismen im Zusammenhang mit ihrer Funktionalität und der Gesundheit der Pflanze weiter erforschen. Kann die Pflanze sich die „guten“ Mikroorganismen selbst anreichern?

Unterstützt werden die Ansätze durch ein erweitertes Methodenspektrum bei der molekularen Untersuchung. Mit Hilfe der Pyrosequenzierung wird die taxonomische Entschlüsselung der mikrobiellen Gemeinschaft genauer und deutlich schneller. Das wird in den nächsten Jahren zu Fortschritten bei der weiteren Erforschung der Bodenfunktionen und der Interaktionen zwischen Pflanzenwurzel und Boden führen.

„Eine gesunde Mikroflora im Boden stärkt in jedem Fall die Pflanzengesundheit und fördert das Pflanzenwachstum“, fasst Rita Grosch am Ende unseres Besuches zusammen. Das bedeutet in der Anbaupraxis, dass starke Bodenbearbeitung und –verdichtung sowie Pestizideinsatz kontraproduktiv sein können. „Der wiederholte Anbau der

gleichen Kulturart in kurzen Abständen führt zu einer Vermehrung phytopathogener Erreger im Boden. Da z. B. Pilze in Form von Dauerstrukturen zum Teil über Jahre im Boden überleben können, sollten anfällige Kulturarten mit genügend zeitlichem Abstand wieder angebaut werden.“

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



¹Dr. Rita Grosch, ²Prof. Dr. Kornelia Smalla und ²Dr. Thomas Kühne

¹Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt e.V., Großbeeren

²Julius Kühn-Institut, Institut für Epidemiologie und Pathogendiagnostik, Braunschweig



Prof. Dr. rer. nat. Christoph Tebbe

Wissenschaftlicher Direktor am Thünen-Institut für Biodiversität, apl. Professor an der Technischen Universität Braunschweig, Lehrbefugnis „Mikrobiologie“, Mitglied des Gremiums für genetisch veränderte Organismen (GMO) der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA), Herausgeber (Editor-in-Chief) der Zeitschrift *European Journal of Soil Biology*. Vertrauensperson des Thünen-Instituts für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis.

Dem Blick entzogen – Forschung an Bodenmikroorganismen

FoRep: In einem Gramm Boden tummeln sich weit mehr als 100.000 Mikroorganismen. Wie wichtig ist diese hohe biologische Vielfalt für den Boden und für die landwirtschaftliche Nutzung des Bodens?

Prof. Dr. Christoph Tebbe: Tatsächlich sind es viel mehr als 100.000 Mikroorganismen. In einem ganz normalen Ackerboden gibt es in einem Gramm Boden etwa 10 Milliarden Bakterienzellen, dazu eine Milliarde Archaeen (eine den Bakterien ähnliche Gruppe von Lebewesen) und Pilze, die in ihrer Biomasse im allgemeinen mindestens ebenso stark vertreten sind wie die Bakterien und Archaeen zusammen. Die Bakterien und auch die anderen Mikroorganismen sind dabei nicht einheitlich, sondern bestehen aus vielen tausend Arten, die, je nach Umweltbedingung und Bodeneigenschaft, in unterschiedlicher Anzahl auftreten können.

Jede Art, ob Bakterien, Archaeen oder Pilze, kann eine ganz eigene Aufgabe übernehmen. Die wichtigen biologischen Bodenfunktionen, die zum Beispiel im Abbau von Pflanzenresten und der Bildung der organischen Bodensubs-

tanz bestehen, oder auch in der Förderung des Pflanzenwachstums werden als Gemeinschaftsleistungen erbracht. Je vielfältiger diese Gemeinschaften zusammengesetzt sind, umso stabiler gegenüber Umweltveränderungen sind sie. Das Geheimnis eines fruchtbaren Bodens liegt damit auch in einer hohen mikrobiologischen Vielfalt.

FoRep: Sicher hat die Bodennutzung durch die Landwirtschaft auch Wechselwirkungen auf die Mikroorganismen. Wie reagieren Mikroorganismen auf Landnutzungsänderungen? Und welche Auswirkungen haben z. B. geänderte Fruchtfolgen auf die Welt der Bodenmikroorganismen?

Prof. Dr. Christoph Tebbe: Durch das weltweite Bevölkerungswachstum und den gleichzeitigen dramatischen Verlust von fruchtbaren Böden durch Erosion und Versalzung muss in Zukunft auf immer weniger Ackerflächen immer mehr Produktivität erzielt werden. Um die Böden schonend und nachhaltig zu bewirtschaften, ist ein tieferes Verständnis der mikrobiologischen Prozesse notwendig.

Wenn natürliche Flächen, wie z. B. Wälder, für den Ackerbau gerodet werden, hat das enorme Konsequenzen für die bodenmikrobiologische Vielfalt. In aktuellen Forschungsarbeiten ermitteln wir, welche Mikroorganismen bei solchen Veränderungen verloren gehen und welche neu hinzukommen. Dabei wollen wir den Zusammenhang zwischen mikrobieller Vielfalt und Ökosystem-Funktionen verstehen. Denn nur das, was wir kennen, können wir auch schützen.

Bei Monokulturen können sich schädliche Mikroorganismen eher durchsetzen als nützliche und so das Risiko von Pflanzenerkrankungen erhöhen. Wechselt man dagegen regelmäßig die Frucht, reichern sich über die Rhizosphäre immer wieder unterschiedliche Mikroorganismen an. Das ist schlecht für die spezialisierten Schädlinge und gut für die mikrobielle Vielfalt und Pflanzengesundheit.

FoRep: Mit welchen Methoden können Sie überhaupt die mikrobielle Vielfalt von Böden ermitteln? Welche neuen Entwicklungen haben in den letzten Jahren die Forschung in Ihrem Bereich vorangebracht?

Prof. Dr. Christoph Tebbe: Seit dem Ende der 80er Jahre wissen wir bereits, dass die klassischen mikrobiologischen Verfahren, die auf Kultivierung von Mikroorganismen im Labor basieren, für bodenmikrobiologische Untersuchungen ungeeignet sind, da sie etwa nur 0,1 Prozent der tatsächlichen Vielfalt widerspiegeln können. Man setzt stattdessen zunehmend auf die Analysen der DNA, die direkt aus Bodenproben gewonnen wird.

Dank neuer Hochdurchsatz-DNA Sequenzierungstechniken hat sich die Geschwindigkeit und Effizienz der Analysen seit dem Jahr 2000 um das 10- bis 100.000-fache erhöht. Das ist eine Revolution für uns. Konnten wir noch vor wenigen Jahren nur einige hundert Bakterien aus einer Bodenprobe innerhalb eines gesamten Forschungsprojektes ermitteln, können wir heute in einer einzelnen Analyse in wenigen Tagen bereits mehrere Millionen Gene aus Böden aufspüren. Um diese allerdings erkennen und untersuchen zu können, braucht es neue Methoden und Know-how, insbesondere aus dem Bereich der Bioinformatik. Die Integration von

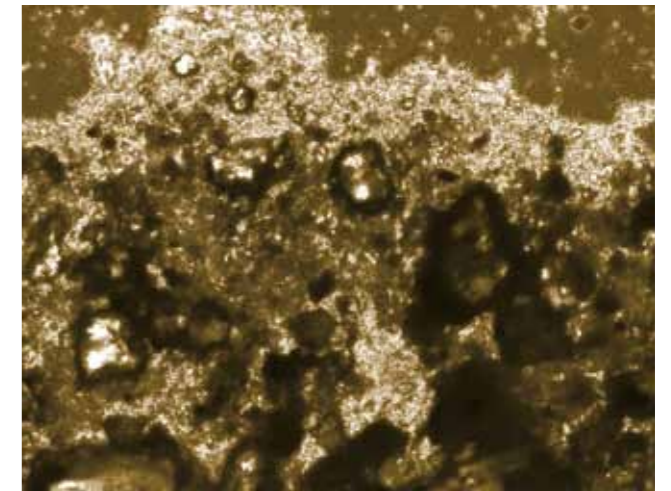


Abbildung 1: Bodenanalyse unter dem Mikroskop

Ökologie, Mikrobiologie und Bioinformatik, wie wir sie am Thünen Institut für Biodiversität vollzogen haben, ist der Schlüssel diese neuen methodischen Potenziale zu nutzen.

„Dank neuer DNA Sequenzierungstechniken hat sich die Geschwindigkeit und Effizienz der Analysen seit dem Jahr 2000 um das 10- bis 100.000-fache erhöht. Das ist eine Revolution für uns.“

FoRep: In Ihren Forschungsbereich fällt auch die Betrachtung von möglichen ökologischen Auswirkungen beim Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen. Wie gehen Sie bei der Untersuchung vor? Zeichnet sich eine Veränderung der Bodenbiologie durch den Anbau gentechnisch veränderter Pflanzen im Vergleich zu nicht-veränderten Pflanzen ab?

Prof. Dr. Christoph Tebbe: Um die Auswirkungen gentechnisch veränderter Pflanzen auf Böden zu ermitteln, untersuchen wir die Bakterienvielfalt in den Rhizosphären. Während wir noch bis vor wenigen Jahren kaum Unterschiede zwischen gentechnisch veränderten Pflanzen und deren konventionell gezüchteten Ausgangspflanzen ermitteln konnten, sehen wir heute, mit unseren neuen, hochempfindlichen Nachweisverfahren, tatsäch-



„Das Geheimnis eines fruchtbaren Bodens liegt damit auch in einer hohen mikrobiologischen Vielfalt.“

lich Unterschiede. Im Vergleich zu den Unterschieden zwischen normalen, also konventionell gezüchteten Sorten, sind diese Unterschiede jedoch kleiner. D. h. jede Pflanzensorte, egal ob gentechnisch hergestellt oder konventionell gezüchtet, hat eine charakteristische Bakteriengemeinschaft in ihrem Wurzelbereich. Auch wenn also Abweichungen natürlich sind, möchten wir jedoch für jede neue gentechnisch veränderte Pflanze besser verstehen, welche Bakterien genau durch eine

„Durch eine zu intensive landwirtschaftliche Nutzung können Böden an organischer Substanz verlieren.“

gentechnische Veränderung gefördert und welche ggf. auch gehemmt werden. Um diese Frage zu beantworten, benötigt man allerdings Freilandversuche, da die Bedingungen des Anbaus im Labor oder Gewächshaus abweichen und die Bodenbakterien vermutlich anders reagieren.

FoRep: In der klassischen Landnutzung ist die organische Düngung gute landwirtschaftliche Praxis. Aber: Was passiert im Boden mit diesem Material?

Prof. Dr. Christoph Tebbe: Durch eine zu intensive landwirtschaftliche Nutzung können Böden an organischer Substanz verlieren. Diese organische Substanz ist wichtig, da sie die Bodenstruktur stabilisiert, Nährstoffe speichert und die mikrobielle Aktivität fördert. Durch die Zugabe von organischem Dünger soll dieser Verlust ausgeglichen werden. Das funktioniert leider nur sehr schlecht, da ein großer Teil des organischen Düngers als Kohlendioxid verloren geht und letztendlich nur wenig in stabile organische Substanz umgewandelt wird. Es ist daher wichtig, die Bodenbearbeitung so durchzuführen, dass möglichst wenig des natürlichen stabilen organischen Kohlenstoffs verloren geht.

Mit dem organischen Dünger werden auch gleichzeitig große Mengen an Mikroorganismen eingetragen und diese können je nach Art, insbesondere wenn es sich um Sporenbildner handelt, wie z. B. Clostridien, über

mehrere Jahre im Boden verbleiben. In wie weit diese Mikroorganismen aktiv am Bodenleben beteiligt sind, ist nicht ganz klar und deshalb auch Gegenstand von Forschungsarbeiten.

FoRep: In den letzten Jahren war es immer wieder ein Thema ob über organische Abfälle oder auch Klärschlamm als Dünger pathogene Bakterien auf Kulturpflanzen übertragen werden können: Wie groß ist diese Gefahr aus Sicht der Bodenmikrobiologie?

Prof. Dr. Christoph Tebbe: Das Vorkommen von pathogenen wie auch Antibiotika-resistenten Bakterien in landwirtschaftlichen organischen Düngern, und wahrscheinlich mehr noch in anderen Düngern, wie z. B. Klärschlamm, ist prinzipiell möglich. Zunächst werden Bakterien, die mit dem Düngermaterial eingetragen werden, sicher stark reduziert, da sie sich nicht besonders gut gegen die natürlichen Bodenmikroorganismen durchsetzen können. Auch werden viele Bakterienzellen von den Protozoen im Boden gefressen. Trotzdem ist es vorstellbar, dass abhängig von den Bodeneigenschaften einige Bakterien vorübergehend überdauern können. Es stellt sich die Frage, ob diese Bakterien sich in bestimmten Bodenkompartmenten, wie

z. B. in der Rhizosphäre vermehren könnten. Sollte es sich um die Rhizosphäre von Kulturpflanzen, insbesondere solche, die roh verzehrt werden, handeln, könnte dies ein Problem darstellen. Auch wenn es nach meinem Wissen bisher keine konkreten Hinweise auf diese Möglichkeit gibt, ist sicher aus mikrobiologischer Sicht große Vorsicht bei der Anwendung solcher Dünger geboten.

Vielen Dank für das Gespräch!

Das Interview für den ForschungsReport führte Monique Luckas.



KLIMAPS-JKI

Eine Onlinedatenbank für Klimawandel und Landwirtschaft

Was weiß die Forschung über den Klimawandel und seine Auswirkungen auf die Landwirtschaft? Werden neue Schaderreger „einwandern“ oder vorhandene sich anders verhalten? Welche Auswirkungen hat der Klimawandel auf unsere Wälder? Werden unsere Nutztiere mit dem Klimawandel klar kommen? Mit diesen und ähnlichen Fragen setzen sich Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mehrerer Forschungsinstitute des Senats der Bundesforschungsinstitute unter der Leitung des Julius Kühn-Instituts (JKI) auseinander.

Eine zeitnahe Informationsbeschaffung ist für Forscherinnen und Forscher kein Problem. Die verschiedensten Recherchesysteme erlauben einen Zugriff auf die weltweit veröffentlichte Literatur zu vielen wissenschaftlichen Fragen. Weitere Datenbanken geben Auskunft über laufende Forschungsprojekte aller Art. Es gibt eine kaum überschaubare Fülle an Veröffentlichungen zu den eingangs aufgeworfenen Fragen. Für die Öffentlichkeit, somit auch für Landwirte, Gärtner oder Berater, ist es vergleichswei-

se schwierig, schnell und unkompliziert Antworten zum gegenwärtigen Kenntnisstand zu erhalten. Eine kontinuierliche Beschäftigung mit den zumeist auf Englisch verfassten Arbeiten verschiedener Forschungsgruppen ist sehr zeitaufwändig. Hinzu kommt, dass fachspezifische Recherchesysteme nicht jedem am Thema interessierten Nutzer zur Verfügung stehen. Widersprüchliche Aussagen und Hypothesen erschweren die richtige Einordnung der Informationen.

Die Online Datenbank KLIMAPS-JKI entsteht

Die interessierte Öffentlichkeit über die Arbeiten der Ressortforschung im Bereich „Klimawandel - Landwirtschaft“ zu informieren sowie Informationen für deutschsprachige Leser über weltweit vorhandene Erkenntnisse aufzubereiten, ist dringend notwendig. Daher entwickelten Forscherinnen und Forscher des JKI eine kostenlos und unkompliziert nutzbare Online-Datenbank. Dr. Petra Seidel, Jörg Sellmann und Dr. Udo Wittchen vom Institut für Strategien- und Folgenabschätzung des JKI entwarfen zunächst ein speziell auf den Pflanzenschutz zugeschnittenes Konzept. Der Pflan-

zenschutz bildet einen Arbeitsschwerpunkt des Institutes. Außerdem gab es noch große Wissenslücken zu den Auswirkungen des Klimawandels auf Schaderreger und den Pflanzenschutz. Schnittstellen zu anderen Bereichen der Landwirtschaft wurden vorgesehen.

Der Klimawandel wirkt jedoch global und hat Einfluss auf eine Vielzahl von Parametern. Einzelne Bereiche wie der Pflanzenschutz lassen sich somit nicht isoliert betrachten: Eine Saatzeitverfrüherung oder die Einführung von früh reifenden Sorten können Auswirkungen auf das zeitliche Zusammentreffen von Schaderregern mit für ihre Entwicklung wichtigen Phasen der Wirtspflanzenentwicklung haben. Veränderungen im ländlichen Raum, wie etwa das Verhältnis von Acker- und Grünland, die Renaturierung von Mooren, die Versteppung von Wäldern können Auswirkungen auf das örtliche Zusammentreffen von Kulturpflanze und Schaderregern sowie deren Gegenspielern haben. Dieser enormen Komplexität der durch den Klimawandel ausgelösten Veränderungen sowie deren Beeinflussung durch menschliches Handeln muss auch das von den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern entwickelte Informationssystem über den Klimawandel gerecht werden. Schwerpunkt der Datenbank ist der **Klimawandel** und **Pflanzenschutz** (KLIMAPS). Aufgrund der Komplexität der Veränderungen durch den Klimawandel wurde das Konzept auf alle Bereiche der Landwirtschaft ausgedehnt.

Experten gesucht

Auf einer gemeinsam vom Thünen-Institut und dem Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) ausgerichteten Tagung „Aktiver Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel - Beiträge der Agrar- und Forstwirtschaft“ wurde das Konzept von „KLIMAPS-JKI“ vorgestellt und weitere Experten für eine Mitarbeit gewonnen. Seit 2010 kann man unter <http://klimaps.jki.bund.de> von Experten verschiedener land-

Experten bei KLIMAPS

JKI: Dr. Antje Habekuß, Dr. Christiane Balko, Dr. Hella Kehlenbeck, Merle Sellenriek, Anne Bartelmann, Dr. Albrecht Serfling, Dr. Petra Seidel

Thünen-Institut: Prof. Hans-Joachim Weigel, Prof. Dr. Andreas Bolte, Bernhard Osterburg, Prof. Dr. Heinz Flessa

MRI: Dr. Erika Claupein

FLI: Dr. Peter Lebzien

Andere: Dr. Claus Bormuth, BMEL; Prof. Dr. Thoma Knoke, TU München; Dr. Carl Bulich, GFP Bonn; Daniela Thomae, JLU Gießen; Dr. Peter Juroszek, GAU Göttingen; Jan Kixmüller, PNN, Detlev Dölger, Hanse-Agro GmbH

wirtschaftlicher Fachbereiche aufbereitete Informationen zu den Auswirkungen des Klimawandels auf verschiedene Bereiche der Land- und Forstwirtschaft finden.

So funktioniert die Datenbank

Die Abfrage ist für den Nutzer unkompliziert: als Freitextsuche wie bei anderen Internetsuchmaschinen auch (s. Titelbild) oder mit der „erweiterten Suche“ mit Schlagwörtern einzeln oder beliebig kombiniert. In Bereichen wie Klimaänderungsfaktoren, Schadorganismen, Pflanzenschutzmaßnahmen oder Boden kann nach Informationen gesucht werden. In der Datenbank befinden sich Übersichtsartikel z. B. zu „Auswirkungen des Klimawandels auf Nutztiere“, „Klimawandel und ländlicher Raum“ oder „Mögliche Auswirkungen des Klimawandels auf Schaderreger im Forst“. Andere Artikel geben einen kurzen Abriss des Kenntnisstandes oder beschreiben Probleme: „Was kostet der Klimaschutz?“ oder „Haben die Verbraucher den Klimaschutz in der Hand?“ Die Datenbank bietet ebenfalls kurze, definitionsartige Informationen oder Informationen zu laufenden Forschungsprojekten. KLIMAPS-JKI wird ständig von den Autorinnen und Autoren überarbeitet und angepasst. Die rege Nutzung der Datenbank spiegelt das Interesse und den Informationsbedarf am Thema wider. Monatlich werden 25.000 bis 40.000 Zugriffe gezählt. Viele Online-Portale haben Links auf „KLIMAPS-JKI“ eingerichtet: z. B. Informationsnetzwerke der Landwirtschaft und des Gartenbaus, Online-Magazine von Fachzeitschriften, Portale von Ministerien, Wikipedia und andere.

Ein Wunsch zum Abschluss:

Ein Mitwirken weiterer Wissenschaftler und Fachleute aus der Praxis ist ausdrücklich erwünscht. Nach einer einmaligen Anmeldung und einer Verifikation im JKI werden interessierte Fachleute als Bearbeiter registriert und können ihre Beiträge zu Informationen aus der Forschung über einen passwortgeschützten Zugang direkt in KLIMAPS-JKI einstellen. Das rege Interesse der Leser ist nachgewiesen, somit ist die Online-Datenbank KLIMAPS-JKI eine gute Gelegenheit über eigene laufende Forschungsprojekte und erzielte Ergebnisse zu informieren.



Dr. Petra Seidel

Julius Kühn-Institut, Institut für Pflanzenschutz in Ackerbau und Grünland, Braunschweig

E-Mail: petra.seidel@jki.bund.de



Erforscht Waldökosysteme

Arthur Geßler

Netzwerke für die Zukunft

Prof. Dr. habil. Arthur Geßler leitete seit Oktober 2009 das Institut für Biogeochemie am brandenburgischen Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V. in gemeinsamer Berufung mit der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt Universität zu Berlin. Seit Anfang 2014 forscht er an der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft in der Schweiz.

Die Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) hat ein sehr breites Feld von Forschungsthemen. Biodiversität, Landschaftsentwicklung, Management von Naturgefahren, nachhaltige Ressourcennutzungen bis hin zu Waldökosystemen sind im Forschungsprofil verankert.

Ich bin hier in der Schweiz für die langfristige Waldökosystemforschung zuständig. Das heißt ich habe die wissenschaftliche Leitung des Monitorings der Schweizer Level I und II Flächen. Zusätzlich zu dem Monitoring-Programm führen wir Experimente auf unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Skalenebenen durch

und fokussieren unsere Forschung mehr und mehr auf Fragestellungen zu Global Change und den Auswirkungen auf die Funktionen von Waldökosystemen.

Wie reagiert der Wald auf Klimaänderung?

Das ist sehr unterschiedlich, allgemein ist die Resistenz und Resilienz von Wäldern gegenüber Hitze und Trockenheit hoch. Problematisch wird es vor allem, wenn Extremereignisse wie Dürreperioden wiederholt in aufeinanderfolgenden Jahren auftreten. Wald ist aber auch hier nicht gleich Wald. Wir konnten im Rahmen eines EU Projekts zeigen, dass in den meisten Wuchsregionen Europas Wälder mit diverser Artenzusammensetzung weniger empfindlich auf Dürrejahre reagieren als Monokulturen.

Welche Auswirkung hat die Schadstoffbelastung auf den Boden und die Pflanzen im Ökosystem Wald?

Bei Schadstoffen kommt es wie immer auf die Dosis und auf das System an. Stickstoffeinträge über die Atmosphäre können sich in einem gewissen Rahmen positiv auf das Wachstum und die Vitalität von Wäldern auswirken, auf der anderen Seite aber auch Nährstoffungleichgewichte hervorrufen. Sehr empfindliche – und natürlicherweise

nährstoffarme Ökosysteme – wie Hochmoore können durch N-Einträge völlig zerstört werden. Wir wissen bisher viel zu wenig über die Interaktionen verschiedener Luftschadstoffe (Ozon, Stickoxide, Ammoniak) untereinander und mit Klimaveränderungen. Da ist auf jeden Fall großer Forschungsbedarf.

Beeinflusst die Nutzung des Waldes die Nährstoffverfügbarkeit?

Früher (bis ins frühe 19. Jahrhundert) hat vor allem das Streurechen, d. h. die Entnahme von Streu und organischer Auflage aus Wäldern zum Zweck der Stalleinstreu und Düngung von Äckern einen stark negativen Einfluss auf die Nährstoffverfügbarkeit von Wäldern. Heute ist die Waldnutzung eigentlich sehr nachhaltig; intensivere Nutzung bedeutet v. a. stärkere Nährstoffumsätze. Gerade bei der von Kurzumtriebsplantagen von Gehölzen zur Energieholzgewinnung sollten die Auswirkungen unterschiedlicher Anbauformen auf den langfristigen Erhalt der Bodenqualität berücksichtigt werden.

Unser Schwerpunktthema im ForschungsReport sind Mikroorganismen und ihre Netzwerke: Wie erfolgreich bilden sie diese im Waldboden?

Wir haben gerade zusammen mit Kolleginnen und Kollegen der Uni Potsdam, der Freien Universität Berlin, der Universität Lleida (Spanien), INRA (Frankreich), dem ZALF und der WSL einen Antrag bei der EU gestellt, bei dem es um verborgene mikrobielle Netzwerke zwischen Landschaftskompartimenten geht. Diese Netzwerke verbinden unseres Erachtens nicht nur Pflanzen und Mikroorganismen, sondern auch Waldränder und Äcker, landwirtschaftlich genutzte Flächen und naturnahe Landschaftskompartimente. Das ist sehr spannend und könnte wichtig für die naturnahe nachhaltige Landwirtschaft und für die Sukzession auf Brachflächen sein.

Sie haben zuvor das Institut für Biogeochemie am ZALF geleitet. Was davon nehmen Sie mit in die Schweiz?

Ich nehme sehr viel an Erfahrung in der Leitung eines wissenschaftlichen Institutes mit; Erfahrung im Umgang mit Menschen und bei der Durchführung von Projekten unterschiedlichster Art. Und natürlich mein gesamtes wissenschaftliches Netzwerk, das ich am ZALF wie auch zuvor in Freiburg, Australien und Frankreich kontinuierlich weiter aufgebaut habe.



Abbildung 1: Verborgene mikrobielle Netzwerke im Waldboden

Als Fellow bleiben Sie dem ZALF erhalten. Wie wichtig sind solche Netzwerke in der Forschung?

Netzwerke sind das A und O und werden in Zukunft immer bedeutender. Sie geben Inspiration aber auch die Möglichkeit gemeinsame Projekte und damit die Finanzierung von Ideen und Visionen aufzubauen. Ich habe erst letzte Woche mit Graham Farquhar geredet, der ja sehr viele internationale Kontakte hat und mit dem ZALF über einen Alexander-von-Humboldt Preis verbunden ist; er meinte viele seiner wichtigsten Ideen und Inspirationen seien während seiner Aufenthalte an anderen Forschungseinrichtungen oder bei der Diskussion mit Kollegen auf internationalen Kongressen entstanden. Ich glaube nur der kontinuierliche Austausch mit anderen führt dauerhaft zu wissenschaftlicher Innovation. Darum sind Netzwerke und Kooperationen so wichtig. Wir haben neben dem oben geschilderten Projektantrag ja eine weitere gerade gestartete Kooperation: Die Alexander-von-Humboldt Stipendiatin Lucia Galiano, die am ZALF arbeitet wird von mir als ZALF-Fellow betreut und wir können in diesem Projekt direkt die Expertise vom ZALF und der WSL kombinieren.



Monique Luckas
Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung,
Müncheberg

E-Mail: monique.luckas@zalf.de



Julius Kühn-Institut, JKI

Schwarzrost an Weizen könnte in Deutschland zur Problemkrankheit werden

Im Frühsommer 2013 trat in Deutschland zum ersten Mal seit Jahrzehnten Schwarzrost bei Weizen auf. Das Julius Kühn-Institut (JKI) sammelte daraufhin Proben. Gemeinsam mit Partnern vom United States Department of Agriculture in Minnesota und der dänischen Aarhus-Universität konnten die beteiligten Pilzrassen identifiziert werden. Demnach waren hauptsächlich zwei Rassen für die Epidemie in Deutschland verantwortlich. Die gefährdete Rasse Ug99 war nicht dabei. Diese Ergebnisse stellte Dr. Kerstin Flath vom JKI erstmals bei der Jahrestagung der Borlaug Global Rust Initiative (BGRI) vor (<http://borlaug100.org/>). Die Tagung fand vom 25. bis 28. März 2014 in Mexiko statt und ist die Plattform für Forscher, die sich mit Rosterkrankungen an Weizen – Braunrost, Gelbrost und Schwarzrost – befassen. Der Krankheitsausbruch in Deutschland hatte zur Einladung der JKI-Wissenschaftlerin geführt.

„Ursachen für den Ausbruch in Deutschland waren die hohen Temperaturen im Juni 2013 sowie die ungewöhnlich späte Entwicklung des Winterweizens aufgrund des kühlen Frühjahrs“, sagt Dr. Flath. 90 Weizenproben mit Schwarzrost hatten Pflanzenzüchter und Pflanzenschutzämter u. a. aus Niedersachsen, Brandenburg, Sachsen und Sachsen-Anhalt eingeschickt. Trotz der aufwändigen Bestimmung der Pilzrassen ist der größte Teil der Proben inzwischen untersucht worden. Demnach sind die weltweit gefürchtete Rasse Ug99 und ihre Abkömmlinge nicht am Ausbruch in Deutschland beteiligt. Allerdings sind auch die festgestellten Rassen hochvirulent, d. h. sie konnten eine Vielzahl von vormals resistenten Weizensorten befallen. „Von den 15 meist angebauten deutschen Weizensorten hatten nur zwei in unseren Blatttests den Erregern etwas entgegen zu setzen“, berichtet Dr. Flath. Sollten die

diesjährigen Feldversuche die Labortests bestätigen, stehen die deutschen Landwirte vor neuen Herausforderungen.

„Alles deutet darauf hin, dass Schwarzrost-Epidemien in Deutschland aufgrund höherer Frühsommertemperaturen in Zukunft häufiger auftreten, auch weil die Sporen, die mit dem Wind nach Europa getragen werden, die milden Winter vermutlich überleben können“, so Dr. Kerstin Flath. Die Erreger, die erst nach der letzten Pflanzenschutzmittelgabe einfliegen, entziehen sich der regulären Fungizidbehandlung. „Neue resistente Sorten wären deshalb ein guter Ansatz, die Schwarzrostpilze zu bekämpfen“, so das Fazit der JKI-Wissenschaftlerin. Dafür müssten Resistenzgene aus internationalen Sortimenten, die noch wirksam gegen die festgestellten Haupttrassen sind, in deutsche Weizensorten eingekreuzt werden. Diese Herangehensweise deckt sich auch mit den Arbeiten der JKI-Züchtungsforschung, deren Ziel es ist, neue wirksame Resistenzgene zu identifizieren und sie über molekulare Marker den Züchtungsunternehmen zugänglich zu machen.



Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Transformationsökonomien, IAMO

Eine politische Agenda für die Entwicklung der kasachischen Landwirtschaft

Kasachstan gilt zunehmend als Schlüsselakteur auf den Weltagarmärkten. Das Land verfügt über hohe Exportpotenziale im Getreidesektor (Weizen) sowie im Rindfleisch- und Milchsektor. Der IAMO Policy Brief 15, der Datenerhebungen auf Unternehmerebene auswertet, gibt neue Einblicke in die Hemmnisse, die die wirtschaftliche Entwicklung Kasachstans beeinträchtigen und bewertet die Regierungsstrategie zur Entwicklung des Agrarsektors. Die Autoren empfehlen den politischen Entscheidungsträgern Maßnahmen zu ergreifen, die das lokale institutionelle Umfeld der Agrarunternehmen verbessern, anstatt lediglich den Zugang zu Kapitalquellen zu subventionieren.

Unter den Nachfolgestaaten der Sowjetunion gilt Kasachstan inzwischen als wirtschaftliches Erfolgsmodell. Während die Entwicklung zum größten Teil durch die Öl- und Gasvorkommen des Landes vorangetrieben wird, gehört das Land inzwischen auch zu den weltweit zehn größten Exporteuren von Weizen und Mehl. Internationale Beobachter bewerten die kasachische Agrarwirtschaft als ein interessantes Investitionsobjekt, attraktiv aufgrund der beträchtlichen Ressourcen an Agrarflächen, der positiven Nachfrageaussichten in den Nachbarstaaten, einer wachsenden Konsumnachfrage im Land und einer relativ liberalen Handelspolitik.

Momentan ist die Subventionierung von Kapital die wesentliche Maßnahme der kasachischen Regierung, um Investitionen in Agrarunternehmen anzukurbeln. Aber die Landwirte nehmen nur zögerlich Kredite auf. „Die Investitionszurückhaltung ist auch auf fehlende Managementfähigkeiten zurückzuführen“, erläutert Agrarökonom Martin Petrick, einer der Autoren der Studie. Den Getreideproduzenten im Hauptanbaubereich des Landes fehlt es an verfügbarem Pachtland. Die Marktmacht der Getreidehandelshäuser ist ein weiteres Problem, genauso wie die Unwägbarkeiten des Transports über weite Entfernungen bei unterentwickelter Verkehrsinfrastruktur und die Interventionen der staatlichen Food Contract Corporation (FCC). Der Rindfleisch- und Milchsektor leidet unter der zersplitterten Produktionsstruktur. Produzenten haben hier massive Probleme das ganze Jahr über Futtermittel bereit zu halten. Zerklüftete Wertschöpfungsketten in beiden Bereichen verhindern, dass kleinere Unternehmen sich in hochwertige Verarbeitungs- und Absatzmärkte integrieren.

Die Autoren empfehlen der kasachischen Regierung den Modernisierungsprozess der Agrarwirtschaft zu koordinieren und anzuleiten. „Unsere Einschätzung ist, erfolgreiche Agrarunternehmer benötigen mehr oder sogar etwas ganz anderes als günstigen Zugang zu Betriebsmitteln und Kapital, nämlich wirksame institutionelle Regelungen und Strukturen auf lokaler Ebene“, führt Petrick aus. Dies betrifft beispielsweise die Verbesserung des Know-hows des einzelnen Landwirts, die Liberalisierung des Bodenmarktes und die Vergrößerung privater Lagerkapazitäten. Kommunen sollten eine unterstützende Rolle bei der nachhaltigen Verwaltung des öffentlichen Weidelandes übernehmen. Ebenso bedarf es strengerer Standards für die Qualität und Sicherheit von Lebensmitteln.



Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, BLE

Nationales Fachprogramm zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung der genetischen Ressourcen von Mikroorganismen und Invertebraten in Ernährung und Landwirtschaft

Derzeit wird im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) ein nationales Fachprogramm zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung von Mikroorganismen und Invertebraten in der Ernährung und der Landwirtschaft erarbeitet. Die Koordination der Arbeiten liegt beim Informations- und Koordinationszentrum für Biologische Vielfalt der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung.

Mikroorganismen und Invertebraten werden in dem Übereinkommen über die biologische Vielfalt (Convention on Biological Diversity, CBD) als Teil der Biodiversität berücksichtigt und sind in diesem Rahmen zu erhalten und nachhaltig zu nutzen. Insbesondere die Sektoren Ernährung, Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft nutzen Mikroorganismen und Invertebraten in vielfältiger Form in der Produktion. Mikroorganismen und Invertebraten sind auch an vielen wichtigen Prozessen in den Produktionssystemen beteiligt und liefern dort sogenannte Ökosystemleistungen, wie z. B. die Bildung einer nährstoffreichen Humusschicht durch Zerkleinerung organischen Materials und die Bildung der Bodenstruktur als wichtige Voraussetzung für gesundes Pflanzenwachstum.

Das Fachprogramm basiert auf Grundlage der Sektorstrategie Agrobiodiversität des BMEL. Neben der nationalen Ebene orientiert sich das Fachprogramm auch an den internationalen

Prozessen der „Food and Agriculture Organization (FAO)“, die sich seit einigen Jahren verstärkt mit den Mikroorganismen und Invertebraten befasst und deren Bedeutung in den Agrar-Ökosystemen und damit für die Ernährungssicherung und nachhaltige Landwirtschaft erkannt hat.

Das Fachprogramm soll folgende Bereiche landwirtschaftlichen Handelns umfassen, in denen die nachhaltige Nutzung von Mikroorganismen und Invertebraten eine fundamentale Rolle spielen: Bestäuber, menschliche Ernährung, Boden, Nachwachsende Rohstoffe, Gesunderhaltung von Pflanzen, Pflanzenzüchtung, Tierernährung und Tiergesundheit.

Die verstärkten Bemühungen zur Erfassung genetischer Ressourcen unterstützen dabei, relevante Arten wie auch die innerartliche Variation und ihre ökologischen Funktionen zu bestimmen, zu evaluieren und zu dokumentieren sowie für eine umfassende Nutzung zu erhalten und verfügbar zu machen.

Ziel des Fachprogramms ist es, in den einzelnen Bereichen Handlungserfordernisse für eine Erhaltung und nachhaltige Nutzung zu erkennen und diese Lücken zu schließen. Dazu wird in Fachgesprächen mit den relevanten Akteuren der jeweilige Bedarf festgestellt und daraus resultierend erforderliche Maßnahmen formuliert. Das Fachprogramm wird voraussichtlich 2015 erscheinen.



Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung, ZALF

Wohin laufen Fuchs und Hase

Forscher des Leibniz-Zentrums für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V. und der Universität Potsdam studieren die Bewegungen von Wildtieren in agrarwirtschaftlich genutzten Landschaften mittels GPS-Besenderung. Sie versprechen sich mithilfe der Daten Aufschluss über die Bewegungs- und Verhaltensökologie von Wildtieren am Beispiel von Feldhase und Fuchs.

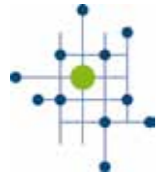
Insgesamt fünfzig Feldhasen und zehn Füchse werden in den Jahren 2014 und 2015 in der Uckermark (Brandenburg) und im Landkreis Freisingen (Bayern) besendet. Die Daten sollen Auskunft geben, wie sich das Verhalten von Wildtieren in der Kulturlandschaft im Laufe des Jahres im Wechsel der agrarischen Nutzung der Landschaften verändert von der Winterbrache über das Wachstum und Bewirtschaftung im Frühjahr bis hin zu Ernte und Umbruch des Bodens im Spätsommer und Herbst.

Anlass der großangelegten Forschungsaktion im Rahmen der Agrarlandschafts-Labore ist die seit Jahrzehnten rückläufige Anzahl von Feldhasen in Deutschland. Die Forscher vermuten als Hauptursachen für den Populationsrückgang das vermehrte Vorkommen von Raubtieren, die intensive Landnutzung und das Auftreten von Krankheiten. Aber auch abiotische Faktoren, wie lange anhaltendes nass-kaltes Wetter könnten für den Rückgang verantwortlich sein. Füchse sind auf der einen Seite Schädlinge, Krankheitsüberträger und eine Gefahr für seltene Bodenbrüter. Auf der anderen Seite sind sie wichtige Aasfresser und natürliche Schädlingsbekämpfer in den Feldern, da sie sich hauptsächlich von Kleinnagern ernähren.

Die Forscher gehen folgenden Fragen nach: Wie beeinflusst der Wandel des Nahrungsangebotes (wechselnde Feldfrüchte) das Bewegungsverhalten von Feldhasen und Füchsen? Wie reagieren Feldhasen und Füchse auf die Anwesenheit von Raubtieren (besonders Kolkrabe, Fuchs, Dachs) und Nagetieren? Wie beeinflusst die Landschaftsstruktur die Bewegungen und das Verhalten von Feldhasen? Wie verbreiten die Wildtiere Samen von Pflanzen in der Landschaft? Können sie die Artenvielfalt der Pflanzen beeinflussen?

Das Gesamtprojekt der Agricultural LandScape Laboratories (AgroScapelabs) oder Agrarlandschafts-Labore (www.scapelabs.org) besteht aus vielen Teilprojekten, die zusammen einen großen landwirtschaftlichen und biologischen Forschungsbereich bilden. Ihr Ziel ist es, Zusammenhänge von Biodiversität, Landnutzung und Ökosystemfunktionen zu beleuchten. In den AgroScapelabs arbeiten folgende Forschungseinrichtungen zusammen: ZALF, Universität Potsdam, Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung (IZW) Berlin, Charité Berlin, Tierärztliche Hochschule Hannover (TIHo), TU München, TU Braunschweig, Freie Universität Berlin.

Der Senat



Der **Senat der Bundesforschungsinstitute des BMEL** koordiniert die einrichtungsübergreifenden wissenschaftlichen Aktivitäten im Forschungsbereich des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). Ihm gehören vier Bundesforschungsinstitute, das Bundesinstitut für Risikobewertung sowie sechs Forschungseinrichtungen der Leibniz-Gemeinschaft an (www.bmel-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, 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, 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, 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, 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, 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, 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, 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, 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, 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, Tel.: 038208/68-5).

Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Transformationsökonomien (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, Tel.: 0345/2928-0)

Das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), Berlin/Bonn

Das BMEL unterhält diesen Forschungsbereich. Es werden wissenschaftliche Grundlagen als Entscheidungshilfen für die Ernährung und Landwirtschaft der Bundesregierung erarbeitet und damit die Erkenntnisse zum Nutzen des Gemeinwohls erweitert (www.bmel.de, Tel.: 0228/99529-0).



Impressum

ForschungsReport

Ernährung – Landwirtschaft – Verbraucherschutz
FoRep 1/2014 (Heft 49)

Herausgeber und Redaktionsanschrift:

Senat der Bundesforschungsinstitute des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft
Königin-Luise-Straße 19
14195 Berlin
Tel.: 030/8304-2605
Fax: 030/8304-2601
E-Mail: senat-bundesforschung@jki.bund.de
Internet: www.bmel-forschung.de, 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

Druck:

Steffen Druck GmbH
www.steffendruck.de



Bildnachweise:

Sofern nicht anders angegeben, liegen die Rechte bei den Autoren, den Forschungseinrichtungen oder bei der neoplas GmbH.
Titelbild/Cover: Dohrmann/Tebbe, Thünen-Institut für Biodiversität
shutterstock.com: S. 3, Themenbild, oben; S. 24; S. 31; S. 36, rechts; S. 44, rechts; S. 47; S. 48, mitte; S. 49, mitte
agrarfoto.com: S. 16, links; S. 32, links; S. 42, beide
[Dr. Jochen Reetz](http://Dr.JochenReetz): S. 21, Abb. 1 und 2
H.Kampen: S. 26, Abb. 2
[Johannes Jansen GmbH & Co KG](http://JohannesJansenGmbH&CoKG): S. 14, Abb. 4
[Swiss Frones Operating AG](http://SwissFronesOperatingAG): S. 15, Abb. 5
[Jessica Wahl](http://JessicaWahl): S. 46

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

