

FORSCHUNGS Report

Ernährung | Landwirtschaft | Verbraucherschutz



Perspektiven für die Nutztierhaltung

**Regenwurm & Co. als
Helfer in der Landwirtschaft**



**Schaffleisch – zu
Unrecht verschmäht**



**Nachhaltige
Tierernährung**





Guten Tag!

Nach ihren Vorstellungen befragt, wünschen sich Verbraucherinnen und Verbraucher meist, dass Tiere, die wir nutzen, artgerecht gehalten werden. Allerdings sind wissenschaftlich die Kriterien für eine artgerechte Haltung bisher nicht eindeutig definiert. An der Theke greifen Verbraucherinnen und Verbraucher überwiegend nach der preisgünstigsten Packung. Lebensmittel tierischer Herkunft sollen qualitativ hochwertig, sicher und möglichst billig sein. Diesem schwierigen Anforderungsprofil versucht die Ernährungswirtschaft einerseits durch zunehmende Standardisierung und Intensivierung ihrer Produktionssysteme zu entsprechen. Andererseits bemüht sich die Politik, sowohl national als auch auf EU-Ebene, den Wünschen nach Umwelt- und Tierschutz durch eine Vielzahl gesetzlicher Vorgaben und Auflagen zu entsprechen. Dies wird von der Öffentlichkeit jedoch nur teilweise wahrgenommen und als ausreichend gewürdigt.

Forschung über den Tellerrand

Die Kritik aus der Gesellschaft an der Nutztierhaltung richtet sich auch an die Agrar- und Ernährungsforschung. Diese ist maßgeblich an der Entwicklung neuer Produktionsverfahren beteiligt, orientiert sich wie die Wirtschaft bislang vor allem an naturwissenschaftlichen Erkenntnissen, ökonomischen Erwägungen und technologischen Möglichkeiten.

Doch die Wissenschaft hat das Problem erkannt und arbeitet intensiv an neuen Ansätzen. Eine Erkenntnis ist, dass die vorhandenen Probleme der Tierhaltung nicht durch Einzelprojekte isolierter Forschergruppen gelöst werden können. Mit dem Ziel, die Nutztierhaltung und die Qualität des Lebensmittels Fleisch mit allen Aspekten im Blick zu behalten und gezielt anstehende

Probleme zu lösen, haben sich die deutschen Agrar- und Ernährungswissenschaften zu einem Bündnis, der Deutschen Agrarforschungsallianz (DAFA), zusammengeschlossen. Mit einem umfassenden Ansatz möchte die DAFA die beschriebenen Herausforderungen aufgreifen, die bestehenden Forschungsansätze besser verknüpfen und mit zukünftiger Forschung zu einer klaren Strategie verbinden. Denn es gibt schon jetzt eine große Anzahl hochinteressanter und gesellschaftlich äußerst relevanter Forschungsprojekte, die auf das Wohl der Verbraucher ausgerichtet sind und gleichzeitig das Wohl der Nutztiere im Blick haben – wie sie nicht zuletzt in diesem Heft vorgestellt werden.

Eine intelligente, innovative Technisierung der Tierhaltung unterstützt die tiergerechte Haltung auch in großen Beständen: Tierreaktionen werden als Stellgröße zur Steuerung des Stalles benutzt, euterviertel-individuelle Melksysteme fördern die Gesundheit der Milchkühe, moderne Abluftsysteme sorgen für weniger Emissionen. Hier gibt die Forschung Impulse, liefert wissenschaftliche Daten und Beratung.

Die Verbraucher verbinden die Tiergesundheit mit der eigenen Gesundheit. Der Antibiotikaeinsatz in der Tierhaltung muss verringert werden, um die Ausbreitung resistenter Keime zu begrenzen. Durch die Charakterisierung von Erregern und Risikobewertungen tragen Forscherinnen und Forscher dazu bei.

Ein viel diskutierter Aspekt der heutigen Tierhaltung ist die Fütterung mit pflanzlichen Proteinen. Rund 70 Prozent des Bedarfs in der Europäischen Union wird importiert, vor allem Soja aus Argentinien, Brasilien oder den USA. Heimische Alternativen zu bieten, ist eine Herausforderung, der sich die Züchtungsforscher stellen. Auch hier gibt es viel zu tun.

Prof. Dr. Gerhard Reckemmer

Präsident des Senats der Bundesforschungsinstitute



S. 4



S. 11



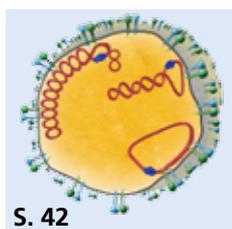
S. 16



S. 24



S. 32



S. 42

■ Berichte aus der Forschung ■

Antibiotikaeinsatz und Verbraucherschutz	4
Lebensmittel tierischer Herkunft ressourceneffizient erzeugen	8
Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Tierernährung <i>Züchtungsforschung kann heimische Leguminosen für die Tierernährung attraktiver machen</i>	11
Abluftreinigung – ein Weg zu einer emissionsarmen Tierhaltung	16
Vier Viertel sind mehr als ein Ganzes <i>Viertelindividuelle Melktechnik – wie Milchkühe, Melker und Landwirte von den neuen Möglichkeiten profitieren</i>	20
Puten tiergerechter halten <i>Was Ställe mit Außenklimabereich für das Tierverhalten und die Tiergesundheit bringen</i>	24
Schafffleisch – zu Unrecht verschmäht <i>Verwertungsmöglichkeiten für ein Nischenprodukt</i>	28
Regenwurm & Co. – unverzichtbare Helfer in der Landwirtschaft <i>Mit angepasster Bodenbearbeitung die biologische Vielfalt in Ackerböden erhalten und nutzen</i>	32
Der Blick auf die Inhalte von Lebens- und Futtermitteln wird schärfer <i>Verbesserte Rückverfolgbarkeit schafft gute Aussichten für Allergiker</i>	36

■ Im Gespräch ■

„Die Größe der Bestände spielt für die Tiergerechtigkeit keine Rolle“	39
---	----

■ Portrait ■

Friedrich-Loeffler-Institut Das Schmallenberg-Virus	42
--	----

■ Forschung „live“ ■

Euterinfektionen – Der vielfältige Kampf zwischen Eindringling und Verteidiger <i>Ein Besuch im Leibniz-Institut für Nutztierbiologie</i>	45
--	----

■ Impressum ■	48
---------------	----

■ Schlaglichter ■	49
-------------------	----

■ Der Forschungsbereich ■	51
---------------------------	----

Antibiotikaeinsatz und Verbraucher- schutz

Annemarie Käsbohrer, Bernd-Alois Tenhagen, Andreas Schroeter, Beatriz Guerra, Katja Alt, Birgit Lassok, Alexandra Fetsch und Bernd Appel (Berlin)

Durch die Zunahme resistenter Bakterien wird es immer schwieriger, bestimmte menschliche Infektionskrankheiten zu therapieren. Als bedeutende Quelle für den Eintrag resistenter Mikroorganismen gilt die Tierhaltung. Hieraus wird die Forderung abgeleitet, den Einsatz von antibiotisch wirksamen Arzneimitteln in der Tierhaltung zu senken. Das soll den Selektionsdruck auf die Bakterienpopulationen und somit die Ausbreitung resistenter und multiresistenter Keime vermindern. Gleichzeitig aber muss die Tiergesundheit aufrechterhalten werden. In diesem Spannungsfeld ist das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) aktiv, unter anderem durch Monitoringprogramme, die Charakterisierung von Erregern, eine Risikobewertung mit Ableitung von Handlungsoptionen sowie durch die Initiierung und Beteiligung an Forschungsprojekten. Einige aktuelle Ergebnisse werden nachfolgend beschrieben.

Monitoring

Monitoringprogramme sind unerlässlich, um die Dimension des Problems – also des Antibiotikaeinsatzes und die sich daraus ergebende Resistenzentwicklung – systematisch zu erfassen und die Veränderungen über die Zeit messen zu können. Der Problembereich 'Antibiotikaresistenz' muss den verschiedenen Zielgruppen (Landwirte, landwirtschaftliche Berater, Tierärzte, Humanmediziner, Verbraucher u.a.) jeweils spezifisch erläutert werden. Aktuell stehen insbesondere Methicillin-resistente Bakterien der Art *Staphylococcus aureus* (MRSA) und sogenannte „Extended Spectrum Beta-Lactamase“-bildende Bakterien (ESBL) im Fokus.

Um die Resistenzproblematik bewerten zu können ist es unentbehrlich, kontinuierlich Daten zum

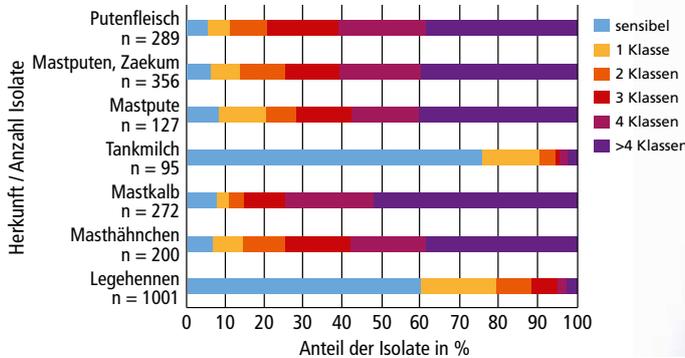
Einsatz von Antibiotika wie auch zur Resistenzsituation zu erheben. Gleichzeitig gilt es, Isolate zu gewinnen, um die Charakteristika der Erreger zu untersuchen und deren Veränderungspotenzial mit der Zeit erfassen zu können.

Monitoring des Antibiotikaeinsatzes

Bisher wurden in Deutschland lediglich die Abgabemengen von Antibiotika erhoben, also die Mengen, die von der Pharmaindustrie an Tierärzte abgegeben wurden. Daten über den Antibiotikaverbrauch bei den einzelnen Tierarten fehlten dagegen. In dem Projekt „Vet-CAB“ (www.vetcab.de), das vom BfR in Auftrag gegeben wurde und von der Tierärztlichen Hochschule in Zusammenarbeit mit der Universität Leipzig durchgeführt wird, wurde 2011 begonnen, die Verbrauchsmengen nach wissenschaftlichen Kriterien bei allen wichtigen Lebensmittel liefernden Tiergruppen repräsentativ zu erfassen. Die Daten sollen genutzt werden, um den Einsatz von Antibiotika bei den einzelnen Tierarten und Produktionsrichtungen detailliert beschreiben und bewerten zu können. Ergänzend müssen Konzepte erarbeitet und abgestimmt werden, wie für die spezifischen Belange der verschiedenen Aufgabenbereiche (z.B. Landwirtschaft, Tier-



Abb. 1: Resistenz bei *E. coli*. Anzahl der Substanzklassen, gegen welche die Isolate mikrobiologisch resistent waren. Ergebnisse aus dem Zoonosen-Monitoring 2010.



ärzteschaft, Wissenschaft und Überwachung) eine kontinuierliche Verbrauchsmengen-Erfassung, Auswertung und Bewertung etabliert werden kann. Ziel ist, die valide Datenbasis für eine Antibiotika-Minimierungsstrategie zu schaffen.

Monitoring der Resistenzsituation

Koordiniert vom Nationalen Referenzlabor für Antibiotikaresistenz (NRL-AR) am BfR wird in Deutschland alljährlich ein Resistenzmonitoring durchgeführt, das die Resistenzsituation bei Zoonoseerregern und Kommensalen beobachtet und bewertet (Zoonoseerreger = Erreger von Krankheiten, die vom Tier auf den Menschen oder umgekehrt übertragbar sind. Kommensalen = eigentlich harmlose Darmbewohner). Die Ergebnisse des Resistenzmonitorings 2010 bestätigen das häufige Vorkommen antibiotikaresistenter Bakterien entlang der Lebensmittelkette (Abb. 1). Insbesondere Proben von Puten und Putenfleisch – der Schwerpunkt des Jahres 2010 – waren mit Salmonellen, *Campylobacter*, kommensalen *E. coli* und Methicillin-resistenten *Staphylococcus aureus* (MRSA) belastet, die häufig multi-resistent gegen Antibiotika waren. Die Ergebnisse zeigen auch, dass die Keime aus der Tierhaltung während des Schlachtprozesses und der Weiterverarbeitung auf das Fleisch übertragen werden.

Als besonders problematisch zu werten ist der im Vergleich zum Vorjahr beobachtete Anstieg der Resistenzraten gegenüber Cephalosporinen der 3. Generation bei *E. coli* bzw. Salmonellen bei Legehennen-, Masthähnchen- und Mastkälberbeständen sowie Putenfleisch. Cephalosporine der 3. und 4. Generation sind von besonderer Bedeutung für die Therapie von schweren Erkrankungen des Menschen wie Harnwegs-, Wund- und Atemwegsinfektionen, da häufig andere Wirkstoffe nicht helfen. Sie werden daher von der WHO als ‚critically important antimicrobials (CIA)‘ eingestuft.

Die Resistenzraten gegen Fluorchinolone blieben bei Salmonellen, *E. coli* und *Campylobacter* von Masthähnchen, aus Hähnchenfleisch und Putenfleisch unverändert hoch. Auch bei den Fluorchinolonen handelt es sich um CIA, die beispielsweise zur Therapie einer Salmonellose eingesetzt werden. Abbildung 2 zeigt exemplarisch die Situation für *Salmonella* spp. und *E. coli* im Jahr 2010. Bei MRSA von Puten entlang der Lebensmittelkette fiel ebenfalls eine hohe Resistenzrate gegen Fluorchinolone (Ciprofloxacin) auf.

Risikobewertung

Eine Risikobewertung von lebensmittelbedingten Antibiotikaresistenzen nach dem Codex Alimentarius strebt an, die Ereignisketten zu identifizieren und zu bewerten. Sie beschreibt, wie häufig und stark die Exposition von Verbrauchern über Lebensmittel oder andere Infektionswege ist. Hierauf aufbauend wird das Ausmaß und die Schwere der negativen Auswirkungen für die menschliche Gesundheit (adverse health effects) geschätzt.

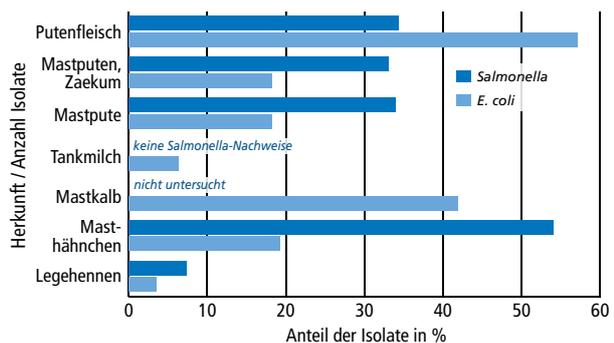
Gezielte Forschungsaktivitäten sind hierbei erforderlich, um die methodische Basis für das Monitoring zu erweitern, neue Zusammenhänge aufzuzeigen und Möglichkeiten zu finden, die Entstehung von Resistenzen und ihre Verbreitung zu begrenzen. Die Ergebnisse der Forschungsaktivitäten fließen in die Risikobewertung ein und schaffen die Voraussetzung für die Ableitung von geeigneten Managementmaßnahmen.

Aktuelle Beispiele hierfür sind die Risikobewertungen der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit zu MRSA und ESBLs sowie die vorläufige Bewertung des BfR zu ESBLs.

Verbreitung und Bedeutung von ESBLs

Um die Verbreitung der ESBLs („Extended Spectrum Beta-Lactamase“-bildende Bakterien) einschätzen zu können, werden im

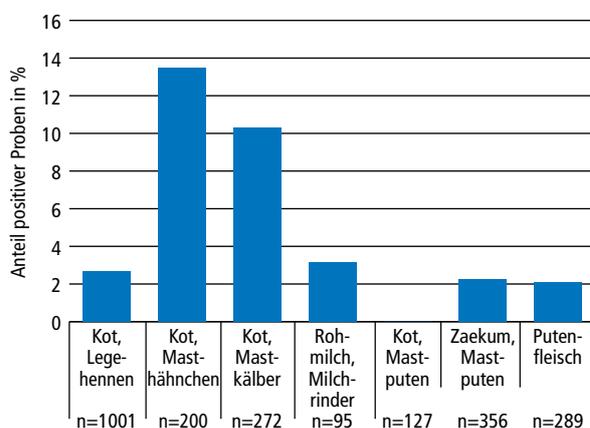
Abb. 2: Resistenz bei *Salmonella* und *E. coli*. Anteil der Isolate mit Resistenzen gegen Fluorchinolone. Ergebnisse aus dem Zoonosen-Monitoring 2010.



Rahmen des nationalen Zoonosen-Monitorings *Salmonella*- und *E. coli*-Isolate auf Resistenzen gegen Cephalosporine der 3. Generation geprüft. ESBL-verdächtige Isolate von *E. coli* fanden sich in Beständen von Geflügel, Mastkälbern und Milchkühen in einer Höhe von 0–13,5% (Tab. 1). In Rohfleischproben aus dem Einzelhandel konnten ESBL-verdächtige Isolate mit folgenden Prävalenzen nachgewiesen werden: Schwein (2009: 2,2%), Kalb (2009: 0%), Hähnchen (2009: 6,2%) und Pute (2009: 1,0%, 2010: 2,1%). Abbildung 3 zeigt exemplarisch das Vorkommen von ESBL-verdächtigen Isolaten von *E. coli* im Jahr 2010.

In dem vom BMBF geförderten Forschungsprojekt ‚RESET‘ (www.reset-verbund.de) werden derzeit vertiefende Studien mit sehr sensitiven Methoden zur Verbreitung von ESBLs bei Rindern, Schweinen und Masthähnchen durchgeführt. In den meisten bisher von den Projektpartnern Tierärztliche Hochschule Hannover und Freie Universität Berlin untersuchten Beständen wurden ESBL-verdächtige *E. coli* isoliert. ESBL-verdächtige Enterobakterien konnten regelmäßig im Stall (Masthähnchen, Mastschweine) sowie auf dem Boden der Stallumgebung und der Gülle nachgewiesen werden. Am BfR konnte der ESBL-Verdacht durch die weiterführende Charakterisierung mit molekularbiologischen Methoden von *E. coli*-Isolaten mit einer Cefotaxim-Resistenz (Wachstum bei $\geq 1 \mu\text{g/ml}$ Cefotaxim) bestätigt werden. Zusammenfassend zeigen die bisherigen Ergebnisse, dass mehrere Beta-Laktamase-Varianten (und die kodierenden Gene), die auch beim Menschen vorkommen können, in *E. coli*-Isolaten von Rind, Schwein und Geflügel in Deutschland verbreitet sind. Das Vorkommen von ESBL-bildenden Bakterien ist aus zwei Gründen bedeutsam. Die resistenten Bakterien können über Lebensmittel (Fleisch) zum Verbraucher gelangen. Da es sich dabei zum Teil um pathogene Bakterien handelt (z.B. Salmonellen), besteht die Möglichkeit der Übertragung auf den Menschen. Dies stellt ein erhebliches Problem für den gesundheitlichen Verbraucherschutz dar. Zudem können Bakterien, die per se für den Menschen nicht pathogen sind, diese Gene durch horizontalen Gentransfer auf andere, humanpathogene Bakterien übertragen. In welchem Ausmaß dies zur Problematik von Infektionen mit ESBL-produzierenden Bakterien in

Abb. 3: Anteil ESBL-verdächtige *E. coli*-Isolate (MHK Cefotaxim $\geq 1\mu\text{g/ml}$). Ergebnisse aus dem Zoonosen-Monitoring 2010.



Tab. 1: Anteil ESBL-verdächtiger *E. coli*-Isolate und MRSA (Methicillin-resistente *S. aureus*) aus Beständen verschiedener Tiergruppen, erhoben im Rahmen des nationalen Zoonosen-Monitorings 2009 bzw. 2010.

Tiergruppe	Probenahme	Jahr	Anteil ESBL-verdächtiger <i>E. coli</i> -Isolate	Anteil MRSA
Legehennen	Primärproduktion	2009	1,3%	1,4%
	Primärproduktion	2010	2,8%	
Masthähnchen	Primärproduktion	2009	5,9%	0,7%
	Primärproduktion	2010	13,5%	
Mastputen	Primärproduktion	2010	0%	19,6%
	Schlachthof	2010	2,2%	65,5%
Mastkälber	Primärproduktion	2010	10,3%	19,6%
	Schlachthof	2009	3,0%	35,1%
Milchkühe	Primärproduktion	2009	0%	4,1%
	Primärproduktion	2010	3,2%	4,7%

der Humanmedizin beiträgt, kann derzeit nicht quantifiziert werden. Dass diese Übertragung stattfindet, gilt aber als gesichert.

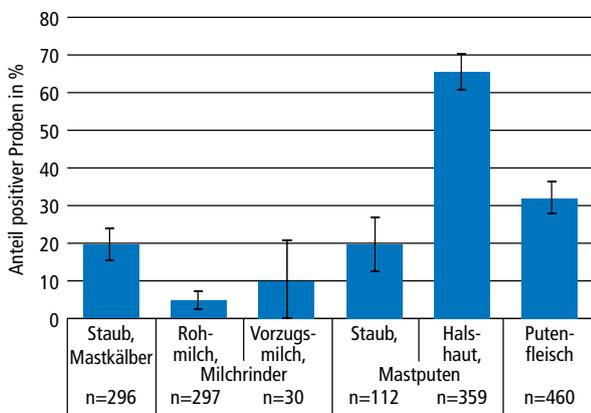
Verbreitung und Bedeutung von MRSA

Besiedlungen mit MRSA (Methicillin-resistente *Staphylococcus aureus*) wurden in den vergangenen Jahren vor allem im Bereich der landwirtschaftlichen Nutztiere (Schweine, Rinder, Geflügel) untersucht. Deshalb wird häufig der Begriff „livestock-associated“ MRSA (laMRSA) für diese Isolate verwendet. Damit sind in der Regel MRSA eines bestimmten klonalen Komplexes (CC), des sogenannten CC398, gemeint. In der Lebensmittelkette werden aber auch MRSA anderer klonaler Komplexe beschrieben; insbesondere dieser letzten Gruppe widmet sich das BfR im Rahmen des vom BMBF-geförderten Verbundvorhabens ‚MedVet-Staph‘ (www.medvetstaph.net).

In Deutschland konnten je nach Produktionsform bei 41–70% der Schweinehaltungen und bei bis zu 80% der Schweine am Schlachthof laMRSA nachgewiesen werden. Im Rahmen des nationalen Zoonosen-Monitorings wurden MRSA zudem aus Beständen von Geflügel, Mastkälbern und Milchkühen in Höhe von 0,7–65,5% isoliert (Tab. 1). In Rohfleischproben aus dem Einzelhandel konnten MRSA mit folgenden Prävalenz nachgewiesen werden: Schwein (2009: 15,8%), Kalb (2009: 12,9%), Hähnchen (2009: 22,3%) und



Abb. 4: MRSA – Ergebnisse aus dem Zoonosen-Monitoring 2010.



Pute (2009: 42,2 %, 2010: 32 %). Abbildung 4 zeigt exemplarisch die Prävalenz von MRSA im Jahr 2010.

Molekulare Untersuchungen haben gezeigt, dass sich die Mehrzahl der bei landwirtschaftlichen Nutztieren gefundenen MRSA (bei Schweinen > 90 %) von typischen humanen MRSA unterscheidet und überwiegend dem CC398 zugeordnet werden kann.



Svenja98 - fotolia

Ein Risiko einer Übertragung des MRSA-Erregers auf den Menschen besteht bei der Zubereitung von Rohfleisch, zum Beispiel durch die Infektion offener Wunden.

MRSA vom klonalen Komplex CC398 werden vorwiegend bei Personen, die beruflich mit Nutztieren befasst sind, und deren Familienangehörigen nachgewiesen. Als sicher kann gelten, dass die Prävalenz in der Allgemeinbevölkerung deutlich geringer ist als in der Gruppe der beruflich exponierten Personen. Bei Aufnahme-Screenings in Krankenhäusern waren MRSA CC398 unterschiedlich häufig. In einer Region mit relativ wenig Tierproduktion kamen die Keime selten vor. Im Münsterland und im Süden Brandenburgs hingegen wurde er anteilig an allen MRSA-Funden häufiger nachgewiesen. In Einzelfällen wurden MRSA des CC398 auch im Zusammenhang mit klinischen Infektionen beim Mensch beschrieben.

Nach Einschätzung des BfR und der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) gibt es derzeit keinen Nachweis dafür,

dass der Konsum oder die Handhabung von MRSA-kontaminierten Lebensmitteln zu einem erhöhten Infektionsrisiko für den Menschen führt. Der wichtigste Expositionsweg für den Menschen ist nach wie vor der direkte Kontakt mit besiedelten Tieren. Ein gewisses Risiko einer Übertragung des Erregers auf den Menschen besteht bei der Zubereitung von Rohfleisch, zum Beispiel durch die Infektion offener Wunden. Bei Einhaltung der Küchenhygiene und ordnungsgemäßer Durcherhitzen des Fleisches geht von dem Fleisch keine Gefahr für den Menschen aus. Allerdings dürfen die Lebensmittel nach der Wärmebehandlung nicht erneut verunreinigt werden (Verhinderung von Kreuzkontaminationen). Diese Maßnahmen sind auch im Hinblick auf andere regelmäßig auf Geflügelfleisch nachweisbare Keime wie Salmonellen und Campylobacter von großer Bedeutung. Berichte über lebensmittlassoziierte Infektionen oder Besiedlungen mit laMRSA liegen bisher nicht vor.

Antibiotikaeinsatz minimieren!

Für die Verringerung des Antibiotikaeinsatzes sind spezifische Konzepte und Regularien erforderlich, die die konkrete Situation (Tiergesundheit, Verbrauchsmengen und Resistenzen) erfassen und berücksichtigen. Eine Minimierungsstrategie muss Maßnahmen zur Aufrechterhaltung der Tiergesundheit ohne Antibiotikaeinsatz umfassen und dabei den gezielten Einsatz von Antibiotika zu therapeutischen Zwecken nach strenger Indikationsstellung und entsprechend der Zulassungsbedingungen ermöglichen. Begleitend müssen die Antibiotikaverbrauchsmengen und die Resistenzsituation kontinuierlich erfasst werden. Auf einer transparenten, wissenschaftlich fundierten Datenlage kann eine Bewertung der aktuellen Situation und die Festlegung gezielter Maßnahmen erfolgen. Wesentliche Elemente einer Minimierungsstrategie sind die Sicherstellung von Transparenz und die Etablierung eines Benchmarking-Ansatzes von betrieblichen Maßnahmen, die regional und national ihre Wirkung zeigen. Für die Durchsetzung möglicher Maßnahmen müssen ergänzend die rechtlichen und ökonomischen Rahmenbedingungen berücksichtigt bzw. geschaffen werden.

Der derzeitige Stand der Wissenschaft gebietet es, den Antibiotikaeinsatz bei Tieren zu minimieren. Hierauf basieren auch die Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO) und des Codex Alimentarius, der Europäischen Arzneimittelagentur (EMA) sowie der EFSA. Ziel soll es sein, das Risiko der Entstehung und Ausbreitung von Antibiotikaresistenzen zu begrenzen und so den Gesundheitsschutz von Mensch und Tier sowie die Verfügbarkeit von wirksamen Arzneimitteln jetzt und auch in Zukunft zu sichern.



Bundesinstitut für Risikobewertung

Dr. Annemarie Käsbohrer,
PD Dr. Bernd-Alois Tenhagen,
Dr. Andreas Schroeter,

Dr. Beatriz Guerra, Dr. Katja Alt, Birgit Lassok, Dr. Alexandra Fetsch und Prof. Dr. Bernd Appel, Bundesinstitut für Risikobewertung, Nationales Referenzlabor für Antibiotikaresistenz, Nationales Referenzlabor für koagulase-positive Staphylokokken einschl. Staphylococcus aureus, Abt. Biologische Sicherheit, Max-Dohrn-Str. 8-10, 10589 Berlin.
E-Mail: annemarie.kaesbohrer@bfr.bund.de



Lebensmittel tierischer Herkunft ressourceneffizient erzeugen

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

Die Erdbevölkerung wird in den nächsten Jahrzehnten weiter ansteigen – und damit auch der Verbrauch an Lebensmitteln. Es wird erwartet, dass die Nachfrage nach Lebensmitteln tierischer Herkunft, vor allem in vielen Schwellenländern, überproportional steigen wird. Die verfügbaren Ressourcen je Einwohner sind jedoch begrenzt. Da die Bereitstellung von Lebensmitteln tierischer Herkunft mit einem hohen Ressourceneinsatz und klimaschädlichen Emissionen (z.B. Methan) verbunden ist, liegt hier eine der wichtigsten globalen Herausforderungen der nächsten Jahrzehnte. Der folgende Beitrag analysiert die Beziehungen zwischen Futterpflanzen und Tierernährung und nennt die Voraussetzungen für eine möglichst ressourceneffiziente Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft.

Globale Situation

Die globale Situation ist gegenwärtig durch folgende Entwicklungen gekennzeichnet:

- Weiter ansteigende Erdbevölkerung (von derzeit etwa 7 Mrd. Menschen auf rund 9 Mrd. Menschen bis 2050),
- Abnahme der je Einwohner begrenzt verfügbaren Ressourcen (z.B. Ackerfläche, fossile Energieträger, Süßwasser, verschiedene mineralische Rohstoffe),
- Zunehmende Emissionen (sowohl Gase mit Treibhausgaspotential als auch Substanzen mit lokaler Bedeutung).

Infolge dieser Entwicklung wird wiederholt die Frage nach den „Grenzen des Wachstums“ gestellt, wie sie der Club of Rom bereits 1972 formulierte. Unter Berücksichtigung der erwarteten Bevölkerungsentwicklung wird dem „Bedarf“ an Lebensmitteln tierischer Herkunft in der öffentlichen Diskussion besondere Aufmerksamkeit

gewidmet. Diese Frage erscheint berechtigt, da die Erzeugung derartiger Lebensmittel sowohl relativ viele Ressourcen verbraucht als auch mit erheblichen Emissionen verbunden ist, wie Tabelle 1 exemplarisch zeigt.

Häufig wird die Frage nach der Notwendigkeit von tierischem Eiweiß in der Humanernährung gestellt. Dazu ist einerseits festzustellen, dass Eiweiß tierischer Herkunft nicht unbedingt Bestandteil der menschlichen Nahrung sein muss, wie Veganer bei bedarfsdeckender Ergänzung der pflanzlichen Diät weltweit beweisen. Andererseits werden jedoch in Regionen, in denen eine Mindestmenge an Eiweiß (z. B. etwa 1/3 des Gesamtbedarfes bzw. etwa 20 g/Einwohner und Tag) aus Lebensmitteln tierischer Herkunft stammt, deutlich weniger Mangelkrankungen beobachtet (WHO 2007). Diese Aussage gilt insbesondere für Schwangere, Stillende sowie für Kinder und Jugendliche. Durch Protein tierischer Herkunft wird nicht nur die

Tab. 1: Modellkalkulation zum Einfluss der Leistungshöhe der Nutztiere auf den Flächenbedarf und die Emissionen je kg essbares Protein

Proteinquelle	Leistungshöhe der Nutztiere (je Tag)	Flächenbedarf (m ² /kg essbares Protein) ^{1,2}	Ausscheidungen (kg CO ₂ -Äquiv./kg essbares Protein) ³
Kuhmilch	Milch: 10 kg	41	30
	20 kg	31	16
	40 kg	29	12
Rindfleisch	Zunahme: 500 g	143	110
	1.000 g	85	55
	1.500 g	68	35
Schweinefleisch	Zunahme: 500 g	72	16
	700 g	60	12
	900 g	54	10
Geflügelfleisch	Zunahme: 40 g	28	4
	60 g	22	3
Eier	Legeleistung: 50 %	53	7
	70 %	44	5
	90 %	39	3

¹ Ertragsniveau: 5 t Trockenmasse (TM) Getreide bzw. 10 t TM Grundfutter je ha Fläche
² Unter Berücksichtigung leistungsabhängiger Grundfutter:Kraffutter-Relationen; (Nebenprodukte blieben als Futtermittel unberücksichtigt) ³ Carbon Footprints (Summe der Treibhausgas-Emissionen von CO₂; CH₄×23 und N₂O×300; IPCC 2006) je kg essbares Protein tierischer Herkunft

Aminosäureversorgung des Menschen verbessert, auch wichtige Spurennährstoffe (z. B. Ca, P, Zn, Fe, I, Se und die Vitamine A, D, E, B₁₂ u.a.) werden aufgenommen. In Tabelle 2 sind globale „Eckwerte“ sowie die mittlere Aufnahme an tierischem Protein je Einwohner und Tag dargestellt. Ursachen für den ansteigenden Verbrauch an Lebensmitteln tierischer Herkunft sind neben der wachsenden Erdbevölkerung steigende Einkommen in verschiedenen Schwellen- und Entwicklungsländern, der hohe „Genusswert“ dieser Lebensmittel sowie das Nachahmen des „westlichen Lebensstils“.

Pflanzenzüchtung und Pflanzenbau als Ausgangspunkte der Nahrungskette

Die Pflanzenzüchtung bzw. der Pflanzenbau sind die Ausgangspunkte der gesamten Nahrungskette. Unter Berücksichtigung der globalen Entwicklungen wird es in der Pflanzenzüchtung in den

nächsten Jahren verstärkt darauf ankommen, Futterpflanzen bereitzustellen, die die global unbegrenzt verfügbaren Ressourcen, wie zum Beispiel Sonnenlicht bzw. -energie oder Nährstoffe aus der Atmosphäre (z.B. Kohlendioxid und Stickstoff), möglichst umfassend nutzen (s. Tab. 3). Auf der anderen Seite sollten begrenzt verfügbare Ressourcen wie Ackerfläche, Wasser, fossile Energie oder Phosphor so effektiv wie möglich genutzt werden. Außerdem sollten die Futterpflanzen hohe und stabile Erträge erbringen, widerstandsfähig gegen biotische und abiotische Stressoren sein, einen hohen Gehalt an wertbestimmenden Inhaltsstoffen aufweisen, hoch verdaulich sein und wenig unerwünschte Substanzen enthalten.

Neben der Fläche ist die Verfügbarkeit von Wasser ein entscheidender Punkt. Gegenwärtig werden weltweit über 70% des Nutzwassers in der Landwirtschaft verbraucht. Die umwelt- und energieverträgliche Gewinnung von Nutzwasser aus dem Meer oder die Anpassung von Nutzpflanzen an Salzwasser (abiotischer Stress) können Alternativen darstellen.

Das Thema „Klimaänderungen“ hat in jüngster Zeit auch verstärkt die Pflanzenzüchtung erreicht. In einer Serie von Fachbüchern, in vielen wissenschaftlichen Einzelbeiträgen sowie in Papieren von Gremien und Arbeitsgruppen (z.B. DGFZ/BMELV, Züchtungskunde 2012; 84: 103–128) wird neuerdings umfassend auf die Auswirkungen der Klimaänderungen auf die zu erwartenden Veränderungen im Pflanzenbau einschließlich der Qualität von Futterpflanzen und mögliche Anpassungsstrategien eingegangen.

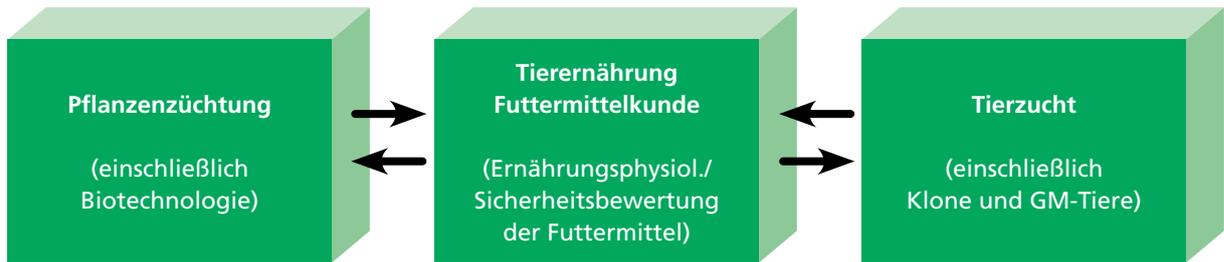
Effektive Futterverwertung durch Tiere

Zwei Punkte sind für die Tierernährung von großer Bedeutung: Ein hoher Verzehr durch die Tiere und/oder eine hohe Verdaulichkeit der Futtermittel. Diese Punkte sollten in der Tierzucht besondere Berücksichtigung finden. Dabei kommt es vor allem auf eine hohe Energieaufnahme bzw. einen relativ geringen Anteil des („unproduktiven“) Erhaltungsbedarfs an der gesamten Energieaufnahme der Tiere an. Eine hohe Futteraufnahme bzw. ein relativ geringer Anteil des Erhaltungsbedarfs und eine maximale Verfügbarkeit der aufgenommenen Energie und der Nährstoffe sind die wesentlichsten Beiträge der Tierzucht/Tierernährung, um zu einer hohen Ressourceneffizienz zu kommen, einhergehend mit geringen Ausscheidungen je Einheit erzeugtes Produkt. Verzehrt beispielsweise eine Milchkuh 10 kg Trockensubstanz je Tag, kann sie etwa 10 kg Milch erzeugen. Etwa 54 % der Energieaufnahme entfallen auf den Energieerhaltungsbedarf, etwa 25 g Methan/kg Milch werden ausgeschieden. Bei 25 kg Trockensubstanzaufnahme je Tag gibt sie hingegen rund

Tab. 2: Verzehr an Milch, Fleisch und Eiern sowie Protein tierischer Herkunft je Einwohner und Jahr (in kg; nach FAO-Daten, 2009)

Lebensmittel- bzw. Proteinaufnahme	Minimum	Mittel	Maximum	Deutschland
Milch	1,3 (Kongo)	82,1	367,7 (Schweden)	248,7
Fleisch	3,1 (Bangladesh)	41,2	142,5 (Luxemburg)	83,3
Eier	0,1 (Kongo)	9,0	20,2 (China)	11,8
Essbares Protein tierischer Herkunft (g je Einwohner und Tag)	1,7 (Burundi)	23,9	69,0 (USA)	52,8
Protein tierischer Herkunft in % der gesamten Proteinaufnahme	4,0 (Burundi)	27,9	59,5 (USA)	53,7

Abb. 1: Futtermittelkunde und Tierernährung als wichtige Glieder zwischen Pflanzenzüchtung und Tierzucht



Tab. 3: Potenziale zur Erzeugung phytogener Biomasse und ihre Verfügbarkeit je Einwohner unter Berücksichtigung der ansteigenden Bevölkerung

Pflanzennährstoffe aus der Atmosphäre (N ₂ , CO ₂)	↑ ↔
Sonnenenergie	↔
Landwirtschaftliche Fläche	↓
Wasser	↓
Fossile Energie	↓
Mineralische Pflanzennährstoffe (z.B. Phosphor)	↓
Variationen im genetischen Pool	↑

↑ Anstieg, ↓ Abfall, ↔ keine wesentliche Veränderung

40 kg Milch; der Erhaltungsanteil sinkt auf 22 % und pro kg Milch werden nur noch 15 g Methan ausgeschieden.

Hohe Ressourceneffizienz bzw. minimale Emissionen sind jedoch nicht frei von verschiedenen Zielkonflikten. Hier sind zum Beispiel die Zusammenhänge zwischen hohen Leistungen mit wenig Kühen und der daraus folgenden Notwendigkeit der Rindfleischherzeugung durch Mutterkühe mit geringer Ressourceneffizienz und hohen Emissionen zu nennen. Ein anderer Zielkonflikt kann zwischen Leistungshöhe und Tiergesundheit auftreten. So besteht auch im Erkennen von auftretenden Zielkonflikten und der Entwicklung entsprechender Lösungen eine Herausforderung für die effektive Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft.

Die Pflanzenzüchtung kann dazu beitragen, widerstandsfähige Futterpflanzen mit hohem Nährwert zu erhalten.



Tierernährung zwischen Pflanzen- und Tierzucht

Pflanzenzüchterische Entwicklungen, die „Reaktivierung/Wiederentdeckung“ bekannter, aber in größeren Mengen oder in anderer Zusammensetzung anfallender Futtermittel auf der einen Seite und veränderte Ansprüche der Nutztiere an die Energie- und Nährstoffversorgung auf der anderen Seite, stellen neue Anforderungen an die Tierernährung (Abb. 1). Eine frühzeitige Kooperation von Pflanzen- bzw. Tierzüchtern mit den Tierernährern kann wesentlich dazu beitragen, verschiedene Herausforderungen entlang der Nahrungskette „Boden-Pflanze-Futtermittel-Tier-Lebensmittel tierischer Herkunft“ zügig zu bewältigen.

Künftige Herausforderungen

Pflanzen- und Tierzucht sind die Ausgangspunkte für eine nachhaltige, ressourceneffiziente und emissionsarme Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft.

Unter Berücksichtigung der oben angeführten Aspekte können aus Sicht der Tierernährung unter anderem folgende Herausforderungen für die Pflanzenzüchtung, die Futtererzeugung und Fütterung formuliert werden:

- Hohe und stabile Erträge von energiereichen und schadstoffarmen Futterpflanzen bei geringem Einsatz begrenzt verfügbarer Ressourcen (Low Input Varieties) unter Berücksichtigung zu erwartender Klimaänderungen,
- Erhöhte Toleranz der Pflanzen gegen biotische und abiotische Stressoren,
- Effiziente Futtermittelverwertung und minimale Emissionen als Ziele in der Tierzucht/Tierernährung,
- Kalkulationen zur Effizienz und zu Emissionen entlang der gesamten Nahrungskette und Umsetzung der Befunde.

Eine ressourceneffiziente Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft bzw. die globale Ernährungssicherung beschränkt sich nicht nur auf fachliche Fragen – sie betrifft die gesamte Gesellschaft. Daher stellt sie nicht nur Herausforderungen für die Wissenschaft, sondern auch für die Politik dar.

FLI | Prof. Dr. Gerhard Flachowsky, Prof. Dr. Dr. Sven Dänicke, Dr. Peter Lebziens und Dr. Ulrich Meyer, Friedrich-Loeffler-Institut, Institut für Tierernährung, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig. E-Mail: sven.daenicke@fli.bund.de



Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Tierernährung

agrifoto

Züchtungsforschung kann heimische Leguminosen für die Tierernährung attraktiver machen

Peter Wehling, Brigitte Ruge-Wehling, Eicke Rudloff, Gisela Jansen, Christiane Balko (Groß Lüsewitz)

In jüngster Zeit ist die Versorgung der deutschen und europäischen Landwirtschaft mit pflanzlichem Protein für die Tierfütterung ins öffentliche Gerede gekommen. Rund 70 % des pflanzlichen Eiweißbedarfs der EU werden importiert, ein Großteil davon als Soja aus Brasilien, Argentinien und den USA. Die eingeführten Proteinpflanzen, die zumeist in der Tierfütterung eingesetzt werden, entsprechen einer Anbaufläche von ca. 20 Mio. ha (mehr als 10 % der europäischen Ackerfläche).

Angesichts dieser Relationen wird gern einmal einer europäischen „Eiweißlücke“ oder einem von der EU praktizierten „Landgrabbing“ das Wort geredet und die Nachhaltigkeit in der Tierfütterung diskutiert. Es gibt somit Grund darüber nachzudenken, wie die Produktion von pflanzlichem Eiweiß in Europa und in Deutschland durch heimische Eiweißpflanzen stärker auf eigene Beine gestellt werden kann. Eine besonders eiweißreiche Pflanzengruppe bilden die Hülsenfrüchtler (Leguminosen). Mit weltweit fast 20.000 Kultur- und Wildarten sind sie eine der artenreichsten Familien im Pflanzenreich.

Die meisten Leguminosen gehen in ihren Wurzeln eine Symbiose mit stickstofffixierenden Rhizobien (Knöllchenbakterien) ein und machen sich dadurch unabhängig von der Stickstoffverfügbarkeit im Boden. Mit ihren Wurzeln und den nach der Ernte im und auf dem Boden verbleibenden Pflanzenresten tragen sie sogar wesentlich zur Stickstoffversorgung des Bodens bei.

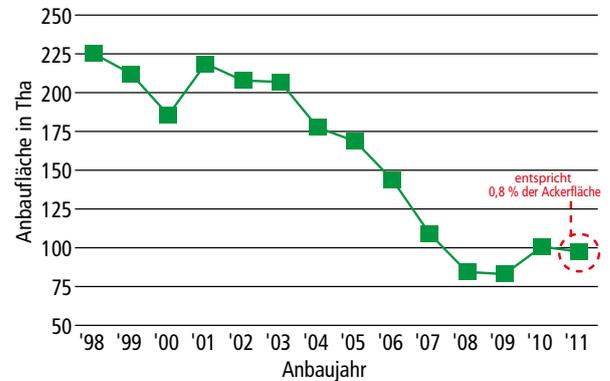
Leguminosen werden wegen ihrer hohen Proteingehalte weltweit als Nahrungspflanzen genutzt. In der deutschen Landwirtschaft sind einjährige Körnerleguminosen wie Ackerbohne, Körnerfuttererbse

und Süßlupinenarten bekannt. Diese Fruchtarten werden – auf mittlerweile stark geschrumpfter Anbaufläche (Abb. 1) – hierzulande hauptsächlich für die Tierernährung eingesetzt. In Gunstlagen Bayerns und Baden-Württembergs wird auch die Sojabohne auf zuletzt insgesamt ca. 5.000 ha kultiviert, hauptsächlich für die menschliche Ernährung. Neben den großkörnigen Leguminosen werden mehrjährige Futterleguminosen wie Luzerne und verschiedene Kleearten als Futterpflanzen und Wickenarten für die Gründüngung angebaut. Eine der weltweit wichtigsten pflanzlichen Eiweißlieferanten für die Tierernährung ist die Sojabohne. Im Jahr 2010 importierte die EU knapp 35 Mio. Tonnen Sojabohnen und Sojaölpressrückstände; davon entfielen 6,8 Mio. Tonnen auf Deutschland (Abb. 2). Der weltgrößte Sojaimporteur ist China, das mit einer Einfuhr von knapp 55 Mio. Tonnen oder 38 % des Weltimportaufkommens zunehmend den Weltmarkt bestimmt.

Protein muss thermisch aufgeschlossen werden

Soja wird für die Tierfütterung hauptsächlich in Form von thermisch vorbehandeltem Sojaextraktionsschrot verwendet, das im Zuge der Ölgewinnung anfällt. Infolge der thermischen Behandlung („Toasten“) ist das Extraktionsschrot für Nutztiere gut verdaulich. Demgegenüber liegen die Futterwerte von unbehandelten Ackerbohnen, Futtererbsen und Lupinen (die als Ölpflanzen keine Bedeutung haben und daher nicht als getoastetes Extraktionsschrot angeboten werden) deutlich niedriger. Mittlerweile ist es aber verfahrenstechnisch möglich, auch bei diesen Eiweißpflanzen durch eine thermische Behandlung die Gesamtverdaulichkeit der organischen Substanz und die Konzentration an Nährstoffen deutlich zu erhöhen.

Abb. 1: Entwicklung der Gesamtanbaufläche von Ackerbohnen, Futterkörnererbsen und Lupinen in Deutschland

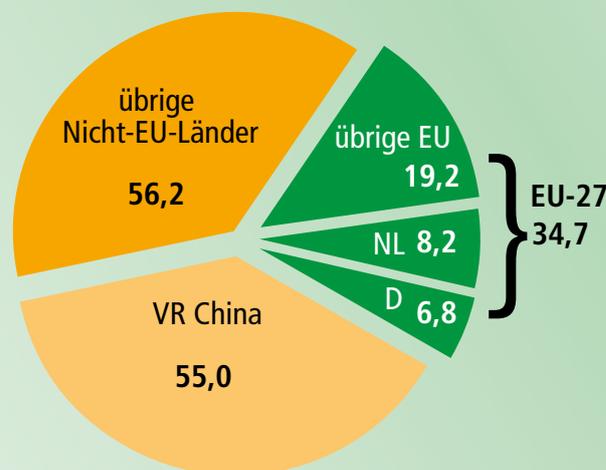


Erste Erfahrungen deuten darauf hin, dass Monogastrier (Schweine und Geflügel) selbst hohe Anteile heimischer Körnerleguminosen von 40 % in der Futtermischung akzeptieren, wenn die Körner thermisch vorbehandelt worden sind. Sollten exakte Fütterungsversuche dies bestätigen, könnten Vorbehalte, die bislang gegen einen stärkeren Einsatz heimischer Leguminosen in der Tierfütterung standen, relativiert werden.

Viele Gründe sprechen für heimische Leguminosen

Heimische Leguminosen sind nicht nur im Hinblick auf die mögliche Verringerung des Imports von Proteinträgern interessant. Mit ihrem verstärkten Anbau könnte vielmehr ein Bündel an Ökosystemleis-

Abb. 2: Einfuhren von Sojabohnen und Sojaölpressrückständen im Jahr 2010; Zahlen in Mio. t



Quelle: UN comtrade



tungen erbracht werden, die mit ihren ökologischen und sozioökonomischen Aspekten weit über die Perspektive der Proteinversorgung in der Tierfütterung hinausgehen und öffentliche Güter von gesamtgesellschaftlicher Bedeutung darstellen (Abb. 3). In der Summe spricht also viel für einen verstärkten Anbau heimischer Leguminosen. Die Realität sieht indessen anders aus. Hierfür gibt es verschiedene Gründe. Ein Grund ist, dass bislang neben der marktdominierenden Stellung von importiertem Soja die Rohstoffmengen aus heimischen Leguminosen schlichtweg zu klein und unstetig sind, um ein eigenes Marktsegment zu begründen. Ein weiterer Grund ist, dass es nur noch wenige Sortenzüchtungsprogramme für Leguminosen gibt: Für Ackerbohne, Körnerfuttererbse und Blaue Lupine läuft in Deutschland mittlerweile nur noch jeweils ein vollwertiges Zuchtprogramm. Dies ist zu wenig, um im Vergleich zum Mais, Raps oder Getreide mithalten zu können. In der betriebswirtschaftlichen Analyse führt dies zu einer ungünstigeren ökonomischen Bewertung leguminosenhaltiger Fruchtfolgen, zumal dem Landwirt die beim Leguminosenanbau erbrachten Ökosystemleistungen (s. Abb. 3) derzeit kaum honoriert werden.

Züchtungsforschung zu Leguminosen am JKI

Es besteht also vielseitiger Handlungsbedarf, wenn der Anbau heimischer Körnerleguminosen für die deutschen Landwirte attraktiver gemacht werden soll. Von wesentlicher Bedeutung ist die weitere Verbesserung der pflanzlichen Produktivität. Hier stellt die Pflanzenzüchtung eine Schlüsseltechnologie dar. Am Julius Kühn-Institut (JKI) in Groß Lüsewitz wird deshalb Züchtungsforschung zu verschiedenen Hülsenfruchtarten durchgeführt – zu Ackerbohne, Blauer Lu-



Abb. 4: Anthraknosebefall bei Blauer Lupine. Links: Befallsymptom am Hauptstross; rechts oben: befallene Hülse; rechts unten: Anzucht des Krankheitserregers in Reinkultur für die Durchführung von Resistenztests

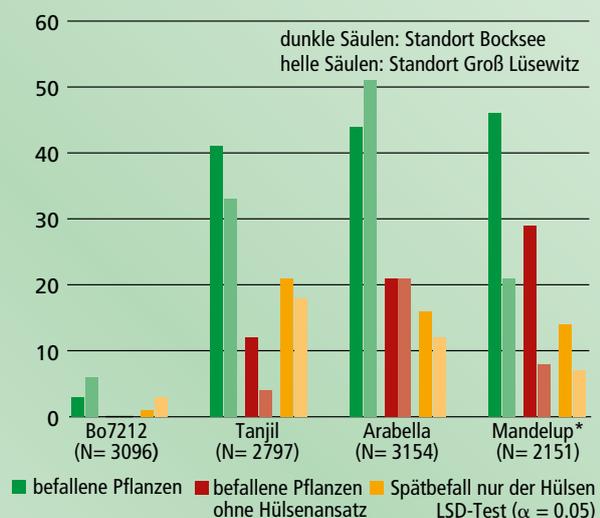
pine, Gelber Lupine, Weißer Lupine, Andenlupine, Körnerfuttererbse und Sojabohne.

Einer der dortigen Forschungsschwerpunkte ist die Verbesserung der Widerstandsfähigkeit gegen Krankheiten und Schädlinge an Lupinen. Eine Krankheit mit hohem Schadenpotenzial ist die Brennfleckenkrankheit oder Anthraknose, verursacht durch den Pilz *Colletotrichum lupini* (Abb. 4). Der Pilz kann hohe Ertragsausfälle bis

Abb. 3: Heimische Leguminosen bieten vielfältige Ökosystemleistungen für den Landwirt und die Gesellschaft



Abb. 5: Vergleich des Befalls von Sorten und eines resistenten Zuchtstammes mit Anthraknose in dreijährigen Freilandversuchen an zwei Standorten



* Sorte ‚Mandelup‘ nur zweijährig geprüft



Abb. 6: Ermittlung der Trockentoleranz von Winterackerbohnen unter dem Rainout-Shelter

zum Totalausfall verursachen. Unter Verwendung spezieller Resistenztests wird in Groß Lüsewitz seit einigen Jahren nach resistenten Lupinenformen gesucht. Ein wichtiger Erfolg dieser Arbeiten ist die Identifizierung eines Zuchtstammes von Blauer Süßlupine, der im Vergleich zum aktuellen deutschen Sortiment im mehrjährigen Test einen drastisch reduzierten Befall zeigt (Abb. 5). Auch den Vergleich mit den bislang einzigen als resistent beschriebenen Sorten ‚Tanjil‘ und ‚Mandelup‘ aus Australien muss dieser Zuchtstamm nicht scheuen. Befallsunterschiede wurden auch zwischen Herkünften von Gelber Lupine gefunden, ei-



» Leseempfehlung:

Backhaus, G. F. (Hrsg.): Anbau und Züchtung von Leguminosen in Deutschland – Sachstand und Perspektiven. Journal für Kulturpflanzen 61: 301–364, 2009

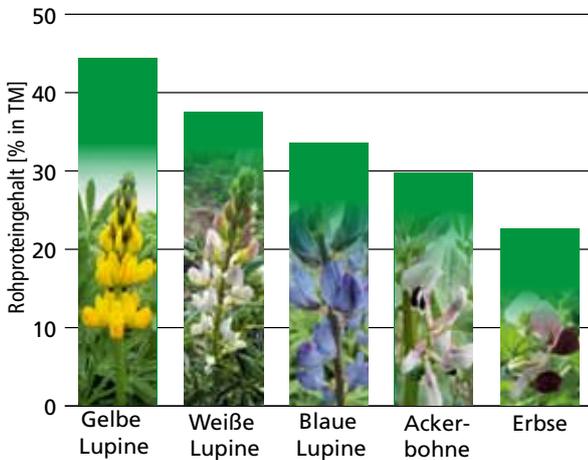
ner wertvollen Eiweißpflanze, die seit Ende der 1990er Jahre aus der deutschen Landwirtschaft verschwunden ist – nicht zuletzt wegen ihrer Anthraknose-Anfälligkeit.

Neben dem Befall mit Schaderregern kann auch abiotischer Stress ertragslimitierend wirken. Die Ackerbohne, die in Deutschland schon seit Jahrhunderten angebaut wird, kommt zwar gut mit kühlen Witterungsbedingungen zurecht. Sie reagiert aber empfindlich auf Trockenheit – vor allem während der Blüte und des frühen Hülsenansatzes, was zu starken jahresbedingten Ertragsschwankungen führen kann. Eine Alternative wäre die Züchtung und der Anbau von Winterackerbohnen. Diese werden im Spätherbst ausgesät und haben im Frühjahr gegenüber der Sommerform einen Entwicklungsvorsprung von 2–3 Wochen. Dadurch können sie die Winterniederschläge besser ausnutzen. Probleme gibt es aber noch bei der Überwinterungsfestigkeit in sehr strengen Wintern mit Kahlfrösten. Ein zweiter, ergänzender Ansatz ist die Verbesserung der physiologischen Toleranz der Winterackerbohne gegenüber Frühsommertrockenheit. Unterschiede in der Trockentoleranz können nur mit hohem Aufwand direkt erfasst werden (Abb. 6). Unter Nutzung der in den letzten Jahren bei der Sommerackerbohne gewonnenen Erkenntnisse zur Vererbung von Trockentoleranz werden deshalb gegenwärtig am JKI in Groß Lüsewitz in Zusammenarbeit mit der

Abb. 7: Suche nach neuen, ertragreichen Wuchstypen bei der Blauen Süßlupine. Links: Sorte ‚Boruta‘; rechts: selektierte Zuchtlinie



Abb. 8: Rohproteingehalte von heimischen Körnerleguminosen nach Anbau auf dem Versuchsfeld Groß Lüsewitz



Universität Göttingen die pflanzengenetischen Grundlagen für eine markergestützte Selektion auf diese Eigenschaft erforscht. Ein weiterer Forschungsschwerpunkt befasst sich mit der Suche nach neuen Wuchstypen der Blauen Süßlupine, die ein höheres Kornertragspotenzial und verbesserte Konkurrenzfähigkeit gegen Unkräuter aufweisen. Hierzu wurde seit 2006 ein Programm zur Selektion von Pflanzen mit neuartigen Wuchstypen aufgebaut, welches mittlerweile ca. 350 reinerbige Linien unterschiedlichen Phänotyps umfasst. Darunter befinden sich auch Wuchstypen mit verbessertem Hülsen- und Kornansatz (Abb. 7). Diese Wuchstypen werden nun in mehrjährigen Feldversuchen auf ihre Ertragsfähigkeit untersucht. Parallel dazu werden DNA-Marker entwickelt, die mit solchen Wuchstypen assoziiert sind, um im Züchtungsprozess die erfolgreiche Einkreuzung dieser Wuchstypen in aktuelle Zuchtstämme per DNA-Schnelltest verifizieren zu können. Für die Wettbewerbsfähigkeit heimischer Körnerleguminosen sind neben dem Ertrag auch die Inhaltsstoffe der Samenkörner von Bedeutung. Lupinen haben im Vergleich zur Erbse und Ackerbohne einen deutlich höheren Rohproteingehalt, wobei die Gehalte von Gelber Lupine mit jenen der Sojabohne vergleichbar sind (Abb. 8). Die Inhaltsstoffzusammensetzung kann jedoch in Abhängigkeit von den Boden- und Witterungsbedingungen erheblich variieren. Langjährige Arbeiten am JKI befassen sich daher mit der Verbesserung der Rohstoffqualität und -stabilität von Körnerleguminosen. Aus diesen Untersuchungen gingen unter anderem NIRS-basierte Verfahren (Nah-Infrarot-Spektroskopie) hervor, mit denen einzelne Samenkörner zerstörungsfrei in ihren Rohproteingehalten bestimmt werden können. Dies ermöglicht, Pflanzen oder ihre einzelnen Samenkörner mit unterschiedlichen Proteingehalten zu selektieren und die Ursachen für diese Variation zu erforschen.

Sojaanbau künftig auch bei uns?

Die Sojabohne zählt in Deutschland zu den eher exotischen landwirtschaftlichen Fruchtarten. Als sehr wärmebedürftige Kultur-

pflanze bringt sie sichere und hohe Kornerträge derzeit nur in ausgewählten Gunstlagen Deutschlands wie dem oberen Rheintal. Im Zuge des Klimawandels könnte sich dies künftig aber ändern, vor allem wenn es gelingen sollte, auf züchterischem Wege die Kühle-toleranz zu verbessern.

Die genetische Variabilität, die zur Züchtung kühle-toleranter Formen erforderlich ist, wird seit 2011 im Rahmen eines Verbundprojekts an dem am weitesten nordöstlich gelegenen JKI-Standort Groß Lüsewitz untersucht. Erste Ergebnisse zeigen in der Reaktion auf Kühle-stress eine erhebliche Variabilität zwischen Sorten – eine viel versprechende Ausgangslage für die weitere züchterische Verbesserung der Kühle-toleranz bei der Sojabohne.

Forschung ist gefragt

Die Beispiele aus der Züchtungsforschung lassen die Möglichkeiten erahnen, die die moderne Agrarforschung für eine nachhaltige Eiweißversorgung eröffnen kann. Agrarforschung ist „von Natur aus“ integrierte Forschung, die verschiedene grundlagenorientierte und angewandte Disziplinen zusammenführt. Heute kommt es mehr denn je darauf an, dass die Agrarforschung Themen aus Pflanzen-züchtung, Pflanzenbau und Pflanzenschutz, aus Ernährungswissenschaften, Verfahrenstechnik und Betriebswirtschaft mit den Belangen agrarwirtschaftlicher Wertschöpfungsketten und gesellschaftlicher Entwicklungen verknüpft und daraus Strategien für eine nachhaltige Land- und Ernährungswirtschaft entwickelt. Wie dies im Hinblick auf Leguminosen als heimische Eiweißpflanzen gelingen könnte, ist etwa in der Forschungsstrategie der Deutschen Agrarforschungsallianz (www.dafa.de) genauer nachzulesen.



Dr. habil. Peter Wehling, Dr. Brigitte Ruge-Wehling, Eicke Rudloff, Julius Kühn-Institut, Institut für Züchtungsforschung an landwirtschaftlichen Kulturen, Rudolf-Schick-Platz 3a, OT Groß Lüsewitz, 18190 Sanitz, E-Mail: zl@jki.bund.de

Gisela Jansen, Dr. Christiane Balko, Julius Kühn-Institut, Institut für Resistenzforschung und Stresstoleranz, Rudolf-Schick-Platz 3, OT Groß Lüsewitz, 18190 Sanitz.

» Danksagung:

Die Autoren bedanken sich bei ihren Projektpartnern in den Verbundvorhaben „Züchtungsmethodische Ansätze zur Erhöhung der Anbaubedeutung der Gelben (*Lupinus luteus*) und Weißen Lupine (*Lupinus albus*) im Ökolandbau“, „Vorbereitung einer markergestützten Verbesserung der Trockenstress-Toleranz bei der Ackerbohne“, „Ausweitung des Sojaanbaus in Deutschland durch züchterische Anpassung und pflanzenbauliche Optimierung“ und „PlantsProFood – Teilvorhaben LupiRoh“. Ein Teil der Forschungsarbeiten wird durch das BMELV im Rahmen des BÖLN-Programms bzw. durch das BMBF im Rahmen der Innovationsinitiative „Unternehmen Region“ gefördert.

Abluftreinigung – ein Weg zu einer emissionsarmen Tierhaltung

Jochen Hahne (Braunschweig)

Ioannis Pantzi - fotolia

In Deutschland hat der Bestand an Schweinen und Geflügeltieren ein sehr hohes Niveau erreicht und trägt zur weltweiten Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Ernährungsindustrie bei. Große, regional konzentrierte Tierbestände führen allerdings zu erheblichen Umweltbelastungen, denn sie emittieren Stäube, Keime, Ammoniak und Gerüche. Die Abluftreinigung mit anerkannten Techniken gewährleistet eine weitgehende und sichere Emissionsminderung, muss allerdings auch von den Betrieben finanziert werden. Trotz des schwierigen wirtschaftlichen Umfeldes nimmt die Zahl der Abluftreinigungsanlagen zu – nicht zuletzt wegen erheblicher Ängste der Bevölkerung gegenüber befürchteten Umweltwirkungen.

In Deutschland stellt die Tierhaltung (Tab. 1) einen wichtigen Wirtschaftsfaktor dar. Die Ernährungsindustrie erwirtschaftete 2010 rund 23 % ihres Gesamtumsatzes mit Fleisch und Fleischprodukten. Neben einem Inlandsumsatz von mehr als 100 Milliarden Euro stellt der Export mit knapp 43 Milliarden Euro nach Angaben der Deutschen Ernährungsindustrie ein weiteres wichtiges Standbein dar. Der Export von Schweinefleisch hat sich von 2001 bis 2010 fast vervierfacht. Die Ausfuhr von Geflügelfleisch hat sich im selben Zeitraum mehr als verdoppelt.

Tab. 1: Viehbestand in Deutschland

Rinder	12.534.507
Milchkühe	4.164.789
Schweine	27.571.352
Schafe	2.088.541
Ziegen	149.936
Legehennen*	35.278.999
Schlacht- und Masthähne sowie Masthühner	67.531.078
Truthühner	11.343.962

Stichtag 01.03.2010, Statistisches Bundesamt 2011 *ohne Junghennen und Junghennenküken

Intensive Tierhaltung erzeugt Emissionen

Die Tierhaltung ist nicht gleichmäßig über Deutschland verteilt, sondern regional konzentriert. In Niedersachsen leben mehr als 30 % aller Schweine, davon fast ein Viertel allein im Landkreis Cloppenburg. Auch 35 % der Legehennen werden in Niedersachsen gehalten. Jedes vierte Rind steht in Bayern.

Neben der regionalen und lokalen Konzentrierung der Tierhaltung muss die Entwicklung des Tierbestandes insgesamt und auch der anhaltende Strukturwandel beachtet werden. So ist nicht nur der Schweinebestand in Niedersachsen gestiegen, auch die Einheiten pro Betrieb werden größer: Im Jahr 2007 wurden bereits rund 1,3 Millionen Mastschweine in Betrieben mit mehr als 1.000 Tieren gehalten. Es ist absehbar, dass sich der Strukturwandel in abgeschwächter Form fortsetzen wird.

Eine derart intensive Tierhaltung ist zwangsläufig mit Emissionen verbunden. Die Ammoniak-Emissionen aus der Tierhaltung lagen laut Nationalem Emissionsbericht 2005 bei rund 500.000 Tonnen – Tendenz steigend.

Ammoniak wirkt in vielfältiger Weise auf die Umwelt ein. Als Düngemittel fördert Ammoniak das Pflanzenwachstum. Ein Überangebot kann jedoch in Gewässern zu Algenblüten führen und auf Magerstandorten Pflanzengesellschaften verdrängen. Beim Abbau von Ammoniak wird Säure frei, die zur Gewässer- und Bodenversauerung beiträgt und Schwermetalle freisetzen kann. Wegen der Ammoniakemissionen müssen Tierhaltungsanlagen Mindestabstände zu empfindlichen Ökosystemen einhalten (Wald, Baumschulen, Magerasen). Die Emissionen an Feinstaub sind enorm. Feinstäube können Atemwegserkrankungen verursachen und Allergien hervorrufen.

Tierhaltungsanlagen verursachen auch Geruchsemissionen. Diese können unter Umständen zu Belästigungen in der Nachbarschaft führen. Es sind mehr als 300 verschiedene Geruchsstoffe bekannt, deren Zusammensetzung je nach Tierart, Fütterung, Haltungsverfahren und Anlagenzustand schwankt. Grundsätzlich müssen je nach Tierart und Bestandsgröße Mindestabstände eingehalten werden, um die Nachbarschaft vor übermäßigen Geruchsbelästigungen zu schützen.

Das Thünen-Institut entwickelt und bewertet technische Lösungen zur Emissionsminderung, kooperiert mit mehreren Herstellern im Rahmen von Forschungsprojekten und stellt ehrenamtliche Sachverständige im Bereich Abluftreinigung.

Abluftreinigung als mögliche Lösung

Die Abluftreinigung bietet die Möglichkeit, die Emissionen an Gerüchen, Ammoniak und Staub weitgehend zu reduzieren. Sie ist jedoch nur bei zwangsbelüfteten Tierställen möglich. Damit scheidet ihr Einsatz in überwiegend frei belüfteten Rinderhaltungen, die in erheblichen Umfang zu den Ammoniak- und Methanemissionen beitragen, weitgehend aus. Haupteinsatzgebiet für die Abluftreinigung ist daher vor allem die konventionelle Schweine- und Geflügelhaltung.

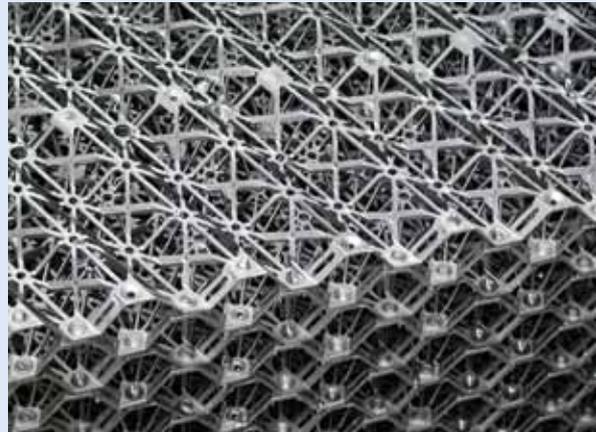


Abb. 1: Beispiel für einen Füllkörper zur Verbesserung des Stoffaustausches bei der Abluftreinigung

Bisher ist die Abluftreinigung in der Tierhaltung nicht generell vorgeschrieben. Daher kann ihr Einsatz nur im konkreten Einzelfall, beispielsweise bei der Unterschreitung von Mindestabständen zur Wohnbebauung, gefordert werden. Fachlich gesehen sind Abluftreinigungsanlagen für die Schweinehaltung aber längst Stand der Technik. Die Verfahren sind wirksam, umweltverträglich und für größere Betriebe auch wirtschaftlich.

Das Funktionsprinzip ist folgendermaßen: Die mit Staub, Keimen, Ammoniak und Geruchsstoffen belastete Stallabluft wird über Ventilatoren der Abluftreinigungsanlage zugeführt. Zur Steigerung des Stoffaustausches werden sehr große und feucht gehaltene Austauschflächen (Füllkörper) eingesetzt, die im Regelfall permanent mit Washwasser berieselt werden (Abb. 1). Die Washwasserqualität wird über Sensoren bestimmt und über Regeleinrichtungen gesteuert. In vielen Fällen erfolgt die Abluftreinigung im Gegenstrom. Die Abluft durchströmt die Füllkörper von unten nach oben und das Washwasser rieselt herab. Bei einer ausreichenden Verweilzeit können viele Inhaltsstoffe aus der Abluft entfernt werden. Staubpartikel und Ammoniak werden vom Feuchtigkeitsfilm gebunden und von Mikroorganismen abgebaut. Spurengase sowie viele Geruchsstoffe lösen sich im Washwasser und werden ebenfalls von Mikroorganismen oxidiert oder abgebaut. Abgeschiedene Keime sterben ab. Zur Vermeidung von Hemmwirkungen durch Abbauprodukte wie Nitrit und Nitrat muss ein Teil des Washwassers regelmäßig erneuert werden. Gemäß Düngeverordnung kann das ausgeschleuste Wasser landwirtschaftlich verwertet werden.

Welche Techniken stehen zur Verfügung?

In der Tierhaltung werden Biofilter, Abluftwäscher und Kombinationssysteme mit mehreren Verfahrensstufen eingesetzt. Bei Biofiltern wird die Abluft durch ein organisches festes Filtermaterial geleitet, das automatisch und ausreichend befeuchtet werden muss (Abb. 2). Biofilter erlauben in der einstreulosen Schweinehaltung eine sichere



Abb. 2: Blick auf einen einstufigen Biofilter zur Reinigung von Abluft aus Schweinehaltungen

Entstaubung und einen wirkungsvollen Abbau der Geruchsstoffe. Zur Abscheidung von Ammoniak sind sie hingegen weniger gut geeignet, da der Stickstoff und seine Reaktionsprodukte im Filtermaterial angereichert werden und zu Funktionsstörungen führen können. Daher muss das aktive Filtermaterial regelmäßig gewechselt werden.

Bei den Abluftwäschern (Abb. 3a und b) wird der Stoffaustausch über die Füllkörper (s. Abb. 1) gewährleistet. Wird der Abluftwäscher biologisch betrieben, befinden sich Mikroorganismen auf den Füllkörpern und im Waschwasser, die den Abbau der Abluftinhaltsstoffe sicherstellen sollen. Abluftwäscher sind für die Abscheidung von Stäuben, Ammoniak und Gerüchen geeignet, aber anfällig gegen Belastungsspitzen.



Auf dem Markt sind außerdem eine Reihe mehrstufiger Techniken verfügbar, die die Vorteile der Abluftwäsche (gute Ammoniakabscheidung) mit denen der Biofilter (guter Geruchsstoffabbau) verbinden (Abb. 4).

Sachgerecht dimensionierte und ordnungsgemäß betriebene Abluftreinigungsanlagen erlauben eine sichere Abscheidung von Stäuben, Ammoniak und Gerüchen. Dies belegen umfangreiche Eignungsprüfungen unter Federführung der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG). In der Schweinehaltung werden die Staubemissionen je nach Verfahren um 78–96 % reduziert, während für Ammoniak Abscheidegrade zwischen 70 und 90 % in Langzeituntersuchungen ermittelt wurden. Typischer „Schweinegeruch“ kann vollständig beseitigt werden. Gegenwärtig intensiv untersucht wird die Abscheidung von Keimen.

Nach Angaben des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL) können die Kosten je nach Verfahren und Anlagengröße erheblichen Schwankungen unterliegen. In der Schweinehaltung wird von Gesamtjahreskosten zwischen 12 und 26 Euro je Tierplatz ausgegangen. Für den Landwirt empfiehlt es sich in jedem Fall, mehrere Angebote zu vergleichen, da die erhöhten Kosten über den Produktverkauf erwirtschaftet werden müssen.

Beteiligung des Thünen-Instituts

Wissenschaftler des Thünen-Instituts beteiligen sich seit vielen Jahren an Entwicklung und Bewertung von Abluftreinigungsverfahren für die Tierhaltung. Nach der Entwicklung eines chemisch-biologischen Verfahrens zum Einsatz in der Schweinehaltung konzentrieren sich die aktuellen Arbeiten auf die Geflügelhaltung (Abb. 5). Hier stellt das sehr stark schwankende Abluftvolumen – besonders in der Masthähnchenhaltung – eine enorme Herausforderung dar. So kann der Abluftvolumenstrom in einem Hähnchenmaststall mit 40.000 Tieren zwischen 5.000 m³/h (Einstellung kleiner Küken, Winter) und 300.000 m³/h (Endgewicht vor Ausstallung, Sommer) variieren.



Abb. 3a und b: Blick auf einen Rieselbettfilter (links) und auf den Bereich des Rohlufteintritts in die Abluftreinigungsanlage (rechts)

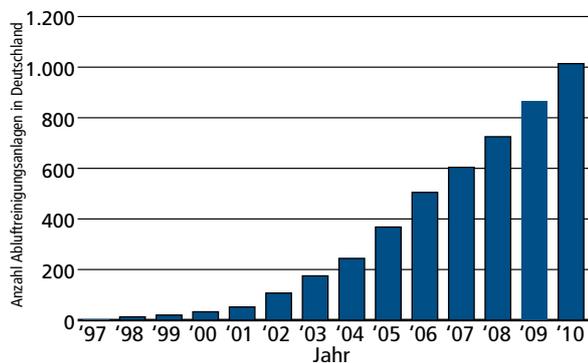


Abb. 4a–c: Beispiel für eine mehrstufige Abluftreinigungsanlage mit Rohgaseintritt in den Vorraum (links), zwei Füllkörperwänden (Mitte) und Biofilter als finale Reinigungsstufe (rechts)

Das Thünen-Institut hat maßgeblich an der Erarbeitung von Prüf- und Bewertungskriterien wie dem „Cloppenburg Leitfaden“ sowie dem DLG-Prüfrahmen „Abluftreinigungssysteme für Tierhal-

tungsanlagen“ mitgewirkt. Außerdem werden nahezu alle DLG-Prüfverfahren zur Abluftreinigung vom Thünen-Institut wissenschaftlich begleitet.

Abb. 6: Entwicklung der Zahl der in Deutschland errichteten Abluftreinigungsanlagen auf der Grundlage mehrerer Umfragen bei Herstellern



Abluftreinigung ist im Aufwind

Gegenwärtig verfügt lediglich ca. 1 % der deutschen Geflügel- und Schweinehaltungsbetriebe über eine Abluftreinigungsanlage. Allerdings steigt die Zahl der Abluftreinigungsanlagen trotz schwieriger wirtschaftlicher Verhältnisse kontinuierlich an (Abb. 6). In Regionen mit intensiver Tierhaltung werden fast alle Neubauten nur noch mit Abluftreinigungsanlagen genehmigt.



Dr. Jochen Hahne, Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Agrartechnologie und Biosystemtechnik, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig. E-Mail: jochen.hahne@vti.bund.de



Abb. 5 a und b: Blick auf den Laborcontainer (links) sowie auf eine mehrstufige Versuchsanlage zur Reinigung von Abluft aus Geflügelställen (rechts)

Vier Viertel sind mehr als ein Ganzes

Viertelindividuelle Melktechnik – wie Milchkühe, Melker und Landwirte von den neuen Möglichkeiten profitieren

Ulrich Ströbel, Sandra Rose-Meierhöfer, Anika Müller (Potsdam)

Melken im Melkstand ist bis heute eine schwere körperliche Arbeit geblieben. Moderne viertelindividuelle Melksysteme können die Bedingungen für Melker und Kühe verbessern. Während in konventionellen Melkmaschinen die ermolkenen Milch aus den vier Eutervierteln beim Melken bereits in der Nähe des Euters über ein Sammelstück zusammengeführt wird, ermöglichen viertelindividuelle Melksysteme eine separate Ableitung der Milch aus einzelnen Eutervierteln über vier Einzelschläuche. Am Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim (ATB) wird die viertelindividuelle Melktechnik derzeit erfolgreich weiterentwickelt. Begleitend sind mehrere Untersuchungen zur Beurteilung der Melktechnik durchgeführt worden.

Die Euterviertel einer Kuh bilden jeweils eine eigenständige, unabhängige Einheit. Deshalb hat die separate Ableitung der ermolkenen Milch mehrere Vorteile: Viertelindividuelle Melksysteme ermöglichen für jedes einzelne Viertel eines Kuheuters eine individuelle Datenerfassung zur Kontrolle des Melkvorgangs. Zudem erlauben solche Systeme, die Analyse der Milchqualität und die Steuerung der Vakuumapplikation für jedes Euterviertel separat vorzunehmen.

Einsatz bei unterschiedlichen Melksystemen

Milchkühe können sowohl in den bereits länger etablierten „konventionellen“ Melkständen (Abb. 1) gemolken werden als auch mit Hilfe von Melkrobotern (Abb. 2). Diese setzen die Melkbecher automatisch an das Kuheuter an. Die Technik für die beiden Melkverfahren unterscheidet sich in wesentlichen Punkten. Bei traditionellen Melkmaschinen war es aus Gründen der Handhabung praktisch, die ermolkenen Milch sehr nahe am Euter in einem Milchsammelstück zusammenzuführen. So mussten die Melker nicht mit vier umher-

hängenden Milchsschläuchen hantieren. Bei der Entwicklung der Melkroboter stellte sich die Bündelung der Melkbecher durch das Milchsammelstück jedoch als störend heraus. Eine viertelgetrennte Melktechnik erlaubt zudem, Messwerte zur Milchqualität und -leistung von jedem Euterviertel separat zu erfassen. Dadurch können Erkrankungen schneller erkannt und die Produktqualität gesichert werden. Das ist vor allem deshalb von Bedeutung, weil beim Melkroboter keine visuelle Kontrolle der Milch durch den Melker oder die Melkerin stattfindet. Die viertelgetrennte Milchschauchführung bietet damit grundlegende Vorteile für die Technik der Melkroboter. Damit lag die Idee nahe, die Vorteile der viertelindividuellen Schlauchführung auch auf die konventionellen Melkstände zu übertragen.

Zwar können nicht alle teuren Analysetechniken aus den Melkrobotern auf viertelgetrennte Melkmaschinen in traditionellen Melkständen übertragen werden, da sich die Systeme in mehreren Punkten unterscheiden. Ein Roboter arbeitet rund um die Uhr und melkt alle Tiere mit nur einem Melkzeug. Im Vergleich dazu werden in konventionellen Melkständen die einzelnen Melkzeuge pro Tag



ATB

Abb. 1: Konventionelles Melkzeug der Firma GEA Farm Technologies im Melkstand eines Praxisbetriebes.

nicht so häufig frequentiert. Dennoch lassen sich viele wesentliche Vorteile des viertelgetrennten Melkens auf Melkstände übertragen. Beispielsweise belegte eine Forschungsarbeit des ATB, dass durch die viertelweise Schlauchführung die Vertikalkräfte an den Zitzen gleichmäßiger verteilt sind als beim Melken mit Milchsammelstück. Dadurch werden die Zitzen und das Eutergewebe beim Melken insgesamt weniger beansprucht. Außerdem können bei der Nutzung von Einzelschläuchen Krankheitskeime nicht von Viertel zu Viertel übertragen werden. Aus wirtschaftlicher Sicht spricht für die konventionellen Melkstände, dass Anschaffungs- und Wartungskosten deutlich niedriger sind als bei einem automatischen Melksystem. Über 95 % der Milchviehbetriebe in Deutschland arbeiten daher noch mit Melkständen. Allerdings gibt es auf europäischer Ebene, insbesondere in unseren Nachbarländern Dänemark und den Niederlanden, bei den jährlich neu installierten Melksystemen hohe Zuwachsraten für Melkroboter.

Viertelgetrenntes Melken – auch in konventionellen Melkständen im Trend

Vor diesem Hintergrund wurde von der Firma Siliconform GmbH & Co. KG in Türkheim im Allgäu in Zusammenarbeit mit dem ATB ein erstes funktionsfähiges viertelindividuelles Melksystem für Melkstände entwickelt. Das „Multilactor®“ genannte System wurde in den letzten Jahren konsequent weiterentwickelt (Abb. 3). Die Handhabung des Multilactors® unterscheidet sich grundlegend von der Arbeit mit einem konventionellen Melkzeug. Zum Ansetzen schwenkt das Melkmagazin automatisch unter das Euter. Die Melkbecher werden dann von Hand entnommen und paarweise angesetzt. Das Abnehmen der Melkbecher erfolgt automatisch nach Ende des Melkvorgangs. Eine weitere technische Neuheit am Melksystem Multilactor® ist die Vakuumabschaltautomatik separat

für jedes Euterviertel. Beim Abfall von Melkbechern kann somit weder Luft noch Schmutz von der Melkmaschine eingesogen werden. Außerdem wurde ein pneumatischer Arm eingebaut, welcher die vier Milchschräume regelmäßig bewegt. Auf diese Weise wird die Eutermuskulatur gelockert. Nach dem Melken jedes Tieres werden die Melkbecher automatisch innen und außen gereinigt. Damit sind Keimübertragungen von Kuh zu Kuh unterbunden. Schließlich wird der Multilactor® mit Niedrigvakuum betrieben, was die Reizung und Belastung des Zitzengewebes der Kuh vermindert. Auch andere Melktechnikhersteller setzen nun auf die viertelgetrennte Melktechnik im Melkstand. Zwei bekannte Hersteller haben mittlerweile viertelindividuelle Anwendungen in das traditionelle Melkzeug mit Sammelstück integriert, zum Beispiel eine individuelle Vakuumabschaltung, wenn ein Melkbecher an einem Euterviertel abfällt.



Werkfoto, System Happel® GmbH

Abb. 2: Automatisches Melksystem der Firmen Insentec und System Happel®.



Werkfoto, Siliconform GmbH & Co. KG

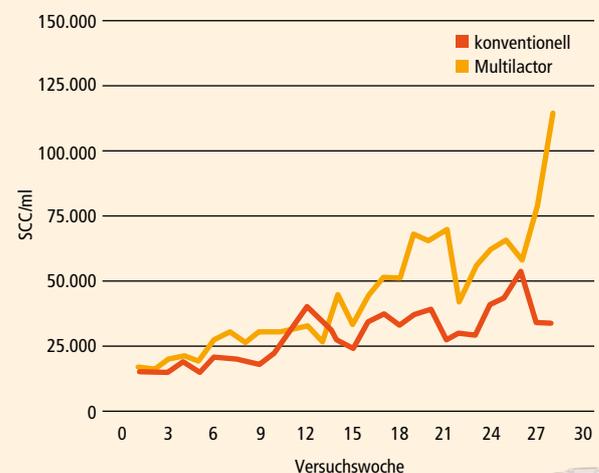
Abb. 3: Melksystem Multilactor® der Firmen Siliconform GmbH & Co. KG und Impulsa AG im Melkkarussell in einem Praxisbetrieb.

Gute Stimulation bei gleicher Milchqualität

In Praxisuntersuchungen wurde das Melksystem Multilactor® mit einem traditionellen Melksystem mit Milchsammelstück verglichen. Die beiden Testkuhherden mit jeweils ca. 30 Kühen wurden unter gleichen Bedingungen gehalten. Das Praxisexperiment sollte darüber Auskunft geben, ob Unterschiede in der Melkbarkeit, bei der Eutergesundheit und in der Milchqualität festgestellt werden können. Um Wechselwirkungen zwischen einem Melksystem und einer Kuh genauer bewerten zu können, wird unter Praxisbedingungen der während des Melkvorgangs auftretende Milchfluss mit Hilfe eines elektronischen Messgeräts erfasst. Es ergaben sich keine signifikanten Unterschiede im Hinblick auf die erfasste Milchmenge zwischen beiden Tiergruppen. Allerdings war die Phase, in der der Milchfluss ansteigt, zwischen beiden Melksystemen signifikant unterschiedlich: In der mit Multilactor® gemolkenen Kuhgruppe setzte der Hauptmilchfluss deutlich früher ein als in der Vergleichsgruppe. Dafür dauerte die Hauptmelkphase mit hohem Hauptmilchfluss in der Vergleichsgruppe signifikant länger. Diese Messergebnisse lassen auf eine gute Stimulationswirkung des Multilactors® schließen. Der gesamte Melkvorgang pro Kuh dauerte bei gleicher Milchmenge mit dem Multilactor® etwas länger. Dies muss in Kauf genommen werden, um das niedrige und gewebeschonende Vakuum im Multilactor® bereitstellen zu können. Der wichtigste Parameter zur Beurteilung der Eutergesundheit ist der Gehalt an somatischen Zellen in der Milch. Ein hoher Gehalt weist auf Entzündungsprozesse in den Eutervierteln hin. Beide Versuchs-

gruppen zeigten im Verlauf des neunmonatigen Versuchszeitraums einen langsamen Anstieg des Gehalts an somatischen Zellen. Dennoch blieben die Mediane der Zellgehalte in allen Versuchswochen, außer in Versuchswoche 28, unterhalb des in Fachkreisen verwendeten Grenzwertes von 100.000 Zellen/ml Milch. Dieser Grenzwert ermöglicht eine Unterscheidung zwischen gesunden und auffälligen Eutervierteln. Es zeigte sich, dass bei beiden Melksystemen in Bezug auf die Zellgehalte kein signifikanter Unterschied auftrat (Abb. 4).

Abb. 4: Entwicklung der somatischen Zellzahlgehalte in beiden Versuchsgruppen während dem Versuchszeitraum.



Sanfter Milchentzug durch Vakuumregelung

Parallel zum Praxisexperiment entwickelten das ATB und der Industriepartner den Multilactor® gemeinsam weiter. Das Ziel war, ein Regelungssystem für viertelindividuelle Melksysteme zu schaffen, das in der Lage ist, das Vakuum an jedem Zitzenende der Kuh individuell, tierfreundlich und intelligent zu regeln. Dabei sollte die Vakuumregelung in Abhängigkeit vom Milchfluss automatisch erfolgen. Die Wirkung der Vakuumregelungseinheit lässt sich mit Abbildung 5 erklären. Der Vergleich der beiden Diagramme zeigt, dass die entwickelte Regelungseinheit eine deutliche Reduzierung des zitennahen Vakuums bei niedrigen Milchflüssen bewirkt. Dies ist sinnvoll, da hier kein hohes Vakuum zum Milchabtransport benötigt wird. Das niedrige Vakuum in diesen Melkabschnitten verhindert eine hohe Belastung für das Zitzengewebe und sorgt so für einen „sanften“ Milchentzug. In Melkabschnitten mit einem hohen Milchfluss wird dagegen während der Saugphase mit hohem Vakuum im Milchschlauch gemolken. Meist wird dabei annähernd die Höhe des Anlagenvakuums erreicht, also des höchst möglichen Vakuums in einer Melkanlage. Das Vakuum, das direkt dem Milchentzug dient, wird durch Öffnen und Schließen eines elastischen Schlauchs mit Kopfstück im Inneren des Melkbeckers beim Melkvorgang unterstützt. Dabei können zwei Melkphasen unterschieden werden: In der Saugphase ist der elastische Schlauch mit Kopfstück geöffnet und die Milch wird angesaugt. In der Entlastungsphase ist der Schlauch geschlossen und massiert die Zitzenenden. Damit wird die zuvor am Zitzenende angesaugte Blut- und Lympf Flüssigkeit wieder gleichmäßiger im gesamten Zitzengewebe verteilt. In der Saugphase soll durch ein hohes Vakuum in etwa in Höhe des Anlagenvakuums ein zügiges Ausmelken erzielt werden. In der Entlastungsphase hingegen ist eine Reduzierung des Vakuums an der Zitze erwünscht, denn ein niedriges, an den Milchfluss fein angepasstes Vakuum schont das empfindliche Eutergewebe der Kühe.

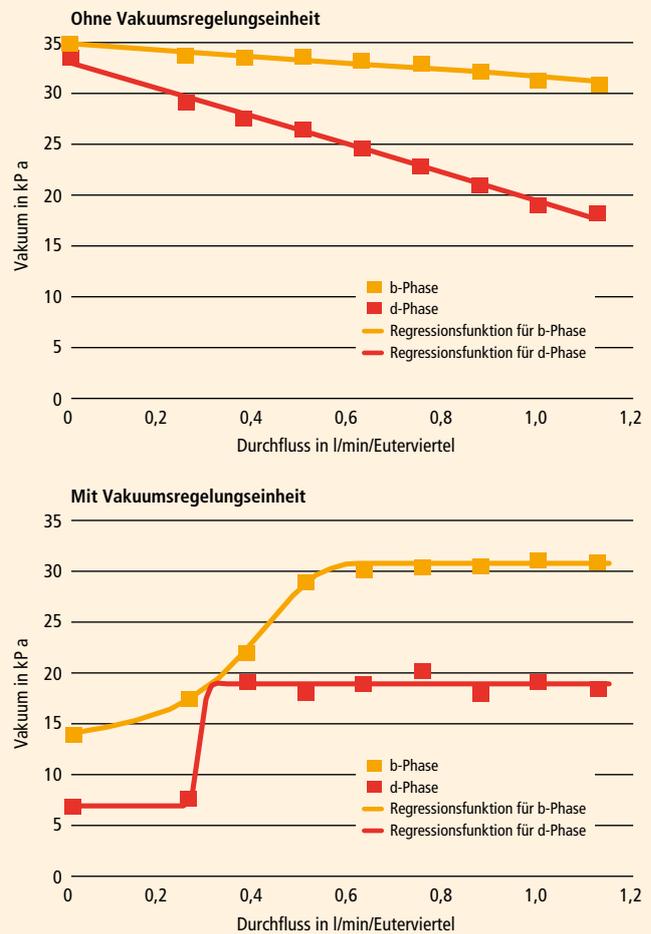
Mit der neuen Regelungseinheit lässt sich das Vakuum passgenau steuern – mit positiven Effekten auf die Tiergesundheit. So ist zu erwarten, dass sich Eutererkrankungen verringern werden. Der Einsatz der schonenden viertelindividuellen Melktechnik kann somit voraussichtlich das Leben und die Leistungsfähigkeit der Milchkühe verlängern. Damit ergäben sich auch positive Effekte für die energetische Gesamtbilanz der Milchproduktion: Durch eine gesteigerte Lebensdauer der Milchkühe kann die Energie, die das Tier in der Aufzuchtphase „unproduktiv“ aufnimmt, über einen verlängerten Produktionszeitraum verteilt werden.

Neben den positiven Ergebnissen des Melkens mit Multilactor® auf das Tier zeigten die Untersuchungen des ATB auch günstige Auswirkungen auf die körperliche Gesundheit der Melker und Melkerinnen. Die Handhabung der leichteren Einzelschläuche entlastet im Vergleich zum Ansetzen konventioneller Melkzeuge mit Sammelstück das Skelettsystem. Damit wird die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten berufspezifischer Erkrankungen gesenkt. Somit können

Multilactor® und die viertelindividuelle Melktechnik in Zukunft durchaus eine positive Wirkung sowohl auf Kühe als auch auf das Melkpersonal haben.



Abb. 5: Das Vakuumverhalten am Multilactor® bei unterschiedlichen Milchflüssen mit und ohne die Verwendung der entwickelten Vakuumregelungseinheit.



Das vorhandene Potenzial nutzen

Die beschriebenen Innovationen und viele weitere Neuerungen auf dem Markt der Melktechnikausstattung zeigen, dass die Weiterentwicklung viertelindividueller Melksysteme großes Potenzial für eine wesentlich tier- und melkerfreundlichere Milchgewinnung birgt. Da die benötigten Elektronikbaugruppen zur Verbesserung der Melkbedingungen für Mensch und Tier schon heute prinzipiell zur Verfügung stehen, ist es die Aufgabe der Landtechnik, die verfügbaren elektronischen Komponenten an die Nutzungsbedingungen in der Tierhaltung anzupassen und damit robuste Technik für Viehställe zu entwickeln. Deshalb sollten wir nicht zögern, die gewünschte Technik zum Wohle von Mensch und Tier zu entwickeln und anzuwenden.



Ulrich Ströbel, Dr. Sandra Rose-Meierhöfer, Anika Müller, Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim, Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam. E-Mail: ustroebel@atb-potsdam.de

Puten tiergerechter halten

Was Ställe mit Außenklimabereich für das Tierverhalten und die Tiergesundheit bringen

Jutta Berk (Celle)

Putenfleisch erfreut sich in Deutschland seit Jahren zunehmender Beliebtheit. Intensive Mastanlagen in Ställen mit Besatzdichten von maximal 52 kg/m² (Hennen) bzw. 58 kg/m² (Hähne) sind praxisüblich. Von den rund 11 Millionen Puten in Deutschland stammen 10 Millionen aus Betrieben, die mehr als 10.000 Tiere halten. Diese Entwicklung wird von Tierschutzorganisationen, aber zunehmend auch in der breiten Öffentlichkeit kritisiert. Am Friedrich-Loeffler-Institut (FLI) in Celle laufen Versuche mit alternativen Haltungssystemen.

Für die Haltung von Mastputen gibt es im Gegensatz zur Masthühnerhaltung bis heute keine rechtsverbindlichen Vorschriften auf europäischer Ebene. Grundlage für die Haltung von Mastputen sind in Deutschland nach wie vor die „Bundeseinheitlichen Eckwerte für eine freiwillige Vereinbarung zur Haltung von Mastputen“ (BML, 1999). Diese werden gegenwärtig auf Initiative des Verbandes Deutscher Putenerzeuger unter Mitwirkung von Experten aus Wissenschaft, Politik und Wirtschaft sowie Vertretern der Tierschutzorganisationen überarbeitet.

Die konventionelle Aufzucht und Mast von Puten in Deutschland erfolgt überwiegend in strukturlosen, freigelüfteten Ställen mit Tageslicht und Einstreu. Besonders von Seiten des Tierschutzes, aber auch zunehmend in der Öffentlichkeit, wird diese übliche Haltungsform kritisiert und nach alternativen Haltungsverfahren gesucht. Das Anbieten eines Grünauslaufes wird dabei oftmals als die Haltungsform angesehen, die den natürlichen Bedürfnissen der Tiere am meisten

entspricht. Allerdings ist die Freilandhaltung von Puten für größere Bestände aus Gründen der Arbeitswirtschaft, der Tiergesundheit (erhöhtes Infektionsrisiko, Parasitenbefall), aber auch aus der Sicht der Umweltbelastung (Nährstoffeintrag in den Boden) kaum praktikabel. Es erscheint jedoch hinsichtlich des Tierverhaltens, aber auch in Bezug auf die Tiergesundheit notwendig, die vorhandenen Haltungsbedingungen weiterzuentwickeln. Eine Möglichkeit, die Forderungen des Tierschutzes und der Verbraucher umzusetzen, stellt möglicherweise der Anbau eines überdachten Außenklimabereiches (AKB; s. Info-Box S. 25) dar. Die Puten können ihn ab der sechsten Lebenswoche, nach Erreichen der vollen Befiederung nutzen, wobei die Fläche des AKB ca. 25 % der Stallgrundfläche betragen soll. Die Anreicherung der Haltungsumwelt durch das Anbieten eines überdachten Außenklimabereiches bietet den Tieren zusätzliche Möglichkeiten, art eigene Verhaltensweisen auszuüben. Gleichzeitig kann dies zu einer Verringerung der Besatzdichte beitragen, wenn

die Fläche des AKB zusätzlich angeboten wird. Der Anbau eines AKB an einen vorhandenen Stall oder auch im Rahmen eines Stallneubaus ist jedoch mit zusätzlichen Investitionskosten verbunden, die gegenwärtig in Deutschland nicht honoriert werden und bei identischen Vermarktungswegen zu Gewinneinbußen führen dürften. Bezieht man 50 % der Fläche des AKB in die Berechnung der Besatzdichte mit ein, so könnte durch die insgesamt höhere Tierzahl pro Stall zumindest ein Teil der zusätzlichen Investitionskosten abgedeckt werden. Diese teilweise Anrechnung der Fläche des AKB auf die Besatzdichte könnte als Anreiz für die Errichtung von Außenklimabereichen dienen und damit zu einer Verbesserung des Tierschutzes in der konventionellen Putenhaltung beitragen.

Erste Erfahrungen

Ein in Niedersachsen durch unser Institut durchgeführtes Pilotprojekt (FuE-Vorhaben 99UM019), das im ForschungsReport 2/2006 bereits vorgestellt wurde, hatte gezeigt, dass Hähne der schweren Herkunft B.U.T. 6 einen AKB ohne negativen Einfluss auf die Tiergesundheit oder die Leistungsparameter nutzten. Nachteil der damaligen Untersuchung war, dass kein zweiter identischer Stall am gleichen Standort als Kontrolle genutzt werden konnte, so dass zum Vergleich nur ein zweiter Stall an einem nahen Standort mit nicht auszuschließenden Unterschieden im Management einbezogen werden konnte.

Im Rahmen eines Nachfolgeprojekts, das vom Niedersächsischen Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung gefördert wurde, sollte in einer Praxisstudie der Einfluss eines AKB sowie der Anreicherung der Haltungsumwelt (erhöhte Ebenen im Stall, Quaderstrohhallen im AKB) auf das Tierverhalten, die Tiergesundheit und die Tierleistungen untersucht werden.

» Der Außenklimabereich (AKB)

Der AKB besteht aus einer überdachten eingestreuten Betonfläche, deren offene Seiten mit Maschendraht versehen sind. Der Anbau erfolgt an einer Längsseite des Stalles, wobei der Zugang zum AKB durch verschließbare Durchlauföffnungen gewährleistet wird. Futter und Wasser werden nur im Stall angeboten, um die Tieraktivität zu erhöhen und auch den Eintrag von Krankheitserregern (Wildvögel) zu reduzieren.



istockphoto

Dabei wurde die 50-prozentige Anrechenbarkeit der Nutzfläche des AKB auf die Erhöhung der Besatzdichte zugrunde gelegt.

Praxisuntersuchung am identischen Standort

Für die Untersuchungen standen ein Aufzuchtstall und zwei identische Mastställe (18 x 110 m) mit jeweils einem an der Süd-Ostseite angebautem AKB (4 x 110 m) am gleichen Standort zur Verfügung (Abb. 1). Der AKB bestand aus einer überdachten betonierten Fläche, die mit einer Holzkonstruktion sowie einem überragenden Dachüberstand zum Schutz der Einstreu vor starkem Regen und Wind versehen war. Der Übergang vom Stall in den AKB wurde durch Öffnen bzw. Schließen der eingebauten 16 Luken (ca. 1,20 m x 1,00 m) gewährleistet, die gleichmäßig über die Stalllängsseite angeordnet und mit Seilwinden versehen waren. Hahnen- und Henneküken der Herkunft B.U.T. 6 wurden zunächst gemeinsam im



Abb. 1: Außenklimabereich



Abb. 2: Erhöhte Ebene mit Rampe

Aufzuchtstall gehalten. Die Hähne wurden dann mit einem Alter von 29 bzw. 30 Lebenstagen in die beiden Hahnenställe umgestallt. Das Futter entsprach einer konventionellen 6-Phasen-Fütterung und wurde von der Futtermühle der Erzeugergemeinschaft bezogen. Nach Umstallung in die Mastställe wurde die Haltungsumwelt der Tiere mit Strukturelementen angereichert. Dazu wurden je Stall drei erhöhte Ebenen (jede 5,5 m²) mit Rampen (Abb. 2) und im AKB drei Strohballen (ca. 3 m²) eingesetzt. Somit standen pro Stall/AKB-Bereich 25,5 m² Strukturelemente zur Verfügung. In der Tabelle 1 sind die Daten der beiden aufeinanderfolgenden Versuchsdurchgänge (Sommer- und Winterdurchgang) zusammengestellt. Entsprechend der Zielstellung des Projektes wurde jeweils bei einem der beiden Ställe der AKB mit 50 % der Nutzfläche (220 m²) auf die Besatzdichte angerechnet. Im zweiten Stall stand den Puten der AKB zusätzlich zur Verfügung. Nach einem Mastdurchgang erfolgte bezogen auf die Besatzdichten ein Wechsel zwischen den Ställen, um Stalleffekte möglichst auszuschließen.

Tab. 1: Übersichtsdaten der Versuchsdurchgänge

Durchgang	Stall	Besatzdichte	Tiere/m ²	Tiere/Stall
1	A	Hoch (H)	3,4*	6.816
	B	Normal (N)	3,1	6.135
2	A	Normal (N)	3,0	5.857
	B	Hoch (H)	3,3*	6.503

* bezogen auf 1970 m² (ohne AKB)

Daten zu den Tierleistungen (Lebendmasse-Entwicklung, Futteraufwand) und zur Tiergesundheit (Mortalität, Erkrankungen, Medikamenteneinsatz, Tierbeurteilung) sowie zur Schlachtkörperqualität wurden ebenso wie zum Tierverhalten erhoben. Durch eine gezielte Züchtung wurde in den letzten Jahren das Wachstum der Puten erheblich gesteigert, wobei besonderer Wert auf die Erhöhung des

Brustfleischanteiles als wertvolles Teilstück gelegt wurde. Diese Wachstumssteigerung beim Mastgeflügel geht in der Regel mit einer deutlichen Reduktion der Laufaktivität und der Zunahme von Konstitutionsschwächen einher. Der Mangel an Bewegung wird als einer der Hauptgründe für die Entstehung von Beinschäden oder Beinschwächen angesehen. Eine Beurteilung der Lauffähigkeit (von normal bis gehunfähig) und der Beinstellung (normal, breit, O-beinig, X-beinig) erfolgte in der 7., 9., 13. und 17. Lebenswoche anhand einer zufälligen Stichprobe von 100 Hähnen pro Stall.

Strukturelemente wurden angenommen

Es zeigte sich, dass die Hähne den AKB und die bereitgestellten Strukturen gut nutzten. Im Mittel konnten in der 19. Lebenswoche zwischen 2,5 und 3,1 Hähne pro m² auf den erhöhten Ebenen ermittelt werden. Zwischen 3,4 und 4,1 Puten pro m² hielten sich auf den unstrukturierten Stallinnenflächen und 3 bis 3,6 Hähne im AKB auf. Die erhöhten Ebenen wurden als Aufbäum-, Ruhe- und Rück-



Hinsichtlich des Tierverhaltens und der Tiergesundheit ist es notwendig, vorhandene Haltungsbedingungen weiterzuentwickeln.

zugsmöglichkeit, die Strohballen mehr als Beschäftigungsmaterial genutzt. Ein gerichteter Einfluss der Besatzdichte auf die Nutzung des AKB oder die Strukturierungen scheint nicht vorhanden zu sein – diese Elemente wurden nicht besser angenommen, wenn der Tierbesatz erhöht war.

Die Lauffähigkeit, die Beinstellung und das Gefieder verschlechterten sich unabhängig von der Besatzdichte mit zunehmendem Lebensalter der Puten. Überraschenderweise lagen die Verluste in den Ställen mit der höheren Besatzdichte in beiden Mastdurchgängen unter denen mit der normalen Besatzdichte. Die Lebendmassen und der Futteraufwand wurden nicht oder nur gering durch die Besatzdichte beeinflusst. Die Ergebnisse zum Tierverhalten wurden mehr durch den Mastdurchgang als durch die Besatzdichte beeinflusst. Auf der erhöhten Ebene und der unstrukturierten Fläche des Stalles ruhten die Hähne häufiger, während im AKB die Anzahl stehender und sich fortbewegender Tiere erhöht war (Abb. 3–5). Bestimmte Verhaltensweisen wie Flügelschlagen, das Platz benötigt, und Umgebungspicken als Ausdruck des Erkundungsverhaltens traten im AKB häufiger auf. Flügel- und Beinstrecken, das zum Komfortverhalten zählt, wurde mehr auf der erhöhten Ebene beobachtet.

Die abschließenden Untersuchungen auf dem Schlachthof lassen bei den meisten einbezogenen Merkmalen (Frakturen, Hämatome, Schleimbeutel-Entzündungen, Kratzverletzungen, Leberverfärbungen, Parasitenbefall u.a.) keinen Einfluss der Besatzdichte erkennen. Differenzen ergaben sich nur bei der Fußballenbeurteilung zu Ungunsten der höheren Besatzdichte. Diese Auswertungen bezogen sich allerdings nur auf einen Mastdurchgang und sind entsprechend vorsichtig zu interpretieren.

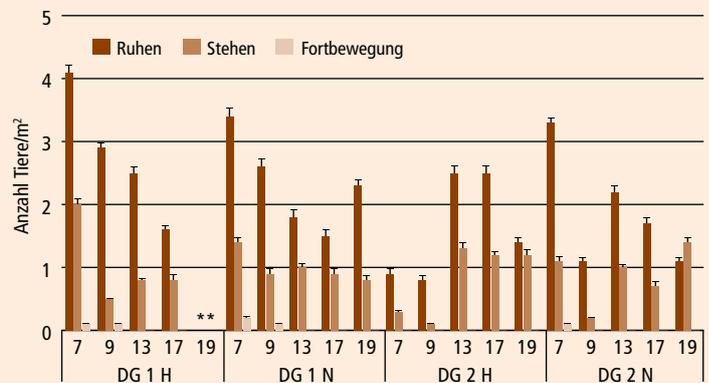
Die Praxis hat Interesse

Die vorliegenden Ergebnisse scheinen darauf hinzudeuten, dass eine Erhöhung der Besatzdichte durch eine 50-prozentige Anrechnung der Nutzfläche des AKB keine gravierenden Auswirkungen auf die Tierleistungen, die Tiergesundheit oder das Tierverhalten hat. Es sollte angestrebt werden, dass die Hähne den AKB möglichst frühzeitig und regelmäßig nutzen können. Die früheren Untersuchungen im Rahmen des Pilotprojektes hatten gezeigt, dass es ohne negative Einflüsse auf die Tierleistungen oder die Tiergesundheit möglich ist, den Zugang zum AKB ab der fünften, spätestens mit der sechsten Lebenswoche zu öffnen. Im Winterhalbjahr kann dies in Abhängigkeit von den Witterungsbedingungen zunächst nur tagsüber und stundenweise erfolgen, um negative ökonomische Effekte durch erhöhte Heizkosten bei jungen Puten zu reduzieren.

Nach gegenwärtigem Wissensstand kann die erfreuliche Aussage getroffen werden, dass die Forschungsergebnisse derzeit verstärkt in die Praxis umgesetzt werden: In mehreren Bundesländern sind Anträge zum nachträglichen Anbau eines AKB gestellt worden. Es ist zu hoffen, dass sie von den zuständigen Behörden genehmigt werden.

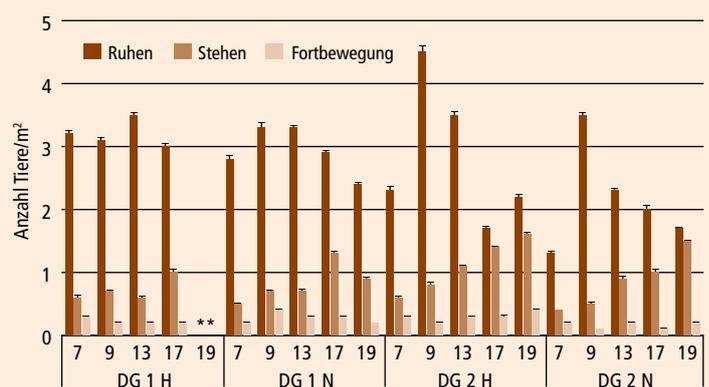
FLI | Dr. Jutta Berk, Friedrich-Loeffler-Institut,
 Institut für Tierschutz und Tierhaltung,
 Dörnbergstr. 25/27, 29223 Celle.
 E-Mail: jutta.berk@fli.bund.de

Abb. 3: Tierverhalten auf der erhöhten Ebene (DG 1 H = Hohe Besatzdichte, 50 % der Fläche wurden auf die BD angerechnet; DG 1 N = Normale Besatzdichte, AKB stand zusätzlich zur Verfügung)



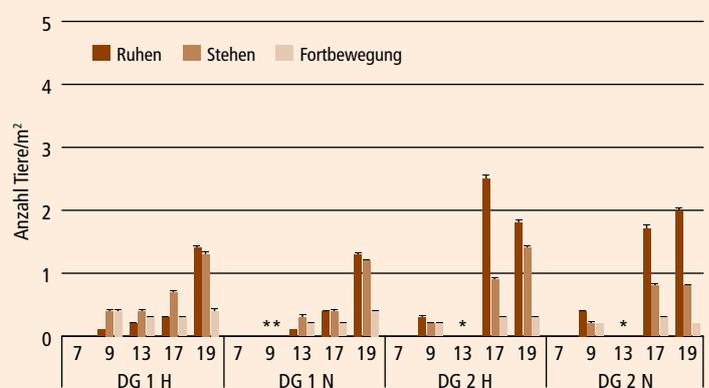
7. Lebenswoche: AKB geschlossen (DG 1 + DG 2); 13. Lebenswoche: AKB geschlossen (DG 2); 19. Lebenswoche: ** Ausfall der Videotechnik

Abb. 4: Tierverhalten im unstrukturierten Stallinnenbereich



7. Lebenswoche: AKB geschlossen (DG 1 + DG 2); 13. Lebenswoche: AKB geschlossen (DG 2); 19. Lebenswoche: ** Ausfall der Videotechnik

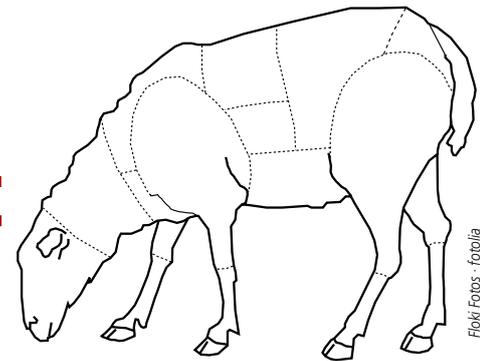
Abb. 5: Tierverhalten im AKB



7. Lebenswoche: AKB geschlossen (DG 1 + DG 2); 13. Lebenswoche: AKB geschlossen (DG 2); 19. Lebenswoche: ** Ausfall der Videotechnik



Schaffleisch - zu Unrecht verschmäh



Verwertungsmöglichkeiten für
ein Nischenprodukt

Klaus Troeger, Lothar Kröckel und Irina Dederer (Kulmbach)

Schaffleisch genießt beim deutschen Verbraucher, ebenso wie bei vielen Metzgern und Fleischverarbeitern, im Gegensatz zu Lammfleisch nur eine geringe Wertschätzung – ihm haftet ein „Hammel-Image“ an. Vor Jahrzehnten, als Wolle für die Schafhalter noch ein lukratives Produkt war, wurden häufig Hammel (kastrierte Schafböcke), der besseren Wollqualität wegen, gehalten. Deren Fleisch wies in der Tat oft einen strengen Geruch und Geschmack auf. Seit Wolle kein bedeutender wirtschaftlicher Faktor der Schafhaltung mehr ist, werden kaum noch Hammel gehalten. Schaffleisch stammt heute fast ausschließlich von älteren weiblichen Tieren, die nicht mehr zur Zucht eingesetzt werden. Das Fleisch dieser Tiere wird kaum wertgeschätzt. Unsere Untersuchungen ergaben: zu Unrecht.

Wohin mit den Altschafen?

Der Schafbestand in Deutschland betrug im Mai 2010, abzüglich der Tiere unter einem Jahr, ca. 1,4 Millionen Tiere. Der Großteil davon sind Mutterschafe (Abb. 1). Jedes Jahr scheiden rund 20 % von ihnen im Alter von etwa fünf Jahren aus der Zucht aus. Das sind jährlich rund 280.000 Schafe. Was geschieht mit ihnen?

Die Vermarktung der Mutterschafe ist (Beispiel Bayern) über Sammelstellen in den Regierungsbezirken organisiert; dort werden sie regelmäßig von einem Viehhändler abgeholt. Der Erlös liegt derzeit lediglich bei etwa 0,30 bis 0,50 Euro pro kg Lebendgewicht, das heißt der Schafhalter bekommt für ein Mutterschaf nur 20 bis 30 Euro. In den vergangenen Jahren wurden die Altschafe wegen mangelnder Inlandsnachfrage häufig lebend in Drittländer exportiert, oftmals über Triest in Italien per Schiff in den Libanon – eine lange und nicht sehr tierfreundliche Reise, die in den dor-

tigen Schlachthöfen endet. Zwar können aufgrund gestiegener Lämmerpreise Mutterschafe gegenwärtig auch an überwiegend muslimische Abnehmer im Großraum Frankfurt abgesetzt werden. Die Praxis der Lebendexporte, welche im Übrigen ohne staatliche Subventionen kaum möglich sein dürfte, ist damit jedoch noch nicht endgültig beendet.

Angesichts dieser unbefriedigenden Sachlage ist am Kulmbacher Max Rubner-Institut nach attraktiven Verwertungsmöglichkeiten von Mutterschafteilen auch im Inland gesucht worden. Ziel war es, den Fleischverarbeitern in Deutschland Schaffleisch als einen Rohstoff mit hoher Wertschöpfung aufzuzeigen und den Verbrauchern Schaffleisch und daraus hergestellte Produkte als hochwertige, schmackhafte Spezialitäten zu empfehlen. Auf diese Weise könnte vielen Schafen der lange Transport am Ende ihres Lebens erspart bleiben. Die verbesserte Nachfragesituation käme auch den Schafhaltern zugute.



Abb. 1: Mutterschafe der Rasse „Coburger Fuchs“

Rohmaterial und Herstellung der Produkte

In dem Projekt wurde die Qualität des Frischfleisches (Schafrückenmuskulatur) untersucht sowie Rohwurst und Rohschinken mit geeigneter Technologie hergestellt, geprüft und bewertet.

Es wurden 20 Mutterschafe der Rassen Merino und Schwarzköpfiges Fleischschaf geschlachtet. Die Tiere waren 4 bis 7 Jahre alt, die Lebendgewichte lagen zwischen 47 und 109 kg. Nach 48 Stunden Kühlung bei 2 °C wurden die Schlachtkörperhälften zerlegt und entbeint. Die Rückenmuskulatur (Schaf-Lachse) wurde vakuumverpackt und drei Wochen bei 2 °C kühl gelagert. Die Keulenmuskulatur wurde für die Herstellung von Rohpökelwaren verwendet, die übrige Muskulatur für die Herstellung von Rohwurst entfettet und entsehnt.

Schafsalami

Die Schafsalami wurde aus 80 % Schaffleisch und 20 % Schweinerückenspeck (Schaffett ist ungeeignet) hergestellt. Neben Gewürzen und Zusatzstoffen wurden in drei Chargen jeweils unterschiedliche Starterkulturen eingesetzt:

- Charge 1: Kultur Tradi 302 (*Lactobacillus sakei*, *Staphylococcus carnosus*, *Staphylococcus xylosum*)
- Charge 2: Kultur T-D-66 (*Lactobacillus plantarum*, *Staphylococcus carnosus*)
- Charge 3: Probiotische Kultur L. casei-01 nutrish (*Lactobacillus paracasei subsp. paracasei*) und Kultur CS 299 (*Staphylococcus carnosus*)

Zur Reifung wurden die Würste in der Klimakammer um durchschnittlich 34 % getrocknet; die Reifungsbedingungen sind aus Tabelle 1 ersichtlich. Die erste schwache Räucherung erfolgte nach vollständig abgeschlossener Umrötung nach 3–4 Tagen, eine zweite

Tab. 1: Reifungsbedingungen der Schafsalami		
Reifungstage	Temperatur der Klimakammer (°C)	Relative Luftfeuchte (%)
1.–3.	23	90
4.–10.	18	90
11.–17.	18	85
18.–24.	15	80

Räucherung nach ca. 8 Tagen. Nach 24–35 Tagen war die Herstellung beendet und die Würste wurden in Vakuumbutel verpackt und bei 7 °C bis zu neun Monaten gelagert. Im Projektverlauf wurde fünfmal Rohwurst hergestellt, jeweils aus dem Rohmaterial von vier Schafen (Versuche I bis V).

Rohschinken

Für die Rohschinkenherstellung wurde die Muskulatur der Keule (Oberschale, Unterschale mit Rolle und Nuss) verwendet. Die Schinkenstücke wurden mit anteilig Salz, Gewürzen (Charge 1) und zusätzlich Starterkulturen (Charge 2) eingerieben. Als Starter- und Schutzkulturen wurden die Präparate Safe Pro Bioprotective Culture B-2 (*Lactobacillus sakei*) und Bactoform C-P-775 (*Lactobacillus pentosus*, *Staphylococcus carnosus*) zugegeben. Anschließend wurden die Schinkenstücke vakuumverschweißt und für 3–4 Wochen bei 5 °C gelagert.

Nach der Pökellung wurden die Fleischstücke für einen Tag zum Trocknen aufgehängt und anschließend im Kaltrauch geräuchert. Die Reifung und Abtrocknung um 25–30 % erfolgte über fünf Wochen, anschließend wurden die Schinken in Vakuumbutel verpackt und bis zu sechs Monaten gelagert.

Zartes Fleisch mit gutem Geschmack

Die drei Wochen gereiften Schafrücken-Steaks (Abb. 2) wurden kurz gebraten und von vier sensorischen Sachverständigen durch eine sensorische Prüfung mit 5-Punkte-Skala beurteilt. 90 % der Proben wurden bezüglich Zartheit und Aroma/Geschmack als „sehr gut“ und „gut“ bewertet. Lediglich das Fleisch von zwei Tieren (10 %) schnitt schlechter ab, welche als individuelle Ausreißer betrachtet werden können. Geruch und Geschmack des kurz gebratenen Schaffleisches waren arttypisch und im Vergleich zu Lammfleisch etwas ausgeprägter, wurden aber nicht als streng oder unangenehm empfunden.

Die sensorische Beurteilung der Zartheit des Fleisches wurde durch einen Scherkraftversuch (Instrongerät 1140 der Fa. Instron) bestätigt. Die Scherkraftwerte der Schafrückensteaks (bis auf 2 Ausreißer) lagen zwischen 20 und 35 Newton, was für zartes bis sehr zartes Fleisch spricht (zartes Rindfleisch weist Werte zwischen 30 und 40 Newton auf).

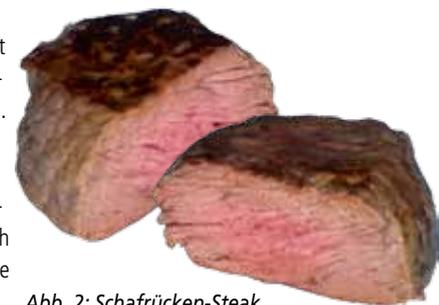


Abb. 2: Schafrücken-Steak

Überwiegend gute Qualität von Wurst und Schinken

Schafsalami (Abb. 3): Die drei Rohwurst-Chargen, hergestellt mit unterschiedlichen Starterkulturen, wiesen unterschiedliche pH-Werte auf. Die höchsten pH-Werte zeigte die Charge 1 (*Lactobacillus sakei*), die niedrigsten die Charge 2 (*Lactobacillus plantarum*). Die Werte von Charge 3 lagen dazwischen. Die pH-Wert-Unterschiede sind auf die unterschiedlichen Säuerungsaktivitäten der einge-

setzten Starter zurückzuführen. Sie wirken sich auch auf die sensorischen Eigenschaften der Rohwürste aus. Die *Lb. sakei*-Kultur (Charge 1) hielt sich während der gesamten Lagerdauer auf hohem Niveau, was die fleischeigenen Laktobazillen-Stämme unterdrückte und zu einer hohen Standardisierung der Rohwurst-Eigenschaften führte. Dagegen war die *Lb. plantarum*-Kultur in Charge 2 bereits nach vier Wochen abgesunken und durch fleischeigene *Lb. sakei/curvatus*-Stämme verdrängt worden. Das Ergebnis war ein insgesamt schlecht standardisiertes Produkt. Die probiotische *Lb. paracasei*-Kultur (Charge 3) zeigte sich teilweise stabiler als *Lb. plantarum*, aber nicht so überlebensfähig wie *Lb. sakei*; der Standardisierungsgrad lagen zwischen den Chargen 1 und 2.

Die Rohwürste wurden nach der Herstellung sowie nach drei, sechs und neun Monaten Lagerung von sensorischen Sachverständigen nach dem 5-Punkte-Schema der DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft) sensorisch geprüft und beurteilt. Die durchschnittlichen Qualitätszahlen der drei Chargen lagen nach Herstellung sowie nach drei Monaten Lagerung bei 4,8 bis 4,9 und damit nahe der höchsten Qualitätszahl 5,0 („Goldener DLG-Preis“). Auch nach sechs Monaten Lagerung erzielten die Rohwürste aller drei Chargen noch gute Qualitätszahlen von 4,5 bis 4,7 („Silberner DLG-Preis“). Nach neun Monaten Lagerung wurden die Rohwürste der Charge 1 mit einer Qualitätszahl von 3,5 („nicht prämiierungswürdig“) deutlich schlechter bewertet als die beiden anderen Chargen, die noch Qualitätszahlen von 4,0 bis 4,2 erreichten („Bronzener DLG-Preis“). Tabelle 2 zeigt die Fehleransprachen bei den sensorischen Prüfungen im Einzelnen. Bei den Rohwürsten der Charge 2 wurde häufig ein zu säuerlicher oder saurer Geschmack bemängelt; bei dieser

Charge wurden auch die niedrigsten pH-Werte gemessen. Die stärkere Säuerung verhin- derte oder überlagerte al-

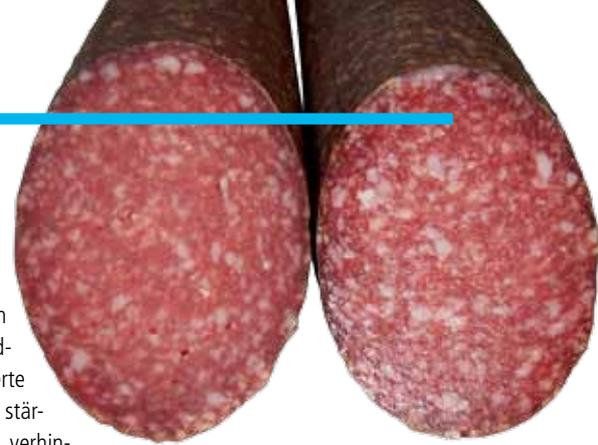


Abb. 3: Schafsalami (80% Schaffleisch, 20% Schweinerückenspeck)

sensorischen Qualität, die mit zunehmender Lagerungsdauer zu erwarten waren: Bei den Rohwürsten dieser Charge trat nach neunmonatiger Lagerung lediglich einmal der Geschmacksfehler „schmalzig“ auf, während bei den Rohwürsten der Chargen 1 und 3 nach neun Monaten regelmäßig Geschmacksabweichungen, die auf Fettveränderungen hinweisen, bemängelt wurden.

Hinsichtlich des Auftretens von Schafaroma war festzustellen, dass bei der Mehrzahl der Rohwürste aller drei Chargen entweder überhaupt kein Schafgeschmack oder aber nur ein leichtes Schafaroma vorhanden war (s. Tab. 2). Dennoch traten Unterschiede zwischen den Chargen auf. Bei den Rohwürsten von Charge 1, welche den mildesten Geschmack aufwiesen, war Schafaroma in merklicher bzw. deutlicher Ausprägung bei 47 % der Proben festzustellen. Dieser Anteil war bei den Chargen 2 und 3 mit 22 % und 17 % deutlich geringer. Aber auch diese Rohwürste schmeckten keineswegs unangenehm, sondern eher erwartungsgemäß arttypisch.

Schafschinken (Abb. 4): Die pH-Werte der Schafschinken, hergestellt mit Starterkulturen, lagen nach der Reifung und nach dreimonatiger Lagerung niedriger als die der ohne Starterkulturen hergestellten Schinken (Abb. 5). Dies machte sich auch bei der senso-



istockphoto

Tab.2: Sensorische Prüfung der Schafsalami: Fehleransprache und Ausprägung des Schafaromas

Versuche/Charge	nach Herstellung	nach 3 Monaten Lagerung	nach 6 Monaten Lagerung	nach 9 Monaten Lagerung
I	Ch 1 ohne Starter	/	/	/
	Ch 2 (+)	n.u.	sauer, beißig ++	säuerlich ++
	Ch 3 (+)	n.u.	beißig (+)	süßlich, beginnende Fettveränderung +
II	Ch 1 zu weich (-)	n.u.	zu weich (+)	
	Ch 2 (-)	n.u.	(-)	
	Ch 3 (-)	n.u.	zu weich (hefig) (+)	schmalzig, beißig, ranzig +
III	Ch 1 (säuerlich) +	Schnittbild unklar ++	Schnittbild unklar ++	Farbe grau, zu weich, beißig, talgig ++
	Ch 2 (säuerlich) (+)	Schnittbild unklar (säuerlich) (+)	Schnittbild unklar ++	Farbe grau, beißig (+)
	Ch 3 kratzig (+)	Schnittbild unklar (+)	Schnittbild unklar, zu weich, beginnende Fettveränderung +	Farbe grau, beißig, talgig (+)
IV	Ch 1 Trockenrand (-)	beginnende Fettveränderung ++	bitter, fettig (+)	vergrauend, schmalzig, seifig (+)
	Ch 2 Trockenrand (-)	säuerlich (+)	bitter, fettig (+)	vergrauend, schmalzig, säuerlich (+)
	Ch 3 Trockenrand (-)	(-)	fettig (+)	vergrauend, schmalzig, seifig (-)
V	Ch 1 (+)	+	(+)	vergrauend, bitter, Frische fehlt
	Ch 2 (-)	(-)	(+)	vergrauend, bitter, Frische fehlt
	Ch 3 (-)	(+)	(-)	vergrauend, porig, beißig, Frische fehlt (-)

Schafaroma: ++ = deutlich; + = merklich; (+) = leicht; (-) = fehlend (...) = Bemerkung (ohne Punktabzug) n. u. = nicht untersucht

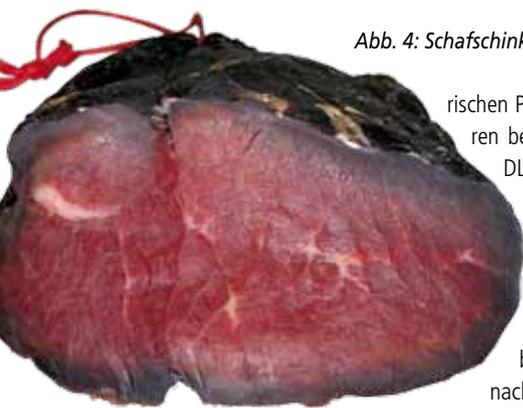


Abb. 4: Schafschinken (aus der Oberschale)

rischen Prüfung der Rohpökelwaren bemerkbar. Die nach dem DLG 5-Punkte-Schema ermittelten Qualitätszahlen waren bei den Schinken der Charge 1 (ohne Starterkulturen) tendenziell höher, insbesondere unmittelbar nach der Herstellung (4,9 zu 4,6 Punkten). Bei den Schinken mit Starterkulturen (Charge 2) wurde häufiger ein säuerlicher Geschmack bemängelt. Insgesamt erzielten aber alle Rohpökelwaren,

hergestellt mit und ohne Starterkulturen, bis zu einer Lagerdauer von sechs Monaten gute Qualitätszahlen im Bereich von 4,6 bis 4,9 (entspricht „Silberner DLG-Preis“). Punktabzüge waren vor allem durch Farbfehler, wie „Rand graugrün“ oder „heller Kern“ bedingt. Diese Mängel sind rohstoffbedingt (hoher Myoglobingehalt) und auch bei Rohschinken aus Wildfleisch bekannt. Abhilfe könnte die Verwendung von Nitritpökelsalz mit höheren Nitritgehalten (0,9 %) schaffen, entsprechende Untersuchungen stehen aber noch aus. Schafaroma wurde von den Prüfern bei 90 % der frisch hergestellten Schinken entweder gar nicht oder nur in geringer Ausprägung festgestellt.

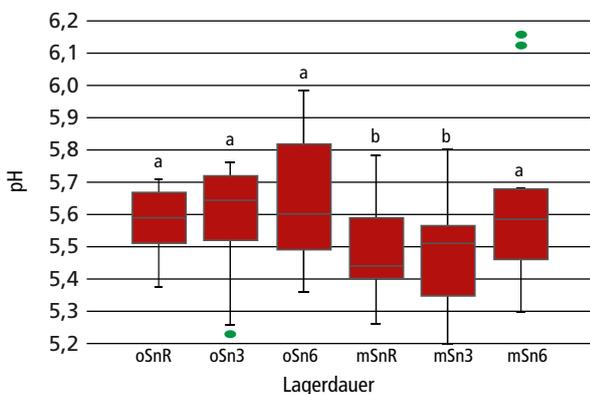
Ein positives Fazit

Die Untersuchungen erlauben folgende Schlussfolgerungen: Die gereifte Rückenmuskulatur von Mutterschafen ist im Allgemeinen gut als Kurzbratfleisch geeignet. Das Fleisch ist zart und saftig und hat ein arttypisches, angenehmes Aroma.

Aus Schaffleisch lassen sich hochwertige Produkte herstellen. Die Rohwürste zeichnen sich durch ein ansprechendes Schnittbild und, je nach Art der verwendeten Starterkulturen, durch ein mildes bis kräftigeres Aroma aus. Bei den Rohschinken handelt es sich um eine echte Spezialität, welche die übliche Palette der Rohpökelwaren bereichert und dem qualitativen Spitzensegment der Produktgruppe zuzuordnen ist.

Aufgrund der relativ geringen Kosten des Rohmaterials sollte sich mit derartigen Produkten auch eine für den Fleischverarbeiter interessante Wertschöpfung erzielen lassen.

Abb. 5: pH-Werte der Schafschinken ohne (oS) und mit (mS) Starterkulturen, nach Reifung (nR) sowie nach drei und sechs Monaten Lagerung



Unterschiedliche Indizes = signifikante Unterschiede ($\alpha < 0,05$)



Prof. Dr. Klaus Troeger, Dr. Lothar Kröckel und Dr.-Ing. Irina Dederer, Max Rubner-Institut, Institut für Sicherheit und Qualität bei Fleisch, E.-C.-Baumann-Str. 20, 95326 Kulmbach. E-Mail: klaus.troeger@mri.bund.de

Regenwurm & Co. – unverzichtbare Helfer in der Landwirtschaft

Mit angepasster Bodenbearbeitung die biologische Vielfalt in Ackerböden erhalten und nutzen

Christine van Capelle, Stefan Schrader und Joachim Brunotte (Braunschweig)

Bodenorganismen sind wichtige Glieder in den Ökosystemen landwirtschaftlich genutzter Böden. Dabei stellt sich die Frage nach der Rolle der Bodenbearbeitung: Wie wirkt sie sich auf das vielfältige Bodenleben aus? Eine aktuelle Sachstandsanalyse über Ergebnisse aus Felduntersuchungen der letzten 60 Jahre in Deutschland hilft, wesentliche Informationslücken über Struktur und Funktion der biologischen Vielfalt im Boden zu schließen und im Kontext nachhaltiger Landwirtschaft zu bewerten.

Boden als lebensnotwendige Ressource

Ohne Böden kein Pflanzenwachstum – von daher stellen Böden eine der Basisgrundlagen unseres Lebens dar. Doch Böden sind nicht nur das Substrat für Pflanzenwurzeln, sondern auch Lebensraum für zahlreiche Bodenorganismen. Der Ackerboden kann seine natürliche Fruchtbarkeit nur erhalten, wenn Bakterien, Pilze und Bodentiere in ihrer Vielfalt vorhanden bleiben und ihre Funktionen im Boden erfüllen können. Um die nachhaltige Ertragsfähigkeit landwirtschaftlicher Flächen zu sichern, muss ein Hauptaugenmerk auf die Bewirtschaftung der Böden gelegt werden.

Bodenbearbeitung reguliert das Leben in Ackerböden

Eine der wichtigsten Einflussgrößen, die die Vielfalt der Bodenorganismen in Ackerflächen verändert, ist die Intensität der Bodenbearbeitung. So hängt etwa die vertikale Zonierung innerhalb des bearbeiteten Bodens – und damit auch der dort ansässigen Organismen – davon ab, ob ein Boden gepflügt oder nicht-wendend bearbeitet wird.

Auch die Lagerungstiefe der organischen Substanz, die die Basisenergiequelle des gesamten Bodennahrungsnetzes darstellt, variiert in Abhängigkeit vom Bearbeitungssystem. Über den Grad der Lockerung bzw. der Rückverdichtung des Bodens werden darüber hinaus Ausmaß und Geometrie des Porenraumsystems und damit einhergehend der Luft- und Wasserhaushalt reguliert. Diese Veränderungen des Bodens bewirken, dass sich auch die Zusammensetzung der Organismengemeinschaften verschiebt.

Um Verluste der biologischen Vielfalt in Ackerböden zu verhindern oder zu minimieren, ist es sinnvoll, die Intensität der Bodenbearbei-

tung entsprechend anzupassen. Hierfür ist es notwendig zu wissen, wie Organismengruppen, die in landwirtschaftlichen Böden nutzungsrelevante ökologische Funktionen erfüllen, durch die Bodenbearbeitung beeinflusst werden.

Einblicke gewinnen – eine Sachstandsanalyse für Deutschland

Um Einblicke zu erhalten, wie sich die verschiedenen Bodenbearbeitungsintensitäten auf die Vielfalt der Bodenorganismen auswirken, und um bestehende Informationslücken zu schließen, wurde am Institut für Biodiversität des Johann Heinrich von Thünen-Instituts in Braunschweig eine Sachstandsanalyse als Literaturstudie durchgeführt. In die Studie wurden unterschiedliche Bodenbearbeitungsverfahren einbezogen (konventionell, konservierend und Direktsaat; siehe Infokasten Seite 34).

Im Rahmen dieser Analyse wurden Datensätze zu Felduntersuchungen in Deutschland, die im Zeitraum von 1950 bis 2010 publiziert wurden, ausgewertet. Aus insgesamt 150 Quellen wurden Daten solcher Organismengruppen berücksichtigt, die in Ackerböden zentrale Funktionen erfüllen.

Als geeignete Indikatororganismen wurden Regenwürmer, Collembolen (Springschwänze) und Nematoden (Fadenwürmer) ausgewählt. Diese Organismengruppen sind gleichzeitig repräsentativ für die drei Größenklassen Makro- (> 2 mm), Meso- (100 µm–2 mm) und Mikrofauna (< 100 µm). Zusammen mit den Mikroorganismen stellen diese Tiergruppen wichtige Bindeglieder innerhalb des Nahrungsnetzes und der Zersetzergemeinschaften in landwirtschaftlich genutzten

Böden dar. Zahlreiche Prozessabläufe (z.B. Nährstoffkreisläufe) und somit letztlich auch die Bodenfruchtbarkeit hängen direkt oder indirekt von ihrem Vorkommen und ihren spezifischen Funktionen ab.

Wirkung der Bodenbearbeitung auf Bodenorganismen

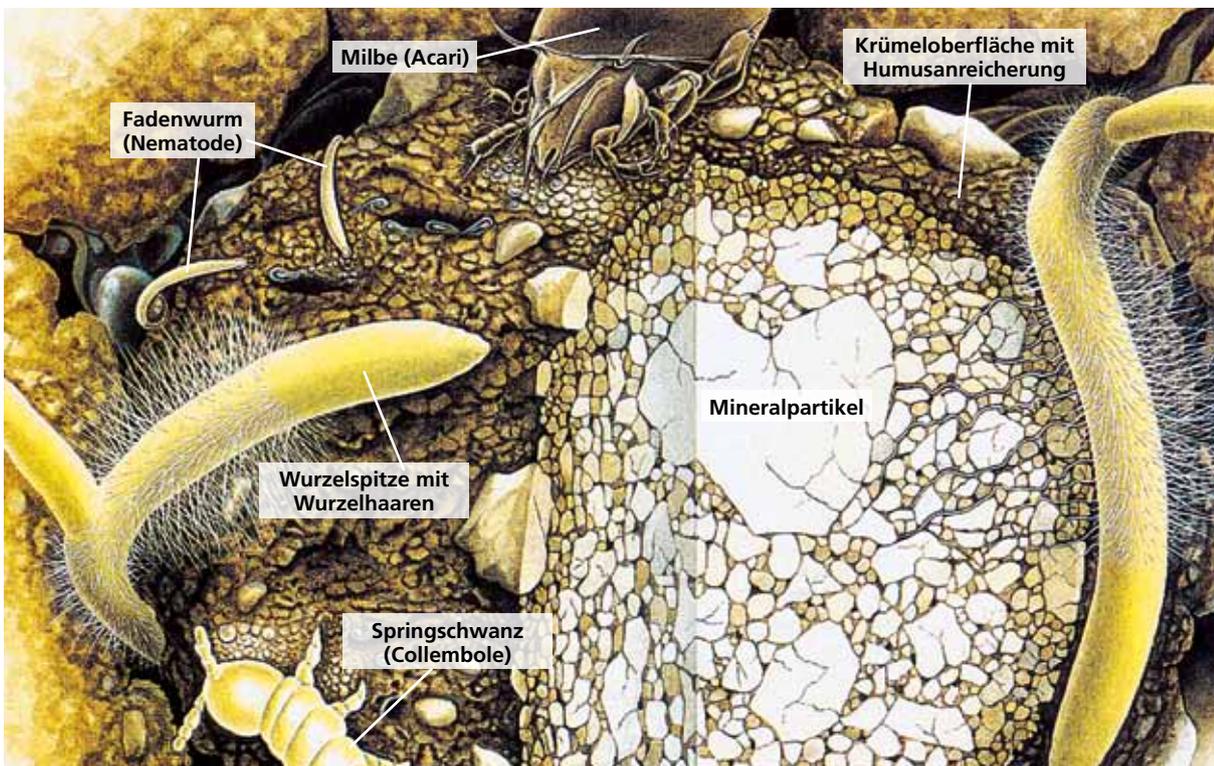
Regenwürmer (Makrofauna)

Die Aktivität von Regenwürmern trägt dazu bei, das Wurzelwachstum der Pflanzen zu verbessern, das Nährstoffangebot zu steuern, den Boden zu belüften, den pH-Wert des Bodens zu neutralisieren, die Wasserhaltekapazität des Bodens zu erhöhen und die Bodenstruktur zu verbessern. Vor dem Hintergrund dieser Leistungen ist die Erhaltung ihrer Häufigkeit und Vielfalt für die Fruchtbarkeit von Ackerböden von großem Nutzen.

Die Auswertung der Datensätze zeigt, dass die Häufigkeit und Vielfalt der Regenwürmer ansteigt, wenn die Bodenbearbeitungsintensität vermindert wird. So nehmen die Individuendichte dieser Tiere (Abb. 1) sowie die Artenzahl von der konventionellen über die konservierende Bodenbearbeitung bis hin zur Direktsaat zu. Das liegt daran, dass das Verletzungsrisiko durch den Pflugeinsatz bei Regenwürmern, als vergleichsweise großen Vertretern der Bodenfauna, höher ist als bei kleineren Bodentieren. Darüber hinaus wirkt die Mulchauflage, die bei konservierender Bodenbearbeitung und Direktsaat auf der Bodenoberfläche verbleibt, als Dämmschicht ge-



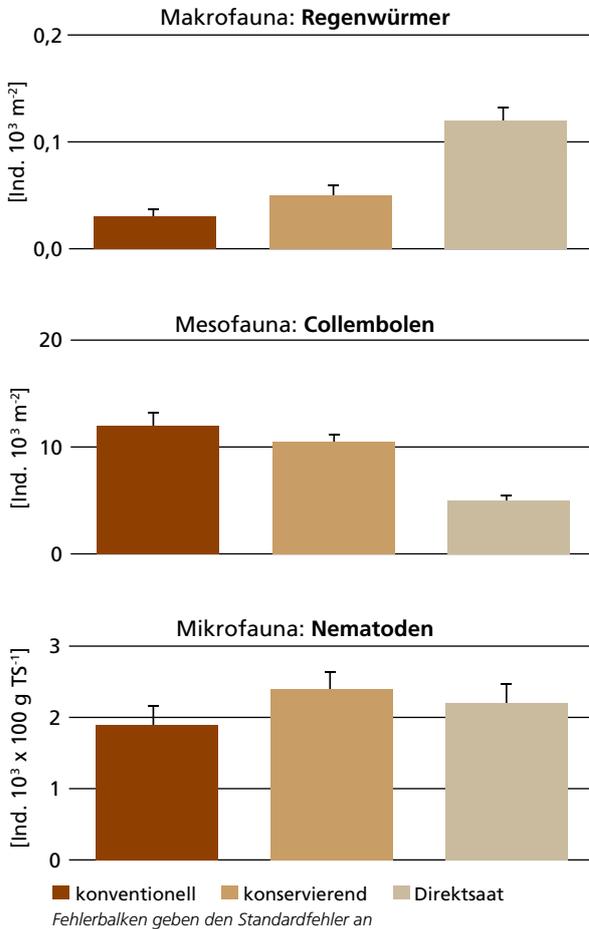
istockphoto



VÖKT et al. 1991, zit. in KELLER et al. 1997

Bodenkrümel mit Pflanzenwurzeln und Bodentieren

Abb. 1: Gesamtindividuumdichte von Regenwürmern, Collembolen und Nematoden unter konventioneller und konservierender Bodenbearbeitung sowie Direktsaat



gen große Wassergehalts- und Temperaturschwankungen im Boden sowie als zusätzlicher Schutz gegen Feinde und ergiebige Nahrungsquelle. Folglich können die Leistungen der Regenwürmer in Flächen mit Direktsaat am effektivsten ausgeschöpft werden.

Collembolen (Mesofauna)

Collembolen kommen in Ackerböden in hohen Individuumdichten vor. Als wichtige Sekundärzersetzer sind sie aktiv an der Mobilisierung von Nährstoffen und damit an der Nährstoffversorgung der Kulturpflanzen beteiligt. Durch selektiven Fraß von Pilzen und Bakterien regulieren sie die Aktivität und Zusammensetzung der mikrobiellen Gemeinschaften im Boden.



Christine van Capelle

Anders als bei Regenwürmern sind die Individuumzahlen (Abb. 1) und die Artendiversität der Collembolen bei konventioneller Bodenbearbeitung höher als bei konservierender Bearbeitung oder Direktsaat. Dieser Effekt ist darauf zurückzuführen, dass die meisten Collembolenarten nicht eigenständig graben können, aber gleichzeitig auf ein ausgedehntes Porenraumsystem im Boden als Lebensraum angewiesen sind. Diesen Ansprüchen wird die konventionelle Bodenbearbeitung mit einer vergleichsweise tiefgründigen Bodenlockerung (siehe Infokasten) am ehesten gerecht. Darüber hinaus führt das Einarbeiten der organischen Substanz in den Boden dazu, dass auch die Mikroorganismen, als Hauptnahrungsquelle der Collembolen, gleichmäßig über den Bearbeitungshorizont verteilt sind. Diese Lebensraum- und Nahrungsansprüche führen dazu, dass Collembolen in konventionell bearbeiteten Böden günstigere Lebensbedingungen als in konservierend bearbeiteten Böden vorfinden.

Nematoden (Mikrofauna)

Nematoden sind ausgesprochene Nahrungsspezialisten. Daher spiegeln die Zusammensetzung der Nematodengemeinschaften, ebenso wie die Reaktionen einzelner Schlüsselarten, Veränderungen des Bodennahrungsnetzes wider, die durch äußere Einflüsse oder Störfaktoren hervorgerufen werden. In landwirtschaftlichen Böden sind – neben den Arten, die als Schadorganismen eine Rolle für die Pflanzengesundheit spielen – besonders Pilz- und Bakterienfresser für die Bodenfunktionen von Bedeutung. Ihre Fraßaktivität regt ein vermehrtes Wachstum der Bodenmikroorganismen an, und fördert so indirekt den mikrobiellen Abbau organischer Substanz.



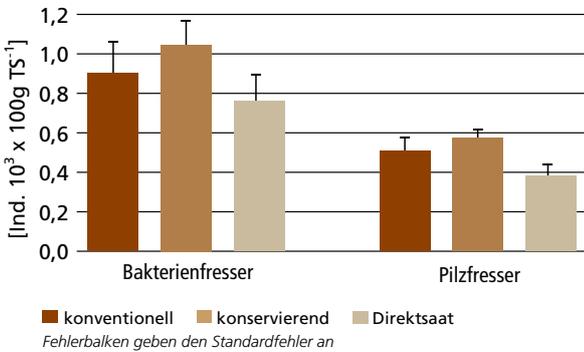
Stefan Schrader

» Info: Unterscheidungsmerkmale der drei häufigsten Bodenbearbeitungssysteme

Bodenbearbeitungssystem	konventionell	konservierend	Direktsaat
Bearbeitungsgerät			
Art der Bearbeitung	Pflug	z.B. Scheibenegge	–
Art der Bearbeitung	wendend	nicht wendend	–
Bearbeitungstiefe	≈ 30 cm	≈ 15 cm	–
Eingriffsintensität	hoch	mittel	gering

Berthold Ortmeier (2); Friederike Wollarth

Abb. 2: Individuendichte bakterien- und pilzfressender Nematoden unter konventioneller und konservierender Bodenbearbeitung sowie Direktsaat



Bezogen auf die gesamte Nematodengemeinschaft mit all ihren Ernährungstypen zeigt die Datenanalyse, dass die Häufigkeit der Nematoden bei verminderter Bodenbearbeitungsintensität leicht ansteigt (Abb. 1). So waren die Individuenzahlen unter konservierender Bodenbearbeitung um 25 % und bei Direktsaat um 16 % höher als bei konventioneller Bodenbearbeitung. Abweichend von diesem Gesamtergebnis weisen die ausschließlich bakterien- und pilzfressenden Arten allerdings bei Direktsaat eine geringere Häufigkeit auf (Abb. 2). Dieses Ergebnis lässt darauf schließen, dass diese Tiere zwar von dem Pflugverzicht und der Reduktion der Bearbeitungstiefe profitieren, gleichzeitig aber auf ein Mindestmaß an Bodenlockerung angewiesen sind. Entsprechend dieser Beeinflussung ist auch ihre Beteiligung an der Zersetzung der organischen Substanz in konservierend bearbeiteten Böden am größten.

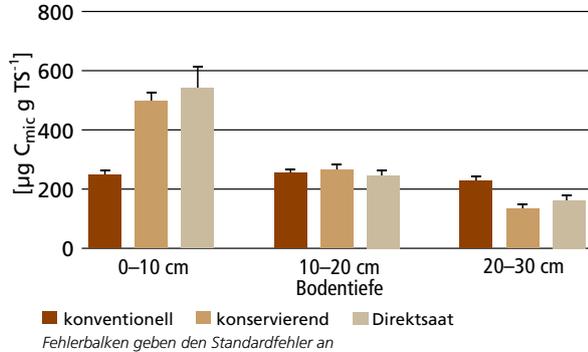
Mikroorganismen

Bodenmikroorganismen (Pilze und Bakterien) sind an der Mineralisierung und Humifizierung ebenso beteiligt wie an Bodenbildungsprozessen, der Kohlenstoffspeicherung in Böden und dem Abbau zahlreicher Schadstoffe. Darüber hinaus können sie als Symbionten oder Krankheitserreger in zahlreiche positive oder negative Wechselwirkungen mit der Kulturpflanze treten.



Die Auswertung der Literaturdaten zeigt, dass sich die Art der Bodenbearbeitung deutlich auf die Verteilung der Mikroorganismen auswirkt. So führt die konventionelle Bodenbearbeitung zu einer gleichmäßigen Verteilung von Pilzen und Bakterien über den gesamten Bearbeitungshorizont (Abb. 3). Bei konservierender Bodenbearbeitung oder Direktsaat hingegen kommt es zu einem Anstieg der mikrobiellen Biomasse in den oberen 10 cm des Bodens und zu einer deutlichen Abnahme mit zunehmender Bodentiefe (Abb. 3). Offenbar steuert die Lagerungstiefe der organischen Substanz die Verteilung der Mikroorganismen im Boden. Verringert der Landwirt die Bearbeitungsintensität, so wirkt sich das positiv auf die Lebensraumbedingungen von Pilzen und Bakterien aus. In Folge steigt deren Aktivität bei konservierender im Vergleich zu konventioneller Bodenbearbeitung an. Entsprechend dieser Veränderungen ist davon auszugehen,

Abb. 3: Mikrobielle Biomasse in verschiedenen Bodentiefen unter konventioneller und konservierender Bodenbearbeitung sowie Direktsaat



dass die vielgestaltigen Leistungen der Mikroorganismen in reduziert bearbeiteten Böden effektiver genutzt werden können als in gepflügten Böden. Hinsichtlich des Befallsdrucks durch phytopathogene Pilze und Bakterien deuten die Ergebnisse der Studie darauf hin, dass eine Förderung entsprechender Antagonisten (z. B. Fraßfeinde) die Entwicklung wirtschaftlich wichtiger Krankheitserreger hemmt, so dass ein erhöhter Einsatz von Pflanzenschutzmitteln bei geringerer Bodenbearbeitungsintensität nicht zwingend erforderlich ist.

Erkenntnisse für die Praxis

Die Datenanalyse zeigt, dass eine Umstellung von konventioneller auf konservierende Bodenbearbeitung oder Direktsaat im Sinne des Bodenschutzes maßgeblich zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität und ihrer Leistungen in landwirtschaftlichen Böden beitragen kann. So werden Regenwürmer, Nematoden und Mikroorganismen durch die geringere Bodenbearbeitungsintensität deutlich gefördert, während einige mikrobielle Schaderreger in ihrer Häufigkeit nicht verändert oder sogar reduziert werden. Lediglich die Collembolen profitieren von der konventionellen Bearbeitung durch die tiefgründige Bodenlockerung.

Die Ergebnisse zeigen somit, dass kein Bearbeitungssystem eine Förderung sämtlicher nützlicher Bodenorganismen bewirken kann. Nichtsdestotrotz stellt es eine wichtige Steuergröße dar, welche die gezielte Förderung bestimmter Organismen und ihrer Funktionen ermöglicht. Hinsichtlich der Gesamtheit der betrachteten Bodenorganismen ist eine geringere Eingriffsintensität gegenüber der tiefgründigen Bodenbearbeitung zu bevorzugen, da sie sich positiv auf ein breiteres Spektrum des Bodenlebens auswirkt.



Dr. Christine van Capelle, Prof. Dr. Stefan Schrader, Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für

Biodiversität, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig.

E-Mail: christine.vancapele@vti.bund.de

PD Dr. Joachim Brunotte, Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Agrartechnologie und Biosystemtechnik, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig.

Der Blick auf die Inhalte von Lebens- und Futtermitteln wird schärfer

Verbesserte Rückverfolgbarkeit schafft gute Aussichten für Allergiker

Hermann Broll, Grit Kreuz, Alfonso Lampen und Jutta Zagon (Berlin)

Für den Schutz der Verbraucher sind die Informationen auf einer Lebensmittelverpackung ein wichtiges Hilfsmittel. Diese Informationsquelle führt alle Inhaltsstoffe, die in dem Produkt enthalten sind, in der Reihenfolge ihrer mengenmäßigen Relevanz auf. Zusammengesetzte Lebensmittel können allerdings so stark verarbeitet sein, dass deren einzelne Inhaltsstoffe nur noch schwer oder gar nicht identifiziert werden können. Auch Verfälschungen mit minderwertigeren Inhaltsstoffen sind dann häufig nicht mehr zu erkennen.

So kann zum Beispiel die Beimischung von Schweinefleisch im niedrigen Prozentbereich zu reinen Wildschweinprodukten sensorisch nicht erkannt werden. Die Produktion mehrerer Tonnen solcher Wurstwaren kann für den Erzeuger jedoch erhebliche Gewinne bedeuten.

Aus Sicht des gesundheitlichen Verbraucherschutzes ist es beispielsweise für Allergiker besonders wichtig, dass die Auslobung korrekt und vollständig ist. Denn befinden sich noch Lebensmittelallergieauslösende Zutaten in dem Produkt, ohne dass der Allergiker dies erfährt, können gesundheitliche Folgen auftreten. Eine Verunreinigung kann zudem auch durch unbeabsichtigte „Verschleppungen“ stattfinden, selbst wenn alle Geräte zur Herstellung gereinigt werden.

Der Begriff der Rückverfolgbarkeit wird in der Verordnung (EG) Nr. 178/2002 erklärt. Es handelt sich dabei um die Möglichkeit, ein Lebensmittel oder Futtermittel, ein der Lebensmittelgewinnung dienendes Tier oder einen Stoff, der in einem Lebens- oder Futtermittel verarbeitet wird, durch alle Produktions-, Verarbeitungs- und Vertriebsstufen zu verfolgen. Dabei stehen in erster Linie die Hersteller in der Verantwortung, sichere und korrekt gekennzeichnete Produkte auf den Markt zu bringen. Die amtliche Lebens- und Fut-

termittelkontrolle steht vor der Herausforderung, die gesetzlichen Bestimmungen zu überwachen. Daher sind neben einem Qualitätsmanagement in der Produktion vor allem Nachweismethoden notwendig, um im Zweifelsfall gezielte und präzise Rücknahmen vornehmen zu können.

Zum Nachweis von Tier- und Pflanzenarten eignen sich verschiedene Methoden. Als Protein-basierendes Verfahren kommt vor allem der ELISA (Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay) zum Einsatz. Hierbei handelt es sich um einen immunologischen in-vitro-Test, mit dem sich Antigene (in der Regel Proteine) mit Hilfe von Antikörpern bestimmen lassen, die spezifisch gegen das betreffende Antigen gerichtet sind. Beispiele für den praktischen Einsatz von ELISA-Methoden sind der Nachweis von Haselnuss in Schokolade oder der Nachweis von Gliadin als Marker für die Präsenz von Gluten in Lebensmitteln.

Geringste Spuren von Pflanzen oder Tieren nachweisbar

Als Alternative können aber auch DNA-basierende Methoden angewendet werden, um noch geringste Spuren unterhalb von 1 %

der Pflanzen bzw. Tierart nachzuweisen. Das ist für Allergiker entscheidend, da manche Inhaltsstoffe bereits in kleinsten Anteilen allergische Reaktionen auslösen. Dabei kommt in erster Linie die Polymerasen-Kettenreaktion (PCR) zum Einsatz. Mit Hilfe der PCR werden spezifische Fragmente der Erbsubstanz DNA vervielfältigt und anschließend durch elektrophoretische Auftrennung (klassische PCR) oder durch direkte Kopplung mit einem Fluoreszenzfarbstoff (real time PCR) sichtbar bzw. messbar gemacht.

Als schnelle und effiziente Nachweismethode für die Identifikation zahlreicher Tier- und Pflanzenarten hat sich insbesondere die real-time-PCR durchgesetzt. Einige PCR-Methoden zum Nachweis von Tier- und Pflanzenarten sind bereits als amtliche Standardmethoden etabliert (z.B. die Identifikation von Pferd als Verfälschung in Fleischkonserven).

Mehr Effektivität

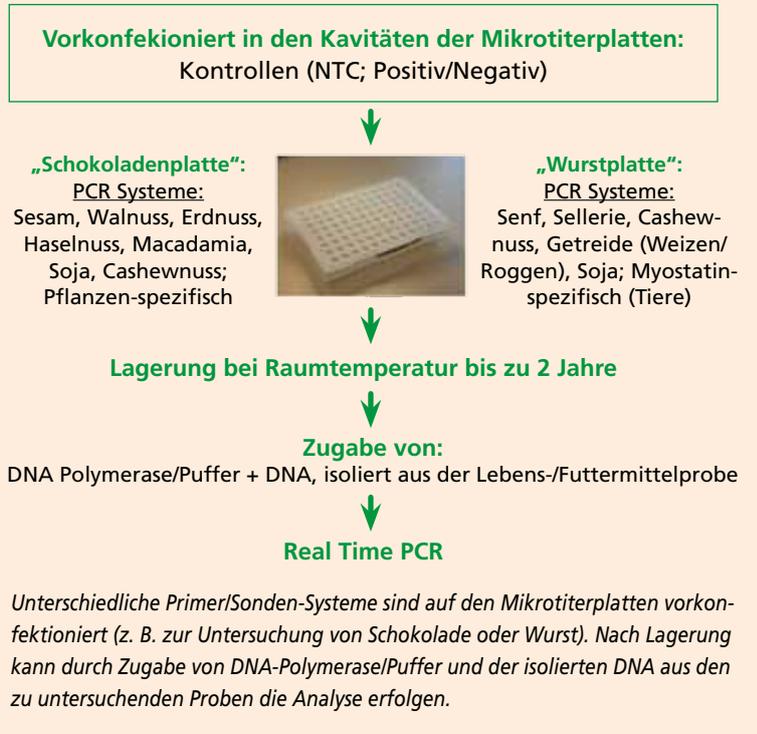
Obwohl sich die PCR in idealer Weise für den spezifischen Nachweis von tierischer oder pflanzlicher DNA eignet, hat sie einen entscheidenden Nachteil: Bei der parallelen Analyse vieler verschiedener Inhaltsstoffe tierischen bzw. pflanzlichen Ursprungs, die nebeneinander im Lebens- oder Futtermittel vorkommen können, muss für jeden Analyten jeweils ein separates PCR-Experiment durchgeführt werden. Wesentlich effektiver geht es mit einem am Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) neu entwickelten Ansatz, bei dem eine 96-Loch-Mikrotiterplatte für die verschiedenen PCR-Verfahren vorkonfektioniert wurde („ready-to-use“-Mikrotiterplatte). Für die Analyse ist lediglich das extrahierte DNA-Gemisch aus dem zu untersuchenden Lebens-/Futtermittel auf die Mikrotiterplatte aufzutragen, um die Information über das Vorhandensein verschiedener Tier- oder Pflanzenarten zu erhalten (Abb. 1).

Ein weiterer Vorteil ist die ausgesprochene Flexibilität dieses Ansatzes. PCR-Systeme können nach einer sorgfältigen Validierung beliebig ausgetauscht und den analytischen Anforderungen entsprechend kombiniert werden. Das Aufbringen der Reagenzien kann auch automatisiert an einer größeren Serie von Mikrotiterplatten erfolgen. Durch diese Vorbereitung entfällt das zeitaufwändige Pipettieren für das Laborpersonal vor jeder Analyse. Zudem wird die Reproduzierbarkeit und Vergleichbarkeit der Analysen verbessert. Auf Basis des beschriebenen Prinzips konnten beispielsweise sieben verschiedene Tierarten in einem Analysegang identifiziert werden. Im Bereich der Aufdeckung von Lebensmittelverfälschungen wurde das Verfahren für den Nachweis von Pflanzenarten in Honig angepasst. Aktuell werden im Rahmen des BMELV-geförderten Innovationsprogramms produktorientierte Lösungen für die Untersuchungen von bis zu acht verschiedenen Allergenen, die typischerweise in Back- und Süßwaren oder in Fleischwaren vorkommen, entwickelt.

Haltbarkeit entscheidend

Grundvoraussetzung für die praktische Gebrauchsfähigkeit der „ready-to-use“-Mikrotiterplatten ist die Haltbarkeit der PCR-Reagenzien (Primer und Sonden) auf den Platten. Zu diesem Zweck wurden verschiedene Schutz-Substanzen getestet (Trehalose, Polyethylenglykoll oder Gelatine), die die empfindlichen, aus einzel-

Abb. 1: Anwendung der „ready-to-use“-Mikrotiterplatte



strängiger DNA bestehenden Primer und Sonden vor Zerstörung bewahren. Es konnte erstmalig gezeigt werden, dass Mikrotiterplatten, die unter Verwendung dieser Substanzen mit Primer und Sonden vorbelegt waren, selbst bei einem Temperaturstress von 50 °C eine Haltbarkeit von mindestens drei Monaten aufweisen. Damit ist gewährleistet, dass sie bei Raumtemperatur längere Zeit ohne Verlust der Einsatzfähigkeit gelagert werden können. Somit ist der Weg frei zur Entwicklung eigener, für die Routine geeigneter „ready-to-use“-PCR-Mikrotiterplatten-Systeme in jedem beliebigen Labor.

Dasselbe Prinzip wird zurzeit weiterentwickelt, um auch gentechnische Veränderungen nachweisen zu können. Die Kombination fünf verschiedener real-time-PCR-Systeme in Verbindung mit entsprechenden pflanzenspezifischen Systemen erlaubt das schnelle „Screening“ auf kennzeichnungspflichtige gentechnisch veränderte Lebens- und Futtermittel. Durch die optimierte Anordnung der real-time-PCR-Systeme können bis zu 12 verschiedene Lebensmittelproben auf einer Mikrotiterplatte untersucht werden. Zudem wird zurzeit eine „ready-to-use“-PCR-Mikrotiterplatte entwickelt, die auch für die quantitative Bestimmung des Anteils gentechnisch veränderter Organismen eingesetzt werden kann. Dabei werden die normalerweise unter großem Aufwand zu etablierenden DNA-Standards bereits vorkonfektioniert.

Besondere Anforderungen bei Futtermitteln

Um die Sicherheit von Lebensmitteln „vom Acker bis zum Teller“ zu gewährleisten, sind effiziente und empfindliche Methoden der

„Die Größe der Bestände spielt für die Tiergerechtigkeit keine Rolle“



Mary Kropp - fotolia

Der ForschungsReport im Gespräch mit Dr. Lars Schrader, Leiter des Instituts für Tierschutz und Tierhaltung des Friedrich-Loeffler-Instituts in Celle, über Haltungsformen bei Legehennen, die Einführung eines Tierschutzlabels und über tiergerechte Haltung in der Zukunft.

Herr Schrader, Sie erforschen seit Ihrem Studium das Verhalten der Tiere. Legehennen sind dabei einer Ihrer Forschungsschwerpunkte. Wieder aktuell ist das Thema der Kleingruppenhaltung. Wie bewerten Sie die Kleingruppenhaltung bei Legehennen? Haben die Hühner auf eineinhalb DIN A4-Seiten genug Platz, um mit den Flügeln zu schlagen, sich zu „baden“ oder zu scharren?

Schrader: Wir arbeiten zur Kleingruppenhaltung in zwei großen Verbundprojekten. Das eine wird gerade abgeschlossen. Darin geht es um die Frage, ob die Kleingruppenhaltung insbesondere im Hinblick auf Tiergerechtigkeit weiterentwickelt und verbessert werden kann. Im zweiten Projekt werden Managementempfehlungen für einen möglichst tiergerechten Betrieb der Kleingruppenhaltung, aber auch der Volierenhaltung, entwickelt. Bei der Volierenhaltung handelt es sich um eine Bodenhaltung mit Gestellen, in denen den Hennen zusätzliche Flächen mit Sitzstangen, Trögen und Wasser zur Verfügung stehen. Eines kann ich jetzt schon sagen: Die Kleingruppenhaltung stellt eine deutliche Verbesserung gegenüber dem konventionellen Käfig dar. Eineinhalb DIN A4-Seiten klingt wenig, in anderen Ländern werden Legehennen aber auf nur 300 bis

350 cm² gehalten. In Deutschland sind es mit der Nestfläche 890 cm². Im Vergleich zur Bodenhaltung, mit etwa 1.100 cm² je Henne, ist das natürlich ein Unterschied, aber ganz wenig ist es auch nicht. Im Hinblick auf das Verhalten der Tiere hat diese Haltungsform aufgrund der eingeschränkteren Fläche und Höhe jedoch eindeutig Nachteile gegenüber der Volierenhaltung.

Was sind die Hauptprobleme in der Kleingruppenhaltung?

Schrader: Die Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung von 2006 regelt, dass den Tieren Nester und ein Einstreubereich zur Verfügung gestellt werden müssen. Die Idee des Einstreubereichs war: Die Hennen bekommen dort Substrat zum Staubbaden angeboten und können sich artgemäß verhalten. Das Hauptproblem in der Kleingruppenhaltung liegt genau dort. Der Einstreubereich ist mit 90 cm² je Henne relativ klein. Er wird zum Scharren und Staubbaden benutzt, ist aber auch Verkehrsfläche. In der Summe sind das viele Funktionen auf kleiner Fläche.

„Die Voliere hat in der Legehennenhaltung Zukunft.“

In unseren Versuchen haben wir die Dauer des Staubbadens bei unterschiedlicher Größe des Einstreubereichs untersucht. Die Länge des Badens gibt Hinweise auf seine Qualität. Bei artgemäßem Staubbaden zeigen die Hennen hier bestimmte Abläufe, die eine gewisse Zeit benötigen. In der Kleingruppenhaltung finden wir durchschnittliche Staubbadedauern von 10 Minuten. In dieser Zeit zeigen die Hennen schon echtes Staubbadeverhalten. In der Bodenhaltung „baden“ die Hennen zwischen 20 und 30 Minuten, im konventionellen Käfig zwischen 3 Sekunden und 3 Minuten. Wir haben in unserem Projekt den Einstreubereich vergrößert und festgestellt, dass dann etwas mehr Hennen staubbaden, allerdings nicht proportional mehr zur vergrößerten Fläche. Hinzu kommt, dass die großen Einstreumatten schnell verschmutzen, was hinsichtlich Tiergesundheit und Eiqualität nicht wünschenswert ist. Kurz, die Systemgrenzen sind



M. Nürnberg

schnell erreicht oder es wird unwirtschaftlich. Ein großes Problem in allen Haltungsverfahren ist nach wie vor das Federpicken.

Die rechtliche Zukunft der Kleingruppenhaltung ist derzeit unklar. Welches System hat für Sie Zukunft?

Schrader: Zukunftsträchtig ist aus meiner Sicht die Voliere. Hier werden den Tieren verschiedene Funktionsbereiche angeboten. Im Volierengestell gibt es erhöhte Ruhebereiche, wo sich nur Sitzstangen befinden und Wasser angeboten wird. Davon getrennt sind die Bereiche für die Nahrungsaufnahme mit Trog und Tränken. Auf dem Boden befindet sich ein Einstreubereich und davon getrennt der Eiablagebereich. Wie in einer Wohnung – schlafen im Schlafzimmer, zusammensitzen im Wohnzimmer und gekocht wird in der Küche. Das ist die Grundidee. Leider verwischt sie zunehmend, da immer häufiger alle diese Funktionsbereiche auf allen Etagen angeboten werden. In sogenannten Kombisystemen können die Seiten geschlossen werden. Dann wird aus der Voliere ein ausgestalteter Käfig bzw. eine Kleingruppenhaltung. Der Tierhalter kann entscheiden, produziere ich jetzt Bodenhaltungsei oder Käfigeier. Je nachdem, wie der Marktpreis ist. Die Grundidee der Volierenhaltung hinsichtlich der getrennten Funktionsbereiche wird damit aber in Frage gestellt.

Woran lässt sich erkennen, wie stark Tiere belastet sind? Gibt es tierartspezifische Kennzeichen oder eher allgemein gültige Kriterien?

Schrader: Jein. Grundsätzlich handelt es sich hier um Gefühle, also das subjektive Befinden der Tiere. Darauf lässt sich nur indirekt schließen. Bei Tieren kann, etwa mit Hilfe von Indikatoren wie Mimik, Gestik oder Stimme, über Analogieschlüsse versucht werden, Hinweise auf das Befinden abzuleiten. So lässt sich zum Beispiel an der Qualität der Lautgebung oft erkennen, ob Tiere gestresst oder aufgeregt sind. Das Klangspektrum verändert sich, die Stimme wird hochfrequenter. Außerdem gibt es Verhaltenszeichen, die den Schluss zulassen, das Tier ist gestresst oder frustriert. Das Verhalten unterscheidet sich jeweils von Tierart zu Tierart: Eine Kuh steht beispielsweise relativ still, vokalisiert oft gar nicht, wenn



M. Nürnberg

„Beim neuen Tierschutzlabel haben wir Anforderungen an bauliche Voraussetzungen und das Haltingsmanagement formuliert und tierbezogene Indikatoren einbezogen.“

ihr bei der Klauenpflege zum Teil in lebendes Gewebe geschnitten werden muss. Bei der Kuh ist es schwer, Verhaltensäußerungen zu erkennen. Hier helfen physiologische Parameter wie Stresshormone oder die Herzfrequenz. Im Gegensatz dazu fängt ein Schwein oft schon bei Berührung an zu schreien. Ein Schwein in Todesgefahr läuft weg, ein Huhn stellt sich tot. Bei der Auswahl der Indikatoren



M. Nürnberg

„An der Qualität der Lautgebung lässt sich oft erkennen, ob Tiere gestresst sind.“

für Belastungsreaktionen ist die Kenntnis der Biologie der Tiere daher unerlässlich. Wenn dies berücksichtigt wird und verschiedene Parameter erfasst werden, lassen sich über Analogieschlüsse Hinweise auf das Befinden von Tieren durchaus ableiten.

Sie haben zusammen mit Wissenschaftlern aus Universitäten, dem Deutschen Tierschutzbund, Erzeugergemeinschaften und anderen an der Entwicklung eines Tierschutzlabels mitgearbeitet. Welche Indikatoren spielen dort eine Rolle?

Schrader: In der Gesetzgebung und bei bisherigen Labeln wurden die Anforderungen an die Haltungstechnik, also an die Ressourcen und an das Management geregelt. Auch in Zukunft müssen technische Voraussetzungen vorgegeben werden, damit die Tiere bestimmte Verhaltensweisen ausüben können. Die Tiergerechtigkeit lässt sich direkt an den Tieren aber besser erkennen, das heißt an tierbezogenen Indikatoren. Beim Tierschutzlabel haben wir beides gemacht. Wir haben zum einen Anforderungen formuliert, die die baulichen Voraussetzungen und die Managementvoraussetzungen für eine gute Tiergerechtigkeit schaffen. Zum anderen haben wir erstmalig tierbezogene Indikatoren verwendet. Diese Indikatoren sind jedoch aufwendiger zu erheben. Der erste Schritt ist daher, einfach zu erhebende Indikatoren zu suchen. Beispielsweise, wenn der Schwanz beim Schwein lang und nicht zerbissen ist, kann man

recht sicher sein, dass der Tierhalter viel richtig macht. Das wäre für mich ein Leitindikator.

Ein einfach zu erfassender Indikator auf dem Schlachthof ist die Fußballenerkrankung bei Geflügel oder Lungenbefunde bei Schweinen. Erhebungen von weiteren tierbezogenen Indikatoren auf den Betrieben sind aufwendiger und verursachen mehr Kosten. Im Rahmen eines Tierschutzlabels sollten diese Mehrkosten über höhere Produktpreise aufgefangen werden.

In der konventionellen Haltung ist das schwieriger. In diesem Zusammenhang haben wir in der Deutschen Agrarforschungsallianz DAFA eine Nutztierstrategie mit verschiedenen Forschungsclustern für mittel- und langfristige Forschung erarbeitet. Ein zentraler Cluster sind auch hier Tierschutzindikatoren.

Beim Tierschutzlabel sind eine Einstiegsstufe und eine Premiumstufe vorgesehen. Auf dem Markt gibt es bereits das Biosiegel, jetzt noch ein zweistufiges Tierschutzlabel. Wird das nicht verwirrend für den Verbraucher?

Schrader: Dieses Label-Wirrwarr haben wir lange diskutiert. Die Überlegung war einfach: Bio- oder Neulandprodukte sind „Premium“-Produkte, die ein Nischendasein führen. Der Schweinefleischanteil von Neuland und Bio liegt in Deutschland bei ungefähr einem Prozent am gesamten Schweinemarkt. Die Nachfrage nach solchem Premiumfleisch ist aber offenbar größer als von den Produzenten bedient wird. Das liegt möglicherweise daran, dass Betriebe die hohen Investitionskosten beim Umstellen auf die Premiumstandards scheuen. Deswegen eine Einstiegsstufe. Sie hebt sich deutlich von den gesetzlichen Mindestanforderungen ab, ist aber so gestaltet, dass Investitionen im Rahmen bleiben und die Tiergerechtigkeit dennoch nachweislich verbessert ist. Unserer Meinung nach ist das sowohl für den Tierhalter attraktiver als auch für den Verbraucher. Die Premiumstufe ist an Neuland- und Bio-Kriterien orientiert, ergänzt um tierbezogene Indikatoren. Wenn das Einstiegslevel gut läuft, hoffen wir auf einen Mitnahmeeffekt für das Premiumsegment. Bereits in diesem Jahr soll es die ersten Produkte mit dem Tierschutzlabel auf dem Markt geben.

In diesem Jahr wird es ein neues Tierschutzgesetz geben. Im Entwurf steht, dass die betäubungslose Kastration von Ferkeln bis 2017 abgeschafft wird. Warum werden Ferkel überhaupt kastriert? Welche Alternativen gibt es?

Schrader: Männliche Ferkel werden wegen des Ebergeruchs kastriert. Der Geruch hängt mit den Geschlechtshormonen zusammen, und am Ende der Mast sind die Eber nahezu geschlechtsreif. Um das Risiko auszuschalten, werden sie bislang kastriert. Ein Verfahren, das teilweise auch schon angewendet wird, ist eine relativ aufwendige Betäubung mit Isofluran. Die Tiere müssen einzeln aus der Bucht genommen und betäubt werden. Bereits 20 Minuten vor dem Eingriff wird ein Schmerzmittel gegen den postoperativen Schmerz gespritzt. Das heißt, die Tiere müssen zwei Mal angefasst werden. Die Betäubung darf nur der Tierarzt machen und das Verfahren verursacht mehr Kosten als die betäubungslose Kastration. Die aus meiner Sicht beste Methode ist die Immunokastration, die Impfung gegen Ebergeruch. Die Impfung regt das Immunsystem an, gegen den körpereigenen Botenstoff Gonadotropin-Release-Faktor Antikörper zu bilden. Der Impfstoff ist ein Antigen, selbst also kein Hormon. Zunächst wächst ein ganz normales männliches Tier heran. Erst ein paar Wochen vor der Schlachtung, nach der zweiten Impfung, bilden sich die Hoden zurück. Auch die erhöhte Aggression bei den geschlechtsreif werdenden Ebern wird gesenkt. Nachteil ist, dass die Tiere bei der Zweitimpfung schon recht groß sind und der Schweinemäster ganz schön arbeiten muss, um die Tiere einzufangen und individuell zu impfen.

Laut Studien betrifft der Ebergeruch nur wenige Prozent der Schweine. Was halten sie von technischen Lösungen wie der elektronischen Nase als Alternative zur Kastration?

Schrader: Es gibt verschiedene Projekte zu Alternativen. Zum Beispiel wird durch Zucht versucht, das Risiko, einen „Stinker“ in der Gruppe zu haben, zu reduzieren. In Schweden wurden Honigbienen dressiert, den Ebergeruch zu erkennen. Das hat funktioniert! Auch in der Schweiz wurde schon an der elektronischen Nase gearbeitet. Die elektronische Nase ist insofern problematisch, dass zwar Leitsubstanzen wie Androstenon und Skatol bekannt sind, für diese aber keine klaren Grenzwerte definiert werden können. Außerdem spielen noch sehr viele andere Substanzen eine Rolle für den Geruch.

In Deutschland werden trotz dieser Probleme zunehmend Eber gemästet und geschlachtet. Hier wird mit der menschlichen Nase kontrolliert. Am Schlachtband werden mit einer Art LötKolben bestimmte Fettregionen erhitzt, es wird daran gerochen und das Fleisch bei Bedarf aussortiert.

Wie sieht Ihrer Ansicht nach die Tierhaltung in 20 Jahren aus?

Schrader: Ich kann mir sehr unterschiedliche Entwicklungen vorstellen, wobei die viel diskutierte Größe der Bestände für die Tiergerechtigkeit keine Rolle spielt. Die Tiere halten sich ja innerhalb ihrer Bucht oder ihres Abteils auf und setzen sich innerhalb dieses begrenzten Raumes mit ihren Artgenossen und ihrer direkten Umwelt auseinander. Eine Rolle spielt aber die Gruppengröße, also mit wie viel anderen Tieren sie sich in ihrer Bucht oder ihrem Abteil aufhalten. Die Bestandsgröße, wie viel Tiere ein Betrieb hat, spielt gegebenenfalls eine Rolle bei Krankheiten und Seuchen (größere Ansteckungsgefahr, mehr Tiere betroffen) oder der Tierbetreuung. Die eine Richtung also könnte in eine zunehmende, intelligente Technisierung der Tierhaltung gehen, in der zum Beispiel tierbezogene Indikatoren automatisch erfasst und an den Tierhalter weitergeleitet werden. Es gibt Forschungen und erste Umsetzungen, wo die Klimaführung, die Steuerung des Stalles etc. davon abhängig sind, welche Reaktionen die Tiere zeigen. Zeigt sich zum Beispiel anhand bestimmter Indikatoren, dass den Tieren zu warm ist, springt das Kühlsystem an. Die Tierreaktionen werden so als Stellgröße in die Steuerung des Stalles eingebaut. Eine andere Richtung wird eine Technik-extensive Haltung sein, in der ein intensives Management durch den Tierhalter betrieben wird, mit viel Stroh und Freilandhaltung. Beides hat aus meiner Sicht seine Berechtigung.

Das Interview führte ForschungsReport-Redakteurin Antje Töpfer

Zur Person:

Dr. Lars Schrader leitet das Institut für Tierschutz und Tierhaltung des FLI in Celle. Mit innovativen technischen Lösungen die Haltung landwirtschaftlicher Nutztiere zu verbessern oder sinnvolle Indikatoren zur Bewertung von Tiergerechtigkeit zu finden und festzulegen, sind zwei seiner ambitionierten Ziele als Wissenschaftler.



Friedrich-Loeffler-Institut

Das Schmallenberg-Virus

Wissenschaftler entdecken neues Virus bei Rindern in Deutschland

Im November 2011 stellten Wissenschaftler des Friedrich-Loeffler-Instituts, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit (FLI), erstmals ein für Europa neues Virus bei Rindern fest. Nach der Herkunft der Proben wurde es von den Wissenschaftlern „Schmallenberg-Virus“ getauft.

Das neue Virus gehört zu den *Orthobunyaviren*, und dort zur sogenannten „Simbu-Serogruppe“. Vertreter dieser für Europa exotischen Virusgruppe haben nach ihren Fundorten klangvolle Namen wie Akabane-, Shamonda-, Sathuperi- oder Douglas-Virus und kommen in Afrika, Asien und Australien vor.

Das Schmallenberg-Virus wird von Gnitzen (sehr kleine, blutsaugende Stechmücken) als Vektoren übertragen und infiziert Wiederkäuer. Eine direkte Übertragung, zum Beispiel durch Kontakt, spielt keine Rolle. Erwachsene Rinder, Schafe und Ziegen zeigen keine oder nur milde Krankheitssymptome wie Fieber oder Milchrückgang, die nach wenigen Tagen wieder abklingen. Wird aber ein trächtiges Tier in einem bestimmten Zeitraum infiziert, kann das Virus den ungeborenen Nachwuchs stark schädigen. Bisher trat das Virus in Deutschland, Belgien, den Niederlanden, Frankreich, Großbritannien, Spanien, Italien und Dänemark auf.

Neuen Erregern auf der Spur

In den Sommer- und Herbstmonaten des Jahres 2011 traten in Nordrhein-Westfalen bei Milchrindern Fälle von Fieber über 40 °C, verschlechtertem Allgemeinbefinden sowie starkem Milchrückgang auf. Die betreuenden Tierärzte befürchteten zunächst, dass die Blauzungenkrankheit wieder ausgebrochen sei und schickten Probenmaterial an Dr. Bernd Hoffmann, der das Nationale Referenzlabor für Blauzungenkrankheit am FLI leitet. Doch konnten sowohl die Blauzungenkrankheit als auch Maul- und Klauenseuche, bovine Virusdiarrhö, bovines Herpesvirus 1 und andere bekannte Viruskrankheiten als Ursache rasch ausgeschlossen werden.

Da die Symptome weiterhin auftraten, entschlossen sich die Wissenschaftler aus dem Institut für Virusdiagnostik am FLI, einen anderen Weg einzuschlagen. Die Arbeitsgruppe von Dr. Dirk Höper untersuchte Proben von Kühen, die akut unter Fieber litten und weniger Milch gaben, mit der noch relativ neuen Technik der Metagenom-

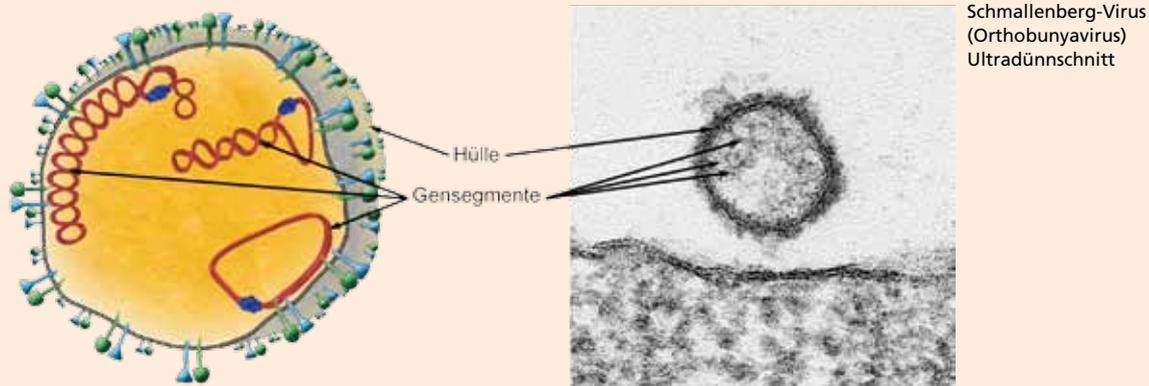
analyse. Dieses sehr aufwändige und teure Verfahren erlaubt den Nachweis von Krankheitserregern in Probenmaterial jeder Art, ohne dass vorab Informationen über die zu erwartenden Keime vorliegen müssen. Hierbei werden besonders viele Sequenzen des in der Probe enthaltenen Erbmaterials analysiert und mit bekannten Sequenzen aus Datenbanken verglichen. Für die Auswertung der mehrere Millionen umfassenden Daten sind spezielle Auswerte- und Analyseprogramme notwendig. Ein Großteil der Sequenzen stammt dann zwar vom beprobten Wirt, aber auch Sequenzen von Bakterien, Parasiten und Viren können so in den Proben aufgespürt werden.



W. Magnot, FLI/Jena

Im vorliegenden Fall passten von über 25.000 in Frage kommenden Sequenzen tatsächlich sieben zu Genomen von Orthobunyaviren. „Das war schon ein besonderer Moment, denn es war sofort klar, dass wir es hier mit einem für uns neuen Virus zu tun hatten“, erinnert sich Dr. Martin Beer, Leiter des Instituts für Virusdiagnostik am FLI. Weitere genetische Analysen zeigten, dass das gefundene Virus mit keinem seiner Verwandten identisch ist, sondern tatsächlich ein neues Virus gefunden wurde – das Schmallenberg-Virus (Abb. 1).

Abb. 1: Schematische Darstellung des Aufbaus von Orthobunyaviren und elektronenmikroskopische Aufnahme des Schmallenberg-Virus. Zu sehen ist ein von einer Membran umhülltes Viruspartikel, welches die drei Segmente (S, M und L) der Erbinformation enthält



© Friedrich-Loeffler-Institut, Insel Riems, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit; Elektronenmikroskopie: Dr. Harald Granzow, Grafikdesign: Mandy Jörn; FLI

Nachdem der Krankheitserreger identifiziert war, entwickelte das Team von Dr. Bernd Hoffmann eine entsprechende Diagnostikmethode zum schnellen und sicheren Nachweis von Genomfragmenten des Schmallenberg-Virus (real-time RT-PCR), die mittlerweile an die Untersuchungseinrichtungen der Bundesländer und über 50 Labore weltweit abgegeben wurde.

Um eine bereits durchlaufene Infektion mit dem Schmallenberg-Virus zu bestätigen, können Serumproben auf Antikörper untersucht werden. Diese werden zum Beispiel durch indirekte Immunfluoreszenz oder einen Neutralisationstest nachgewiesen (Abb. 2). Mit diesem indirekten Nachweis werden Informationen über die bisherige Verbreitung des Virus in den Tierbeständen gewonnen. Bis Mai 2012 untersuchte das Labor von Dr. Horst Schirrmeyer hunderte von Proben mit diesen beiden Verfahren. Sie sind recht aufwändig und zeitintensiv und eignen sich nicht für Massentests. Seit Mai steht hierfür ein kommerzieller, zugelassener Test – ein so genannter ELISA – zur Verfügung. Damit können künftig große Probenzahlen, beispielsweise in den Untersuchungseinrichtungen der Bundesländer, analysiert werden.

Herkunft

Orthobunyaviren des Rindes waren bisher aus Ozeanien, Asien und Afrika bekannt. Sie rufen dort in der Regel nur einen sehr milden Krankheitsverlauf hervor. Werden allerdings trächtige Tiere infiziert, so können zeitverzögert zum Teil erhebliche angeborene Schäden, Frühgeburten und Störungen im Fruchtbarkeitsgeschehen auftreten. Akabane-ähnliche Viren werden hauptsächlich durch Gnuzen (*Culicoides* sp.) übertragen.

Wie das Schmallenberg-Virus nach Europa gelangen konnte, ist bisher nicht bekannt. Die Wissenschaftler des FLI gehen davon aus, dass es aus einer bereits betroffenen Region wie Afrika oder Asien nach Europa eingeschleppt wurde. Möglich wäre beispielsweise, dass infizierte Gnuzen lebend mit einem Warentransport in das Dreiländereck Belgien-Deutschland-Niederlande gelangten, dort

empfängliche Wiederkäuer infizierten und die hier heimischen Gnuzenarten das Virus dann weiter verbreiteten.

Im Moment wird noch untersucht, ob neben den Gnuzen noch weitere Stechmückenarten ebenfalls eine Rolle bei der Verbreitung spielen. Bisher haben Forschungsgruppen aus Belgien und Dänemark sowie am FLI Genome des Schmallenberg-Virus bei verschiedenen Gnuzenarten nachgewiesen, die im Herbst 2011 gefangen worden waren.

Auswirkungen

Rinder mit akuten Infektionen zeigen keine oder nur milde Symptome wie Milchrückgang, Fieber und Durchfall. Diese Symptome wurden besonders im Herbst 2011, wenn die Vektoren besonders zahlreich und aktiv sind, beobachtet. Infektionsexperimente mit Rindern und Schafen am FLI konnten zeigen, dass das Virus nach einer Infektion nur für wenige Tage im Blut nachweisbar ist.

Werden trächtige Tiere in einem empfindlichen Zeitfenster der Trächtigkeit infiziert, kann dies den ungeborenen Nachwuchs schwer schädigen. Bei Schafen liegt dieses Zeitfenster etwa in der vierten bis achten, beim Rind etwa in der achten bis vierzehnten Trächtigkeit.

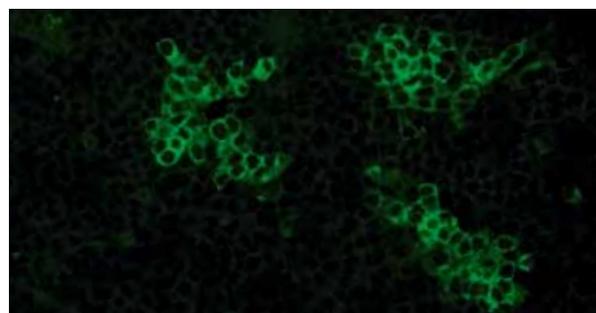
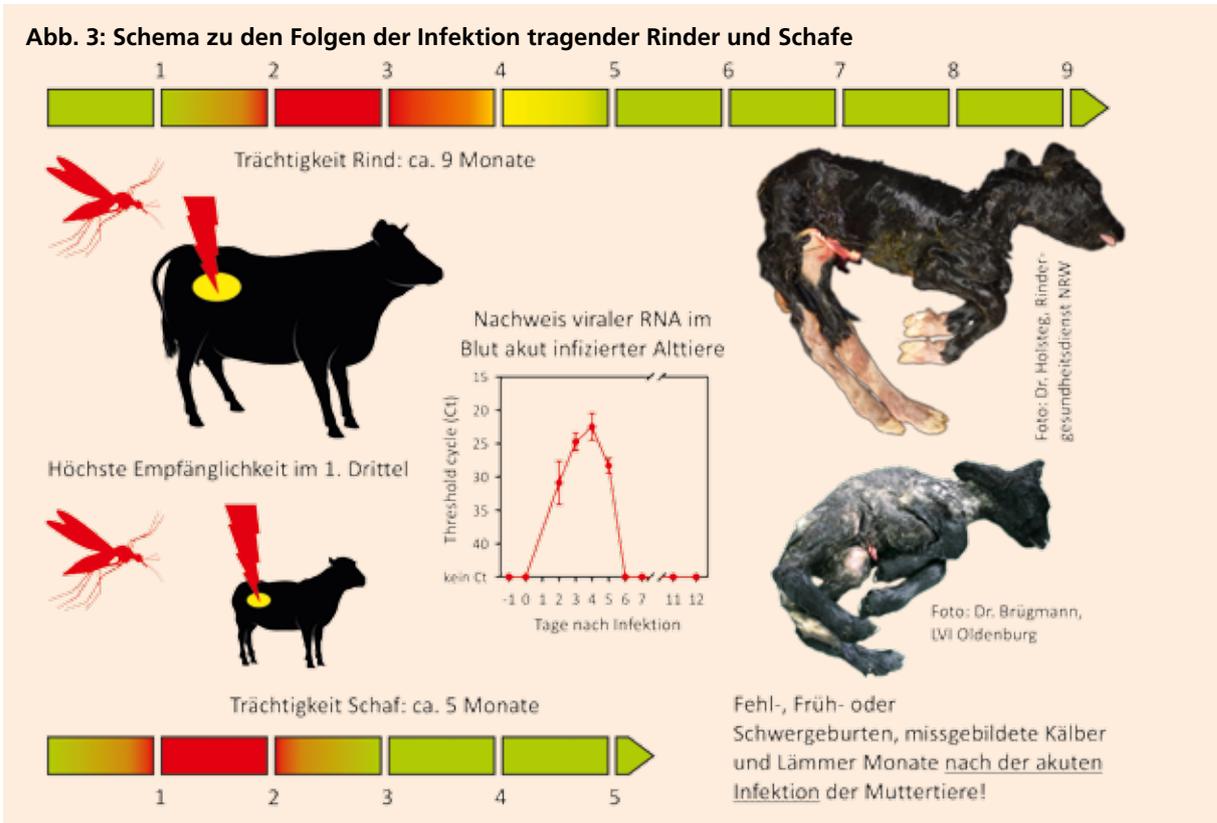


Abb. 2: Immunfluoreszenz-Aufnahme von Vero-Zellkulturen, die mit dem Schmallenberg-Virus infiziert sind. Um die Zellkerne infizierter Zellen sind Viruseiweiße angelagert, die über daran gebundene, gefärbte Antikörper sichtbar werden.



keitswoche. Zeitverzögert zur Infektion kommen dann häufig Lämmer und Kälber mit schweren Missbildungen wie schwere Gelenksteife, Sehnenverkürzungen (Arthrogryposen), stark überdehntem Hals und verdrehtem Kopf (Torticollis), Hirnschädigungen (Teile des Hirns können fehlen und durch Flüssigkeit gefüllte Blasen ersetzt sein, Hydranencephalie) und Wasserkopf zur Welt (Abb. 3). Für die Muttertiere bedeutet dies schwierige Geburten, die oft nicht ohne Hilfe ablaufen können. In Deutschland sind bisher rund 800 Rinder-, 850 Schaf und 50 Ziegenhaltungen betroffen (Stand: Juni 2012).

Das besondere an der Infektion mit dem Schmallenberg-Virus ist, dass die gravierenden Auswirkungen einer Infektion erst Monate später beim geschädigten Nachwuchs sichtbar werden. Eventuell ist dies eine „Strategie“ des Virus, um Zeiten zu überdauern, in denen die Vektoren (Gnitzen) nicht aktiv sind und das Virus nicht verbreitet wird.

Schutz und Bekämpfung

Da das Schmallenberg-Virus nicht von Tier zu Tier, sondern von Vektoren (Gnitzen und evtl. weitere Stechmücken) übertragen wird, ist dessen Bekämpfung schwierig. Die empfänglichen Tiere mit Insektenschutzmitteln, sogenannten Repellentien, zu behandeln wirkt erfahrungsgemäß nur bedingt als Schutz vor Infektionen. Tierhalter könnten versuchen, die Besamung der Tiere so zu legen, dass das empfindliche Zeitfenster der Trächtigkeit nicht in die aktivste Zeit der Vektoren (Mai/Juni und September/Oktober) fällt. Einen zuverlässigen Schutz bietet dies aber nicht. An einem Impfstoff gegen das Schmallenberg-Virus arbeiten derzeit verschiedene Forschungsgruppen, er wird aber in diesem Jahr sicher nicht zur Verfügung stehen. Ob und wie sich das Schmallenberg-Virus in der kommenden „Mückensaison“ weiter verbreitet, werden die Wissenschaftler des FLI weiter beobachten.



Am FLI erforschen mehrere Arbeitsgruppen das Schmallenberg-Virus. Das „Schmallenberg-Team“ v.l.n.r.: Björn Abendroth, Dr. Dirk Höper, Motezuma Reimann, Dr. Martin Beer, Anja Landmesser, Dr. Bernd Hoffmann, Kerstin Wernike, Dr. Ilona Reimann, Melina Fischer, Matthias Scheuch, Patrick Zitzow. Es fehlen: Dr. Horst Schirmeier, Dr. Patricia König, Katja Goller und Michael Eschbaumer.

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



Euterinfektionen

Der vielfältige Kampf zwischen Eindringling und Verteidiger

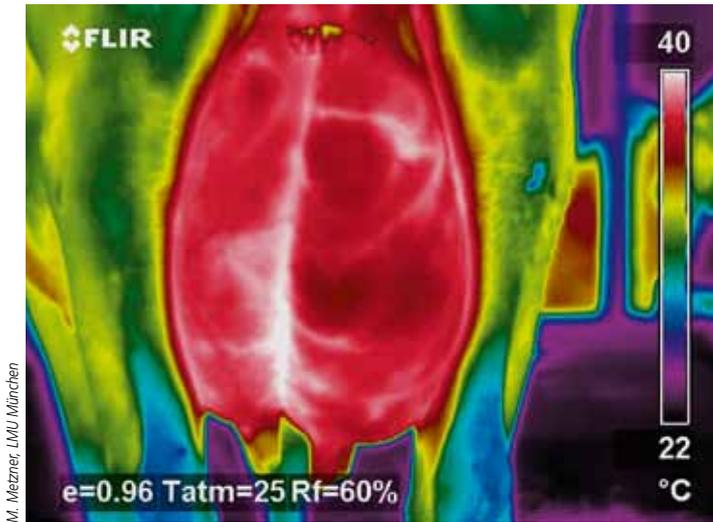


Ein Besuch im Leibniz-Institut für Nutztierbiologie

Nicht nur in der Humanmedizin, auch im Bereich der Nutztierforschung erlauben neue Forschungsansätze einen wesentlich differenzierteren Blick auf lange bekannte Erkrankungen. Am Beispiel der Eutererkrankung (Mastitis) des Rindes zeigt sich, dass sowohl der Krankheitserreger als auch das Wirtstier ein vielfältiges Abwehrrepertoire gegen den jeweiligen Kontrahenten bereit hält.

„Für das Wohlbefinden einer Milchkuh ist ein gesundes Euter ganz wesentlich“, erklärt uns die Tierärztin Dr. Christa Kühn. Wir sind im Labor des Forschungsbereichs Molekularbiologie, der zum Leibniz-Institut für Nutztierbiologie (FBN) in Dummerstorf bei Rostock gehört. „Die Entzündung eines solch großen Organs fügt dem Tier erhebliches Leiden zu. Zudem entstehen dem Landwirt Kosten durch erhöhten Pflegeaufwand, Behandlungskosten und Produktionsausfall“, führt sie weiter aus. „Nicht zu vernachlässigen ist der Bedarf an Antibiotika zur Behandlung dieser Erkrankung.“

Dabei ist Mastitis nicht gleich Mastitis. Der Krankheitsverlauf hängt stark von der Spezies des Erregers ab. Die Tierärztin nennt die beiden typischen Infektionsverläufe und ihre Verursacher: Auf der einen Seite handelt es sich um Bakterien wie *Escherichia coli* und coliforme Keime, die oft zu einer rasch aufschießenden, akuten Mastitis mit starken Krankheitssymptomen führen. Allerdings überwindet die Immunabwehr im Euter diese Eindringlinge oft vollständig und reinigt die Drüse. Auf der anderen Seite gibt es Erreger wie *Staphylococcus aureus* oder *Streptococcus uberis*, die nur eine schwache



M. Metzner, LMU München

Abb. 1: Thermografie eines infizierten Euters. Das rechte Euterviertel ist entzündet, geschwollen und wärmer als das nicht infizierte Kontrollviertel (links)

Entzündungsreaktion, eine subklinische Mastitis, bewirken. Das Tier erkrankt kaum merklich, aber die Immunabwehr im Euter springt nur verzögert und nicht in vollem Umfang an. Die Keime können sich vermehren, ja sogar in Zellen des Euters einnisten. Dort können sie über längere Zeit unentdeckt verweilen. Sie sind damit einer effizienten Antibiotika-Behandlung entzogen.

Wieso ist die Immunabwehr im Euter bei den verschiedenen Arten der Keime so unterschiedlich? Wieso ist *S. aureus* ein stiller Begleiter in der Nase, wird auch nach der Geburt leicht aus der Gebärmutter vom Immunsystem abgewehrt, aber verursacht im Euter eine nachhaltige Entzündung? Schließlich gibt es nicht nur bei den Pathogenen, sondern auch auf der Seite der Wirte Variationen. Kann man Kühe züchten, die eine verbesserte Immunabwehr im Euter haben? Christa Kühn verweist auf neue Erkenntnisse aus der Genomforschung. Im Jahr 2004 wurde ein erster Entwurf der vollständigen Genomsequenz des Rindes vorgelegt. Darauf aufbauend wurden Analyseverfahren entwickelt (Microarrays), mit denen man effizient all jene Gene erfassen kann, die im Verlauf einer Infektion im Euter an- oder abgeschaltet werden. Auf dieser Basis haben sich Forscher des FBN entschlossen, ein Verbundprojekt zur Untersuchung der Pathogen-spezifischen Abwehrmechanismen in der Milchdrüse ins Leben zu rufen. „Hier ist es wichtig, dass Veterinäre mit Mikrobiologen, Immunologen mit Molekulargenetikern und auch Chemikern zusammen forschen“, sagt Professor Hans-Martin Seyfert, Kollege von Christa Kühn am Forschungsbereich Molekularbiologie. „Unser Ziel ist es, nachhaltige Konzepte zu erarbeiten, mit denen sich die Häufigkeit dieses Krankheitsbildes in der Milchwirtschaft verringern lässt.“ Im überregionalen Verbund mit den Universitäten München, Hannover, Greifswald und dem Forschungszentrum Borstel untersuchen Wissenschaftler des FBN die molekularen Ursachen der Pathogen-abhängigen Immunantwort im Euter experimentell (Abb. 1).

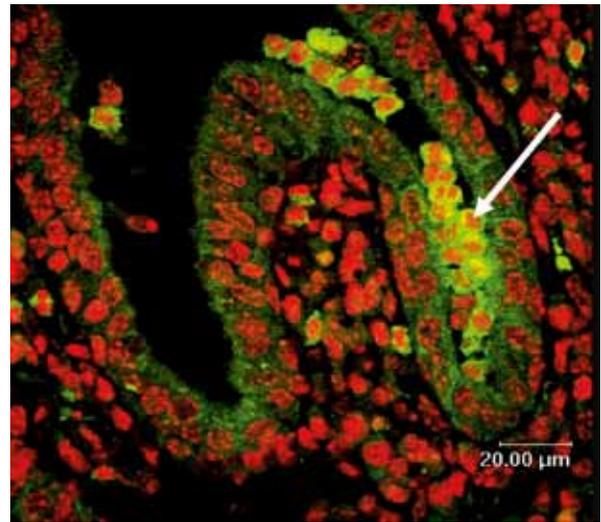
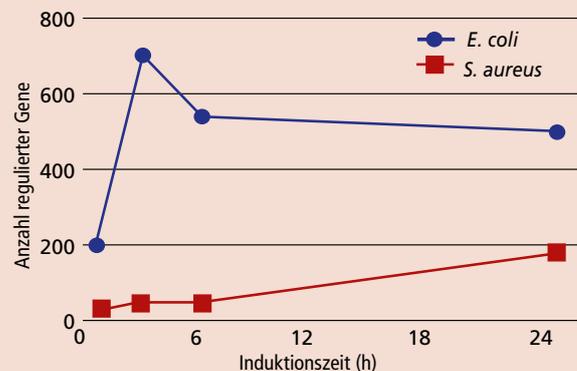


Abb. 2: Immunhistologischer Schnitt durch ein infiziertes Euter. Die Milchdrüsenepithelzellen bilden bakterizide Peptide (grün), ebenso wie die angelockten Granulozyten (Pfeil). Zellkerne sind rot gefärbt.

Die Art des Keims bestimmt die Abwehrreaktion

Die FBN-Wissenschaftler sind den Fragen nachgegangen, welche Zellen an der Keimerkennung im Euter beteiligt sind und wie unterschiedlich sie auf die verschiedenen Arten der Keime reagieren. Bei ihren Untersuchungen zeigte sich, dass tatsächlich die milchbildenden Zellen im Euter echte Multi-Talente sind. Neben der Milchbildung tragen sie ganz entscheidend zur Früherkennung der Keime bei. „Dabei kommt ihrer Lage an den Oberflächen der Milchgänge besondere Bedeutung zu. Sie bilden die Grenzfläche zwischen der

Abb. 3: Kinetik der Pathogen-spezifischen Gen-Aktivierung in Milchdrüsenepithelzellen. Aufgetragen ist die Anzahl regulierter Gene, nach Reizung mit der gleichen Menge abgetöteter Erreger von *E. coli* oder *S. aureus*



Außenwelt und dem Inneren der Drüse. Diese Lage und ihre hohe Anzahl prädestinieren sie als Wächterzellen der Immunüberwachung“, erklärt uns Hans-Martin Seyfert anhand eines immunhistologischen Schnitts durch ein infiziertes Euter (Abb. 2). „Wir haben gefunden, dass die milchbildenden Zellen nicht nur über Rezeptoren Keime erkennen können, sondern nach Kontakt mit dem Keim in hohem Maße bestimmte Botenstoffe – Cytokine – aussenden. Diese wiederum locken die ‚professionellen‘ Abwehrzellen des Immunsystems in das infizierte Euter.“

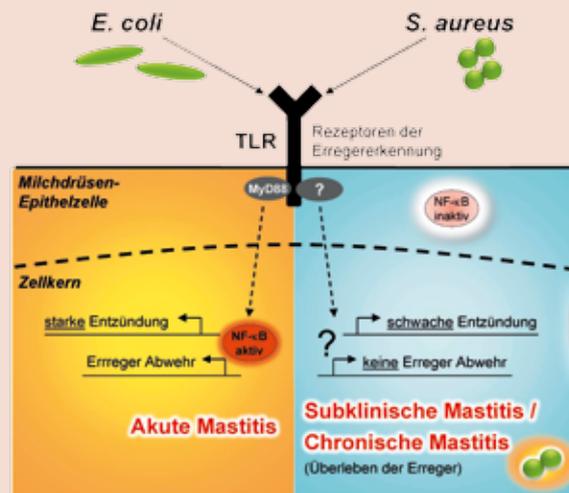
In welcher Weise beeinflusst nun die Art des Bakteriums die Immunantwort dieser Zellen? Im Gegensatz zu Bakterien aus dem Artenkreis von *Escherichia coli* aktiviert *Staphylococcus aureus* die vielfältigen Immunreaktionen dieser Zelle kaum. Keime dieser Art werden von den Pathogenrezeptoren der Zelle (Toll-like-Rezeptoren, TLRs) zwar erkannt, verhindern aber die Signalweiterleitung innerhalb der Zellen. Das führt dazu, dass bei gleicher Reizstärke *S. aureus* nur etwa 10 % der Gene aktiviert, die durch *E. coli* stimuliert werden (Abb. 3).

Die molekulare Feinanalyse zeigte, warum die Signalwirkung von *S. aureus* so schwach ist. Bestimmte Schlüsselregulatoren der Immunantwort, so genannte NF- κ B Transkriptionsfaktoren, in den milchbildenden Zellen werden nicht aktiviert (Abb. 4). Dies ist nicht auf einen aktiven Blockademechanismus der Bakterienzelle zurückzuführen; auch abgetötete *S. aureus* Keime zeigen das gleiche Phänomen. Die fehlende Aktivierung ist vielmehr eine spezifische Eigenschaft der Milchdrüsenepithelzellen – Makrophagen beispielsweise („professionelle“ Immunzellen) reagieren mit einer starken Antwort auf den Kontakt mit diesem Keim, bewirkt durch Aktivierung von NF- κ B Faktoren.

Streptococcus uberis ist ein anderer bakterieller Mastitiserreger, der zunächst nur zu einer schwachen Entzündung im Euter führt, die jedoch ebenfalls chronisch verlaufen kann. Nach längerer Zeit (rund 3–5 Tagen) führt diese Infektion manchmal, jedoch bei Weitem nicht immer, zu sehr heftigen Entzündungen. Was ist die Ursache für die ausbleibende Erkennung dieses Keims frühzeitig nach seinem Eindringen in das Euter? Werden diese Keime auch von den TLR-Rezeptoren der Milchdrüsen Epithelzellen erkannt? Diesen Fragen gingen die Forscher am FBN im Labor weiter nach. Überraschendes Ergebnis: Nein! „Anders als *E. coli* oder *S. aureus* aktivieren Keime dieser Art TLR-Rezeptoren nicht, obwohl wir dies nach der chemischen Grundstruktur ihrer Zellwandbestandteile zunächst erwartet hätten“, sagt Hans-Martin Seyfert. Bakterien dieser Art sind tatsächlich mit einer Art Tarnkappe ausgestattet, die sie vor der Erkennung durch Milchdrüsenepithelzelle schützt.

Mastitis ist also ein vielgestaltiges Krankheitsbild. „Es gibt offensichtlich nicht *die* Mastitis“, resümiert Seyfert. „Vielmehr liegt es entscheidend an der Art des eindringenden Erregers, wie sich die Infektion etabliert und die Krankheit verläuft.“ Mit Blick auf die Entwicklung neuer Strategien zur Mastitisbehandlung kommt es den Forschern im FBN in der Zukunft darauf an, Wege zu finden, diese Blockaden in der Keimerkennung zu überwinden. Gelingt es, die vorhandenen, aber nicht aktivierten körpereigenen Abwehrmechanismen bei einer chronischen Mastitis aufzurütteln, so könnte dies andere Therapiemaßnahmen unterstützen und den Einsatz von Antibiotika reduzieren.

Abb. 4: Schema der Weiterleitung des Pathogensignals in der Milchdrüsenepithelzelle. Nach Erkennung von *E. coli* rekrutieren TLR-Rezeptoren Hilfsfaktoren (z.B. MyD88), welche dann nachgeordnet NF- κ B Faktoren aktivieren (links). Dies unterbleibt nach Kontakt mit *S. aureus* (rechts)



Zucht auf verbessertes Abwehrvermögen

Wenn es Unterschiede auf der Erregerseite – also bei den Angreifern – gibt, trifft das auch auf die Abwehrseite – die Kühe – zu? Dies wäre eine wesentliche Voraussetzung, um den Immunschutz im Euter durch Züchtung zu verbessern. Lange Zeit dachte man, dass die Umwelteinflüsse, die auf die Kuh einwirken, zum Beispiel bei der Haltung der Tiere, so stark sind, dass dagegen die individuellen



Prof. Hans-Martin Seyfert und Dr. Christa Kühn vor dem Computer in angeregter Fachdiskussion.



agrifoto

Im Abwehrvermögen von Mastitis-Erregern zeigen Kühe individuelle Unterschiede.

Unterschiede im Abwehrvermögen zu vernachlässigen ist. Aufgrund der neuen Möglichkeiten der Genomanalyse zeigt sich jetzt, dass sich Kühe sehr wohl in ihrer Fähigkeit unterscheiden, Mastitiserreger abzuwehren. In einem Selektionsexperiment wurden in Dummerstorf Rinder aus ganz Deutschland aufgestellt, noch bevor sie überhaupt zum ersten Mal Milch gegeben hatten. Sie wurden nur auf der Basis von Genom-Informationen über einen spezifischen Bereich auf dem Rinderchromosom 18 ausgewählt. Nach dem Abkalben zeigte sich, dass in der Tat die Tiere, welche die vermutlich „unvorteilhaften“ Genomstückchen (Haplotypen) von ihren Eltern ererbt hatten, schon sehr schnell Anzeichen für eine gestörte Eutergesundheit zeigten. Ihre Halbschwestern, ausgestattet mit den „vorteilhaften“ Haplotypen, waren dagegen völlig unauffällig.

Nutzen diese Rinder also das vorhandene Arsenal an Abwehrmechanismen gegen die eindringenden Bakterien besser? Christa Kühn: „Bei Untersuchungen an den Euterzellen der beiden Tiergruppen fanden wir erhebliche Unterschiede. Milchbildende Zellen von wenig anfälligen Tieren zeigten eine viel schnellere und stärkere Antwort

auf den Kontakt mit Mastitis-Erregern als Zellen von empfänglichen Tieren.“ Die Gen-Netzwerke, die bei der Abwehr in den Zellen eine Rolle spielten, waren dabei jedoch im Prinzip in beiden Gruppen die gleichen. Offensichtlich gelingt es also den wenig anfälligen Tieren, sich mit dem vorhandenen Repertoire an Abwehrmechanismen wirkungsvoller über die ‚Tarnkappen‘ und Ausweichstrategien der Erreger hinwegzusetzen.

„Noch besser zu verstehen, wie die wenig empfänglichen Tiere das schaffen“, beschreibt Christa Kühn die weiteren Ziele ihres Forschungsteams. „Zum einen könnten auf diese Weise gezielt solche Tiere in der Zucht selektiert werden. Und zum anderen kann man von diesen Individuen lernen, wie Tiere mit schlechterer genetischer Ausstattung besser zu therapieren sind.“



PD Dr. Christa Kühn, Prof. Dr. Hans-Martin Seyfert, Leibniz-Institut für Nutztierbiologie, Wilhelm-Stahl-Allee 2, 18196 Dummerstorf.

E-Mail: seyfert@fbn-dummerstorf.de

IMPRESSUM

FORSCHUNGSREPORT

Ernährung – Landwirtschaft – Verbraucherschutz
1/2012 (Heft 45)

Herausgeber:

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

Schriftleitung & Redaktion:

Dr. Michael Welling
c/o Johann Heinrich von Thünen-Institut,
Bundesallee 50, 38116 Braunschweig
Tel.: 0531 / 596-1016
E-Mail: michael.welling@vti.bund.de

Redaktionsbeirat:

Dr. Stefan Kühne, JKI
Dr. Antje Töpfer, Senat

Konzeption, Satz und Druck:

AgroConcept GmbH
Clemens-August-Str. 12–14, 53115 Bonn

Internet-Adressen:

www.forschungsreport.de
www.bmelv-forschung.de

Bildnachweis:

Sofern nicht anders bei den Bildern angegeben, liegen die Rechte bei den Autoren, den Forschungseinrichtungen oder bei AgroConcept.

Erscheinungsweise:

Zweimal jährlich

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

Möchten Sie den ForschungsReport kostenlos abonnieren? Dann wenden
Sie sich einfach an die Redaktion.

ISSN 1863-771X



Deutsche Agrarforschungsallianz

Wie gehen wir künftig mit unseren Nutztieren um?

DAFA beschließt Strategie

Deutsche Agrarwissenschaftler wollen künftig ihre Kräfte bündeln, um gemeinsam für eine bessere landwirtschaftliche Nutztierhaltung zu sorgen. Das beschloss Ende Mai die Deutsche Agrarforschungsallianz (DAFA), ein Verbund von 55 Forschungseinrichtungen, deren Geschäftsstelle am Thünen-Institut in Braunschweig angesiedelt ist. Mit einem umfassenden Ansatz greift die DAFA-Nutztierstrategie die Herausforderung auf, die Kluft zwischen den Erwartungen der Gesellschaft und den tatsächlichen Bedingungen der Tierhaltung in den Betrieben zu überwinden. Ziel ist es, den Zustand der Nutztierhaltung messbar zu verbessern und die Produktionssysteme bestmöglich mit den Erwartungen der Gesellschaft in Einklang zu bringen.

Um der komplexen Thematik gerecht zu werden, wurden sechs Cluster eingerichtet: drei tierartenbezogene (Rind, Schwein, Geflügel) und drei übergeordnete Cluster zu Gesellschaft, Indikatoren, Ländlicher Raum. In den tierartenbezogenen Clustern soll versucht werden, die etablierten Produktionssysteme komplett zu überdenken und grundlegend andere Haltungsformen zu entwickeln. Daneben sind aber auch Forschungsaktivitäten vorgesehen, die an den derzeit praxisüblichen Produktionssystemen anknüpfen und in Zusammenarbeit mit der landwirtschaftlichen Praxis schrittweise Veränderungen entwickeln sollen. Im Mittelpunkt des Clusters „Gesellschaft“ stehen die Erwartungen, die die Bevölkerung an die Nutztierhaltung hat. Hauptaufgabe des Clusters „Indikatoren“ ist es, ein System zur Bewertung des Zustandes der Tierhaltung und deren Verbesserung zu entwickeln und flächendeckend zu etablieren. Die räumlichen Konzentrationsprozesse sowie die Umweltwirkungen der Nutztierhaltung sind Inhalt des Clusters „Ländlicher Raum“. Die Arbeit in den Clustern ist langfristig ausgerichtet. Die DAFA-Nutztierstrategie steht zum Download bereit unter www.dafa.de/startseite/fachforen/nutztiere.html. ■

Leibniz-Institute

Leibniz-Agrarforscher in Brandenburg fordern Wertewandel

Anlässlich einer gemeinsamen Festveranstaltung zum 20-jährigen Gründungsjubiläum am 20. Juni 2012 im Hans Otto Theater Potsdam forderten die Leiter der drei agrarwissenschaftlichen Leibniz-Institute im Land Brandenburg ein Umdenken im Umgang mit den natürlichen Ressourcen für eine nachhaltige Lebensmittelproduktion und gesunde Ernährung. Vor 20 Jahren waren die Leibniz-Institute für Agrartechnik Potsdam-Bornim (ATB), für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt (IGZ) und für Agrarlandschaftsforschung Müncheberg (ZALF) gegründet worden.

Ernährung sei eine der drängendsten Fragen der Zukunft; die Herausforderung bestehe nicht nur darin, für eine wachsende Weltbevölkerung mehr zu produzieren, sondern sichere und qualitativ hochwertige Lebensmittel zu erzeugen, betonte IGZ-Direktor Prof. Dr. Eckard George. In ihren Vorträgen unterstrichen die Direktoren der drei Leibniz-Einrichtungen vor allem die Notwendigkeit eines effizienteren Umgangs mit den natürlichen Ressourcen.

„Unser Ziel muss zum Beispiel sein, mehr Energie zu produzieren als zu verbrauchen – und in der Bewertung, ob uns das gelingt, naturale Kriterien wie Kohlenstoffbilanzen zugrunde zu legen“, mahnte Prof. Dr. Reiner Brunsch, ATB. „Die Welt funktioniert nach Naturgesetzen, aber wir bewerten das Ergebnis unseres Wirtschaftens nach rein ökonomischen Kriterien. Um zu nachhaltigen Ergebnissen in der Nutzung endlicher natürlicher Ressourcen zu gelangen, brauchen wir ein gesellschaftliches Umdenken. Wir brauchen neue Wertmaßstäbe“, forderte Brunsch.

„Auch die Agrarpolitik muss sich Nachhaltigkeitskriterien stellen, denn Nachhaltigkeit ist eine gemeinsame gesellschaftliche Herausforderung“, unterstrich Prof. Dr. Hubert Wiggering, ZALF.

„Man kann nicht oft genug betonen, wie wichtig die Agrarforschung für die langfristige Sicherung der Welternährung ist,“ sagte der

Parlamentarische Staatssekretär im BMELV Peter Bleser in seinem Grußwort. „Der Druck auf die Agrarfläche nimmt zu – wir benötigen Nahrung, erneuerbare Energien, nachwachsende Rohstoffe und den Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen. Deshalb brauchen wir innovative Forschung für die Lösungen der Zukunft“, so der Staatssekretär.

Auch Prof. Dr. Karl Ulrich Mayer, der Präsident der Leibniz-Gemeinschaft, sprach sich in seinem Grußwort dafür aus, angesichts der globalen Herausforderungen die agrarwissenschaftliche Forschung weiter auszubauen. Die Brandenburgische Wissenschaftsministerin Prof. Dr.-Ing. Sabine Kunst hob die Innovationskraft der drei agrarwissenschaftlichen Einrichtungen hervor, die seit Anfang 2012 im Wissenschaftsministerium angesiedelt sind. „Die außeruniversitären Einrichtungen in Brandenburg sind exzellente Kooperationspartner und tragen auch bei zum großen Prestige der Hochschulen des Landes“, so Kunst.

ATB, IGZ und ZALF erhalten zu je 50 Prozent institutionelle Förderung aus dem Haushalt des BMELV und dem Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Brandenburg. ■

Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim

Neuer Windkanal in Betrieb genommen

Am 20. April 2012 hat das Leibniz-Institut für Agrartechnik in Potsdam-Bornim einen neuen Grenzschicht-Windkanal offiziell in Betrieb genommen, eine der größten Anlagen dieser Art im Bereich der Agrarforschung.



Visualisierung der Luftströmung mit Laserschnitt

Der neue Windkanal ermöglicht, die komplexen aerodynamischen Vorgänge in den bodennahen Schichten der Atmosphäre systematisch zu untersuchen. Damit wird das ATB seine Expertise im Bereich der Forschung zu landwirtschaftlichen Emissionen weiter entwickeln. Darüber hinaus bietet die neue Anlage enormes Potenzial für eine Vielzahl interdisziplinärer Fragestellungen. Beispiele sind die Bestimmung von Windlasten und Sturmschäden bei baulichen Strukturen oder die Abschätzung von Pollenflügen in der Biodiversitätsforschung. Die neue Einrichtung am ATB eröffnet Kooperationsmöglichkeiten und soll daher als „Leibniz-Applikationslabor“ auch externen Nutzern zur Anwendung offen stehen.

Für die Errichtung des Windkanals wurden knapp 1,2 Mio. Euro investiert. Die Kosten wurden zu 75 % aus Mitteln des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE) gefördert. ■

Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Mittel- und Osteuropa

Land Grabbing

Chance oder Fluch für die osteuropäische Landwirtschaft

In den letzten 20 Jahren war die Landwirtschaft in Osteuropa und der ehemaligen Sowjetunion durch wirtschaftspolitische Reformen und Restrukturierungsprozesse geprägt. Nach wie vor wird die osteuropäische Landwirtschaft von Großunternehmen und seit einigen Jahren zunehmend von Agrarkonzernen geprägt. In Russland bewirtschaften beispielsweise rund 30 dieser Megafarmen zusammen etwa 6,7 Millionen ha. In der Ukraine bewirtschaften die 15 größten Agrarkonzerne ca. 3 Millionen ha.

Das diesjährige IAMO-Forum vom 20. bis 22. Juni 2012 in Halle (Saale) stand unter dem Titel „Land Use in Transition: Potentials and Solutions between Abandonment and Land Grabbing“. Auf der Konferenz diskutierten die Teilnehmer über Entwicklungen in der Landnutzung sowie die nachhaltige Sicherstellung der Nahrungsmittelproduktion in den Transformationsländern Osteuropas, der ehemaligen Sowjetunion und

Ostasiens. „Die Thematik ‚Land Grabbing‘ wird auch in den nächsten Jahren verstärkt im Fokus von Wissenschaft, Politik und Wirtschaft stehen“, so Alfons Balmann, Direktor des Leibniz-Instituts für Agrarentwicklung in Mittel- und Osteuropa (IAMO). Balmann fügte hinzu: „Die zunehmende Wissensintensität moderner Landwirtschaft und ein enormer Finanzierungsbedarf nehmen, insbesondere in Russland, der Ukraine und Kasachstan, eine zentrale Stellung in der landwirtschaftlichen Entwicklung ein. Die Entstehung von Agroholdings spiegelt bisherige Defizite hinsichtlich dieser Anforderungen wider. Ob dieser Trend nachhaltig erfolgreich ist, hängt davon ab, inwieweit er in Übereinstimmung mit unternehmerischer Effizienz, den lokalen Bedingungen und Auswirkungen für die Umwelt erfolgt.“



Mit knapp 180 Teilnehmern erfuhr das diesjährige IAMO-Forum zum Thema „Land Grabbing“ eine hohe Resonanz.

Max Spoor vom Internationalen Institut für Sozialwissenschaften in Den Haag äußerte sich skeptisch, ob Agroholdings in Russland die globale Nahrungsmittelkrise lösen können. In Russland würden rund 80 Prozent der landwirtschaftlichen Flächen von Großbetrieben bewirtschaftet. Trotz dessen sei die Produktivität im russischen Getreidesektor, verglichen mit den Erträgen in den USA und in Kanada, sehr niedrig. Familienbetriebe erzielten in einigen Bereichen der Landwirtschaft, beispielsweise beim Maisanbau, die gleichen bzw. sogar höhere Erträge als Großbetriebe. Agroholdings in Russland seien nicht sehr effizient und wiesen oft ein „postsowjetisches“ Management auf. Aufgrund der geringen Effizienz russischer Großbetriebe sowie regelmäßiger Missernten durch Wasserknappheit und Klimaveränderungen hält es Spoor kaum für möglich, dass es einen Automatismus gibt, wonach Russland durch Agroholdings zur Lösung der globalen Nahrungsmittelprobleme beiträgt. ■

Max Rubner-Institut

Frisch abgefüllt – schnell überdosiert

Folsäuregehalt in angereicherterem Multivitaminensaft

Folate sind lebenswichtige Vitamine, die insbesondere in grünen Salaten oder in Spinat, aber auch in Brokkoli oder Spargel enthalten sind. Bestimmten Produkten, zum Beispiel Multivitaminensäften, wird teilweise synthetisch hergestellte Folsäure zugesetzt. Dieser Zusatz muss auf der Verpackung angegeben werden. Die Unterversorgung mit Folsäure ist problematisch, doch auch die Überversorgung wird seit einigen Jahren kritisch gesehen.

Wie das Max Rubner-Institut (MRI) im Rahmen eines Forschungsprojektes ermittelte, schwankt die Menge der Folsäure in damit angereicherten Multivitaminensäften erheblich und liegt kurz nach der Abfüllung des Saftes im Mittel um 80 Prozent über dem auf der Verpackung angegebenen Gehalt. Bereits wer drei Gläser (600 Milliliter) dieses frisch abgefüllten Saftes trinkt, kann die tolerierbare Tageshöchstmenge für Folsäure (1.000 Mikrogramm) überschreiten. Nach sechs Monaten liegt die gemessene Menge an Folsäure immer noch um durchschnittlich 15 Prozent über dem angegebenen Gehalt. Erst nach 12 Monaten Lagerung wird dieser im Durchschnitt um fünf Prozent unterschritten. In die Untersuchung gingen acht deutschlandweit häufig verkaufte Multivitaminensäfte in Glasflaschen, PET-Flaschen und in Kartons ein. Die Säfte wurden direkt vom Hersteller bezogen. Kurz nach der Abfüllung und dann monatlich wurden am Max Rubner-Institut Proben gezogen und analysiert, wobei die Säfte bei konstanter Raumtemperatur von 18 Grad gelagert wurden.

Eine Unterversorgung mit Folaten ist insbesondere für Frauen im gebärfähigen Alter kritisch, da mit ihr die Wahrscheinlichkeit eines Neuralrohrdefektes beim Embryo wächst. Doch auch die Risiken einer Überversorgung geraten immer mehr ins Blickfeld: So kann die Überversorgung mit Folsäure einen Vitamin-B12-Mangel verdecken, aus der eine Schädigung des Nervensystems folgen kann. ■



Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz

Das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV)

unterhält einen Forschungsbereich, der wissenschaftliche Grundlagen als Entscheidungshilfen für die Ernährungs-, Landwirtschafts- und Verbraucherschutzpolitik der Bundesregierung erarbeitet und damit zugleich die Erkenntnisse auf diesen Gebieten

zum Nutzen des Gemeinwohls erweitert (www.bmelv.de, Rochusstr. 1, 53123 Bonn, Tel.: 0228/99529-0). Dieser Forschungsbereich wird von vier Bundesforschungsinstituten sowie dem Bundesinstitut für Risikobewertung gebildet und hat folgende Aufgaben:

Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen:

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

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

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

Friedrich-Loeffler-Institut (FLI), Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit:

Selbstständige Bundesoberbehörde und Bundesforschungsinstitut mit im Tierseuchengesetz und Gentechnikgesetz festgelegten Aufgaben.

Forschung und Beratung des BMELV insbesondere auf den Gebieten der Tiergesundheit, der Tierernährung, der Tierhaltung, des Tierschutzes und der tiergenetischen Ressourcen (Südufer 10, 17493 Greifswald-Insel Riems, Tel.: 038351/7-0, www.fli.bund.de).

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

Selbstständige Bundesoberbehörde und Bundesforschungsinstitut. Im Rahmen des vorbeugenden gesundheitlichen Verbraucherschutzes Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen einer gesunden und gesunderhaltenden Ernährung mit hygienisch einwandfreien und qualitativ hochwertigen Lebensmitteln pflanzlichen und tierischen Ursprungs sowie Untersuchung der Bestimmungsgründe des Ernährungsverhaltens und Durchführung des Nationalen Ernährungsmonitoring (NEMONIT). Aufgaben im Rahmen des Agrarstatistikgesetzes und des Strahlenschutzvorsorgegesetzes (Haid-und-Neu-Str. 9, 76131 Karlsruhe, Tel.: 0721/6625-0, www.mri.bund.de).

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR):

Eine bundesunmittelbare rechtsfähige Anstalt des öffentlichen Rechts, deren Hauptaufgaben in der Bewertung bestehender und dem Aufspüren neuer gesundheitlicher Risiken, der Erarbeitung von Empfehlungen für die Risikobegrenzung und der Kommunikation über alle Schritte der Risikoanalyse liegen. Forschung wird auf diesen Feldern auch im Bereich der Risi-

Einrichtungsübergreifende wissenschaftliche Aktivitäten des BMELV-Forschungsbereiches werden durch den **Senat der Bundesforschungsinstitute** koordiniert, dem Vertreter aller Forschungseinrichtungen angehören. Der Senat wird von einem Präsidium geleitet, das die Geschäfte des Senats führt und den Forschungsbereich gegenüber anderen wissenschaftlichen Institutionen und dem BMELV vertritt (Geschäftsstelle des Senats, c/o JKI, Königin-Luise-Straße 19, 14195 Berlin, Tel.: 030/8304-2031, -2605, www.bmelv-forschung.de).

kokommunikation durchgeführt. Schwerpunkte sind dabei biologische und chemische Risiken in Lebens- und Futtermitteln sowie Risiken, die durch Stoffe und Produkte hervorgerufen werden können. Daneben werden Ersatzmethoden für Tierversuche für den Einsatz in der Toxikologie entwickelt (Thielallee 88–92, 14195 Berlin, Tel.: 030/18412-0., www.bfr.bund.de).

Forschungseinrichtungen der Leibniz-Gemeinschaft (WGL)

Darüber hinaus sind sechs Forschungseinrichtungen der Wissenschaftsgemeinschaft G. W. Leibniz (WGL) dem Geschäftsbereich des BMELV zugeordnet:

Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie (DFA) (Lise-Meitner-Straße 34, 85354 Freising, Tel.: 08161/712932, www.dfal.de);

Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB), (Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam-Bornim, Tel.: 0331/5699-0, www.atb-potsdam.de);

Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau Großbeeren/Erfurt e. V. (IGZ) (Theodor-Echtermeyer-Weg 1, 14979 Großbeeren, Tel.: 033701/78-0, www.igzev.de);

Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V. (Eberswalder Straße 84, 15374 Müncheberg, Tel.: 033432/82-0, www.zalf.de);

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

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

Zuwendungsempfänger:

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





Senat
Bundesforschung
Bundesministerium für Ernährung,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz

