

- Abstraktheft -

AfT– Herbstsymposium

Gesunde Schweine - sichere Lebensmittel

6. Oktober 2006

Oberschleißheim



AfT

**Veranstalter:
Akademie für Tiergesundheit e.V., Bonn**

Begrüßung:

Bernd Hoffmann, Gießen

Teil 1

Moderation: Karl Heinritzi, Oberschleißheim

Gerald Reiner, Gießen

*Genetische Krankheitsresistenz beim Schwein: Potenzial,
Entwicklungsstand und Anwendung*

Johannes Baumgartner, Wien

*Tierfreundliche Schweinehaltungsverfahren unter besonderer
Berücksichtigung der Bio-Schweinehaltung*

Joachim Kakau, Oldenburg

*Acker- und pflanzenbauliche Einflussfaktoren auf die Fusarium- und
Mykotoxingehalte im Futter*

Mittagspause 12:15 - 13:00 (Imbiss vor Ort)

Genetische Krankheitsresistenz beim Schwein

Gerald Reiner

Professur für Schweinekrankheiten der JLU Gießen

Einleitung

Der Konsument verlangt nach sicheren Lebensmitteln aus einer Produktion mit minimalem Medikamenteneinsatz und frei von Zoonose-Erregern. Hieran orientiert er mehr und mehr seine Akzeptanz für Produkte tierischer Herkunft. Der Produzent hat neben der Produktion sicherer Lebensmittel das Ziel, seine ökonomischen Verluste durch Infektionskrankheiten, die in Form von Tierverlusten, Leistungsminderung, Mehrarbeit sowie Kosten für Prophylaxemaßnahmen und Therapie etwa 15 bis 20% der Gesamtkosten betragen, so gering wie möglich zu halten. Weit höher sind diejenigen Kosten, die infolge von Seuchenausbrüchen durch die Gesellschaft aufgefangen werden müssen. Nicht zuletzt ist es aufgrund ethischer Überlegungen oberstes Gebot, Leiden und Krankheit bei Tieren zu mindern.

Nach Plonait und Bickardt (1997) ist in Zukunft eine Situation vorstellbar, in der Schweine durch optimale Haltung und Prophylaxe nahezu krankheitsfrei gehalten werden, wobei auf Medikation weitgehend verzichtet wird. Die Begründung liegt in den Vorgaben, den Einsatz von Leistungsförderern und Antibiotika zur Vermeidung von Resistenzen und zur Verhinderung von Rückständen in Lebensmitteln auf ein Minimum zu reduzieren. Die Folgen dieses Trends spiegeln sich in den Verboten von Leistungsförderern und den Novellierungen des Arzneimittelgesetzes wieder.

Die natürliche Krankheitsresistenz wurde bislang als Prophylaxemaßnahme kaum berücksichtigt, obwohl für praktisch alle Nutztierarten und für eine breite Palette von Erreger-Wirts-Beziehungen, genetisch bedingte Resistenzunterschiede innerhalb oder zwischen Populationen und Rassen nachgewiesen wurden.

Nutztiere unterliegen bereits seit Beginn des letzten Jahrhunderts einer intensiven Selektion. Beim Schwein standen dabei die Produktionsmerkmale für die Mast- und Schlachtkörperleistung stets im Vordergrund. Erst seit den letzten Jahren wird auch über die Berücksichtigung von Merkmalen der Krankheitsresistenz nachgedacht. Die führenden Nationen auf diesem Gebiet sind die USA und Dänemark neben Kanada und der Schweiz. Im praktischen Einsatz stehen die Selektion gegen empfindliche E.coli-F18-Rezeptoren (Vögeli et al., 1997), E.coli F4-Rezeptoren (Jorgenson et al., 2003) sowie die Selektion auf eine gesteigerte Immunantwort (Wilkie und Mallard, 2000).

Der bislang sehr begrenzte Einsatz genetischer Krankheitsresistenzen liegt in der Schwierigkeit, Träger günstiger Anlagen zu erkennen. Ihre *Identifikation* wird durch dominierende Umwelteinflüsse wie Erregerdichte, Virulenz und Pathogenität, Haltungsdichte und Hygienestatus, die zwischen und innerhalb von Beständen erheblich variieren und dadurch eine standardisierte Betrachtung von Nachkommen oder Geschwistern im Sinne einer Zuchtwertschätzung praktisch unmöglich machen, massiv erschwert. Die Vielzahl über die Bestände hinweg nicht standardisierbarer Umwelteinflüsse und die Problematik einer umweltbereinigten Befunderhebung ist bislang kaum lösbar. Hinzu kommen die Komplexität der die Resistenz / Empfindlichkeit bestimmenden Merkmale, der Keim-Wirts-Interaktionen und der bislang meist nur in Ansätzen verstandenen Pathogenesemechanismen sowie die oft polygenetische Basis der Merkmale.

Moderne Verfahren der Genomanalyse, geeignete Tiermodelle und ein ständig wachsendes Grundlagenwissen (s.o.) versetzen uns heute in die Lage, Modellsysteme zu etablieren, an

denen unter weitgehender Gleichschaltung der Umwelteffekte die Gene, oder zumindest gekoppelte Genmarker, identifiziert werden können, die für entsprechende Resistenzen / Empfindlichkeiten verantwortlich sind. Günstige Allele können dann rasch, sicher, kostengünstig und frühzeitig (z.B. bereits im Embryonalstadium) nachgewiesen und in einer Population durch Selektion vermehrt oder aus einer anderen Population mittels markergestützter Selektion (MAS) eingeführt werden.

Definition der Krankheitsresistenz

Unter genetischer Krankheitsresistenz versteht man das Potential eines Tieres, einer Population oder einer Rasse, nach Kontakt mit einem spezifischen infektiösen Agens keine oder nur verminderte Folgen der entsprechenden Infektionskrankheit zu entwickeln.

Man spricht vor allem dann von Resistenz, wenn nicht nur die klinische Symptomatik, sondern die gesamte Infektion verhindert wird. Im Gegensatz dazu steht die Toleranz, bei der es zwar zur Infektion des Wirts kommt, der Erreger jedoch toleriert wird, ohne dass sich eine deutliche klinische Symptomatik einstellt. Im Allgemeinen werden jedoch beide Möglichkeiten unter dem Begriff der Krankheitsresistenz zusammengefasst, wobei dann zwischen absoluter und relativer Resistenz unterschieden wird. Auch relative Resistenzen können den Grad von Infektion, Erkrankung, Ausscheidung und Erregerdichte in einer Population oder einem Tierbestand entscheidend vermindern und damit einen wertvollen hygienischen Beitrag zur Gesunderhaltung von Beständen leisten.

Hinweise auf genetisch bedingte Krankheitsresistenzunterschiede beim Schwein

Beispiele für Krankheitsresistenzen liegen für eine Reihe von Erreger-Wirts-Beziehungen und für praktisch alle Nutztierarten vor (Übersicht: Reiner, 2003). Ihr Status variiert von erkannten Tier- und Populationsunterschieden über die mehr oder weniger vollständige molekulare Aufklärung bis hin zum Einsatz in der Praxis. Meist wird Krankheitsresistenz polygen vererbt, aber auch Haupt- oder Einzelgenwirkungen sind bekannt. Je weniger Gene an der Resistenz / Empfindlichkeit beteiligt sind, desto früher kann an einen Einsatz in der Praxis gedacht werden.

Auch beim Schwein wird genetisch bedingte Variation für Merkmale der Krankheitsresistenz und der Immunantwort zwischen Individuen und Rassen belegt. Merkmale der Krankheitsresistenz zeigen jedoch generell eine geringe Heritabilität und lassen sich nur schwer in quantitativ-genetisch orientierte Zuchtprogramme integrieren. Eine Möglichkeit besteht jedoch darin, vorteilhafte Genvarianten in gezielten Modellversuchen zu ermitteln und später Mittels Marker-gestützter Selektion in Produktionsrassen zu selektieren.

Voraussetzung zur Etablierung von Krankheitsresistenzgenorten/-genen

Die Züchtung auf Resistenz gegen spezielle Erkrankungen wird erst mit Hilfe molekulargenetischer Verfahren realisierbar und stellt einen der wichtigsten innovativen Ansätze bei landwirtschaftlichen Nutztieren dar. Um für komplex bedingte Merkmalsausprägungen die hauptverursachenden Komponenten finden zu können, sind allerdings mehrere methodische Schritte und wissenschaftliche Vorbedingungen notwendig:

- (1) Bereitstellung von Genkarten, die für die Resistenz wichtige Genorte (Loci) enthalten.
- (2) Kartierung genügend vieler Markerloci. Die aktuelle Genomkarte (Pigbase 2006 [<http://iowa.thearkdb.org/>]) umfasst beim Schwein über 4000 Genmarker.
- (3) Einbeziehung von Kandidatengenomen aus der humanmedizinischen Forschung. Aus Ergebnissen der vergleichenden Genomkartierung ist bekannt, dass die Genome verschiedener Säugerspezies eine ähnliche Anordnung der Gene aufweisen und für

bestimmte Funktionen zuständige Gene auch über Speziesgrenzen hinweg analog sind. Daraus kann auf die Art und Positionen der Gene beim Schwein geschlossen werden, auch wenn die Gene beim Menschen oder der Maus kartiert wurden.

- (4) Segregierende Merkmalsunterschiede, d.h. Merkmale anhand derer die unterschiedlichen Resistenzen zwischen Rassen oder Populationen beschrieben werden können.
- (5) Methodische Ansätze zur Identifikation von Geneffekten. Beim Schwein verfügen eine Reihe von Merkmalen aus den Bereichen der Produktion (Mast- und Schlachtleistung), der Reproduktion, aber auch der Krankheitsresistenz über ausgeprägte genetische Variabilität, die auf alle Varianten in diesen Merkmalen zugrunde liegenden Genen zurückzuführen ist. Nur selten zeigen solche Gene einen (weitgehenden) Einzelgencharakter (z.B. Ryr1, RN) häufiger jedoch werden die Zielmerkmale durch einige oder zahlreiche Gene bestimmt. Die Gene, die sich an der Variabilität solcher quantitativ verteilter Merkmale beteiligen, werden als QTL (quantitative trait loci) bezeichnet. Je mehr Gene sich an der Ausprägung polygener Merkmale beteiligen, desto geringer ist dabei im Durchschnitt der Einzeleffekt der QTLs. Manche QTLs ragen jedoch in ihrer Bedeutung deutlich über die anderen hinaus; sie können bis über 30% der phänotypischen Varianz erklären. Solche QTLs gilt es aufzuspüren und zu analysieren.

QTL-Analyse:

Mit Hilfe der QTL-Analyse wurden in den letzten Jahren sehr erfolgreich Chromosomenregionen mit Bedeutung für ökonomisch relevante Merkmale erarbeitet. In informativen Familien wurden hierzu Marker- und Kandidatengenloci genutzt, um Loci für die untersuchten Merkmalsausprägungen (QTL) zu kartieren. Für die Untersuchungen wurden vor allem europäische und amerikanische Schweinerassen, das Europäische Wildschwein sowie die chinesische Rasse Meishan verwendet.

Alleine beim Schwein liegen derzeit ca. 1270 QTLs für über 240 Merkmale vor. Unter diesen QTLs finden sich allerdings nur wenige (ca. 15) für Merkmale der Krankheitsresistenz. Die geringe Zahl steht dabei im Zusammenhang mit bislang nur wenigen durchgeführten Experimenten zu dieser Fragestellung.

QTL-Studien haben zu einer wertvollen Eingrenzung möglicher Kandidatengene geführt. Die Suche nach Assoziationen zwischen Kandidatengenen und den Zielmerkmalen läuft auf Hochdruck. Auch konnte inzwischen in einigen Beispielen die der Merkmalsvariation zugrunde liegende Mutation aufgeklärt werden, z.B.: IGF-2 (Jeon et al., 1999), Calpastatin (Ciobanu et al., 2002), Melanocortin 4-Rezeptor (Ciobanu et al., 2002), verschiedene Merkmale der Fruchtbarkeit (Übersicht s. Reiner et al., 2006a,b).

- (6) Verfahren für die Verwendung funktionswichtiger Gene in der Leistungszucht. Es gibt bereits effiziente Verfahren, um Markerloci in der Tierzucht einsetzen zu können (Markergestützte Selektion). Ein erster in Zuchtprogrammen beim Schwein eingesetzter Locus ist das FUT1-Gen. Es ist mit einer Resistenz gegenüber Coli-F18 bedingter Durchfälle und Ödemkrankheit gekoppelt (Vögeli et al., 1997). Wie sich auch QTLs zukünftig in die praktische Zuchtarbeit integrieren lassen könnten ist derzeit Gegenstand intensiver Forschung.

Unsere Modelle zur Untersuchung der Krankheitsresistenz

Seit 1999 beschäftigen wir uns mit Modellen zur Krankheitsresistenz beim Schwein. Unser Untersuchungsansatz basiert auf der Erstellung von F₂-Kreuzungsschweinen aus Anpaarungen von Schweinen mit chinesischem und europäischem Genanteil (z.B. chinesische Meishan mit europäischen Pietrain-Schweinen), nachdem Tiergruppen der Ausgangsrassen zuvor auf ihren Resistenz-Status geprüft und verglichen wurden.

Mit dem Pseudorabiesvirus-Modell gelang uns der weltweit erste Nachweis von QTLs für die Krankheitsresistenz beim Schwein. Unsere aktuellen Untersuchungen beschäftigen sich mit dem Muskelparasiten *Sarcocystis miescheriana*, als Modell für die Resistenz gegenüber protozoischen Infektionen sowie mit der Resistenz gegenüber PRRSV.

Sarcocystis miescheriana zählt zur protozoischen Gruppe der Apicomplexa. Zwischenwirt ist das Schwein, als obligatorische Endwirte treten der Hund und andere Carnivoren auf. Nach oraler Aufnahme von Oozysten durchläuft der Parasit zunächst zwei Schizogonien in Endothelzellen verschiedener Organe. Ab der fünften Woche post infectionem (p.i.) kommt es dann zur Formation von Sarcozysten in Skelett- und Herzmuskulatur. Betroffene Schweine zeigen in Abhängigkeit von der aufgenommenen Sporozystenanzahl reduzierte Leistungen, aber auch mehr oder weniger deutlich ausgeprägte klinische Bilder. Die stärkste Belastung für die Schweine entsteht zum Zeitpunkt der zweiten Schizogonie (Tage 12 bis 14 p.i.). In Folge der Zerstörung von Endothelzellen stellen sich u.a. hohes Fieber, Thrombozytopenie, Anämie und Blutgerinnungsstörungen ein. Auch Verschiebungen im Differentialblutbild werden beobachtet. Nach oraler Infektion mit 50.000 Sporozysten zeigen Schweine der Rassen Pietrain und Meishan deutliche Resistenzunterschiede. Pietrain Schweine sind dabei akut und chronisch anfälliger und entwickeln unter der chronischen Krankheitsphase eine 20fach höhere Bradyzoitenmenge pro Gramm Muskulatur (Reiner et al., 2002b). Bradyzoitenzahl und klinisches Bild zeigen eine Assoziation mit den Immunglobulin-Spiegeln. Die beobachtete phänotypische Variabilität ist zum Teil hocherblich. Dies spricht für die Beteiligung günstiger und ungünstiger Genvarianten für die Resistenz/Empfindlichkeit. Mit Hilfe einer Pietrain/Meishan F₂-Familie wurden die verantwortlichen Genorte (QTL) chromosomalen Bereichen zugeordnet. QTLs mit ausgeprägter Assoziation mit Resistenz/Empfindlichkeit gegenüber *S. miescheriana* konnten im Bereich des MHC und eines Immunglobulinclusters (beide auf Chromosom 7) kartiert werden. Die Ergebnisse sprechen für die direkte ursächliche Beteiligung von Genvarianten innerhalb dieser beiden Genklassen. Vor dem Hintergrund der weltweiten Verbreitung des Parasiten und der sich daraus ergebenden ökonomischen Bedeutung könnte die Aufklärung der ursächlichen Genvarianten einen wertvollen Ansatz zum Verständnis und zur Bekämpfung der Sarkozystose darstellen.

PRRSV: Hinweise auf mögliche genetische Unterschiede in der Empfindlichkeit/Resistenz gegenüber dem PRRSV ergeben sich aus verschiedenen in vitro und in vivo Studien. Die vorliegenden Informationen sind allerdings bislang noch sehr vage und inkonsistent.

In einem gemeinsamen Versuch (Reiner und Ohlinger) konnten wir ausgeprägte genetische Unterschiede in der Resistenz/Empfindlichkeit gegenüber PRRSV beim Vergleich reinrassiger Miniaturschweine mit Pietrain-Schweinen aufzeigen. Beide Rassen unterschieden sich statistisch hochsignifikant in der Virusreplikation und damit in Ausmaß und Dauer der Virämie sowie der Ausbreitung des Virus im Tier.

Vor dem Hintergrund der weiten Verbreitung des PRRSV und dessen überragender ökonomischer Bedeutung, ist von der Analyse der genetischen Faktoren des Wirts ein bedeutender Zuwachs zum Verständnis der Erreger-Wirts-Interaktionen bei PRRS sowie die Möglichkeit zur Resistenzsteigerung in Populationen zu erwarten.

Zusammenfassung

Die Liberalisierung des Welthandels sowie wachsende Anforderungen des Verbrauchers und der Gesellschaft an die Qualität der tierischen Produktion führen zu einem strategischen Tiergesundheitsmanagement mit Garantien für das Freisein von Krankheiten, Erregern und Rückständen. Die Basis solcher Garantien liegt in der Reduktion von Erregern im Umfeld der Gesamtproduktion durch produktionstechnische und hygienische Maßnahmen. Je höher der Grad einer natürlichen Resistenz gegenüber einem Erreger oder einer Erregergruppe, desto

geringer sind Infektionsgefahr, Erregerausscheidung und Therapiebedarf und desto garantiefähiger wird die Produktion. Krankheitsresistenzen lassen sich schon heute, das zeigen vor allem Beispiele bei Rind und Schaf, in das Gesundheitsmanagement integrieren. Mit der Berücksichtigung des F18-*E.-coli*-Rezeptors und der Immunreaktivität in kommerziellen Zuchtprogrammen hat auch beim Schwein die Zukunft begonnen und der tierärztlichen Bestandsbetreuung wurde ein weiteres Instrument für ein garantiefähiges Tiergesundheitsmanagement in die Hand gegeben.

Weiterführende Literatur:

- Ciobanu DC, Lonergan SM, Bastiaansen JWM, Woollard JR, Malek M, Huff-Lonergan EJ, Plastow GS, Rothschild MF, 2002: Evidence for new alleles in calpastatin gene associated with meat quality traits in pigs. Proceed. 7th world congress on genetics applied to livestock production, Montpellier, France, 10-11.
- Jeon J, Carlborg O, Tornsten A, Giuffra E, Amarger V, 1999: A paternally expressed QTL affecting skeletal and cardiac muscle mass in pigs maps to the IGF2 locus. Nat. Genet. 21, 157-158.
- Jorgensen CB, Cirera S, Archibald A, Andersson L, Fredholm M, Edfors-Lilja I, 2003: Porcine polymorphisms and methods for detecting them. International application published under the patent cooperation treaty (PCT). PCT/DK2003/000807 or WO2004/048606 A2.
- Plonait, H., Bickardt, K. (1997): Vorwort zur zweiten Auflage. In: Lehrbuch der Schweinekrankheiten. Plonait, H., Bickardt, K., (Hrsg.), Berlin: Parey.
- Reiner G, Melchinger E, Kramarova M, Pfaff E, Büttner M, Saalmüller A, Geldermann H, 2002a: Detection of quantitative trait loci for resistance/susceptibility to the Pseudorabies Virus in swine. J. Gen. Virol. 83, 167-172.
- Reiner G, Eckert J, Peischl T, Bochert S, Jäkel T, Mackenstedt U, Joachim A, Dauschies A, Geldermann H, 2002b: Variation in clinical and parasitological traits in Pietrain and Meishan pigs infected with *Sarcocystis suicanis*. J. Vet. Parasitol., 106, 99-113.
- Reiner G, 2003: Evaluierung und Nutzung der natürlichen Krankheitsresistenz beim Schwein - aktueller Stand und Möglichkeiten. Tierärztl. Pra. 31 (G), 151-157.
- Reiner G, 2006a: Genetische Aspekte der Fruchtbarkeit beim Schwein. Tierärztl. Prax. 34(G), 171-178.
- Reiner, G. 2006b: Produktqualität und Genomanalyse in der Schweineproduktion - eine Übersicht. DTW, 113, 65-69.
- Vögeli, P., Meijerink, E., Fries, R., Neuenschwander, S., Vorlander, N., Stranzinger, G., Bertschinger, H.U. (1997): A molecular test for the detection of *E. coli* F18 receptors: a breakthrough in the struggle against edema disease and post-weaning diarrhea. Schweizer Arch. Tierheilk. 139 479-484.
- Wilkie, B.N., Mallard, B. (2000): Genetic aspects of health and disease in pigs. In: Breeding for Disease resistance in farm animals. Axford, R.F.E., Bishop, S.C., Nicholas, F.W., Owen, J.B. (eds.), Wallingford, CABI, pp. 379-396.

Tierfreundliche Schweinehaltungsverfahren unter besonderer Berücksichtigung der Bio-Schweinehaltung

Johannes Baumgartner; Institut für Tierhaltung und Tierschutz, Veterinärmedizinische Universität Wien

Stroh in der Schweinehaltung

Die Diskussion über den Einsatz von Stroh in der Schweinehaltung ist kontroversiell und hitzig. Die Spannweite reicht von der Behauptung „Wer Stroh im Stall hat, hat Stroh im Kopf“ (v.a. von ProduzentInnen geäußert) bis hin zur Ansicht „Strohhaltung = tiergerecht“ (v.a. von KonsumentInnen vertreten).

Die positiven Wirkungen von Stroh auf intensiv gehaltene Schweine sind in der Literatur hinreichend belegt (siehe Tuytens, 2005). Stroh verbessert die Qualität von befestigten Böden in Bezug auf Trittsicherheit und Liegekomfort. Stroh ermöglicht den Schweinen viele essentielle und hochmotivierte Verhaltensweisen wie Erkunden, Wühlen und Kauen. Besonders ausgeprägt ist der positive Effekt von Stroh in reizarmer Umgebung und bei restriktiver Fütterung. Strohangebot kann unter derartigen Bedingungen wesentlich zur Reduktion von Verhaltensproblemen der Schweine wie erhöhter Aggression, Schwanz- und Ohrenbeißen, Stereotypien beitragen. Das angeborene Bedürfnis von Sauen, unmittelbar vor dem Abferkeln ein Geburtsnest zu bauen, kann mit ausreichenden Mengen an frischem Stroh adäquat befriedigt werden. Dadurch werden das Geburts- und Brutpflegeverhalten positiv beeinflusst. Stroh hat zudem einen diätetischen und verdauungsphysiologischen Nutzen. Es ist strukturiert und hat einen hohen Rohfasergehalt. Die Tiere sind länger mit der Nahrungsaufnahme beschäftigt, Kau- und Speicheltätigkeit werden gefördert und die mechanische Sättigung erhöht. Ein großer Vorzug von Stroh besteht darin, dass es gleichzeitig mehrere positive Wirkungen auf das Wohlbefinden Schweine entfaltet, während alle alternativen Materialien (u.a. Spielzeug, Liegematten, rohfaserreiche Ration) meist nur eine Funktion erfüllen und zudem viele praxisrelevante Fragen offen lassen.

Die wissenschaftliche Literatur über den Zusammenhang von Stroheinsatz und Tiergesundheit bzw. Hygiene ist spärlich und widersprüchlich. Die Wahrscheinlichkeit, dass Schweine mit Exkrementen in Kontakt kommen und mit Krankheitserregern (Parasiten, Bakterien) infiziert werden, ist in Systemen mit geschlossenen eingestreuten Flächen gegenüber Systemen mit Vollspaltenböden erhöht. Neben anderen Substraten ist Stroh als potentielle Quelle für alveolengängige und krankmachende Stäube zu betrachten. Immer wieder wird die leistungsmindernde und krankmachende Wirkung von Mykotoxin-belastetem Stroh ins Treffen geführt, hinreichende wissenschaftliche Belege für die praktische Relevanz dieser Behauptung fehlen jedoch meist. In der Nutztierhaltung eingesetztes Stroh muss aus den genannten Gründen Futtermittelqualität aufweisen. Von manchen Autoren wird postuliert, dass das Infektionsrisiko in strohlosen Systemen wegen der erhöhten Stressbelastung und der dadurch bedingten verminderten Resistenz und Immunität größer ist. Unbestritten ist jedoch die deutlich geringere Prävalenz von Bewegungsstörungen und Verletzungen an den Extremitäten (Klauen, Gelenke, Bursen) in Strohsystemen. Der Zusammenhang von Stroh und Tiergesundheit muss jeweils krankheitsspezifisch und einzelbetrieblich beurteilt werden. Hinsichtlich der Auswirkung von Stroh auf biologische Leistungskennzahlen können keine schlüssigen und eindeutigen Aussagen getroffen werden.

Bei Verwendung von Stroh in der Schweinehaltung entstehen zusätzliche Kosten für dessen Ernte, Transport, Lagerung, Einbringung und Entsorgung. Je nach Verwendungszweck (Einstreu, Beschäftigungsmaterial) und eingesetzter Menge kann Stroh die Funktionsfähigkeit von Systemen mit Spaltenböden und Flüssigmistverfahren mehr oder weniger stark beeinträchtigen. Festmistverfahren sind zwar teurer, der Düngerwert von Festmist ist jedoch höher als jener von Gülle. Eingestreute Haltungssysteme mit geschlossenen Böden erfordern ein größeres Platzangebot als Systeme mit vollständig

perforierten Böden. Andererseits können Strohsysteme gut mit kostengünstigen Außenklimaställen kombiniert und mit relativ geringen Energiekosten bewirtschaftet werden. Zusammenfassend wird festgehalten, dass Stroh guter Qualität nach wie vor unverzichtbarer Bestandteil einer tierfreundlichen Schweinehaltung ist. Die Entwicklung von verfahrenstechnisch optimierten und konkurrenzfähigen Strohsystemen muss allerdings intensiviert werden.

Schweinehaltung in der Biologischen = Ökologischen Landwirtschaft

Gemessen an der konventionellen Schweineproduktion spielt die Bioschweinehaltung eine untergeordnete Rolle (Ö: <1% des Produktionsvolumens). Auch innerhalb der Bioschweinerzeugung ist ein deutlicher Strukturwandel erkennbar. Bestandsgrößen, Organisationsgrad und Investitionsbereitschaft sind jedoch deutlich geringer. Die Marktchancen für Schweinefleisch aus biologischer Erzeugung werden allgemein als gut eingeschätzt.

Schweinehaltung in biologisch geführten Betrieben ist durch die VO (EWG) Nr. 2092/91 EU-weit geregelt. Wesentliche Unterschiede zur konventionellen Schweinehaltung sind ein größeres Platzangebot (Tab. 1), eingestreute Liegeflächen, generelle Auslaufpflicht, sechswöchige Säugeperiode und Gruppenhaltung ab dem Absetzen. Zudem sind Fütterung, Tierzukauf, zootecnische Maßnahmen, Arzneimittelinsatz und Kontrolle restriktiver geregelt.

Tabelle 1: Mindestflächen für biologische und konventionelle Schweinebetriebe [m²/Tier]

Kategorie	Bio		Konventionell
	Stallfläche	Außenfläche	Fläche (Ö)
säugende Sauen	7,5	2,5	4,0
Zuchtsauen	2,5	1,9	1,50 - 2,5
Ferkel ≤ 30 kg	0,6	0,4	0,3
Mastschweine bis 50 kg	0,8	0,6	0,4
Mastschweine bis 85 kg	1,1	0,8	0,55
Mastschweine bis 110 kg	1,3	1,0	0,7

Die Haltungsbedingungen von biologischen Schweinen sind zweifelsfrei tierfreundlicher als jene ihrer konventionell gehaltenen Artgenossen. Zu den beschriebenen Vorzügen von Stroh kommen eine geringere Besatzdichte, eine strukturierte Umwelt und die Möglichkeit zur Konsumation von Außenklimareizen. Während die Bio-Haltung von Mastschweinen und Galtsauen kaum Probleme aufwirft, gestaltet sich der Bereich Geburt und Säugeperiode ungleich schwieriger und kostenintensiver als im konventionellen Betrieb. Insbesondere das Auslaufangebot (auch für neugeborene Ferkel) und die sechswöchige Säugeperiode haben weitreichende Auswirkungen auf Stallbau, Management, Produktionserfolg und Tiergesundheit.

Im Zusammenhang mit der Fütterung ist das Raufutterangebot als günstig für die Schweine zu bewerten. Die bedarfsgerechte und kostengünstige Eiweiß- und Aminosäurenversorgung von Aufzuchtferkeln und laktierenden Sauen ist im Biobetrieb schwierig sicherzustellen.

In der Tiergesundheitsbetreuung sind wesentliche Unterschiede zur konventionellen Produktion zu beachten. Die tierärztlichen therapeutischen Möglichkeiten sind nicht grundsätzlich eingeschränkt, jedoch sind die Wartezeiten zu verdoppeln und die Anzahl der Behandlungen eines Bioschweines mit allopathischen Arzneimitteln limitiert. Tierzüchterische Behandlungen mit Hormonen und prophylaktischer Antibiotikaeinsatz sind generell verboten. Der Gesundheitszustand von Bioschweinen muss differenziert betrachtet werden. In mehreren Untersuchungen von Bioschweinebeständen (u.a. Baumgartner *et al.*, 2003) wurde festgestellt, dass die Prävalenz von Lungenerkrankungen und Verletzungen an Extremitäten und Gesäuge geringer und jene von Parasitosen höher ist als in konventionell geführten Schweinebeständen. Aktuell erschweren Struktur und geographische Verteilung der Betriebe, stallbauliche Gegebenheiten und fehlendes Problembewusstsein bei den

BetriebsleiterInnen ein nach hygienischen Gesichtspunkten ausgerichtetes Management. Folglich ist das Risiko der Erregerübertragung in und zwischen den Betrieben groß. Auch die Zusammenarbeit zwischen den Bioschweinebetrieben und mit den BetreuungstierärztInnen ist verbesserungswürdig.

Strohhaltung und Biologische Erzeugung von Schweinen haben dann eine vielversprechende Zukunft, wenn sie mit Engagement weiterentwickelt werden.

Literaturhinweise

Tuytens, F.A.M. (2005): The importance of straw for pig and cattle welfare: A review. Applied Animal Behaviour Science 92, 261-282

Baumgartner, J., Leeb, T., Gruber, T., Tiefenbacher, R. (2003): Haltung und Tiergesundheit von Schweinen in österreichischen Biobetrieben. 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, Wien, 24. - 26.02.2003, S. 273 - 276

Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel

Acker- und pflanzenbauliche Einflussfaktoren auf die Fusarium- und Toxingehalte im Futter.

Dr. Joachim Kakau, Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Pflanzenschutzamt

Pflanzliche Erzeugnisse bzw. Nahrungsmittel für den Menschen und Futtermittel für die Tiere sind aufgrund ihrer stofflichen Zusammensetzung ein guter Nährboden für Mikroorganismen.

In vielen Fällen führt ein Befall mit Mikroorganismen zu Ertragsverlusten bei der pflanzlichen Erzeugung und zum Verderb von Lebens- und Futtermitteln.

Ein besonderes Problem stellen sekundäre Stoffwechselprodukte der Mikroorganismen dar, die toxische Wirkungen gegenüber Menschen und Tieren haben können.

Diese Toxine können schon in bedeutenden Konzentrationen in pflanzlichen Erzeugnissen vorhanden sein, bevor der Befall mit Mikroorganismen deutlich sichtbar ist.

Dies kann nachfolgend dazu führen, dass Lebens- und Futtermittel schädliche Konzentrationen dieser Toxine enthalten.

Ein Befall mit toxinbildenden Pilzen kann ursächlich bei der Erzeugung im Feldbestand entstehen oder bei der nachfolgenden Lagerung des Erntegutes.

Von den Fusarium-Arten kann eine Vielzahl Getreide und Mais befallen. Etliche dieser Arten bilden sekundäre Stoffwechselprodukte, die für Mensch und Tier toxisch sein können. Die bedeutendsten Toxine sind Deoxynivalenol (DON), Zearalenon (ZEA) und die Fumonisine. Letztere haben nur in Mais eine Bedeutung.

Von den Getreidearten werden am häufigsten Weizen, Hafer, Triticale und insbesondere Durum befallen.

Die Infektionen finden zur Zeit der Getreideblüte statt. Nach Infektionen von einzelnen Ährchenanlagen breitet sich der Pilz vor allem abwärts aus. In diesen besiedelten Ährenbereichen finden sich später toxinbelastete Körner. Die Bereiche oberhalb der Infektionsstellen sterben ab, weil die Wasser- und Nährstoffzufuhr unterbrochen ist. Hierdurch wird das typische Schadbild der partiellen Taubährigkeit verursacht. In diesen Bereichen ist toxfreies Kümmerkorn zu finden.

Die entscheidenden Risikofaktoren für einen Ährenbefall des Getreides mit Fusarium-Arten sind eine ungünstige Vorfrucht, der Verzicht auf wendende Bodenbearbeitung, eine erhöhte Sortenanfälligkeit und der Einsatz von Strobilurin-Fungiziden gegen Blattkrankheiten.

Ist eine ungünstige Kombination von Risikofaktoren vorhanden, ist die Witterung zur Zeit der Getreideblüte entscheidend für die Pilzinfektionen und die nachfolgende Toxinbildung. Zu diesem Zeitpunkt kann noch ein fusariumwirksames Fungizid eingesetzt werden, womit allerdings nur eine Teilwirkung erzielt werden kann.

Bei Risikovorfrüchten müssen die Ernterückstände beseitigt werden oder sie müssen so bearbeitet werden, dass eine schnelle Besiedelung mit abbauenden Mikroorganismen erfolgt.

Teil 2

Moderation: M. Wendt, Hannover

Marcel Wanner, Zürich

Fütterung als Ursache von Leistungsminderung und Krankheit

Christian Visscher, Hannover

Effekte bestimmter Fütterungsmaßnahmen in Schweinebeständen zur Reduktion der Salmonellenprävalenz – Ergebnisse einer Feldstudie

Kaffepause 14:20 - 14:45

Walter Rambeck, Oberschleißheim

Alternative Leistungsförderer in der Schweinemast

Johann Bauer, Freising-Weihenstephan

Beurteilung der hygienischen Beschaffenheit von Futtermitteln

Karl Heinritzi, Oberschleißheim

Richtiges Vorgehen bei Verdacht auf Futterschädlichkeit

Fütterung als Ursache von Leistungsminderung und Krankheit

Marcel Wanner

Die Fütterung beeinflusst die Leistung der Tiere und die Qualität der von ihnen stammenden Lebensmittel. Sie kann aber auch Ursache von Krankheiten sein. Das Ziel der Fütterung muss es darum sein, die Tiere mit artgerechten und gesunden Futtermitteln bedarfsgerecht mit Energie und essentiellen Nährstoffen zu versorgen.

Fütterungsfehler können nach Wiesner et al. (1967) in drei grosse Gruppen eingeteilt werden: Fehlernährung, Fütterungsschäden und Futterschäden (Abb.). Sie sind beim Mastschwein selten ein akutes Geschehen. Meistens verlaufen sie chronisch und die ersten Krankheitszeichen, Rückgang des Futtermittelsverzehrs und verzögertes Wachstum, werden häufig übersehen.

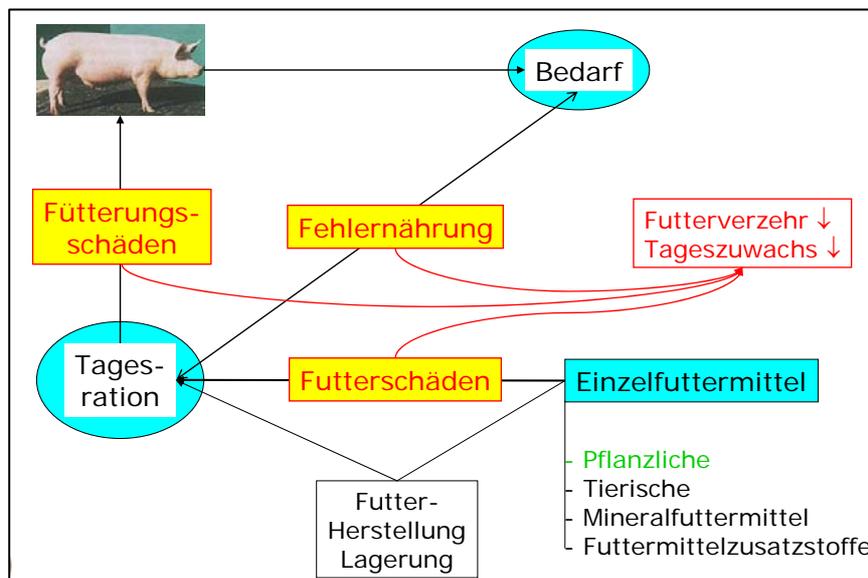


Abb.: Fütterungsfehler

Fehlernährung bedeutet, das Angebot an Energie und essentiellen Nährstoffen entspricht nicht dem Bedarf des Tieres. Ein ungenügendes Angebot an essentiellen Nährstoffen kann sehr rasch zu Minderverzehr und Wachstumsdepression führen. Die Ursache dieser Leistungsminderung zu finden, gestaltet sich oft äusserst schwierig. Einfacher ist es, wenn der Mangel zu einem eindeutigen Krankheitsbild führt. Beispiel dafür ist die Parakeratose als Folge eines Zink-Mangels. Schon schwieriger wird es bei der Maulbeerherzkrankheit. Ist die Ursache ein primärer Selen- und/oder Vitamin E-Mangel oder ist das Futter reich an hochungesättigten Fettsäuren, so dass der Bedarf an diesen Antioxidantien erhöht ist?

Fütterungsschäden entstehen durch falsche Zubereitung (z.B. zu fein gemahlene Getreidekomponenten im Futter → Magenulzera; Mischfehler bei der Futterfabrikation) und/oder falsche Verabreichung des Futters und/oder durch Fehler bei der Fütterungstechnik (z.B. Tympanie bei Hefegärung in Flüssigfütterungsanlagen; Fütterungshygiene!).

Futterschäden sind die Folge futtereigener Inhaltsstoffe, von unerwünschten Stoffen im Futter oder biotischer Kontamination desselben. Antinutritiv wirkende Inhaltsstoffe einzelner Futtermittel sind bekannt (z.B. Solanin in Kartoffeln, Trypsininhibitoren in Soja- und Ackerbohnen, Nichtstärkepolysaccharide in Getreide usw.), so dass es in der Praxis selten zu Problemen kommt. Auch gentechnisch veränderte DNS ist ein futtereigener Inhaltsstoff, der aber weder die Gesundheit des Masttieres noch die objektiv messbare Qualität des von ihm stammenden Lebensmittels beeinflusst. Mit dem Futter können aber auch Infektionserreger

übertragen werden. Als Beispiele seien Schweinepest und Maul- und Klauenseuche, Salmonellen, E. coli und Clostridien sowie Bandwurmfinnen erwähnt. Ein nicht zu unterschätzendes Problem sind Mykotoxine, die von Feld- und Lagerpilzen gebildet werden. Unerwünschte Stoffe im Futter stammen aus der Umwelt (z.B. chlorierte Kohlenwasserstoffe wie Nitrofen, Schwer-metalle wie Pb, Cd, F, Hg;) oder können als Verunreinigungen unbeabsichtigt ins Futter gelangen (z.B. Dioxine und Hormone in Industrieabfällen, zu viel NaCl in Gastrosuppen).

Wenn in einem Betrieb Ernährungsschäden festgestellt werden, beginnt die mühsame Suche nach der Ursache. Dabei ist daran zu denken, dass die Fütterung nicht im Stall beginnt, sondern beim Anbau der Einzelfuttermittel auf dem Feld. Entsprechend wird im EU-Weissbuch (2000) die Rückverfolgbarkeit der Lebensmittelkette vom Teller auf den Acker gefordert.

Der Landwirt muss davon ausgehen können, dass die Handelsfuttermittel von einwandfreier Qualität sind, und er hat dafür zu sorgen, dass sie richtig gelagert und über saubere Fütterungseinrichtungen verfüttert werden. Die Futterherstellung erfolgt aber in einer belebten Um-welt und auf dem oft langen Weg vom Acker über die Futtermühle bis zum Futtertrog können Fehler geschehen. Diese führen in der Regel nicht zu leicht erkennbaren Veränderungen des Futters und sie können mit vernünftigem analytischem Aufwand prophylaktisch auch nicht erfasst werden.

Effekte bestimmter Fütterungsmaßnahmen in Schweinebeständen zur Reduktion der Salmonellenprävalenz – Ergebnisse einer Feldstudie

C. Visscher¹, P. Winter¹, J. Verspohl², J. Stratmann³, M. Upmann⁴, M. Beyerbach⁵ u. J. Kamphues¹
¹Institut für Tierernährung, ²Institut für Mikrobiologie/Zentrum für Infektionsmedizin, ³Innovative
 Veterinärdiagnostika GmbH, ⁴Institut für Lebensmittelqualität u. -sicherheit, ⁵Institut für Biometrie,
 Epidemiologie und Informationsverarbeitung, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Bischofsholer
 Damm 15, D-30173 Hannover

Einleitung

Ziel der vorliegenden Feldstudie war es, die unter experimentellen Bedingungen nachgewiesene Wirksamkeit diätetischer Maßnahmen (nur grobe Vermahlung des Getreides und/oder Einsatz von Kaliumdiformiat oder freier Säure) zur Reduktion der Salmonellenprävalenz unter Feldbedingungen in Mastbetrieben zu prüfen.

Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden auf vier landwirtschaftlichen Betrieben Norddeutschlands (BI – BIV) durchgeführt, die hinsichtlich der Salmonellenprävalenz im QS-System (→ Kat.III – Betriebe) als besonders disponiert angesehen werden mussten.

Auf jedem der vier Betriebe waren zwei aufeinander folgende Mastdurchgänge (D1 und D2) Grundlage der Untersuchungen. Kontroll- und Versuchsgruppen mit jeweils ca. 200 Tieren gleicher Herkunft, Genetik und vom gleichen Gesundheitsstatus wurden in etwa zeitgleich eingestellt. Baugleiche Ställe sowie Futtermittel nahezu identischer Zusammensetzung in den Gruppen des jeweiligen Betriebes waren weitere Kriterien.

Tab.1: Fütterungskonzept in zwei aufeinanderfolgenden Durchgängen

Betrieb	Gruppe	Additive		Anteil von Partikeln (%) ⁵		Angebotsform
		D1	D2	>1,4mm	<0,4mm	
I	Kontrolle	A/P	A/P	12,4	35,3	gebröselt
	Versuch	A/P	A/P	36,7	26,5	“
II	Kontrolle	-	-	14,8	28,5	gebröselt
	Versuch	KDF ¹	KDF ¹	58,2	13,4	“
III	Kontrolle	A/P	A/P	14,8	31,6	pelletiert
	Versuch	A/P	KDF ²	37,5	28,4	“
IV	Kontrolle	-	KDF ³	16,2	25,8	schrotförmig“
	Versuch	KDF ³	KDF ^{3,4}	16,2	25,8	“

A=Ameisensäure

P=Propionsäure

KDF=Kaliumdiformiat

¹ 1,2 KDF in der Endmast

² 1,2 % KDF in der gesamten Mast

³ 1,2 % KDF in der Vormast

⁴ 0,6 % KDF in der Endmast

⁵ Angaben=Massenprozente

Bei Einstellung, in der Mitte der Mast und kurz vor dem Schlachttermin erfolgte eine Untersuchung auf Salmonellen bei mind. 50 Tieren jeder Gruppe mittels Rektaltupfer. In den Intervallen, die zwischen diesen Untersuchungszeitpunkten lagen, wurden in zwei- bis dreiwöchigen Abständen Sammelkotproben genommen. Untersuchungen von Futtermittel-, Umgebungs- und Wasserproben der einzelnen Betriebe dienten der Aufklärung möglicher Salmonelleneintrags- und Übertragungswege. Während der Schlachtung wurden von mind. 30 Tieren einer jeden Kontroll- und Versuchsgruppe eine Blut- und eine Fleischsaftprobe zur Antikörperbestimmung sowie die Tonsillen, Lnn. ileocaecales, Gallensaft, Caecuminhalt und ein Oberflächentupfer für den kulturellen Salmonellennachweis entnommen.

Ergebnisse:

Auf jedem der landwirtschaftlichen Betriebe konnten eingestellte Ferkel als die wesentliche Eintragsquelle für Salmonellen in die Mast identifiziert werden. Der prozentuale Anteil derjenigen Tiere, die Salmonellen ausschieden, konnte durch den Einsatz eines grob

vermahlenden Mischfutters in den Versuchsgruppen reduziert werden. Festzustellen war ebenso, dass die Salmonellennachweisraten von eingestellten Ferkeln nicht zwangs-läufig mit denen von Mastschweinen kurz vor der Schlachtung korrelierten. So konnte insbesondere in einigen Kontrollgruppen eine tendenziell höhere Nachweisrate zum Ende der Mast hin beobachtet werden.

In der Summe der Durchgänge konnte auf allen drei Betrieben, auf denen in erster Linie die Effekte der Futterstruktur untersucht wurden (Betrieb I-III), der Anteil serologisch positiver Tiere - bei Einsatz eines Mischfutters grober Vermahlung - in Fleischsaftproben (*cut off 40*) signifikant reduziert werden. Die Untersuchung von Blutserum lieferte prinzipiell vergleichbare Ergebnisse.

Bei Einsatz eines grob vermahlenden Mischfutters war (in der Summe der Durchgänge, nicht in Tabelle 2 dargestellt) die Salmonellenbelastung in den Tonsillen auf allen drei Betrieben, im Caecuminhalt und in den Lnn. ileocaecales auf zwei von drei Betrieben signifikant reduziert, die Salmonellenbelastung in Oberflächentupfern und Gallensaft nur tendenziell geringer.

Der isolierte Zusatz von KDF zum Vormastfutter - bei identischer Futterstruktur (*gröber, schrotförmig, Flüssig-futter*) in Kontroll- und Versuchsgruppen - hatte in einem Mastdurchgang eine signifikant reduzierte Salmonellenprävalenz in den Lnn. ileocaecales zur Folge, obwohl Tiere der Versuchsgruppen als einzige Salmonellen bei Einstellung in die Mast ausschieden. Ein Einsatz von KDF führte außerdem zu signifikant niedrigeren pH-Werten und signifikant erhöhten Gehalten an Propionat und Butyrat im Blinddarminhalt von Schlachtieren.

Tab.2: Salmonellen-Antikörpertiter im Fleischsaft (pos.: OD %-Wert ≥ 40 ; n~30 pro Gruppe und Durchgang; in %) und Salmonellenprävalenz in kulturell untersuchten Proben von Schlachtieren (n~30 pro Gruppe und Durchgang; in %) der Kontroll- (K) und Versuchsgruppen (V).

Gruppe:	Futterstruktur:	Betrieb I		Betrieb II		Betrieb III		Betrieb IV	
		K	V	K	V	K	V	K	V
		fein	grob	fein	grob	fein	grob	identisch (KDF!)	
Fleischsaft	D1	6,67	0,00	28,0 ^a	3,13 ^b	0,00	0,00	0,00	13,9
	D2	50,0 ^a	12,5 ^b	12,1	3,33	44,4 ^a	16,1 ^b	6,67	0,00
Tonsillen	D1	46,7	26,7	22,2	13,3	6,67	0,00	0,00	11,4
	D2	73,3 ^a	32,3 ^b	38,7 ^a	3,33 ^b	42,9 ^a	3,23 ^b	0,00	5,41
Gallensaft	D1	0,00	0,00	3,44	6,25	0,00	0,00	0,00	0,00
	D2	3,33	0,00	22,6 ^a	0,00 ^b	0,00	0,00	0,00	0,00
Lnn. ileocaecales	D1	6,67	0,00	31,0 ^a	58,1 ^b	0,00	0,00	40,0 ^a	2,86 ^b
	D2	23,3	6,45	35,4	16,7	20,0 ^a	0,00 ^b	0,00	0,00
Caecuminhalt	D1	26,7 ^a	3,33 ^b	79,3 ^a	16,1 ^b	0,0	0,00	13,3	11,4
	D2	60,0	41,9	83,9 ^a	13,3 ^b	37,1	16,1	0,00	0,00
Oberflächentupfer	D1	0,00	0,00	0,00	10,0	0,00	0,00	0,00	0,00
	D2	13,3	3,13	35,5 ^a	10,0 ^b	0,00	0,00	3,33	0,00

Die statistische Auswertung (siehe a/b) fand auf Ebene der einzelnen Durchgänge des jeweiligen Betriebes statt

Bei Einsatz der gröber vermahlenden Mischfutter (Betrieb I – III) konnten signifikant erhöhte Stärkegehalte, signifikant niedrigere pH-Werte sowie allgemein erhöhte Gehalte an Propionat und Butyrat im Caecuminhalt der Schlachtschweine nachgewiesen werden.

In der Summe aller untersuchten Proben - unabhängig vom eingesetzten Mischfutter in der Mastperiode - war der Caecuminhalt grundsätzlich das am häufigsten mit Salmonellen belastete Material des Schlachtieres.

Der Anteil derjenigen Proben von Schlachtieren, die Isolate enthielten, die bereits zuvor auf dem landwirtschaftlichen Betrieb nachgewiesen werden konnten, nahm mit steigender Salmonellenprävalenz in Proben von Schlachtieren zu.

Diskussion:

Auch unter Feldbedingungen erwies sich eine grobe Vermahlung der Futtermittel in Verbindung mit dem Ein-satz von Säureprodukten, als ein adäquates Mittel zur Senkung der Salmonellenbelastung in Mastschweinebeständen.

Die bei grober Vermahlung im Caecuminhalt von Schlachttieren beobachteten Veränderungen im Stärkegehalt (↑), pH-Wert (↓) und Fermentationsmuster (C3 + C4 ↑) liefern erste und entscheidende Ansätze zur Erklärung der Wirksamkeit einer gröberen Futterstruktur für die Senkung der Salmonellenprävalenz. LAWHON et al. (2002) konnten nämlich an Mäusen nachweisen, dass die kurzkettigen Fettsäuren Propionat und Butyrat die Expression von Invasionsgenen der Salmonellen hemmen. Bei Geflügel konnte die Besiedlung des Caecums mit Salmonellen bei Einsatz von Butyrat gesenkt werden (VAN IMMERSEEL et al. 2005). Zudem weisen DNA-Microarrays darauf hin, dass niedrige Dosen von Butyrat für eine Downregulation der *Salmonella-Pathogenitätsinsel-1 (SPI-1)* verantwortlich sein dürften (GANTOIS et al. 2006). Bekannt ist, dass es eine Gruppe von Genen gibt, die für die erfolgreiche Invasion von Salmonellen verantwortlich ist. Diese sind in erster Linie auf der *Salmonella pathogenicity island 1 (SPII)* lokalisiert.

Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse belegen eindrucksvoll und zugleich modellhaft, wie auch die Lebensmittelsicherheit durch gezielte diätetische Ansätze verbessert werden kann.

Literatur:

LAWHON, S.D., R. MAURER, M. SUYEMOTO u. C. ALTIER (2002):

Intestinal short-chain fatty acids alter *Salmonella typhimurium* invasion gene expression and virulence through BarA/SirA.

Molecular Microbiol. 46, 1451-1464

VAN IMMERSEEL, F., V. FIEVEZ, J. DE BUCK, F. PASMANS, A. MARTEL, F. HAESEBROUCK u. R.

DUCATELLE (2005): Supplementation of coated butyric acid in the feed reduces colonization and shedding of *Salmonella* in poultry.

Poult. Sci. 84, 1851-1856

GANTOIS, I., R. DUCATELLE, F. PASMANS, F. HAESEBROUCK, I. HAUTEFORT,

A. THOMPSEN, J.C. HINTON u. F. VAN IMMERSEEL (2006):

Butyrate specifically down-regulates *Salmonella* pathogenicity island I gene expression.

Appl. Environ. Microbiol. 72, 946-949

Alternative Leistungsförderer in der Schweinemast

W.A. Rambeck

Institut für Physiologie, Physiologische Chemie und Tierernährung, Lehrstuhl für Tierernährung und Diätetik, Ludwig-Maximilians-Universität, München

Antibiotischen Leistungsförderer sind seit dem 1.1.2006 einheitlich in der gesamten EU verboten. In Schweden, Finnland sowie in der Schweiz gilt ein solches Verbot schon seit langem. In Dänemark einigten sich die Schweineproduzenten freiwillig auf ein Ende des Einsatzes von antibiotischen Leistungsförderern. Seit dem Jahr 1998 verzichten sie auf Leistungsförderer in der Schweinemast, sowie zwei Jahre später auch in der Ferkelaufzucht.

Zunehmend an Bedeutung gewinnt daher eine immer größer werdende Anzahl an "Alternativen Leistungsförderern" wie z.B. Pro- und Präbiotika, anorganische Säuren, Enzyme, ätherische Öle sowie pflanzliche Zusatzstoffe.

Probiotika sind lebende Mikroorganismen, die zu einer stabileren Darmflora führen, in dem sie gegenüber pathogenen Keimen antagonistisch wirken. Sie sollen das Immunsystem stimulieren und die Nährstoffausnutzung durch eigene Enzyymbildung erhöhen. Im Vordergrund steht demnach die gestärkte Eubiose der Darmflora, aus der sekundär Leistungsverbesserungen insbesondere in der Jungtieraufzucht resultieren. Bei den Präbiotika handelt es sich um einfache Kohlenhydratverbindungen (Oligosaccharide), die Ihren Wirkungsort auch im Darm, und zwar im hinteren Darmbereich der Tiere haben. Sie dienen quasi als Futter für die Bakterien, die im hinteren Darmbereich noch Verdauungsfunktionen erfüllen. Hierbei entstehen kurzkettige Fettsäuren wie Essig- und Propionsäure, die wiederum den pH-Wert senken, dies kann sich auf die Verdauung günstig auswirken.

Organische Säuren und deren Salze haben auf säureempfindliche Keime eine bakterizide Wirkung und verbessern nicht nur die Futterhygiene, sondern reduzieren auch potentiell pathogene Darmkeime, ohne die erwünschten Lactobacillen zu beeinträchtigen.

Bei den Enzymen zählt die Phytase zu den am häufigsten eingesetzten Produkten. Mit der Phytase soll in erster Linie die Phosphorverdaulichkeit des Futters verbessert werden. Andere Enzyme sollen die zu den Nicht-Stärke-Polysacchariden (NSP) gehörenden Substanzen Pentosane und Beta-Glucane aufspalten und z.B. für das Ferkel besser verdaulich machen.

Die Palette der pflanzlichen (phytogenen) Futterzusatzstoffe (engl. „botanicals“) umfasst ein breites Spektrum, wie Kräuter, Wurzeln, Gewürze etc. Vielfach handelt es sich bei diesen Substanzen um Extrakte, zumeist ätherische Öle, In der Tierernährung gebräuchliche Substanzen sind z.B. Pflanzen wie Oregano, Thymian, Nelken, Knoblauch, Koriander, Salbei, Anis, Zimt, Bohnenkraut, Fenchel und Schöllkraut sowie Extrakte aus Blutwurz. Häufig werden auch Gemische aus diesen Kräutern angeboten.

Seit einigen Jahren rücken aber auch neue Futterzusatzstoffe in den Blickpunkt des Interesses, die bislang in Europa noch nicht eingesetzt wurden. Bei diesen Stoffen sind speziell die Seltenen Erden (Rare Earth Elements, REE) zu erwähnen. Als Seltene Erden bezeichnet man dabei eine Gruppe von 17 Übergangsmetallen, die in der dritten Nebengruppe des Periodensystems stehen. Dabei handelt es sich im

Wesentlichen um die Gruppe der Lanthanoide, welche um die Elemente Scandium und Yttrium erweitert ist.

Seltene Erden werden seit ca. 40 Jahren in der chinesischen Landwirtschaft eingesetzt. So finden sie im Pflanzenbau als Dünger Anwendung und werden aber auch bei den verschiedensten Nutztieren als Futterzusatzstoff eingesetzt. Eine Vielzahl von in China durchgeführten Studien berichten über enorme Leistungssteigerungen und beachtliche Verbesserungen im Bereich der Futtermittelverwertung. Daneben werden auch Verbesserung der Qualität tierischer Produkte beschrieben. Der genaue Wirkungsmechanismus der Leistungssteigerung durch Seltene Erden ist noch unklar. Auch in der chinesischen Literatur wird darüber wenig berichtet. Generell werden zwei Wirkungsmechanismen diskutiert. Zum einen könnten Seltene Erden über eine lokale Wirkung im Gastro-Intestinaltrakt zu den ergotropen Effekten führen, zum anderen über eine Beeinflussung des Intermediärstoffwechsels.

In den letzten 6 Jahren wurden in Deutschland und der Schweiz mehrere Fütterungsstudien an unterschiedlichen Tierarten mit Seltenen Erden durchgeführt. Mit diesen Studien sollte überprüft werden, ob die in China beschriebenen leistungssteigernden Effekte auch unter westlichen Haltungs- und Fütterungsbedingungen erzielt werden können.

In einigen Fütterungsstudien mit Schweinen, Geflügel und Ratten konnte gezeigt werden, dass Seltene Erden auch unter optimierten Haltungs- und Fütterungsbedingungen sowohl die Gewichtszunahme als auch die Futtermittelverwertung positiv beeinflussen können.

Tabelle 1: Mastleistungsparameter in einem Fütterungsversuch mit Seltenen Erden (REE) mit Mastschweinen – n=48, Mastdauer: 25-104 kg (Kessler, 2004)

	Mastdauer in Tagen	Tageszuwachs in g	Futtermittelverwertung
Kontrolle	102	782	2,52
REE-Citrat (200 ppm)	93 *	851 *	2,43 *

In Deutschland werden für solche Fütterungsstudien Ausnahmegenehmigungen für den Einsatz eines nicht zugelassenen Futterzusatzstoffs benötigt. In der Schweiz sind Seltene Erden in der Schweinefütterung bereits vorläufig zugelassen.

Kessler, J. (2004), Lanthanoide - Wachstumsförderer mit Zukunft. In Schweinehaltung, 22. - 23. Juni 2004, Sursee/Oberkirch, Schweiz.

Beurteilung der hygienischen Beschaffenheit von Futtermitteln

J. Bauer

Die Art der Produktion von Futtermitteln bringt es mit sich, dass sie mit biotischen und abiotischen Kontaminanten behaftet sind. Treten diese in ausreichend hohen Konzentrationen auf, so können sie einerseits die Leistungsfähigkeit und Gesundheit landwirtschaftlicher Nutztiere negativ beeinflussen, andererseits durch einen Übergang in Lebensmittel tierischen Ursprungs eine Gefährdung des Verbrauchers darstellen. Zur Erfassung möglicher Risiken bzw. Schadensursachen stehen mikrobiologische, chemisch-analytische bzw. enzymimmunologische und zellbiologische Verfahren zur Verfügung.

Die mikrobiologische Untersuchung von Futtermitteln umfasst in erster Line die Bestimmung des mesophilen aeroben Keimgehaltes. Da Futtermittel von vornherein stets keimhaltig sind, sind bei Bewertung der Resultate quantitative und qualitative Aspekte zu berücksichtigen. Bewährt hat sich dabei eine Differenzierung nach Bakterien, Hefen sowie Schimmel- und Schwärzepilzen.

Je nach Art des Futtermittels variieren die Orientierungswerte für die Bakteriengehalte zwischen $0,1 \times 10^6$ KBE/g (Milchnebenprodukte, getrocknet) und 15×10^6 KBE/g (Hafer). Es liegt nahe, dass mehlförmige Futtermittel einen höheren Bakterienbesatz aufweisen können als gepresste. Das Vorkommen bestimmter Keimgruppen (z.B. *Pantoea agglomerans*) sprechen für die Frische der verwendeten Futterrohstoffe, während andere Arten (*Bacillus spp.*, *Actinomyces spp.* oder *Streptomyces spp.*) als Indikatoren für einen Verderb eingestuft werden. Es versteht sich von selbst, dass ein Nachweis pathogener Keime (z.B. *Salmonella spp.*) unabhängig von deren Anzahl als gesundheitsgefährdend eingestuft werden muss.

Auch für Schimmel- und Schwärzepilze liegen Orientierungswerte vor. Diese bewegen sich je nach Futtermittelart zwischen $0,1 \times 10^4$ KBE/g (Milchnebenprodukte, getrocknet) und 7×10^4 KBE/g (Hafer). Bezüglich der futtermittelhygienischen Bewertung spielt die nachgewiesene Pilzart eine wesentliche Rolle. So ist das Vorkommen von *Fusarium graminearum* oder *Fusarium culmorum* bedenklicher einzustufen als das von *Alternaria*- oder *Cladosporium*-Arten.

Obwohl die mikrobiologische Untersuchung eine Fülle von Informationen liefert, ist ihre Aussagekraft begrenzt: Sie spiegelt den augenblicklichen mikrobiellen Status wider. Dabei ist zu berücksichtigen, dass es während der Futtermittellagerung zu einer erheblichen Verschiebung innerhalb der Mikroflora kommt. Zum Beispiel sterben die als „Feldpilze“ bekannten Fusarien nach der Ernte relativ schnell ab und sind deshalb nicht mehr anzüchtbar; allerdings sind bereits gebildete Toxine im Futtermittel weitgehend stabil und können Intoxikationen auslösen.

Die chemisch-analytischen und enzymimmunologischen Verfahren ermöglichen den gezielten Nachweis bestimmter unerwünschter Stoffe in Futtermitteln. Die Methoden der Wahl sind z.B. für Schwermetalle Atomabsorptionsspektroskopie, für organische Verbindungen LC-MS/MS; enzymimmunologische Verfahren sind als Screening-Methoden wertvoll. Von besonderer Bedeutung in der Fütterungspraxis sind Mykotoxine, die oftmals als Ursache von Bestandsproblemen diskutiert werden. Futtermittelrechtlich sind die Höchstmengen von Aflatoxin B₁ reglementiert, für Deoxynivalenol und Zearalenon existieren Orientierungswerte. Denen zufolge wird

empfohlen, dass z.B. die Deoxynivalenolkonzentration im Schweinefutter den Wert von 1,0 mg/kg nicht überschreiten soll. Präpubertäre weibliche Schweine, die für die Zucht vorgesehen sind, sollen kein Futter erhalten, dessen Zearalenonkonzentration höher als 0,05 mg/kg ist; für Zuchtsauenfutter liegt der entsprechende Wert bei 0,25 mg/kg.

Es besteht kein Zweifel, dass die chemisch-analytischen und enzymimmunologischen Verfahren wertvolle Instrumente zur Beurteilung des Hygienestatus eines Futtermittels sind. Allerdings wird auch deren Aussagekraft durch das Spektrum der analysierbaren Substanzen eingeschränkt. Eine „wirkungsbezogene Analytik“ ist mit Hilfe zellbiologischer Methoden möglich. Bewährt hat sich hierbei der MTT-Test, bei dem die Reduktion der Spaltungsaktivität mitochondrialer Dehydrogenasen als Maß für die Toxizität herangezogen wird. Bei der Untersuchung von Futtermitteln wird ein Extrakt hergestellt, dessen Toxizität an Zelllinien (z.B. Vero-Zellen) geprüft wird. Dieses biologische Verfahren ermöglicht es, die Wirkung unbekannter zytotoxischer Schadstoffe in Futtermitteln zu erkennen, wenn sie in ausreichender Konzentration vorliegen.

Richtiges Vorgehen bei Verdacht auf Futterschädlichkeit

K. Heinritzi

Die Bedeutung, die Vergiftungen beim Schwein zukommt, resultiert aus der Tatsache, dass zum einen ganze Bestände oder Stallabteile betroffen sind, zum anderen die Rückstandsproblematik ein rasches Erkennen erfordert.

Im Hinblick auf die oft wenig charakteristischen Krankheitsbilder einerseits und die Vielzahl der in Betracht kommenden toxischen Substanzen andererseits ist es bei einem Vergiftungsverdacht zweckdienlich, nach anamnestischen Gesichtspunkten vorzugehen. Hier kann oft schon erkannt werden, ob es sich um eine **Futtermittel-, Arzneimittelvergiftung** handelt oder um **Vergiftungen**, die von **Umweltgiften** oder von der Haltung ausgehen.

Verdachtsmomente für oder gegen das Vorliegen einer Vergiftung ergeben sich z.B. aus den Aufstallungsbedingungen, der Morbiditäts- und Letalitätsrate innerhalb einer Alters- oder Nutzungsgruppe oder eines Stallabteiles.

Intoxikationen durch **Futterzusatzstoffe** sind zu erwarten, wenn Fehler beim Einmischen der Zusatzstoffe passieren, wenn Reinsubstanzen als Vormischungen verwendet werden, wenn es durch gleichzeitige Applikation ähnlicher oder gleicher Substanzen zum Zweck der Therapie zur Überdosierung kommt oder wenn es zu Unverträglichkeitsreaktionen mit Arzneimitteln kommt, die aus therapeutischen Gründen in Kombination gleichzeitig mit bestimmten Zusatzstoffen verabreicht werden.

Vergiftungen können durch fehlerhafte Fütterungstechnik, Futterlagerung und Futterzusammensetzung verursacht werden.

Verdachtsmomente für oder gegen das Vorliegen einer Futterschädlichkeit ergeben sich bereits bei der Erhebung der Anamnese.

Die Klärung welche Tiergruppe seit wann mit welchem Futter und welcher Futtercharge versorgt wurde, ist oftmals entscheidend, um zu einer Diagnose zu kommen.

Bei der Einmischung von Medikamenten in das Futter ist nicht die Mischgenauigkeit das Problem oder die Gefahr, es sollte vielmehr darauf geachtet werden, dass die Dosierung in mg/kg LM berechnet wird, da es bei einer Berechnung in ppm pro kg Futter durch Aufnahme von mehr oder weniger Futter pro Tier zu eventuellen Über- oder Unterversorgung mit dem zugefügten Medikament kommen kann.

Differentialdiagnostisch müssen auch mögliche Einflüsse, die vom Stall ausgehen, wie Fragen nach der Heizung, Lüftung, nach der Fliegenbekämpfung, Vertilgung von Ungeziefer, Nagerbekämpfung, Räudebehandlung, Güllelagerung und -beseitigung, sowie nach betrieblichen Besonderheiten berücksichtigt werden, da auch hier meist ganze Tiergruppen oder Stallabteile betroffen sind.

Der Anamneseerhebung folgt die Untersuchung mehrerer, unterschiedlich schwer betroffener Einzeltiere sowie eine ausführliche Bestandsuntersuchung.

Bei Verdacht auf Futtermittelintoxikation ist ein sofortiger Futterwechsel anzuordnen. Die Veränderungen im klinischen Erscheinungsbild müssen über die nachfolgenden Tage verfolgt und protokolliert werden.

Eine Vergiftung, die sowohl als Futtermittelvergiftung als auch als haltungsbedingte Vergiftung auftreten kann, ist die **Kochsalzvergiftung**.

Dies resultiert daraus, dass nicht nur ein massives Überangebot an Kochsalz, sondern auch der Wasserentzug bei ganz normalen Kochsalzmengen im Futter ausreicht, um schwerste Intoxikationen herbeizuführen. Neben den nahezu pathognomonischen zentralnervösen Störungen ist die anamnestische Ermittlung wichtig.

Die klinischen Erscheinungen sind Folgen der Isotoniestörung, insbesondere im ZNS. Das Natriumion bleibt extrazellulär und somit kommt es zu einer extrazellulären Wasseransammlung und zum Ödem. Durch die forcierte renale Natriumausscheidung werden zugleich größere Wassermengen dem Organismus entzogen, so dass es schließlich zur Exsikkose kommt.

Die betroffenen Tiere zeigen unvermittelt einsetzende motorische Unruhe mit kurzen Kontraktionen der Muskulatur an Hals und Kopf. Die Hintergliedmaßen werden weit unter den Leib geschoben und die Schweine beginnen mit opisthotoner Kopfhaltung oft meterweit rückwärts zu rutschen. Aus dieser Stellung heraus fallen sie unter heftigen Konvulsionen zur Seite, zeigen Ruderbewegungen bis sie völlig erschöpft liegen bleiben. Nach einer Erholungsphase beginnt dann ein neuer Anfall. Diese wiederkehrenden epileptiformen Anfälle mit dem Drang zum Rückwärtsgehen sind typisch für die Kochsalzvergiftung.

Die Diagnose kann nicht allein vom Natrium- und Chloridgehalt im Serum abhängig gemacht werden, da diese Parameter auch bei anderen Krankheiten erhöht sein können. Ebenso aber ist auch die alleinige Untersuchung des Futters auf seinen Kochsalzgehalt ohne Kenntnis der aufgenommenen Wassermenge von begrenztem Wert.

Futtermittelbedingte Vergiftungen können auch durch Zusatzstoffen wie Vitamine und die Spurenelemente vorkommen. Bei den Vitaminen kommt im Rahmen der Vergiftungen dem Vitamin D die größte Bedeutung zu.

Intoxikationen, im Zusammenhang mit Vitamin D können in Form der Calcinose oder der Calciphylaxie auftreten. Die hypervitaminotische Calcinose ist dabei von verschiedenen Faktoren abhängig. Neben der Dosishöhe und der Einwirkungsdauer ist der Applikationsmodus und auch die Art des verwendeten Vitamins von entscheidender Bedeutung. Die Toxizitätsgrenze ist wegen der Abhängigkeit von der Einwirkungszeit, von der Art des verwendeten Vitamins, von der Applikationsart und vom Alter der Tiere unterschiedlich. Als Folge der toxischen Wirkung des überdosierten Vitamins D gehen den Verkalkungen meist degenerative Veränderungen an den befallenen Geweben voraus. Die Vergiftung kann chronisch, subakut oder akut verlaufen.

Bei einer akuten **Vitamin D-Vergiftung** zeigen die Schweine ein bis zwei Tage nach der Verabreichung Erbrechen infolge einer hämorrhagischen Gastritis, Apathie und Inappetenz. Der subakute Verlauf ist von ähnlichen Krankheitsbildern geprägt. Daneben wird Anämie, Polyurie sowie Aphonie beobachtet, die durch eine Nekrose der Stimmbänder zustande kommt.

Bei der chronischen Verlaufsform verweigern die Tiere das Futter, weisen eine kyphotische Rückenlinie auf und sitzen viel. Nach vier Wochen zeigen sie teilweise Lahmheiten, Polyurie und Polydipsie.

Vitamin D- Intoxikationen können bei tragenden Sauen auch zu Fruchtbarkeitsstörungen in unterschiedlichen Stadien der Trächtigkeit führen. Die Geburt toter, mumifizierter oder lebensschwach geborener Ferkel, wie es bei der Parvovirose vorkommt, ist möglich.

Die Calciphylaxie hingegen ist eine durch Vitamin D induzierte systemische Hypersensibilität, wobei durch ein provozierendes Agens - z.B. Eisenpräparate - eine Gewebeverkalkung ausgelöst wird. Einige Ferkel zeigen Aphonie und Schnappatmung bis sie schließlich sterben. Die Diagnose einer Vitamin D₃-Intoxikation kann aufgrund histologischer Veränderungen und vor allem aufgrund von Futteruntersuchungen gestellt werden.

Von den **Spurenelementverbindungen**, dürfen dem Futter Eisen, Jod, Kobalt, Kupfer, Mangan, Molybdän, Selen und Zink als Zusatzstoffe beigelegt werden.

Selen ist ein essentielles - aber bei Überdosierung - toxisches Spurenelement.

Selenvergiftungen treten in unterschiedlichen Erscheinungsformen auf. Als toxische Grenze in der fertigen Futtermischung werden 4 - 8 mg Selen/kg Futter angegeben. Monogastrische Tiere, wie das Schwein resorbieren etwa 85% des Selenosalzes. Der Bedarf wird mit 0,1 bis 0,15 ppm Selen im Futter angegeben. Bei parenteraler Applikation von Selen kommt es zu Intoxikationen bei Dosierungen von mehr als 0,9 mg/kg LM. Akute bis perakute Vergiftungen treten beim Schwein nach sehr hohen oralen Gaben (>60 mg/kg) im Futter sowie nach Injektionsbehandlungen auf. Bei Schweinen führen hohe Dosen von Selen (>300 mg/kg) nach 2-8 Tagen zu schweren klinischen Erscheinungen. Die hier auftretenden Bewegungsstörungen können in Form von Inkoordination bis hin zur Paralyse der Hinterhand auftreten. Ursache dafür ist eine fokale, symmetrische Poliomyelomalazie im Zervikal- Lumbal- und Sakralmark. Beim protrahierten Verlauf treten äußerst schmerzhaft Veränderungen am Klauenhorn auf. Je nach Krankheitsdauer kommt es neben Kachexie, zu Muskelatrophien, und vor allem zur Alopezie und zu Kronsaumschwellungen bis hin zum Ausschuheln ohne Beteiligung des Ballenhorns.

Diese Form der Selenvergiftung ist die wichtigste Differentialdiagnose zur Maul- und Klauenseuche.

Neben den klinischen Hinweisen können Untersuchungen des Futters, des Blutserums oder der Leber zur ätiologischen Diagnosestellung beitragen. Eine zufriedenstellende Therapie ist bisher nicht bekannt.

Fazit

Aus forensischen Gründen ist die ordnungsgemäße Probennahme des vermeintlichen Schadfutters von entscheidender Bedeutung. Wenn mit einem Rechtsstreit zu rechnen ist sollte, wenn irgend möglich die Probenziehung von einem amtlich vereidigten Probennehmer vorgenommen werden. Ist dies nicht möglich, sollte die Probenziehung in Anwesenheit von Zeugen erfolgen. Der Identität des Schadfutters kommt entscheidende Bedeutung zu. Alle späteren Befunde bleiben ohne Beweiskraft, wenn nicht durch entsprechende Umsicht bei der Probenentnahme sichergestellt wird, daß das untersuchte Futter auch tatsächlich zur Zeit des aufgetretenen Schadens verfüttert wurde. Die gezogenen Proben sollten geteilt werden. Eine Probe wird zusammen mit dem Sackanhänger und eindeutiger Bezeichnung an ein zuständiges Untersuchungsamt eingesandt, die andere Hälfte sollte sicher aufbewahrt werden, so dass für eventuell später notwendige Nachuntersuchungen genügend Material zur Verfügung steht.

Grundsätzlich sollte bei jedem Vergiftungsverdacht je nach Lage des Einzelfalles Blut, Kot, Harn sowie Muskel-, Leber- und Nierenproben und vor allem Mageninhalt gestorbener Tiere asserviert werden.

Notizen: