



Bernburg
Dessau
Köthen

Hochschule Anhalt

Anhalt University of Applied Sciences

22. Mitteldeutscher Schweine-Workshop in Bernburg

„Ferkelerzeugung:
Züchtung – Fütterung –
Tiergesundheit“
27. und 28. Mai 2016

Wissenschaftliche Beiträge

Herausgeber: Hochschule Anhalt
Fachbereich Landwirtschaft/Ökotropologie/Landschaftsentwicklung
Prof. Dr. Martin Wähner

Redaktionsschluß: 14. 9. 2016

Satz und Druck: Hochschule Anhalt, FB Design
Grafische Werkstatt Dessau

ISBN 978-3-96057-021-9

Inhalt

Eröffnung und Begrüßung	3
Prof. Dr. Dr. h.c. D. Orzessek Präsident der Hochschule Anhalt	
Ferkelerzeugung: Züchtung – Fütterung - Tiergesundheit	7
M. Wähner	
Chancen und Risiken neuer Züchtungstechniken für die Schweineproduktion	13
H. Niemann	
Sortierung von Ebersperma - ein Update	25
D. Rath	
Untersuchungen zum Einfluss verschiedener Besamungstechniken auf die Befruchtungsergebnisse bei Jung- und Altsauen	35
L. Keil, G. Hallfarth, M. Wähner	
Aspekte der Nutzung neuer Züchtungstechniken für ein Schweinezuchtunternehmen	44
A. Neerhof	
Leistungsorientierte Bestandsergänzung bei Eigenremontierung	49
Barbara Voß	
Variabilitäten in der Ausprägung der Schwanzlänge bei neugeborenen Ferkeln	54
T. Kunze, H. Scholz, M. Wähner	
Zur Beurteilung der Haltung güster und tragender Sauen aus wissenschaftlicher Sicht mit Blick auf Gesundheit und Leistung	66
S. Hoy	
Tierwohl im Abferkelstall - Wie ist es zu erfassen?	78
Kathleen Fischer, Jelena Kecman	
Nutztierhaltung in der medialen Überflusgesellschaft - doppelte Moral der Verbraucher oder der Tierhalter?	88
U. Nöhle	
Probiotika in der Fütterung von Schweinen – Tiergesundheit und Leistung	96
G. Breves, B. Schröder	

Additive und nicht-additive Effekte von Methionin im Futter von Schweinen unterschiedlicher Nutzungsrichtungen	104
Annette Zeyner	
Mineralstoffe und Vitamine – wie viel brauchen Sauen?	114
W. Arnhold	
Mineralstoffversorgung unter Beachtung der Gülleverordnung	116
M. Weber	
Rohfaserfütterung bei Sauen - heute noch aktuell?	125
G. Dusel	
Salmonellensanierung eines Sauenbetriebes mit angeschlossener Selektionsmast – Praxisfall.....	133
O. Katzschke	
Impfprophylaxe beim Schwein – Applikationsvarianten und Immunantwort.....	138
T. Vahlenkamp	
Impfprophylaxe zur Reduzierung des Therapieindex - wirtschaftliche Aspekte	139
C. Wähner	
PRRS - Neue Möglichkeiten der Impftechnik und deren Kontrolle.....	142
O. Niemann	
Impfstoffe für die intradermale Impfung von Schweinen und ein Update zum IDAL-Vakzinators	143
H.-P. Knöppel	
Anschriften der Autoren	146

Begrüßung

Sehr geehrte Damen und Herren,

Zum nunmehr 22. Mitteldeutschen Schweine-Workshop heiße ich Sie herzlich willkommen. Viele Bekannte und viele neue Kolleginnen und Kollegen können wir in diesem Jahr wieder begrüßen. Stellvertretend für alle begrüße ich die von weit angereisten Gäste und Teilnehmer, Herrn Neerhof aus den Niederlanden, Frau Bongartz, Geschäftsführerin der Deutschen Gesellschaft für Züchtungskunde aus Bonn, Herr Dusel von der Hochschule Bingen und natürlich alle Kolleginnen und Kollegen aus den Partnereinrichtungen Mariensee (FLI), Halle/Saale, Braunschweig, Iden, Ellringen, Gießen, Hannover, Pinneberg, aus der landesweiten Praxis. Seien Sie herzlich willkommen.

In und über die Schweinebranche wird ungebrochen mehr und mehr diskutiert. Oft werden dabei Ansichten publik gemacht, die mit dem Tier nur bedingt wohlwollend im Zusammenhang stehen. Manches muss hier ins rechte Lot gebracht werden. Aus diesem Grund danke ich Herrn Kollegen Nöhle von der Universität Braunschweig für seine Bereitschaft, hier bei uns heute zu einem für die Überflusgesellschaft zunehmend charakteristischen Thema zu sprechen, nämlich zu dem Spannungsfeld zwischen „Moral und Doppelmoral“. Schon im letzten Jahr wurde darauf verwiesen, dass sich die Moral rasch und gründlich ändern kann, vor allem dann wenn sie in Beziehung zum Geldbeutel steht.

Die gegenwärtigen Probleme der landwirtschaftlichen Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft fordern Praktiker, Wissenschaftler, Berater sehr heraus. Wir hier an der Hochschule müssen bei allen Forschungsaktivitäten, in der Lehre neben der Wissensvermittlung noch Optimismus und Weitsicht für unsere Branche vermitteln. Dieses Ziel verfolgt das diesjährige Thema des Workshops.

Mit dem Thema **„Ferkelerzeugung: Züchtung – Fütterung – Tiergesundheit“** soll das Wagnis eingegangen werden. Es soll der Blick auf das Kommende geschärft werden. Ignorieren von wissenschaftlichen Meilensteinen, von Entwicklungen, die in immer schnellerer Abfolge zu verzeichnen sind, führt schließlich ganz gewiss ins Hintertreffen. Deshalb bauen wir auf die immer engere Zusammenarbeit von Züchtern, Ferkelerzeugern, Tierärzten, Haltungsbiologen sowie Tierernährern. Diese Zusammenarbeit zum Ausdruck bringend, ist das Tagungsprogramm erarbeitet worden.

Die Hochschule Anhalt begeht in diesem Jahr ihr 25-jähriges Gründungsjubiläum. Mit ca. 8.000 Studierenden an den drei Standorten Dessau, Köthen und Bernburg ist sie die größte Fachhochschule in Sachsen-Anhalt und eine der größten in Ostdeutschland. Charakteristisch für unsere Hochschule ist die ausgeprägte Orientierung auf die angewandte Forschung. Unterstützt

mit öffentlichen Geldern aber vor allem auch mit Fördermitteln aus der Wirtschaft werden zahlreiche Projekte bearbeitet. Dass dabei Studierende aktiv in diese Forschungsvorhaben einbezogen werden, ist hier selbstverständlich. Sehr umfangreiche Kontakte zu Praxisbetrieben erlauben dies, wobei eine Orientierung auf den größeren Landwirtschaftsbetrieb das Profil prägt. So werden Abschlussarbeiten meist in Zusammenarbeit mit Praxispartnern konzipiert und die dafür nötigen Untersuchungen durchgeführt. So werden unter Einbeziehung von Studenten aktuelle Themen bearbeitet wie z.B.:

- Kriterien die das Wohlbefinden / Tiergerechtheit des Haltungsverfahrens bei Rind und Schwein beurteilen helfen (im Workshop wird dazu ein Vortrag gehalten),
- Schweregeburten beim Rind Auswirkungen für das Kalb und später als Kuh,
- Untersuchungen zur Langlebigkeit von Kühen und möglichen betrieblichen Einflussfaktoren,
- Untersuchungen zur Fütterung von Rind und Schwein in Zusammenarbeit mit der Industrie,
- Milchtassen bei Sauen während der Säugezeit,
- Kolostrum- und Milchanalyse von Sauen und Kühen,
- Verhaltensuntersuchungen bei Kühen im Zusammenhang mit automatischen Melksystemen (Karussell),
- Untersuchungen zur genetischen Veranlagung von kürzeren Schwänzen bei Ferkeln (über erste Ergebnisse wird im Workshop berichtet),
- Physiologische Untersuchungen zur Stoffwechselleistung in der Trächtigkeit von hochleistungsfähigen Sauen,
- Genetische Parameter des Wachstums und der Schlachtkörperqualität bei Pekingenten

Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der Tierwissenschaften hier am Standort sind schon mehrfach auf den Workshops für die Tierarten Rind und Schwein aber auch auf nationalen und internationalen Tagungen von Absolventen vorgebracht worden. Publikationen in den jeweiligen Fachzeitschriften und wissenschaftlichen Journalen zeugen von den zahlreichen Aktivitäten. Das ist grundsätzlich erfreulich und entspricht dem Anliegen einer Bildungseinrichtung wie der unsrigen.

Leider ist mehr und mehr festzustellen, dass wissenschaftlich erarbeitete Ergebnisse von den Verantwortlichen in der Politik oft nicht gehört werden, nur selektiv wahrgenommen werden oder gar nicht gehört werden wollen. Das führt zu Diskrepanzen zwischen Wissenschaft und Politik, Verärgerung bei den Wissenschaftlern und auch in der Bevölkerung. Gegenwärtig ist dies vielerorts zu spüren.

Dennoch sehen wir unsere Aufgabe darin, mit wissenschaftlichen Ergebnissen das Profil unserer Hochschule zu schärfen. Dazu trägt diese Veranstaltung seit

Jahren bei. Im diesjährigen 22. Mitteldeutschen Schweine-Workshop sollen Anstöße zur Diskussion zu folgenden Komplexen gegeben werden:

- Schärfung des Blicks für Themen, die für die Schweinezucht und –haltung heute und vor allem künftig bedeutungsvoll in Wissenschaft und Praxis sein können und werden. In diesem Jahr werden ausgewählt von der Vielzahl der möglichen Themen die Züchtung und die künstliche Besamung speziell angesprochen.
- Für den Sauenbetrieb spielt die leistungs- und gesundheitsorientierte Bestandesführung eine überaus wichtige Rolle, was auf die Bestandsremontierung zielt.
- Es folgen Fragen der Haltungsansprüche der Sauen mit Blick auf das große und viel strapazierte Thema „Tierwohl“.
- Fragen der Ernährung und Fütterung der Sauen füllen am zweiten Tag den ersten großen Komplex. Es wird die große Bedeutung von Zusatzstoffen in der Ration und der Nährstoffbewertung für hoch proliferative Sau diskutiert.
- Alles basiert darauf, dass wir mit gesunden Tieren arbeiten. Insofern sind Tiergesundheit im Sauenstall, Immunität, Impfverfahren auch mit Blick auf Wirtschaftlichkeit und Gesundheitsmanagement essentiell. Es ist deshalb stets wichtig, dass Tierärzte und Landwirte hier zusammen gemeinsame Themen diskutieren.

Dazu begrüßen wir Referenten aus dem In- und Ausland. Ich danke allen Autoren und Mitautoren, allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern für die Mühen bei den Vorbereitungen der Beiträge und für die teilweise langen Anreisen. Viele von Ihnen engagieren sich in dankenswerter Weise schon zum wiederholten Mal.

Wie in all den Jahren können wir uns wieder bei den Sponsoren für die Unterstützung dieser Veranstaltung sehr herzlich bedanken. Mit ihnen ist es uns möglich, erneut ein entsprechendes Rahmenprogramm zu bieten:

- BASU Mineralfutter GmbH, Bad Sulza
- Besamungsverein Neustadt a. d. Aisch (BVN)
- Bröring Unternehmensgruppe, Dinklage
- Ceva Tiergesundheit, Düsseldorf
- Detert Zuchttiere, Gronau
- Domäne Alikendorf
- Dtl-Budissa Bautzen
- Elanco Bad Homburg
- HIPRA Deutschland GmbH
- Hochschule Anhalt
- H. WILHELM SCHAUMANN GmbH Pinneberg
- IDT Biologika GmbH Dessau – Roßlau
- Kesla Hygiene AG, Bitterfeld-Wolfen

- Landwirtschaftliche Kommunikations- und Servicegesellschaft mbH (LKS) Niederviesa
- Minitüb, Tiefenbach
- Mörsdorfer Agrar GmbH, Mörsdorf
- MSD Tiergesundheit, Intervet Unterschleißheim
- Münchner und Magdeburger Agrarversicherungs AG
- Sauenzucht GmbH Nebelschütz
- Simplum GmbH Berlin
- TOPIGS-SNW Senden
- VEYX - Pharma GmbH, Schwarzenborn
- VitaVis GmbH, Münster
- Zinpro Animal Nutrition
- Zoetis, Berlin

Besonderer Dank gilt den zahlreich mithelfenden Studentinnen und Studenten unserer Hochschule. Sie prägen seit Jahren das Ambiente hier im und vor dem Tagungssaal aber auch bei der Abendveranstaltung im Kloster entscheidend mit. Gleichsam sei allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, die im Hintergrund tätig sind und zum Gelingen der Veranstaltung beitragen vielmals gedankt.

Wir wünschen Ihnen allen, dass Sie von dieser Veranstaltung wieder profitieren, bestehende Kontakte pflegen, neue Kontakte sowie Partnerschaften aufbauen und vor allem Positives mit nach Hause nehmen können.

Der 22. Mitteldeutsche Schweineworkshop ist somit eröffnet. Im Namen aller Organisatoren, Verantwortlichen wünsche ich allen Referenten viel Erfolg, allen Teilnehmern interessante Vorträge und rege Diskussionen hier im Tagungsraum sowie außerhalb in den Pausen beim Kaffee oder heute Abend im Kloster der Hochschule Anhalt unten in der Stadt.

Prof. Dr. Dr. h.c. Dieter Orzessek

Präsident der Hochschule Anhalt

Ferkelerzeugung: Züchtung – Fütterung - Tiergesundheit

M. Wähner¹

In Mitteleuropa, speziell in Deutschland ist die Schweinehaltung seit sehr langer Zeit ein Schwerpunkt in der Landwirtschaft. Hier liegen mit der langen Tradition Erfahrungen und Wissen auf den Gebieten der Züchtung, Haltung, Fütterung und Tiergesundheit und im Management vor. Diese umfangreiche Erfahrung und Tradition wurden in der Vergangenheit stets ausgebaut. So entwickelte sich Deutschland zu einem beispielhaften Land der Tierzucht, speziell der Schweinezucht. Diese Erfahrung ist zweifellos sehr wertvoll, sowohl im nationalen als auch im internationalen Sinne. An verschiedenen Stellen wird angemerkt, dass im Sinne des Gemeinwohls es eine Pflicht ist, mit den Pfunden zu wuchern und neue Talente zu wecken. Ein solches Pfund ist die Schweinebranche.

Intensive Veränderungen vollzogen sich in den letzten 100 Jahren, und ganz besonders rasant in den letzten 30 Jahren. Das betrifft die Merkmalskomplexe Wachstum, Körperzusammensetzung und Fortpflanzung, was noch vor 30 Jahren in dem eingetretenen Ausmaß nicht vorhersehbar war.

Nach WITZKE (2016) befand sich von 1870 bis 2000 die Landwirtschaft, und damit auch die Tierhaltung, in einer „Tretmühle“, die nach dem Prinzip „Mehr – mehr Nahrung für mehr Menschen zu immer geringeren Preisen“ arbeitete. Dieses Verständnis war für nahezu alle Aktivitäten in Wissenschaft und Praxis der Motor. Auch die Mitteldeutschen Schweine-Workshops verfolgten mit der jeweiligen Programmauswahl dieses Anliegen. Bis ins Jahr 2012 standen Themen wie die Leistungsentwicklung der Sauen, die Leistungssicherung unter Zuhilfenahme aller Register des Managements, der Fütterung und Haltung, oder die hohe Leistung als Funktion der Gesundheit zu Debatte. Das ist auch heute für das Überleben der Betriebe notwendig. Und dennoch hat sich wesentliches geändert. Konnte in den früheren Jahren mit dem „Mehr – mehr – mehr“ auch ein gutes wirtschaftliches Überleben und auch Investitionen gesichert werden, so ist für die nachfolgenden Jahre charakteristisch, dass infolge niedriger Preise über den genannten Weg „mehr – mehr – mehr“ kein spürbarer Erfolg mehr zu erwirtschaften ist. Vielmehr zählt nun, wer den längsten Atem hat.

Das generelle Ziel der Haustierzüchtung war es, und ist es auch heute noch mehrheitlich, Leistungen, Merkmale an den Tieren weiter zu entwickeln, um Nahrungsmittel mit den vielen Vorteilen der tierischen Produkte für den Menschen in hoher Qualität wirtschaftlich zu erzeugen. Dieser ursprünglich primären Aufgabe sehen sich Landwirte verpflichtet. Sie erzeugen lebenswichtige Nahrungsmittel für den Menschen, für die Gesellschaft und sichern mit dieser Tätigkeit ihr Einkommen.

¹ Hochschule Anhalt, Bernburg

Es stellt sich seit einigen Jahren hier in Deutschland die Frage, ob das noch genauso zutrifft. Es verstärkt sich der Eindruck, dass es in der Überflussgesellschaft vielmehr dazu gekommen ist, dass dieses primäre Anliegen der Nahrungsmittelerzeugung zum Zweck der menschlichen Ernährung ganz konkret hier in Deutschland nicht mehr oben an erster Stelle steht, sondern vielmehr allein der Druck, Geld zu verdienen die Motivationen beherrscht. Viele Außenstehende meinen mit ihren Äußerungen und Aktivitäten die angebliche Volksmeinung bzw. die Meinung des Verbrauchers zu vertreten, dass Landwirte und Tierhalter heute in konventionell geführten Betrieben die Tierzucht und die Tierhaltung mit all ihren vor- und nachgelagerten Bereichen mehr oder weniger als Instrument sehen, um das genannte Ziel, Geld zu verdienen, zu erreichen.

PREISINGER (2016) formulierte es folgendermaßen: „Das primäre Anliegen der landwirtschaftlichen Nutztierzucht und -haltung, die Erzeugung von Lebensmitteln mit dem Tier, verschwindet aus den Köpfen derjenigen, die uns politisch lenken wollen“. Das drückt die soeben genannte Sichtweise aus. Das steht aber krass im Widerspruch zur weltweiten Situation mit ca. 1 Milliarde hungernder Menschen. Speziell diejenigen, die das primäre Anliegen der landwirtschaftlichen Nutztierzucht und -haltung im eigenen Land gar nicht mehr als solches anerkennen, reden von der Notwendigkeit der Bekämpfung des Welthungers.

Sicher stellt sich vielen von uns die Frage, ob das alleinige „Geldverdienenmüssen“ wirklich so typisch für die heutige Tierhaltung ist. Außenstehende und Landwirte sehen das Problem differenziert. Das fällt in die Thematik „wie sehen mich andere und wie sehe ich mich selbst“. Es ist wohl schwer zu glauben, dass es so ist, dass des Landwirts, des Züchters und Tierarztes ganzes Bemühen sich allein auf diese finanzielle Komponente reduzieren lässt. Dieser Eindruck, ja diese Gewissheit basieren auf vielfältigen Erfahrungen aus der Zusammenarbeit mit zahlreichen Partnerbetrieben der Tierbranche. Warum suchen engagierte Landwirte nach Wegen ihren Betrieb dennoch aufrecht zu erhalten in Zeiten mit derart niedrigen Preisen, wie sie momentan sind? Warum beklagen Landwirte die Zwangslage, ihren Betrieb aufzugeben? Für die Betroffenen ist das kein Monopoly-Spiel!

Gewiss eine Neurangierung der primären Produktionsschwerpunkte, der Produktionsziele, wohlbemerkt in unserer von Landwirtschaft und Tierzucht traditionsreich geprägten Region, hat sich vollzogen. Insofern besteht ein gravierender Unterschied zwischen dem Gestern und dem Heute. Darin liegt mit Sicherheit eine wesentliche Ursache für die abfallende Wertschätzung der landwirtschaftlichen Tätigkeit generell und der Nahrungsmittel, speziell solcher die von und mit dem Tier erzeugt werden.

Die gegenwärtige Preissituation mag bewirken, dass Themen, wie wir sie heute und morgen u.a. besprechen, vielleicht bei diesem oder jenem in den Hintergrund rücken. Der Druck auf die betriebliche Kostenminimierung dominiert. Sie erlaubt unter den Niedrigpreisbedingungen die höchsten Vorteile hinsichtlich der Effizienz. Übertragen auf das Tier bedeutet das, dass die Relevanz der funktiona-

len Merkmale wie Tiergesundheit, Wachstum, Futtereffizienz und auch die Bedeutung des Managements ansteigt. Hoch's und Tief's gab es bekanntlich zu jeder Zeit. Ist deshalb nicht die vordergründigste Aufgabe nach vorn zu schauen, mit Kreativität und Biss?

Seit dem Jahre 2013 wurde mehr und mehr nach den Veränderungen in der Schweinebranche direkt bzw. nach den veränderten Rahmenbedingungen gefragt und daraufhin Aspekte diskutiert, die sich auf den erreichten hohen Leistungsstand der Tiere und vor allem auf den Umgang mit diesem bezogen.

Inzwischen muss eine gewisse Konstanz festgestellt werden, die sich vor allem auf die Ertragslage in der Schweinebranche bezieht. Gemessen an den steigenden Reproduktionsleistungen der Sauen und an den Mast- und Schlachtleistungen der Masttiere, ganz besonders an den jährlichen Zahlen in Deutschland geschlachteter Schweine, herrscht hierzulande generell ein sehr hohes Niveau auf dem Schweinesektor. Das ist das Resultat der Arbeit von Wissenschaft und Praxis auf den Gebieten der Züchtung, Ernährung, Tiergesundheit, Technik und des Managements. Das ist ein Pfund ohnegleichen. Das betrifft das Fachwissen, die praktischen und wissenschaftlichen Erfahrungen, die Forschungskapazitäten. Mit Blick auf die globale Verantwortung muss mit diesem Pfund gewuchert werden im Sinne des verantwortungsvollen Umgangs mit verliehenen Talenten, anstatt derartige Potenziale zu reduzieren, ja auslaufen zu lassen, „zu vergraben“. Das ist nicht leichtfertig gesagt, sondern bezieht sich auf das immer wieder allseits unisono beschworene Bestreben, die Welternährungslage zu verbessern, und das nicht nur verbal sondern verantwortungsbewusst real. Das gilt es wach zu rufen.

Die globalen Fakten sprechen eine eigene Sprache. Die Weltbevölkerung wächst, das durchschnittliche Einkommen vor allem in den Entwicklungsländern und damit der wachsende Anspruch auf einen Fleischverzehr steigen. Flächen der Wüsten nehmen zu, die Flächen mit Versalzungen nehmen zu, der jährliche Verlust an landwirtschaftlicher Nutzfläche durch Industrie und Städtebauten ist sehr hoch. Schließlich reduziert sich damit die verfügbare Fläche je Einwohner drastisch, und die tropischen Regenwälder sollen / müssen erhalten bleiben.

Hier tut sich ein allgemein menschliches Problem auf. Das äußert sich in dem von anderen Kräften gesteuerten Unvermögen für das überaus wichtige und richtig erkannte Gemeinwohl wirklich aktiv zu werden. Dafür müssten nationale Grenzen, Machtansprüche nicht nur gedanklich sondern mit Taten überschritten werden. SCHOPENHAUER (1788 – 1860) beschrieb diese menschliche Grenze mit einem Satz: „Das Individuum kann zwar tun was es will, aber (schließlich) nicht wollen was eswirklichwill“.

Nach WITZKE (2016) betrug in der Zeit zwischen 1960 und 1989 der globale jährliche Produktivitätsfortschritt auf dem Gebiet der Agrarwirtschaft 4%. Heute liegt er bei 1% wobei in der EU ein solcher von nur 0,6% ausgewiesen wird. Es bleibt zweifellos zu konstatieren, dass die Agrarwirtschaft angesichts der zu erwartenden globalen Aufgaben vernachlässigt wurde und wird. Und damit ist in

ganz gewaltigem Maße die Agrarforschung angesprochen. Wenn der Mensch weiß, dass er für die Gemeinschaft Gutes tun könnte und aus verschiedenen Gründen es bewusst nicht tut, macht er sich schuldig: „Wir sind nicht nur verantwortlich für das, was wir tun, sondern auch für das, was wir nicht tun“ (MOLIERE). Auch Professor D. Smidt verwies 1990 auf die uns zugewiesene Verantwortung auf dem Gebiet der Tierzucht und Tierhaltung im Sinne der Unterlassungsethik (SMIDT, 1990).

Dass wir dem nicht mit der gebührenden Verantwortung nachkommen, dass Potenziale nicht voll ausgeschöpft werden oder vorher schon zerredet werden, das bereitet vielen von uns Sorgen.

Aus diesem Grund ist es das besondere Anliegen, in diesem Jahr den 22. Mitteldeutschen Schweine-Workshop programmmäßig so auszurichten, dass angesichts der vielfältigen gegenwärtigen Themenkreise um das Hochleistungstier Sau und um die Haltung und Bewirtschaftung von solchen Herden mit stabilem und hohem Gesundheitsstatus auch der Blick auf aktuelle und schon in Aussicht gestellte Wege der Wissenschaft gerichtet wird. Mit den jüngsten Entwicklungen werden Bahnen für Forschungen geebnet, deren Ergebnisse für die Tierzucht generell und für die Schweinezucht speziell sehr relevant sein werden. Das betrifft die Molekular- bzw. Zellgenetik, die künstliche Besamung, die Haltungsverfahren oder auch die Fragen der bedarfsgerechten Nährstoff- und Wirkstoffversorgung der hochproliferativen Sauen.

Für die rasanten Entwicklungen auf dem Gebiet der Zellbiotechnik treffen die Worten von ROTHE (1990) explizit zu: „Die Biotechnologie ist im Bereich der Tierzucht und Tierproduktion eine Alternative zu langfristigen evolutionären Vorgängen“.

Hier finden sich das ganze Wissenschaftsgebiet des Gene-Editing und die modifizierte Herangehensweisen für die präkonzeptionelle Geschlechtsbeeinflussung beim Schwein wieder. Natürlich ist bekannt, dass bei allen phänotypischen und genetischen Variabilitäten die Sauen heutiger Zuchttrichtung, unabhängig von ihren genetischen Herkunftten, ihren natürlichen Leistungsgrenzen nahe gekommen sind. Derart hohe Stoffwechselabläufe im Tier verlangen Neubewertungen von Details in der Ernährung und Fütterung. Es liegen auch Kenntnisse vor, dass derart hochleistende Tiere sich zunehmend in einer Stoffwechsellaage befinden, die stabil zu halten ohne Substitute in den Futterrationen nicht möglich ist. Daher ist diese sehr komplexe, von Verantwortung gegenüber dem Tier getragene Wissenschaftsrichtung eine zunehmend wichtige.

Die gegenwärtige Zeit ist geprägt von neuen Herausforderungen durch die Wissenschaft und durch die Gesellschaft. Dies schafft Bedingungen, die neu zu beurteilen und auszuloten sind. Dabei spielen auch sehr subjektive, ja oft nur ideologisch zu verstehende Vorstellungen eine Rolle, was dazu geführt hat, dass oft wissenschaftlich bestätigte Tatsachen und Ergebnisse nicht als solche zur Kenntnis genommen werden, bzw. genommen werden wollen. Das erschwert die sachliche Diskussion. Die im Osten Deutschlands Geborenen und noch Auf-

gewachsenen Wissen das allzu gut. Obendrein kostet es viel Geld und bindet wertvolle Kapazitäten.

Die landwirtschaftliche Nutztierhaltung sah und sieht sich seit eh und je einem Finanzproblem gegenüber. Mit dem wachsenden Grad des gedeckten Tisches für den Menschen, besonders für die wachsenden Bevölkerungsanteile, die der urbanen Tierhaltung fern stehen, wuchs und wächst das Akzeptanzproblem. Letzteres steht im Zusammenhang mit dem Grad des „gedeckten Tisches“, dem Sicherheitsgefühl, dass es auch künftig so bleibt und mit der wachsenden Entfremdung der Bevölkerung von der urbanen Erzeugung. Beide Problemkreise beeinflussen sich zunehmend gegenseitig. Das Übergewicht, so scheint es momentan, hat das Finanzproblem. Es besteht derzeit ein eklatanter Widerspruch zwischen dem niedrigen Erlösniveau in der Schweinebranche und den hohen gesellschaftlichen Ansprüchen hinsichtlich der Produkt- und Prozessqualität. Es sollten generell, auch für die Prozessqualität, objektive und eindeutige Vorgaben für die Beurteilung gelten, die das Tier im Blick haben und auf verlässliche, nach neuestem Wissensstand durchgeführte Untersuchungen fußen. Das trifft in besonderem Maße für die komplexe Tiergerechtigkeit und Tierwohl als Kriterien für diese Prozessqualität zu.

Für Deutschland resümiert HORTMANN-SCHOLTEN (2016), dass für die hiesigen Sauenhalter die hohe Wettbewerbsintensität des europäischen Ferkelmarktes zunehmend problematisch ist. Große Ferkelpartien werden von den Mästern verstärkt 1 : 1 nachgefragt, so, dass ein Stallabteil mit einer Ferkelpartie gefüllt werden kann. Die Mastkapazitäten nehmen in Deutschland stark zu. Die Leistungszuwächse in den Sauen haltenden Betrieben kompensieren hingegen nicht die gegenwärtigen Bestandsrückgänge bei den Sauen. Das fördert den Ferkelimport. Auf dem Weltmarkt sind bekanntlich weniger die hier geforderten Sozial- und Tierschutzstandards bedeutungsvoll, sondern in der Regel neben dem Preis nur die objektive Produktqualität. Mit Blick auf die wirtschaftliche Erzeugung von Mastferkeln orientiert die Züchtung auf eine Merkmalspräzision, auf Effizienz und Nachhaltigkeit.

Zweifellos können auf alle anstehenden Frage keine erschöpfenden Antworten gegeben werden. Aber punktuelle Anregungen, Lösungsansätze, Lösungswege, Ergebnisse zu speziellen Fragestellungen und Ausblicke können zweifellos von diesem Workshop erwartet werden.

Literatur:

HORTMANN-SCHOLTEN, A. (2016): Perspektiven der Schweinehaltung. – 10. Schweine-Workshop Uelzen, DGfZ-Schriftenreihe Heft 69, 6-11.

PREISINGER, R. (2016): Gibt es einen Widerspruch zwischen Leistungszucht und Tierwohl? - Nimbschen, 11.05.2016.

ROTHER, K. (1990): Eröffnungsvortrag „Aktuelle Aspekte der Biotechnologie in der Fortpflanzung“. – AdL, Berlin, Tagungsbericht 298, 5 – 7.

SMIDT, D. (1990): Tierschutz – Tierhaltung – Biotechnik – Zusammenhänge und Probleme. AdL, Berlin, Tagungsbericht 298, 43 – 60.

WITZKE, H. v. (2016): Die Rolle der Tierproduktion in der globalen Agrarwirtschaft. – Vortrag, 20. LSL-Vortragstagung für Legehennenhalter. – Nimbschen, 11.05.2016.

Chancen und Risiken neuer Züchtungstechniken für die Schweineproduktion

H. Niemann¹

[Dieser Text wurde in Anlehnung an die Publikation in Züchtungskunde 20160, 1, 88, 19-31 erstellt.]

Einleitung

In den vergangenen 15 bis 20 Jahren haben rasante Fortschritte in der Molekulargenetik, die Genomsequenzierung und -annotierung, die Geburt des Schafes „Dolly“, das erste geklonte Säugetier sowie die Generierung pluripotenter Stammzellen aus somatischen Körperzellen (sog. induzierte pluripotente Stammzellen) die Naturwissenschaften auf eine neue Grundlage gestellt. Dies betrifft immer intensiver auch die Tierzucht. Inzwischen sind die Genome wichtiger landwirtschaftlicher Nutztiere sequenziert und annotiert worden, sodass informative und weitgehend vollständige Genkarten für das Schwein, aber auch Rind, Pferd, Schaf, Huhn, Hund und Biene vorliegen (GROENEN et al., 2012, siehe PETERSEN und NIEMANN, 2015b).

Da bei landwirtschaftlichen Nutztieren noch keine echten, d.h. keimbahngängigen pluripotenten embryonalen Stammzellen vorliegen und auch die Generierung von induzierten pluripotenten Stammzellen noch deutlich in der Entwicklung gegenüber Maus, Ratte und Mensch zurückliegt, war die Erstellung von Nutztieren mit zielgenauen Veränderungen (Gen-Targeting) bisher kaum möglich. Diese Situation hat sich in den letzten 4-5 Jahren mit der Entwicklung von DNA-Nukleasen, wie ZFNs, TALEN und CRISPR/Cas deutlich verbessert (PETERSEN und NIEMANN 2015b). Damit sind Basenpaar-genaue genetische Modifikationen auch beim Nutztier mit hoher Effizienz möglich geworden.

Kurze Darstellung der DNA-Nukleasen

Die DNA-Nukleasen umfassen Zinkfinger Nukleasen (ZFNs), Transcription Activator-like Effector Nucleases (TALENs) und Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats (CRISPR/Cas). Es handelt sich um molekulare Scheren, die meist aus einer Teilungsdomäne und einer DNA-Bindungsdomäne, die so angelegt werden kann, dass sie im Prinzip jede DNA-Sequenz hoch spezifisch binden kann, bestehen. Die Mutation der Ziel-DNA geschieht bei ZFNs und TALEN über die Aktivität des Enzyms Fok1, beim CRISPR/Cas System im Wesentlichen über das Cas9 System (PETERSEN und NIEMANN, 2015a). Alle drei Systeme führen zu zielgenauen genetischen Veränderungen, indem sie die Mutationsrate der DNA durch eine gesteigerte Rate an Doppelstrangbrüchen an vorbestimmten genomischen Stellen signifikant erhöhen (ROUET et al. 1994). Im Vergleich zu konventionellen Verfahren der homologen Rekombination können molekulare Scheren die Targeting Rate um bis zu 10.000-fach erhöhen. Die nach dem Mutationsvorgang einsetzenden DNA Reparaturvorgänge erlauben

¹ Friedrich-Loeffler-Institut, (FLI), Institut für Nutztiergenetik, Mariensee

entweder die korrekte Wiederherstellung des betreffenden DNA Strangs (Homology Directed Repair, HDR) oder durch NHEJ (Non-homologous endjoining) eine Reparatur, die mit Veränderungen in der DNA Basenabfolge verbunden ist (Abb.1).

In Abhängigkeit vom Umfang der DNA Mutationen kommt es zu Veränderungen des Leserrahmens bis hin zum Funktionsverlust des Zielgens. Durch Selektion auf die verschiedenen Ergebnisse der DNA-Reparatur kann entweder der Knock-out eines Gens oder der zielgenaue Einbau eines neuen Gens erreicht werden; auch genetische Modifikationen wie die Induktion von Polymorphismen (SNPs) oder die Reparatur von Erbfehlern sind mit Hilfe von DNA-Nukleasen möglich (PETERSEN und NIEMANN, 2015a).

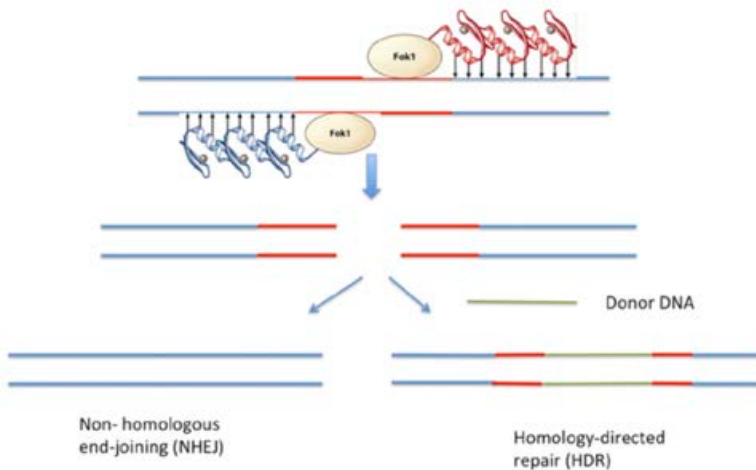


Abb. 1: DNA Reparaturmechanismen nach Einsatz von DNA-Nukleasen (hier ZFNs)

Ein typischer Zinkfinger besteht aus etwa 30 Aminosäuren, die zwei antiparallel verlaufende β -Ketten in Bindung zur α -Helix enthalten. Ein Zinkfinger enthält meist jeweils zwei Cystein- und zwei Histidin-Elemente, die ein Zinkion binden und dadurch eine kompakte globuläre Domäne bilden. Das Zinkfingermotiv ist in der Lage, bis zu drei spezifische Basenpaare in der DNA-Grube zu binden (HAUSCHILD-QUINTERN et al., 2013). Zinkfinger können so hergestellt werden, dass sie im Prinzip an alle denkbaren DNA-Triplets binden können. Die Bildung multipler Zinkfinger führt zu größeren DNA-Erkennungsdomänen, die dann auch die Spezifität und Effizienz der gewünschten genetischen Modifikation erhöhen. Normalerweise sind zwei ZFN-Moleküle für eine genetische Modifikation erforderlich, da die FokI-Nuklease dimerisieren muss, um die DNA zu schneiden (HAUSCHILD-QUINTERN et al., 2013). Die beiden Zinkfinger-Moleküle binden an die Ziel-DNA in einer Schwanz-zu-Schwanz Orientierung, separiert durch 5–7 Basenpaare; die Doppelstrang-DNA wird dann in der Spacer Region geschnitten (Abb. 2).

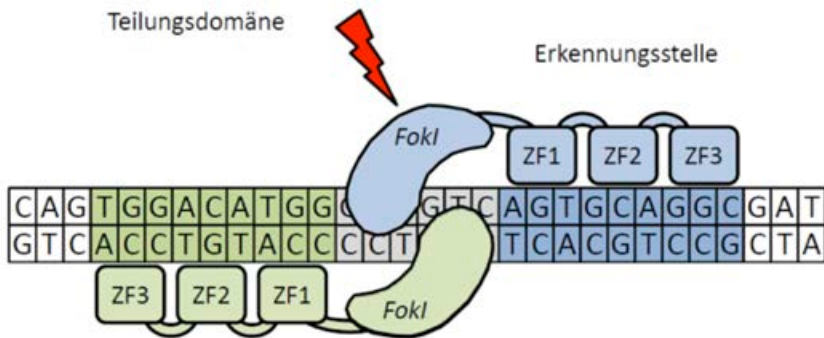


Abb. 2: Wirkungsmechanismus von Zinkfinger-Nukleasen (ZFNs)

TALEs werden natürlicherweise von Gram-negativen, phytopathogenen Bakterien produziert. TALEs binden an ihre Ziel-DNA, wirken als Transkriptionsfaktoren und aktivieren die Expression von Zielgenen in Pflanzen, die eine bakterielle Infektion unterstützen. Pflanzen haben dagegen einen Abwehrmechanismus entwickelt, der TALE Elemente enthält. Ausgewählte TALE repeats können genutzt werden, um DNA-Bindungsdomänen zu entwickeln, die dann bestimmte endogene DNA-Sequenzen in Säugerzellen erkennen können (Abb. 3). Solche TALENs können erfolgreich eingesetzt werden, um endogene Gene zu modifizieren und die DNA effektiv zu schneiden, was dann zum NHEJ und in Folge zu den gewünschten Mutationen führen kann.

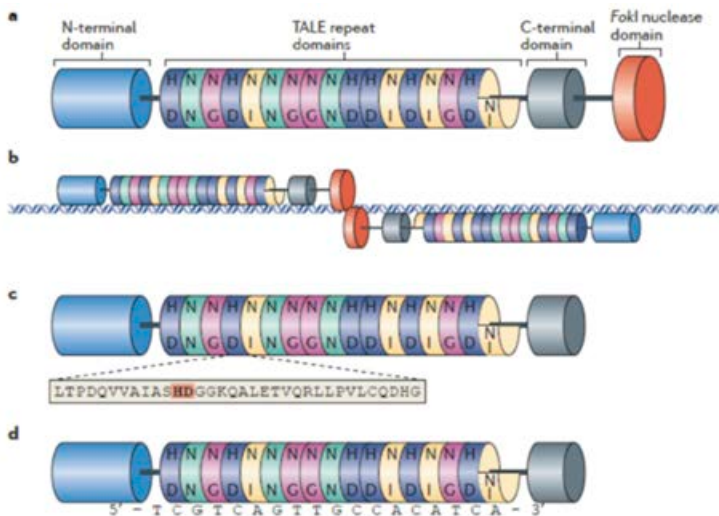


Abb. 3: Molekulare Struktur von TALENs

Das CRISPR System entstammt aus Bakterien und Archaeen, wo es das RNA geleitete adaptive Immunsystem induziert, um Fremd-DNA zu zerstören. Das am meisten verwendete CRISPR System stammt von *Streptococcus pyogenes* und benötigt ein NGG Protospacer adjacent motif (PAM), wobei N im Prinzip jedes beliebige Nukleotid darstellen kann (BHAYA et al., 2011; TERNIS und TERNIS 2011; WIEDENHEFT et al., 2012) (Abb. 4).

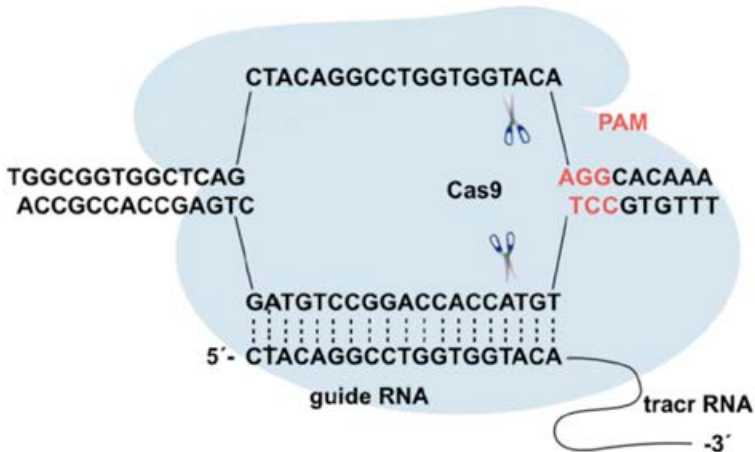


Abb. 4: Molekulare Struktur von CRISPR/Cas

CRISPR scheinen eine ähnliche Spezifität und Effizienz wie ZFNs und TALENs zu besitzen. Sie sind jedoch einfacher herzustellen, leichter zu handhaben und zudem sehr effizient und relativ kostengünstig herzustellen. Durch bestimmte molekulare Modifikationen kann die Spezifität weiter verbessert werden, z.B. durch die Entwicklung von CRISPR Vektoren mit Nickase-Aktivität (SHEN et al., 2014).

Meganukleasen waren die zuerst entdeckten molekularen Scheren, mit denen DNA innerhalb eines Wirtgenoms gezielt geschnitten werden konnte. Die neuen, synthetisch hergestellten molekularen Scheren wie ZFNs, TALENs und CRISPR/Cas können entweder direkt (Injektion) in die Zielzellen (Oozyten oder frühe Embryonen) oder über Transfektion in somatische Zellen eingebracht werden, wo sie zu den gewünschten genetischen Mutationen führen. Der Ablauf in der Produktion von genetisch veränderten Tieren mit Hilfe von DNA-Nukleasen ist in Tabelle 1 gezeigt (PETERSEN und NIEMANN, 2015a).

Tab. 1: Ablauf beim Einsatz von DNA Nukleasen

1	Design der genspezifischen DNA Nukleasen
2	Erstellung geeigneter Plasmide mit genspezifischen DNA Nukleasen,
3	Einbringen der Plasmide/Nukleasen in Zellen (somatisches Klonen), Oozyten oder frühe Embryonen (Mikroinjektionen)
4	Überprüfung der Effizienz der Transfektion oder Mikroinjektion (Anteil mono- und biallelischer genetischer Veränderungen)
5	Anreicherung und Aufreinigung der Zellen mit der gewünschten genetischen Veränderung
6	Sequenzierungen der jeweiligen Zielgene zur Darstellung der genetischen Modifikationen
7	Überprüfung auf Off-target Veränderungen
8	Charakterisierung des Phänotyps der genetischen Modifikation

Anwendung von DNA-Nukleasen für das Gen-Editing beim Schwein

ZFNs sind bereits vielfach eingesetzt worden, um genetische Modifikationen beim Nutztier zu induzieren (HAUSCHILD-QUINTERN et al., 2013). In unserem Labor wurden die ersten lebenden Schweine mit einem biallelischen Knockout eines endogenen Gens mit Hilfe von ZFNs und somatischen Klonen bereits vor einigen Jahren produziert (HAUSCHILD et al. 2011). Dazu wurden fetale Fibroblasten mit einem Paar von Zinkfinger Plasmiden, die spezifisch gegen Exon 8 des α 1,3 Galactosyltransferase Gens (GGTA1/ α Gal) gerichtet waren, transfiziert. Dies führte zu Zellen mit ~1% biallelischen Mutationen; die GGTA1-KO Zellen konnten anschließend mit Hilfe von magnetischen Kügelchen angereichert und dann im Kerntransfer verwendet werden. Es wurden mehrere lebende GGTA1-KO Schweine nach Klonen von fetalen Fibroblasten mit dem mutierten Genort geboren. Die Sequenzierung des Gal-Genorts ergab zwei homozygote und drei heterozygote Mutationen. Tiere mit einem biallelischen Knockout wiesen keine Gal-Epitope mehr auf ihren Zelloberflächen auf und zeigten die gewünschten biologischen Effekte, indem α Gal-KO Zellen in einem In-vitro Test gegen komplementvermittelte Lysis resistent waren (HAUSCHILD et al., 2011). Dies ist eine wesentliche Voraussetzung für den erfolgversprechenden Einsatz solcher Tiere in der Xenotransplantation (NIEMANN und PETERSEN, 2016). Diese Ergebnisse zeigen, dass Schweine mit einem biallelischen Knockout für ein endogenes Gen bereits innerhalb von nur 6 Monaten produziert werden können, was wesentlich schneller ist als mit konventionellen homologen Rekombinationsverfahren.

Weitere genetische Veränderungen bei Nutztieren mit Hilfe von ZFNs wurden berichtet. So wurde der transgene EGFP (enhanced green fluorescent protein) Locus mit Hilfe eines ZFN Plasmids beim Schwein ausgeschaltet (WATANABE et al., 2010; WHYTE et al., 2011). Obwohl das Transgen in mehreren Kopien im Genom vorhanden war, war die EGFP Fluoreszenz stark reduziert; nur vereinzelt war noch Fluoreszenz in mutierten Zellen zu erkennen, was darauf hindeutet, dass einzelne Kopien nicht stillgelegt worden waren (WHYTE et al., 2011). Dies Ergebnis zeigt auch, dass Transgene von DNA-Nukleasen ausgeschaltet werden können und zudem die Möglichkeit der Beeinflussung multipler Genloci besteht. Das Peroxisome Proliferator-activated Receptor Gamma (PPAR- γ) Gen ist monoallelisch im Schwein mit Hilfe spezifischer ZFNs ausgeschaltet worden. Es wurden zwei lebende Schweine mit einer Mutation in einem der beiden PPAR- γ Allele berichtet (YANG et al., 2011). PPAR- γ mutierte Schweine werden als wichtiges Modell für grundlegende Arbeiten über kardiovaskuläre Erkrankungen beim Menschen angesehen.

Eine viel versprechende Anwendung des Gen-Editings kann die Induktion oder die Erhöhung einer genetischen Resistenz gegen verschiedene Erkrankungen sein. Durch TALEN vermittelte Modifikation des RELA-Gens (V-Rel Avian Reticuloendotheliosis Viral Oncogene Homolog A) soll eine erhöhte Resistenz gegen das Virus der afrikanischen Schweinepest (ASF-Virus) im Hausschwein induziert werden. Die RELA-Variante im afrikanischen Warzenschwein kann nach derzeitigem Erkenntnisstand vermutlich zu einer Resistenz gegenüber Erkrankungen durch das Afrikanische Schweinepest (ASP) Virus führen. Zurzeit ist noch offen, ob Hausschweine mit der gewünschten Variante gegen Infektionen mit ASP Virus wirklich resistent sind; Infektionsversuche stehen noch aus (PALGRAVE et al., 2011; LILLICO et al., 2013).

Ein gutes Beispiel für den Einsatz von DNA-Nukleasen ist die Erstellung von Schweinen mit einer genetisch determinierten Resistenz gegen die Infektion mit dem PRRS Virus (Porcine reproductive and respiratory syndrome virus) (WHITWORTH et al., 2016). Mit Hilfe von CRISPR/Cas wurde das Gen für CD163, einem membranständigen Rezeptor, der für ein Makrophagen Differenzierungsantigen codiert, ausgeschaltet (Knockout). Nach Infektion von Wildtyp Tieren und Tieren mit dem CD163 Knockout mit dem PRRS Virus erkrankten alle Wildtyp Tiere und zeigten die typischen Symptome (Fieber und Atembeschwerden) einer PRRS Erkrankung, während die Tiere mit dem Knockout auch über einen längeren Zeitraum völlig gesund blieben. Histologische Aufnahmen zeigten, dass die Lungen von Tieren mit dem Knockout völlig gesund waren, während in den erkrankten Tieren typische Bilder einer akuten Lungenerkrankung vorhanden waren. PRRS spezifische DNA und Antikörper wurden ausschließlich in Wildtyp Tieren nach der Infektion gefunden. Diese Ergebnisse zeigen sehr eindrucksvoll, dass mit Hilfe des Gen-Editing gegen bestimmte Erkrankungen eine genetisch determinierte Resistenz erreicht werden kann (WHITWORTH et al., 2016).

Beim Schwein ist ferner über TALEN vermittelten Knockout bei einer Reihe von Genen berichtet worden, die besonders für die Erstellung von Krankheitsmodellen für bedeutsame humane Erkrankungen relevant sind. Dies betrifft insbesondere das LDL (Low density lipoprotein receptor) Gen und das DMD (dystrophin) Gen (CARLSON et al., 2012). Mehrere Nachkommen mit mono- und biallelischen Mutationen des LDL Gens konnten erstellt werden, die als Modell für die familiäre Hypercholesterolämie beim Menschen dienen. Das DMD-Gen konnte in einem hohen Anteil der Zellen mutiert werden; auch der Anteil an biallelischen Mutationen war mit ~30% sehr hoch. Damit können Schweine mit einem Phänotyp der Duchenne Muscular Dystrophie erstellt werden.

Durch CRISPR induzierte Mutation im Exon 5 des von-Willebrand-Faktor Gens (vWF) nach Injektion in Schweinezygoten konnten Schweine mit einem biallelischen Knockout des vWF-Gens produziert werden (HAI et al., 2014). Die Schweine haben normale Vitalität, was anzeigt, dass die Mutation nicht mit der embryonalen und fetalen Entwicklung interferiert. Tiere mit einer Mutation im vWF-Gen können als Krankheitsmodell für Koagulationsstörungen oder in der Xenotransplantationsforschung von Bedeutung sein. Auch der porcine p65 Locus konnte mit Hilfe von CRISPR/Cas in fetalen Fibroblasten erfolgreich mutiert werden (TAN et al., 2013), ebenso wie das APC (Adenomatous-polyposis-coli) Gen. Zielsetzung dieser Experimente ist es ein Großtiermodell für die Ausbildung bestimmter Tumoren, die beim Menschen häufiger auftreten, zu erstellen. Mit Hilfe von CRISPR/Cas wurden Schweine mit einem Knockout des MHC Klasse 1-Systems berichtet (REYES et al., 2014). Zellen mit einem biallelischen KO wurden im Kerntransfer verwendet und Schweine ohne MHC Klasse 1 Proteine auf der Zelloberfläche geboren. Die Schweine hatten reduzierte CD4-CD8 T-Zellen im peripheren Blut, entwickelten sich aber trotzdem normal (REYES et al., 2014). Diese Schweine sind für die immunologische Grundlagenforschung von großer Bedeutung.

In eigenen Untersuchungen führte der CRISPR/Cas vermittelte Gen-Knockout für α -Gal zu 10% fetalen porcinen Fibroblasten mit einem homozygoten Knockout für das α Gal Gen. Das CRISPR/Cas System kann auch eingesetzt werden, um multiple genetische Modifikationen in einem Experimentalansatz zu induzieren. Kürzlich wurde über den Knockout von 62 PERV Loci (Porcine endogenous Retrovirus) in einer porcinen Zelllinie berichtet (YANG et al., 2015). Dies bedeutet, dass mit Hilfe von CRISPR/Cas alle PERVs ausgeschaltet werden können, was die Sicherheit porciner Xenotransplantate deutlich erhöhen würde. Über die Vitalität dieser Zellen und ihre Fähigkeit, nach somatischem Klonen zu lebenden Nachkommen zu führen, ist noch nichts bekannt.

Voraussetzungen für die Anwendung von DNA-Nukleasen

Der erfolgreiche Einsatz von DNA-Nukleasen erfordert eine Reihe von wichtigen Voraussetzungen. Besonders bedeutsam ist ein höchst möglicher Grad an Spezifität. Es muss sichergestellt sein, dass sogen. Off-target DNA Änderungen (d.h. Mutationen der DNA, die nicht die Ziel-DNA betreffen) ausgeschlossen

sind. Diese können mit Hilfe von speziellen Algorithmen identifiziert und das Vorhandensein kann molekulargenetisch geprüft werden. Alle bisherigen Arbeiten haben ergeben, dass sowohl bei ZFNs, TALENs und CRISPR nur ein sehr geringer Anteil an Off-target Mutationen zu erwarten ist.

Die verschiedenen Nuklease Systeme haben bestimmte Vor- und Nachteile (Tabelle 2). Die Selektion einer DNA-Nuklease für einen spezifischen Zweck sollte in Abhängigkeit von der gewünschten Fragestellung erfolgen. Alle drei Systeme können in somatischen Zellen eingesetzt werden, was dann das somatische Klonen für die Produktion von Tieren mit den gewünschten genetischen Veränderungen erforderlich macht. Die DNA-Nukleasen können aber auch durch Injektion in Oozyten oder frühe Embryonen (Zygoten) eingebracht werden, die dann nach Übertragung auf Empfängertiere zu Nachkommen mit den gewünschten genetischen Veränderungen führen können. Ein Vorteil des Klonansatzes ist, dass auf der zellulären Ebene vorab die gewünschte genetische Modifikation identifiziert und die Zellen entsprechend selektiert werden können, sodass die Wahrscheinlichkeit, relativ zeitnah ein Tier mit der gewünschten genetischen Modifikation zu erstellen, deutlich höher ist als mit der Injektionsmethode. Hervorzuheben ist die Möglichkeit, mit einem Ansatz Tiere mit einem biallelischen Knockout zu erstellen.

Tab. 2: Vor- und Nachteile von DNA Nukleasen zur Induktion von genetischen Modifikationen bei Nutztieren

Vorteile	Keine genomische Integration des Vektors (transiente Transfektion) Keine Antibiotika Selektionskassette Hohe Effizienz beim Gen Targeting Biallelischer Gen Knockout möglich in einem Ansatz DNA Nukleasen können in Wirtszellen (Oozyten, Embryonen) injiziert oder in somatische Zellen transfiziert werden Somatische Zellen scheinen weniger „gestresst“ zu sein als nach konventionellem Gen Targeting In Verbindung mit der Selektion über magnetische Kugeln sehr effektiv zur Produktion reiner Zellpopulationen mit dem angestrebten Knockout
Nachteile	Mögliche Off-target Mutationen Qualität der DNA-Nukleasen ist abhängig vom bioinformatischen Programm Die Verwendung genspezifischer DNA Nukleasen kann mit patentrechtlichen Limitationen verbunden sein, kann ggf. teuer sein

Perspektiven für den Einsatz von DNA-Nukleasen in der Schweinezucht

Die molekularen Scheren, wie ZFNs, TALENs und CRISPR/Cas sind dabei, die naturwissenschaftliche Forschung zu revolutionieren und insbesondere in der individuellen Medizin zu großen Fortschritten zu führen. Sie sind ferner von großer Bedeutung für die Entwicklung von Großtiermodellen für wichtige humane Erkrankungen und die Entwicklung neuer Therapieformen dafür, für die Generierung funktionaler Xenotransplantate oder die Produktion rekombinanter pharmazeutisch aktive Proteine. Das Hausschwein ist besonders gut geeignet für diese Zwecke, weil es in genetischer, anatomischer als auch physiologischer Hinsicht zahlreiche Ähnlichkeiten mit den Menschen aufweist (NIEMANN, 2013).

ZFNs, TALENs und CRISPR/Cas sind innerhalb von kurzer Zeit zu wertvollen Hilfsmitteln geworden, um genetische Modifikationen auch im komplexen Säugerorganismus zu induzieren und studieren zu können. Sie werden auch für die Schweinezucht von großer Bedeutung sein, zum einen für die Produktion von Tieren mit neuen genetischen Eigenschaften für die Biomedizin, aber auch für die Induktion genetischer Polymorphismen (SNP) mit züchterischer Bedeutung oder zur Korrektur bestimmter Gendefekte. Die Verwendung von DNA-Nukleasen erfordert die Integration in die vorhandenen Zuchtsysteme, die auf dem genomischen Zuchtwert basieren. Erste Berechnungen zur Integration in vorhandene Zuchtsysteme liegen bereits vor und zeigen ein großes Potential für genetische Fortschritte, insbesondere bei multipler Verwendung des Gen-Editings (JENKABBO et al, 2015).

ZFNs, TALEN und CRISPR/Cas sind wertvolle neue Hilfsmittel zur Erforschung und Veränderung der Genome, um dadurch genetische Erkrankungen besser zu verstehen und zu behandeln zu können; sind aber ebenso vielversprechend zur Verbesserung der landwirtschaftlichen Schweineproduktion.

Zusammenfassung

Auch für das Schwein liegen inzwischen informative Genkarten vor, die die Grundlage für die Entwicklung neuer Züchtungskonzepte und gezielte genetische Modifikationen bilden. In den letzten Jahren sind zudem sogenannte molekulare Scheren, wie Zinkfinger Nukleasen (ZFNs), TALEN (Transcription activator-like effector nuclease) und CRISPR/Cas (clustered regularly interspaced short palindromic repeats) entwickelt worden, die gezielte genetische Veränderungen induzieren können. Dies geschieht im Wesentlichen durch Steigerung der DNA Mutationsrate über Induktion von Doppelstrangbrüchen an vorbestimmten genomischen Stellen. Die Anwendung dieser molekularen Scheren wird auch Gen Editing genannt. Im Vergleich zu konventionellen homologen Rekombinationstechniken können molekulare Scheren die Targeting Rate um bis zu 10.000-fach erhöhen und die Ausschaltung eines Gens über mutagene DNA Reparaturmechanismen wird mit ähnlicher Frequenz stimuliert. Der erfolgreiche Einsatz der molekularen Scheren ist in unterschiedlichen Organismen, wie Insekten, Amphibien, Pflanzen und Säugern, einschließlich Nutztiere und Mensch, gezeigt

worden. Das CRISPR/Cas System kann sogar multiple Sequenzen in einem Ansatz mutieren und scheint in dieser Hinsicht ZFNs oder TAL überlegen zu sein. Die zurzeit vorliegenden Resultate zeigen, dass die molekularen Scheren für jedes Gen in jedem Organismus erfolgreich eingesetzt werden können und damit wertvolle Hilfsmittel für Studien zum Verständnis komplexer biologischer Systeme, zur Produktion genetisch modifizierter Tiere sowohl für landwirtschaftliche als auch für biomedizinische Zielsetzungen, zur Erstellung spezifischer Zelllinien, für die Züchtung genetisch modifizierter Pflanzen und sogar für die Behandlung humaner genetischer Erkrankungen sind. Im Folgenden wird der aktuelle Stand zur Anwendung molekularer Scheren als neues Hilfsmittel zukunftsorientierter Zuchtstrategien in der Schweinezucht und -produktion dargestellt.

Literaturverzeichnis

BHAYA, D.; M. DAVISON and R. BARRONGOU (2011): CRISPR/Cas systems in bacteria and archaea: versatile small RNAs for adaptive defense and regulation. *Annu. Rev. Genet.* 45, 273-297.

CARLSON, D.F.; W. TAN, S.G. LILICO, D. STVERAKOVA, C. PROUDFOOT, M. CHRISTIAN, D.F. VOYTAS, C.R. LONG, C.B. WHITELOW and S.C. FAHRENKRUG (2012): Efficient TALEN mediated gene knockout in livestock. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 109, 17382-17387.

GROENEN, M.A.M.; A.L. ARCHIBALD, H. UENISHI, C.K. TUGGLE, Y. TAKEUCHI, M.F. ROTHSCHILD, C. ROGEL-GAILLARD, C. PARK, D. MILAN, H.J. MEGENS, S. LI, D.M. LARKIN, H. KIM, L.A.F. FRANTZ, M. CACCAMO, H. AHN, B.L. AKEN, A. ANSELMO, C. ANTHON, L. AUVEL, B. BADAoui, C.W. BEATTIE, C. BENDIXEN, D. BERMAN and F. BLECHA (2012): Analyses of pig genomes provide insight into porcine demography and evolution. *Nature* 491, 393-398.

HAI, T.; F. TENG, R. GUO, W. LI and Q. ZHOU (2014): One-step generation of knockout pigs by zygote injection of CRISPR/Cas system. *Cell Research* 24, 372-375.

HAUSCHILD, J.; B. PETERSEN, Y. SANTIAGO, A.L. QUEISSER, J.W. CARNWATH, A. LUCAS-HAHN, L. ZHANG, X. MENG, P.D. GREGORY, R. SCHWINZER, G.J. COST and H. NIEMANN (2011): Efficient generation of a biallelic knockout in pig using zinc-finger nucleases. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 108, 29, 12013 – 12017, doi: 10.1073 / pnas.1106422108.

HAUSCHILD-QUINTERN, J.; B. PETERSEN, G.J. COST and H. NIEMANN (2013): Gene knockout and knockin by zinc-finger nucleases: current status and perspectives. *Cell Mol Life Sci.* 70, 2969-2983.

JENKO, J.; G. GORJANC, M.A. CLEVELAND, R.K. VARSHNEY, C.B.A. WHITELAW, J.A. WOOLIAMs and J.M. HICKEY (2015): Potential of promotion of alleles by genome editing to improve quantitative traits in livestock breeding programs. *Genetics Sel. Evolution* 47, 55.

LILLICO, S.; C. PROUDFOOT, D.F. CARLSON, D. STVERAKOVA, C. NEIL, C. BLAIN, T. KING, W.A. RITCHIE, S. TAN, A. MILEHAM, D. McLAREN, S.C. FAHRENKRUG and B. WHITELAW (2013): Live pigs produced from genome edited zygotes. *Scientific Reports* 3: 2847/doi:10.1038/srep02847.

NIEMANN, H. (2013): Pigs as model systems for biomedical research. In: Rodriguez-Martinez, H.; N.M. Soede und W.L. Flowers (eds.) *Control of Pig Reproduction IX*. Context Products Ltd., Leicestershire, UK, ISBN 978-1-89907-3484, pp. 267-286.

NIEMANN, H. and B. PETERSEN (2016): The production of multi-transgenic pigs: Update and perspectives for xenotransplantation. *Transgenic Res.* 25, 361-374.

PETERSEN, B. and H. NIEMANN (2015a): Molecular scissors and their application in genetically modified farm animals. *Transgenic Res.* 24, 381-396.

PETERSEN, B. and H. NIEMANN (2015b): The future of transgenic farm animal production with emphasis on pigs. *CAB-Reviews* 9, 44.

PALGRAVE, C.J.M.; L. GILMOUR, C.S. LOWDEN, S.G. LILLICO, M.A. MELLENCAMP and C.B. WHITELAW (2011): Species-specific variation in RELA underlies differences in NF- κ B activity: a potential role in African swine fever pathogenesis. *J. Virol.* 85, 6008-6014.

REYES, L.M.; J.L. ESTRADA, Y.Z. WANG, R.J. BLOSSER, R.F. SMITH, R.A. SIDNER, L.L. PARIS, R.L. BLANKENSHIP, C.N. RAY, A.C. MINER, M. TECTOR and A.J. TECTOR (2014): Creating class I MHC-Null pigs using guide RNA and the Cas9 endonuclease. *J. Immunology* 193, 5751-5757.

ROUET, P.; F. SMITH and M. JASIN (1994): Expression of a site-specific endonuclease stimulates homologous recombination in mammalian cells. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 91, 6064-6068.

SHEN, B., W. ZHANG, J. ZHANG, J. ZHOU, J. WANG, L. CHEN, L. WANG, A. HODGKINS, V. IYER, X. HUANG and W.C. SKARNES (2014): Efficient genome modification by CRISPR-Cas9 nickase with minimal off-target effects. *Nature Methods* 11, 399-402.

TERNS, M. and R.M. TERNS (2011): CRISPR-based adaptive immune systems. *Curr. Opin. Microbiol.* 14, 321-327.

WATANABE, M.; K. UMEYAMA, H. MATSUNARI, S. TAKAYANAGI, E. HARUYAMA, K. NAKANO, T. FUJIWARA, Y. IKEZAWA, H. NAKAUCHI und H. NAGASHI-

MA (2010): Knockout of exogenous EGFP gene in porcine somatic cells using zinc-finger nucleases. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 402, 14-18.

WHITWORTH, K.M.; R.R.R. ROWLAND, C.L. EWEN, B.R. TRIBLE, M.A. KERRIGAN, A.G. CINO-OZUNA, M.S. SAMUEL, J.E. LIGHTNER, D.G. McLAREN, A.J. MILEHAM, K.D. WELLS and R.S. PRATHER (2016): Gene-edited pigs are protected from porcine reproductive and respiratory syndrome virus. *Nature Biotech.* 34, 20-22.

WHYTE, J.J.; J. ZHAO, K.D. WELLS, M.S. SAMUEL, K.M. WHITWORTH, E.M. WALTERS, M.H. LAUGHLIN and R.S. PRATHER (2011): Gene targeting with zinc finger nucleases to produce cloned eGFP knockout pigs. *Molecular Reproduction and Development* 78 (1):2. doi:10.1002/mrd.21271.

YANG, D.; H. YANG, W. LI, B. ZHAO, Z. QUYANG, Z. LIU, Y. ZHAO, N. FAN, J. SONG, J. TIAN, F. LI, J. ZHANG, L. CHANG, D. PEI, Y.E. CHEN and L. LAI (2011): Generation of PPAR gamma mono-allelic knockout pigs via zinc-finger nucleases and nuclear transfer cloning. *Cell Res.* doi: 10.1038/cr.2011.70.

YANG, L.; M. GUELL, D. NIU, H. GEORGE, E. LESHA, D. GRISHIN, J. AACH, E. SHROCK, W. XU, J. POCHI, R. CORTAZIO, R.A. WILKINSON, J.A. FISHMAN and G. CHURCH (2015): Genome-wide inactivation of porcine endogenous retroviruses (PERVs). *Science Express* doi/10.1126/science.aad1191.

Sortierung von Ebersperma - ein Update

D. Rath¹

Inhalt

Wie bei anderen Säugetieren erfolgt die geschlechtsspezifische Sortierung von Schweinesperma auf Basis der quantitativen Durchflusszytometrie und erzeugt hohe Trenngenaugkeiten. Ein wesentlicher Nachteil dieser Technik ist die individuelle Identifizierung jeder Samenzelle, wodurch die Effizienz der Ejakulat-aufbereitung begrenzt ist. Sie stellt daher bislang keinen adäquaten Ersatz für die Umgehung der Kastration männlicher Ferkel dar. Zurzeit werden mehrere Ansätze verfolgt, gesextes Schweinesperma für die kommerzielle Anwendung in ausreichender Menge verfügbar zu machen. Interessante Möglichkeiten ergeben sich aus der Nanotechnologie, mit deren Hilfe ein System der qualitativen Signaldifferenz zwischen den beiden Spermienpopulationen etabliert wird. Beispielsweise werden hocheffizient funktionalisierte Bio-Nano-Sonden dazu verwendet, um über die Messung der Plasmonresonanz technisch nutzbare Signale für den Sortierprozess zu verwerten. In einem weiteren Forschungsansatz werden magnetisierbare Nanopartikel in das germinative Gewebe des Hodens eingeschleust, um lokal durch milde Erwärmung die Spermatogenese als auch die Hormonbildung dauerhaft zu unterbinden und somit geruchsfreies Eberfleisch zu erzeugen. Auch molekulargenetische Verfahren, die insbesondere durch „Gene Editing“ mit wenig apparativem Aufwand eine Geschlechtsselektion ermöglichen könnten, werden zurzeit geprüft. In absehbarer Zeit sollten daher Methoden kommerziell nutzbar werden, die die limitierte Sortierung von Ebersamen im Flowzytometer ablösen.

Einführung

Bereits vor mehr als 25 Jahren wurden die ersten Nachkommen unter Verwendung von gesextem Sperma geboren (JOHNSON et al., 1989). Über erste Ferkel berichtete JOHNSON (1991) nach Besamung von gesextem Sperma in den Eileiter. Heute befindet sich die sogenannte Beltsville Sperm Sexing Technology des USDA weltweit für Rindersperma in einem fortgeschrittenen Stadium der Kommerzialisierung, insbesondere durch Aktivitäten des Lizenznehmers XY Inc. bzw. dessen Nachfolger Sexing Technologies, LLC (Navasota, TX). In der Schweinebesamung fehlt die wirtschaftliche Umsetzung, was darauf zurück zu führen ist, dass für die Sauenbesamung im Vergleich zu Wiederkäuern sehr viele Spermien benötigt werden. Die Ferkelerzeuger würden von der Verwendung gesexter Spermien deutlich profitieren und mehr weibliche Ferkel produzieren können. Außerdem ließe sich mit einem Selektionsverfahren für die Befruchtung mit weiblichen Spermien das Kastrationsproblem beheben. Über die entsprechenden technischen und züchterischen Entwicklungen wurde mehrfach

¹ Friedrich-Löffler-Institut (FLI), Institut für Nutztiergenetik, Mariensee

berichtet (RATH und JOHNSON, 2008; RATH et al., 2009; RATH et al., 2013). Im Folgenden sind die wesentlichen Möglichkeiten und Begrenzungen der Technik zusammengefasst.

Durchflusszytometrie

Die Spermien-sortierung mittels Durchflusszytometrie beruht auf der Erfassung und Analyse quantitativer Emissionssignale, die von Spermien nach Anfärbung mit einem Fluoreszenzfarbstoff und Anregung durch einen UV Laser gemessen werden können. Hierbei wird die Fluoreszenz der Gesamt-DNA im Spermienkopf erfasst und der relative Unterschied zwischen den Y- und X- Chromosom tragenden Spermienpopulationen als Signal für die Trennung im elektrostatischen Feld genutzt. Voraussetzung ist, dass jede Samenzelle einzeln analysiert wird und die Position ihres Kopfes orthogonal zum Laserstrahl ausgerichtet ist. Diese Bedingungen sind der limitierende Faktor für die Sortierung im Durchflusszytometer. (JOHNSON et al., 1987a,b; JOHNSON et al., 1989). Detaillierte Beschreibungen zu dem Instrumentenaufbau, Sortierprotokollen und technische Optimierungen dieses Sortierverfahrens sind in verschiedenen Artikeln dokumentiert (z.B. JOHNSON, 1997; RENS et al., 1998; JOHNSON und WELCH, 1999; RATH et al., 2009). Je nach technischen Stand der Flowzytometer sind mehrere Stunden Sortierzeit erforderlich, um eine ausreichende Spermienzahl für eine postzervikale Besamung zur Verfügung zu stellen. Selbst bei tief intrauteriner Besamung, für die nur 100 Millionen Spermien benötigt werden, ist der Sortiervorgang zu langsam, um eine flächendeckende Bereitstellung von gesexetem Ebersperma zu realisieren.

Hinzu kommt, dass die Empfindlichkeit der sortierten Spermien gegenüber hoher Verdünnung und Kryokonservierung zunimmt, was u.a. darauf zurückzuführen ist, dass die Spermienmembran kapazitationsähnlichen Veränderungen während der Sortierung unterliegt (MAXWELL und JOHNSON, 1997; MAXWELL et al., 1998). Außerdem ist festzuhalten, dass das elektrostatische Feld die Mitochondrien im Schwanzmittelstück beeinträchtigt. Transmissions-elektronen-mikroskopische Aufnahmen zeigten deutlich Schäden der Cristae, die vermutlich durch Membrandepolarisation und reaktive Sauerstoffspezies (ROS) hervorgerufen wurden, und eine Verkürzung der Lebensdauer der Spermien bewirken (KLINC und RATH, 2007; RATH et al., 2013). Im Gegensatz dazu zeigten immunhistologische Anfärbungen der Spermien, dass der Metabolismus durch den Sortierprozess nicht beeinflusst zu werden scheint (BUCCI et al., 2013; TAMANINI et al., 2013). Außerdem können durch Zugabe von Antioxidantien Motilitätseigenschaften und Überlebensdauer der sortierten Spermien verbessert werden (KLINC und RATH 2007; XIA et al., 2012). Zu berücksichtigen ist der Anteil an Seminalplasma, der auf die Sortirraten aber nicht auf die Langzeitkonservierung nach Sortierung einen Einfluss hat (ALKMIN et al., 2014 a-c). Eine Alternative für eine schnellere Sortierung könnte sich durch die Verwendung von Mikrofluidik-Chips ergeben, wie sie zum Beispiel in mehreren Patentanmeldungen beschrieben wird (US020140273192; US020140273179;

US020140273059). Unabhängig davon, wie die Geschlechtsunterschiede der DNA hierfür technisch ausgewertet werden, könnte der parallele Sortieransatz von Vorteil sein, um größere Spermamengen bereitzustellen.

Qualitative Signale

Im Gegensatz zur quantitativen Sortiertechnik, würde es viel effizienter sein, geschlechtsbezogene Spermieigenschaften zu identifizieren, um eine effizientere Sortierung darzustellen. Da der einzige sicher bekannte Faktor zur Unterscheidung der Heterosomen deren unterschiedliche DNA-Sequenz ist, wird an Techniken geforscht, diese zu markieren. Eine nicht-destruktive Methode um Y-Chromosom-spezifische Sequenzen zu kennzeichnen, beruht auf der sogenannten Hoogsteen Bindung. Sie beschreibt eine dreifach-helikale, T-förmige DNA-Struktur und ist in der Gegenwart von Poly-Purin- und Poly-Pyrimidinsequenzen ausführbar. Die Bindungsstellen befinden sich in der großen Krümmung der Doppelhelix (GHOSH und BANSAL, 2003). Es wurden derartige Bindungsstellen mit einem Suchprogramm herausgefunden und daraus eine Oligonucleotidsonde entwickelt, die die Y-chromosomalen Sequenzen erkennt und eine Hoogsteen Dreifachhelix bildet. Das Oligonukleotid wurde an Gold-Nanopartikel konjugiert, die biochemisch inert sind und nicht auf die Gameten per se als auch auf die Befruchtung auswirken (REHBOCK et al., 2014; TIE-DEMANN et al., 2014). Sie erzeugen ein stabiles, nicht ausbleichendes Signal von hoher Quantenausbeute, wenn sie selektiv in der Nähe der gesuchten Y-chromosomalen Bindungsstelle akkumulieren. Gold-Nanopartikel lassen sich besonders leicht funktionalisieren, wenn sie durch Laserablation in Flüssigkeit hergestellt werden und sofort mit kationischen Substanzen wie Oligonukleotiden und Peptiden in Kontakt kommen (GAMRAD et al., 2014; BARCHANSKI et al., 2011; BARCIKOWSKI und COMPAGNINI, 2013; REHBOCK et al., 2014). Während die Auslösung einer spezifischen Triplex Bindung und Signalgebung unter Laborbedingung etabliert werden konnten, bleibt die kontrollierte Internalisierung von Nanopartikeln durch die intakte Spermienmembran weiter zu erforschen (TAYLOR et al., 2014).

In Kombination mit anderen Biotechniken könnte eine kommerzielle Nutzung von gesextem Sperma denkbar sein. Hierzu müsste aber vor allem das Besamungsverfahren angepasst werden. Die normale Besamungsdosis für Flüssigsperma variiert zwischen 1,5 und 3 Milliarden Spermien bzw. 5 Milliarden für TG-Sperma. Beim Schwein hängt die Dosierung aber anders als z.B. beim Wiederkäuer von der Stelle der Samenablage ab. Der Hauptgrund hierfür ist, dass beim Natursprung z.B. der Bulle das Ejakulat vor der Zervix deponiert, die als Filter fungiert. Bei der Besamung hinter den Gebärmutterhals in den Gebärmutterkörper umgeht man den zervikalen Filter und die Spermien wandern ohne größere Verluste zur utero-tubalen Verbindung und in den Eileiter, wo eine zweite Filtration erfolgt (MULLINS und SAACKE, 1989). Im Gegensatz dazu wird das Sperma vom Eber bei der Bedeckung bereits in den kranialen Teil des Gebärmutterhalses und den Gebärmutterkörper abgelagert.

Die Selektion findet dann im Uterus während der Wanderung zum Eileiter statt und sehr viele Spermien werden entweder an die Uteruswand gebunden (TAYLOR et al., 2008; TAYLOR et al., 2009a-c; JUNGE et al., 2010, 2011) bzw. verlassen durch retrograde Flussrichtung zusammen mit Seminalplasma über den Vaginalbereich den Genitaltrakt nach außen (VIRING und EINARSSON, 1981; STEVERINK et al., 1998; MATTHIJS et al., 2000, 2003). Aufgrund dieser Mechanismen kann die tief-intrauterine Insemination vor der utero-tubal Verbindung auch bei einer signifikanten Reduktion der Spermien zu guten Befruchtungsergebnissen auch mit gesextem Sperma ausreichen (GROSSFELD et al., 2005; MARTINEZ et al., 2001a,b, 2002, 2006; VAZQUEZ et al., 2003, 2005, 2008a,b). Unter Forschungsbedingungen wurde gezeigt, dass selbst eine sehr geringe Anzahl von Spermien (1×10^6) ausreichend war, Trächtigkeiten zu produzieren (KRUEGER et al., 1999; KRUEGER und RATH, 2000). Allerdings zeigen die o.g. Untersuchungen aber auch, dass unter Praxisbedingungen ca. 100 Mill. Spermien erforderlich sind, d.h. mit der quantitativen Sortierung sind weiterhin mehrere Stunden für eine Besamungsportion erforderlich, was die Verwendbarkeit allenfalls bei bestimmten Nukleusherden zulassen würde.

Weitere Verringerungen der Spermienanzahl sind möglich, wenn die Übertragung direkt in den Eileiter durch Laparotomie erfolgt. Hierfür reichen 2×10^5 sortierte oder unsortierte Spermien je Eileiter aus (RATH et al., 1993). Auch eine Laparoskopie ist anwendbar (ROCA et al., 2011, Del OLMO et al., 2014; VAZQUEZ et al., 2008a). Aufgrund des Eingriffes sind beide Techniken aber kein Ersatz für die Eberkastration oder ein kommerziell nutzbares Verfahren um nur weibliche Würfe zu produzieren.

In-vitro-Befruchtung und verwandte Techniken zur Nachkommenproduktion mit gesextem Sperma

Nur sehr wenige Spermien sind erforderlich, um die In-vitro-Befruchtung (IVF) mit in-vivo oder in-vitro gereiften Eizellen durchzuführen. Erste Embryonen aus IVF mit gesextem Eberspermien wurden bereits vor 23 Jahren produziert. In diesen frühen Versuchen wurden in-vivo gereife Kumulus-Oozyten-Komplexe (KOK) von superovulierten präpuberalen Jungsauen kurz vor dem Eisprung gewonnen. Die durchschnittliche Teilungsrate betrug 56,2%. Nach Embryotransfer wurden 10 gesunde weibliche Ferkel geboren (RATH et al., 1993). In weiteren Experimenten mit sortiertem Sperma wurden diese Ergebnisse mit in-vivo und in-vitro gereiften Eizellen verbessert (RATH et al., 1994, 1997; ABEYDEERA et al., 1998; RATH et al., 1999). Auch durch intratubalen Gametentransfer (GIFT) konnten Ferkel mit gesextem Sperma erzeugt werden. Eine andere Technik, mit der ebenfalls Würfe mit gesextem Sperma bereits erstellt wurden erfordert noch weniger Spermien. Für die intrazytoplasmatische Spermieninjektion (ICSI) wird nur eine einzige gesexte Samenzelle pro Eizelle benötigt (PROBST und RATH 2003). Jedoch mit Ausnahme von GIFT sind die genannten In-vitro-Techniken nicht nutzbar, solange der Emb-

ryotranfer chirurgisch oder minimalinvasiv durchgeführt werden muss. Voraussetzung wäre ein effizienteres In-vitro-System, um Morula- und Blastozysten Stadien zu erzeugen.

Die Vermeidung der Kastration durch alternative Maßnahmen

Wie oben beschrieben, kann die Nanotechnologie einen erheblich positiven Einfluss auf Tierzuchtstrategien haben. Nanopartikel werden bereits verwendet, um Medikamente gezielt an den Wirkort zu liefern oder um zu helfen, Tumorgewebe zu zerstören. Zahlreiche Publikationen beschreiben die Möglichkeit mit funktionalisierten, magnetisierbaren Nanopartikeln lokal Wärme zu erzeugen und spezifisches Gewebe zu zerstören (BABINCOVA und BABINEC 2009). BALIVADA et al. (2010) beschreiben ein Verfahren, bei dem Hirntumore durch hohe Wechselstrom Feldenergie erwärmt werden, indem magnetische Kügelchen oder Nanopartikel zur Vibration angeregt werden und Wärme erzeugen. In einem solchen System könnten Hodenstrukturen erwärmt werden und das Keimgewebe so beeinflussen, dass die Spermatogenese und Hormonproduktion unterbunden wird.

Neben diesen technischen Ansätzen, weist evtl. ein komplett anderer Weg in die Zukunft. Durch „Gene Editing“ ist es zum Beispiel denkbar, dass mit Hilfe des CRIPR/cas Systems das Y- Chromosom entweder so modifiziert wird, dass die SRY (Sex Region on the Y- Chromosome) Sequenz nicht mehr die Ausbildung der Hodenanlage initiiert oder dass das Y- Chromosom in seiner Gesamtfunktion so verändert wird, dass die Spermien nicht mehr zur Befruchtung führen und nur noch über X-chromosomale Spermien Nachkommen entstehen.

Insgesamt ist aber festzustellen, dass zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine Technik soweit entwickelt wurde, dass sie unmittelbar für die kommerzielle Produktion ausschließlich weiblicher Ferkel geeignet erscheint. Unberücksichtigt bleiben dabei auch die infrastrukturellen und administrativen Strukturen, die neu zu entwickeln wären, wie z.B. die generelle Herstellung von TG Sperma nach der Sortierung, Versorgung aller Betriebe mit Sperma und Stickstoff etc. Anders als beim Rind ist daher von einem größeren Zeitraum auszugehen, bevor eine der beschriebenen Techniken einsatzfähig ist.

Referenzen

- ABEYDEERA L.R.; L.A. JOHNSON, G.R. WELCH, W.H. WANG, A.C. BOQUEST, T.C. CANTLEY, A. RIEKE and B.N. DAY (1998): Birth of piglets preselected for gender following in vitro fertilization of in vitro matured pig oocytes by X and Y chromosome bearing spermatozoa sorted by high speed flow cytometry. *Theoriology*, 50, 981-988.
- ALKMIN D.V.; I. PARRILLA, T. TARANTINI, D. del OLMO, J.M. VAZQUEZ, E. A. MARTINEZ and J. ROCA (2014a): Influence of high dilution and sorting on the capability of sex-sorted boar sperm to sustain a long-time liquid storage. *Reproduction in Domestic Animals*, 49, 119-119.

ALKMIN D.V.; I. PARRILLA, T. TARANTINI, D. del OLMO, J.M. VAZQUEZ, E. A. MARTINEZ and J. ROCA (2014b): Seminal plasma affects sperm sex sorting in boars. *Reproduction, fertility, and development*. 28 (5), 556-564.

ALKMIN D.V.; I. PARRILLA, T. TARANTINI, L. PARLAPAN, D. Del OLMO, J. M. VAZQUEZ, E. A. MARTINEZ and J. ROCA (2014c): Intra- and interboar variability in flow cytometric sperm sex sorting. *Theriogenology*, 82, 501-508.

BABINCOVA M. and P. BABINEC (2009): Magnetic drug delivery and targeting: principles and applications. *Biomedical papers of the Medical Faculty of the University Palacky, Olomouc, Czechoslovakia*, 153, 243-250.

BALIVADA S.; R.S. RACHAKATLA, H. WANG, T.N. SAMARAKOON, R.K. DANI, M. PYLE, F. O. KROH, B. WALKER, X. LEAYM, O.B. KOPER, M. TAMURA, V. CHIKAN, S. H. BOSSMANN and D .L. TROYER (2010): A/C magnetic hyperthermia of melanoma mediated by iron(0)/iron oxide core/shell magnetic nanoparticles: a mouse study. *BMC cancer*, 10, 119.

BARCHANSKI A.; U. TAYLOR, S. KLEIN, S. PETERSEN, D. RATH and S. BARCIKOWSKI (2011): Golden perspective: application of laser-generated gold nanoparticle conjugates in reproductive biology. *Reproduction in domestic animals = Zuchthygiene*, 46 Suppl 3, 42-52.

BARCIKOWSKI S. and G. COMPAGNINI (2013): Advanced nanoparticle generation and excitation by lasers in liquids. *Physical chemistry chemical physics* : PCCP, 15, 3022-3026.

BUCCI D.; G. GALEATI, E. GIARETTA, C. TAMANINI and M. SPINACI (2013): Sex-sorting of boar spermatozoa does not influence the localization of glucose transporters. *Reproductive biology*, 13, 341-343.

del OLMO D.; I. PARRILLA, J. SANCHEZ-OSORIO, J. GOMIS, M. A. ANGEL, T. TARANTINI, M. A. GIL, C. CUELLO, J. L. VAZQUEZ, J. ROCA, J. M. VAQUEZ and E. A. MARTINEZ (2014): Successful laparoscopic insemination with a very low number of flow cytometrically sorted boar sperm in field conditions. *Theriogenology*, 81, 315-320.

GAMRAD L.; C. REHBOCK, J. KRAWINKEL, B. TUMURSUKH, A. HEISTERKAMP and S. BARCIKOWSKI (2014): Charge Balancing of Model Gold-Nanoparticle-Peptide Conjugates Controlled by the Peptide's Net Charge and the Ligand to Nanoparticle Ratio. *J Phys Chem C*, 118, 10302-10313.

GHOSH A. and M. BANSAL (2003): A glossary of DNA structures from A to Z. *Acta Crystallogr D Biol Crystallogr*, 59, 620-626.

GROSSFELD R.; P. KLINC, B. SIEG and D. RATH (2005): Production of piglets with sexed semen employing a non-surgical insemination technique. *Theriogenology*, 63, 2269-2277.

JOHNSON L. A. (1991): Sex Preselection in Swine - Altered Sex-Ratios in Offspring Following Surgical Insemination of Flow Sorted X-Bearing and Y-Bearing Sperm. *Reproduction in Domestic Animals*, 26, 309-314.

JOHNSON L. A. (1997): Advances in gender preselection in swine. *Journal of reproduction and fertility. Supplement*, 52, 255-266.

JOHNSON L. A.; J. P. FLOOK and H. W. HAWK (1989): Sex preselection in rabbits: live births from X and Y sperm separated by DNA and cell sorting. *Biology of reproduction*, 41, 199-203.

JOHNSON L. A.; J. P. FLOOK and M. V. LOOK (1987a): Flow cytometry of X and Y chromosomebearing sperm for DNA using an improved preparation method and staining with Hoechst 33342. *Gamete research*, 17, 203-212.

JOHNSON L. A.; J. P. FLOOK, M. V. LOOK and D. PINKEL (1987b): Flow sorting of X and Y chromosome-bearing spermatozoa into two populations. *Gamete research*, 16, 1-9.

JOHNSON L. A. and G. R. WELCH (1999): Sex preselection: High-speed flow cytometric sorting of X and Y sperm for maximum efficiency. *Theriogenology*, 52, 1323-1341.

JUNGE S.; U. TAYLOR, H. J. SCHUBERTH, U. BAULAIN and D. RATH (2010): Influence of inseminate components on the presence of leukocytes and spermatozoa in the porcine uterus 2 hours after artificial insemination (AI). *Reprod Domest Anim*, 45, 66-66.

JUNGE S.; U. TAYLOR, H. J. SCHUBERTH, J. GUENTHER, U. BAULAIN and D. RATH (2011): Seminal plasma and spermatozoa modulate gene expression in the porcine uterus. *Reprod Domest Anim*, 46, 105-105.

KLINC P. and D. RATH (2007): Reduction of oxidative stress in bovine spermatozoa during flow cytometric sorting. *Reprod Domest Anim*, 42, 63-67.

KRUEGER C.; D. RATH and L. A. JOHNSON (1999): Low dose insemination in synchronized gilts. *Theriogenology*, 52, 1363-1373.

KRUEGER C. and D. RATH (2000): Intrauterine insemination in sows with reduced sperm number. *Reproduction, fertility, and development*, 12, 113-117.

MARTINEZ E. A.; J. M. VAZQUEZ, J. ROCA, X. LUCAS, M. A. GIL, I. PARRILLA, J. L. VAZQUEZ and B. N. DAY (2001a): Successful non-surgical deep intrauterine insemination with small numbers of spermatozoa in sows. *Reproduction*, 122, 289-296.

MARTINEZ E. A.; J. M. VAZQUEZ, J. ROCA, X. LUCAS, M. A. GIL and J. L. VAZQUEZ (2001b): Deep intrauterine insemination and embryo transfer in pigs. *Reprod Suppl*, 58, 301-311.

MARTINEZ E. A.; J. M. VAZQUEZ, J. ROCA, X. LUCAS, M. A. GIL, I. PARRILLA, J. L. VAZQUEZ and B. N. DAY (2002): Minimum number of spermatozoa required for normal fertility after deep intrauterine insemination in non-sedated sows. *Reproduction*, 123, 163-170.

MARTINEZ E. A.; J. M. VAZQUEZ, I. PARRILLA, C. CUELLO, M. A. GIL, H. RODRIGUEZ-MARTINEZ, J. ROCA and J. L. VAZQUEZ (2006): Incidence of unilateral fertilizations after low dose deep intrauterine insemination in spontaneously ovulating sows under field conditions. *Reproduction in domestic animals = Zuchthygiene*, 41, 41-47.

MATTHIJS A.; W. HARKEMA, B. ENGEL and H. WOELDERS H. (2000): In vitro phagocytosis of boar spermatozoa by neutrophils from peripheral blood of sows. *J Reprod Fertil*, 120, 265-273.

MATTHIJS A.; B. ENGEL and H. WOELDERS (2003): Neutrophil recruitment and phagocytosis of boar spermatozoa after artificial insemination of sows, and the effects of inseminate volume, sperm dose and specific additives in the extender. *Reproduction*, 125, 357-367.

MAXWELL W. M. and L. A. JOHNSON (1997): Membrane status of boar spermatozoa after cooling or cryopreservation. *Theriogenology*, 48, 209-219.

MAXWELL W. M.; C. R. LONG, L. A. JOHNSON, J. R. DOBRINSKY and G. R. WELCH (1998): The relationship between membrane status and fertility of boar spermatozoa after flow cytometric sorting in the presence or absence of seminal plasma. *Reproduction, fertility and development*, 10, 433-440.

MULLINS K. J. and R. G. SAACKE (1989): Study of the Functional-Anatomy of Bovine Cervical Mucosa with Special Reference to Mucus Secretion and Sperm Transport. *Anat Rec*, 225, 106-117.

PROBST S. and D. RATH (2003): Production of piglets using intracytoplasmic sperm injection (ICSI) with flowcytometrically sorted boar semen and artificially activated oocytes. *Theriogenology*, 59, 961-973.

RATH D.; L. A. JOHNSON and G. R. WELCH (1993): In vitro culture of porcine embryos: Development to blastocysts after in vitro fertilization (IVF) with flow cytometrically sorted and unsorted semen. *Theriogenology*, 39, 293-293.

RATH D.; L. A. JOHNSON, G. R. WELCH and H. NIEMANN (1994): Successful gamete intrafallopian transfer (GIFT) in the porcine. *Theriogenology*, 41, 1173-1179.

RATH D.; L. A. JOHNSON, J. R. DOBRINSKY, G. R. WELCH and H. NIEMANN (1997): Production of piglets preselected for sex following in vitro fertilization with X and Y chromosomebearing spermatozoa sorted by flow cytometry. *Theriogenology*, 47, 795-800.

RATH D.; C. R. LONG, J. R. DOBRINSKY, G. R. WELCH, L. L. SCHREIER and L. A. JOHNSON (1999): In vitro production of sexed embryos for gender preselection: high-speed sorting of Xchromosome-bearing sperm to produce pigs after embryo transfer. *Journal of animal science*, 77, 3346-3352.

RATH D. and L. A. JOHNSON (2008): Application and commercialization of flow cytometrically sexsorted semen. *Reproduction in domestic animals = Zuchthygiene*, 43 Suppl 2, 338-346.

RATH D.; G. MOENCH-TEGEDER, U. TAYLOR and L. A. JOHNSON (2009): Improved quality of sexsorted sperm: a prerequisite for wider commercial application. *Theriogenology*, 71, 22-29.

RATH D.; S. BARCIKOWSKI, S. de GRAAF, W. GARRELS, R. GROSSFELD, S. KLEIN, W. KNABE, C. KNORR, W. KUES, H. MEYER, J. MICHL, G. MOENCH-TEGEDER, C. REHBOCK, U. TAYLOR and S. WASHAUSEN (2013): Sex selection of sperm in farm animals: status report and developmental prospects. *Reproduction*, 145, R15-R30.

REHBOCK C.; J. JAKOBI, L. GAMRAD, S. VAN DER MEER, D. TIEDEMANN, U. TAYLOR, W. KUES, D. RATH and S. BARCIKOWSKI (2014): Current state of laser synthesis of metal and alloy nanoparticles as ligand-free reference materials for nano-toxicological assays. *Beilstein journal of nanotechnology*, 5, 1523-1541.

RENS W.; G. R. WELCH and L. A. JOHNSON (1998): A novel nozzle for more efficient sperm orientation to improve sorting efficiency of X and Y chromosome-bearing sperm. *Cytometry*, 33, 476-481.

ROCA J.; J. M. VAZQUEZ, M. A. GIL, C. CUELLO, I. PARRILLA and E. A. MARTINEZ (2006): Challenges in pig artificial insemination. *Reproduction in domestic animals = Zuchthygiene*, 41 Suppl 2, 43-53.

STEVERINK D. W.; N. M. SOEDE, E. G. BOUWMAN and B. KEMP (1998): Semen backflow after insemination and its effect on fertilisation results in sows. *Animal reproduction science*, 54, 109-119.

TAMANINI C.; D. BUCCI, G. GALEATI, E. GIARETTA and M. SPINACI (2013): Sex-sorting of boar spermatozoa does not influence the localization of glucose transporters. *Reproductive biology*, 13, 341-343.

TAYLOR U.; D. RATH, H. ZERBE and H. J. SCHUBERTH (2008): Interaction of intact porcine spermatozoa with epithelial cells and neutrophilic granulocytes during uterine passage. *Reproduction in domestic animals = Zuchthygiene*, 43, 166-175.

TAYLOR U.; H. J. SCHUBERTH, D. RATH, H. W. MICHELMANN, C. SAUTER-LOUIS and H. ZERBE (2009a): Influence of inseminate components on porcine leucocyte migration in vitro and in vivo after pre- and post-ovulatory insemination. *Reprod Domest Anim*, 44, 180-188.

TAYLOR U.; H. ZERBE, H. M. SEYFERT, D. RATH, U. BAULAIN, K. F. A. LANGNER and H. J. SCHUBERTH (2009b): Porcine spermatozoa inhibit post-breeding cytokine induction in uterine epithelial cells in vivo. *Animal reproduction science*, 115, 279-289.

TAYLOR U.; H. ZERBE, H. M. SEYFERT, D. RATH and H. J. SCHUBERTH (2009c): Binding of porcine spermatozoa to uterine epithelial cells modulates the female immune response and might indicate the formation of a pre-oviductal sperm reservoir. *Society of Reproduction and Fertility supplement*, 66, 83-84.

TAYLOR U.; A. BARCHANSKI, S. PETERSEN, W. A. KUES, U. BAULAIN, L. GAMRAD, L. SAJTI, S. BARCIKOWSKI and D. RATH (2014): Gold nanoparticles interfere with sperm functionality by membrane adsorption without penetration. *Nanotoxicology*, 8, 118-127.

TIEDEMANN D.; U. TAYLOR, C. REHBOCK, J. JAKOBI, S. KLEIN, W. A. KUES, S. BARCIKOWSKI and D. RATH (2014): Reprotoxicity of gold, silver, and gold-silver alloy nanoparticles on mammalian gametes. *The Analyst*, 139, 931-942.

VAZQUEZ J. M.; E. A. MARTINEZ, I. PARRILLA, J. ROCA, M. A. GIL and J. L. VAZQUEZ (2003): Birth of piglets after deep intrauterine insemination with flow cytometrically sorted boar spermatozoa. *Theriogenology*, 59, 1605-1614.

VAZQUEZ J. M.; E. A. MARTINEZ, J. ROCA, M. A. GIL, I. PARRILLA, C. CUELLO, G. CARVAJAL, X. LUCAS and J. L. VAZQUEZ (2005): Improving the efficiency of sperm technologies in pigs: the value of deep intrauterine insemination. *Theriogenology*, 63, 536-547.

VAZQUEZ J. M.; J. ROCA, M. A. GIL, C. CUELLO, I. PARRILLA, I. CABALLERO, J. L. VAZQUEZ and E. A. MARTINEZ (2008a): Low-dose insemination in pigs: problems and possibilities. *Reproduction in domestic animals = Zuchthygiene*, 43 Suppl 2, 347-354.

VAZQUEZ J. M.; J. ROCA, M. A. GIL, C. CUELLO, I. PARRILLA, J. L. VAZQUEZ and E. A. MARTINEZ (2008b): New developments in low-dose insemination technology. *Theriogenology*, 70, 1216-1224.

VIRING S. and S. EINARSSON (1981): Sperm distribution within the genital tract of naturally inseminated gilts. *Nordisk veterinærmedicin*, 33, 145-149.

XIA C.; W. XIA, S. YANG, L. AN, X. LI, Z. WU, J. ZHANG, Z. WANG and J. TIAN (2012): Effect of antioxidant supplementation on function and fertility of sex-sorted boar spermatozoa. *Animal reproduction science*, 136, 108-114.

Untersuchungen zum Einfluss verschiedener Besamungstechniken auf die Befruchtungsergebnisse bei Jung- und Altsauen

L. Keil¹, G. Hallfarth², M. Wähler¹

Viele Versuche im Vorgang aus den letzten Jahrzehnten zeigten, dass die intrauterine Besamungstechnik ein sehr interessantes Inseminationsverfahren ist, sich jedoch durch Ihre Komplexität in die Praxis nicht Einführen ließ. Die Schwierigkeiten lagen bei der Handhabung sowie an häufigen Verletzungen im Genitaltrakt der Sau. Bei der intrauterinen Besamung wird mit einem speziellen Katheter-In-Katheter-System das Sperma in der Gebärmutter der Sau abgelegt. Das traditionelle Besamungsverfahren ist in der heutigen Zeit die intrazervikale Besamung. Diese Technik liefert den landwirtschaftlichen Betrieben gute Befruchtungsergebnisse bei Jung- und Altsauen. Doch für die innovative Landwirtschaft werden kontinuierlich Untersuchungen durchgeführt, um Leistungen in den einzelnen Produktionsrichtungen zu steigern und ältere Verfahren zu hinterfragen. Die intrauterine Besamung (IUB) wirbt mit Steigerungen der Leistungen in den Fruchtbarkeitparametern Abferkelrate, Insgesamt geborene Ferkel pro Wurf und des Ferkelindex. Im Gegensatz zu der intrazervikalen Besamung (IZB) soll die IUB zudem durch Ihre geringere Spermienkonzentration zu einem interessanten züchterischen Aspekt sowie zu einer besseren Auslastung hochwertiger Eber führen. Das Prinzip der IUB verdeutlichen die Abbildungen 1 und 2.

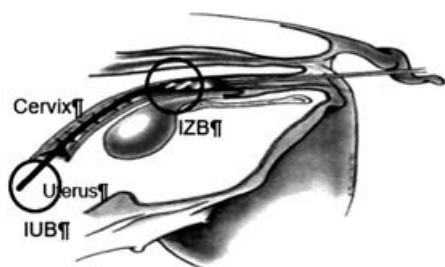


Abb. 1: Prinzip der Besamungstechniken intrauterin und intrazervikal



Abb.2: Katheter-In-Katheter-System für die IUB

1 Hochschule Anhalt, Bernburg

2 Topigs Norsvin, Senden

Zielstellung der Untersuchung

Im Rahmen einer Bachelorarbeit an der Hochschule Anhalt und in Zusammenarbeit mit dem Zuchtunternehmen Topigs Norsvin, verlief vom 20.04.2015 bis zum 02.11.2015 eine Untersuchung hinsichtlich der IUB. Hierbei standen die Auswirkungen auf die Fruchtbarkeitsparameter von Jung- und Altsauen, der Vergleich zur IZB und die Anwendung in der Praxis im Fokus. Im Anschluss wurden die daraus resultierenden Ergebnisse durch Analyseprogramme statistisch abgesichert.

Material und Methode

Der Versuch wurde bei einem Ferkelerzeugerbetrieb mit 600 Sauen der Genetik Topigs Norsvin in Brandenburg durchgeführt. Der Sauenbetrieb wurde nach Rekonstruktion 2013 mit Jungsauen neu belegt und verfügt daher über einen hohen Hygienestatus. Bei einem Zweiwochenrhythmus bilden sich in diesem Sauenbetrieb 10 Sauengruppen zu je 60 Tieren. Der Besamungsversuch umfasste insgesamt 6 Sauengruppen. Die Einteilungen der Gruppen erfolgten im Vorhinein. Dabei lag das Augenmerk auf dem Anteil der Parität der Sauen je Gruppe. Eine Sauengruppe teilte sich in 3 Gruppen auf, Kontrollgruppe (K), Versuchsgruppe 1 (V1) und Versuchsgruppe 2 (V2). Die Versuchsgruppen V1 und V2 wurden mit je 15 Sauen gruppiert und mit der Besamungstechnik IUB (Abb. 3) belegt. Das ergibt in dem gesamten Versuchszeitraum 90 Sauen pro Gruppe. Als Vergleichsgruppe diente die Gruppe K, der die Differenz an Sauen (25-30) zugeteilt wurde. Dabei kam es im gesamten Versuchszeitraum bei 156 Sauen zu traditionellen Belegungen (IZB).



Abb. 3: Ansicht des Genitaltrakts der Sau, mit einem eingeführten intrauterinen Katheter

Die Spermienkonzentrationen teilte sich zu jeder Gruppe unterschiedlich auf. Die Gruppe K wurde mit 1,8 Mrd. in 80 ml Vol. belegt, V1 mit 1 Mrd in 45 ml Vol. und V2 mit 0,5 Mrd in 45 ml Vol. Die Besamungen der Sauen erfolgten terminorientiert durch die betriebsinternen Besamungstechniker und den Versuchsleiter. Dabei lag das Augenmerk bei der IUB besonders auf den Inseminationsablauf. Hierbei war es wichtig die Sauen in einer kleinen Gruppe (3-5 Sauen) in Schritten zu belegen. Dementsprechend wurden alle Anwendungen nachfolgend angewendet. Der schrittweise Ablauf wird in Stichpunkten in der folgenden Tabelle 1 beschrieben.

Tab. 1: Anwendung der intrauterinen Besamung in den einzelnen Schritten

Schritt	Anwendung
1	Vulva reinigen, Vulva mit der vier Fingertechnik nach unten ziehen und den Außenkatheter mit Gel bis zur ersten Zervixfalte einführen, dann kurz zurückziehen (zervikaler Schloss) (Sauen 1-5)
2	Innenkatheter bis zur Schaumstoffspitze schieben (kleiner Widerstand), dann ca. einen Zentimeter (cm) vorsichtig weiterschieben bis zum Überqueren der ersten Zervixfalte, das wird die Sau fühlen und den Innenkatheter kurz ein-klemmen (Sauen 1-5)
3	Innenkatheter, wenn möglich, durch den Rest der Zervix, bis in den Uterus schieben, lässt sich der Innkatheter bei einer Sau nicht weiterschieben, wird diese erst einmal auslassen und später, wenn die anderen vier Sauen besamt sind, zu dieser Sau zurückgekehrt (Sauen 1-5)
4	• Spermatube zwei bis drei Mal schwenken, damit sich Spermien und Verdünner vermischen; Tube an den Katheter stecken und hochhalten; dabei leichten Druck ausüben; auf Ausfluss achten. • Lässt sich das Sperma leicht hereindrücken, kann ein stärkerer Druck auf die Tube ausgeübt werden, bis sie leer ist. • Gibt es Schwierigkeiten, dann den Innenkatheter einen cm zurückziehen und erneut versuchen; eventuell kann ein Knick in dem Innenkatheter sein, dann muss dieser ersetzt werden. • Ist das Ejakulat vollkommen in den Uterus geflossen und die Tube und der Katheter leer, kann der Katheter vorsichtig herausgezogen werden; danach darauf achten, ob Blut oder ein Knick am Katheter vorhanden ist (Sauen 1-5).
5	Dokumentation (Liste) (Sauen 1-5)

Ergebnisse

In den folgenden Abschnitten werden die Ergebnisse, in Anlehnung an die genannten Zielstellungen, vorgestellt. Dabei stehen die folgenden Parameter, Gesamt Belegungen in Bezug zur Trächtigkeit, die resultierenden Abferkelraten der unterschiedlichen Gruppen, Insgesamt geborene Ferkel pro Wurf, Jungsauen-Ergebnisse sowie IUB-Tests aus der Praxis, im Vordergrund.

– Gesamtbelegungen und Trächtigkeiten

Nach den jeweiligen Trächtigkeitsuntersuchungen konnte festgestellt werden, dass von 336 besamten Sauen, 307 Sauen trächtig waren. Das macht insgesamt eine Trächtigkeitsrate von 91,37 %. Alle Trächtigkeiten der jeweiligen Versuchsgruppen K, V1 und V2 werden in der nachfolgenden Tabelle 2 aufgezeigt.

Tab. 2: Anzahl der besamten Sauen im Vergleich zu den tragenden Sauen in Gruppen

K: V1: V2:	1,8 Mrd. 80ml Vol. 1,0 Mrd. 45ml Vol. 0,5 Mrd. 45ml Vol.	Anzahl Sauen, gesamt (n)	Anzahl Sauen, tragend (n)	Trächtigkeitsrate (%)
alle Sauengruppen		336	307	91,37
Kontrollgruppe		156	142	91,03
Versuchsgruppe 1		90	83	92,22
Versuchsgruppe 2		90	82	91,11
Versuchsgruppen 1 und 2		180	165	91,67

– Abferkelrate

Einer der wichtigsten Fruchtbarkeitsparameter in einem solchen Versuch ist zudem die Abferkelrate. Nach den Ergebnissen zu urteilen, konnte sich die Versuchsgruppe V1 (91,11%) mit 1,0-1,5% Punkte von den anderen Gruppen abheben. Die Ergebnisse der Gruppen K und V1 werden in der nachfolgenden Abbildung 4 vorgestellt.

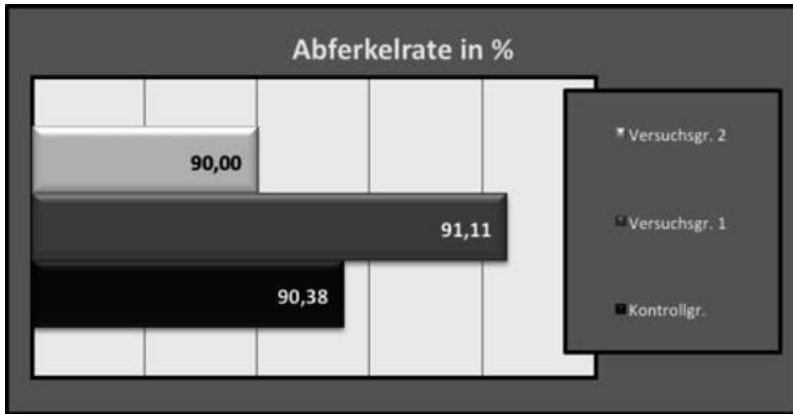


Abb. 4: Abferkelrate der einzelnen Gruppen in %

- Ferkel pro Wurf im Versuchszeitraum

Für eine derartige Untersuchung sind die insgesamt geborenen Ferkel (IGF) pro Wurf von enormer Aussagekraft. Auf den ersten Blick der Ergebnisse lassen sich kleine Unterschiede erkennen. Die höchste Anzahl an gesamt geborenen Ferkel konnten die Sauen der Gruppe K mit 15,18 IGF pro Wurf im Durchschnitt erzielen. Mit 0,30-0,35 % im Schnitt weniger Ferkel, liegen die Versuchsgruppen V1 und V2 nur leicht darunter. Die weiteren Ergebnisse, wie lebend geborene und tot geborene Ferkel pro Wurf, werden nachfolgend in der Abbildung 5 dargestellt.

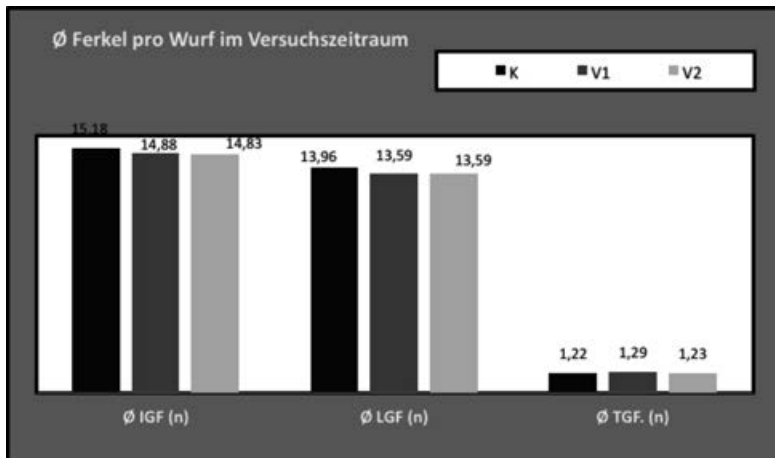


Abb. 5: Durchschnitt der geborenen Ferkel pro Wurf von K, V1, V2 im Vergleich

– Jungsauen-Ergebnisse nach IUB

In dem vorliegenden Versuch wurden auch die Jungsauen mit der IUB-Technik besamt. Die daraus resultierenden Ergebnisse zeigen unterschiedliche Fruchtbarkeitsleistungen. Vor allem die Versuchsgruppe 2 hat mit 100% Trächtigkeitsrate ein hohes Ergebnis erreicht. K und V1 liegen mit knapp 79% Trächtigkeitsrate gleichauf, jedoch weit unter dem Ergebnis von V2. Alle Ergebnisse sind in der nachfolgenden Abbildung 6 erfasst und dieser zu entnehmen.

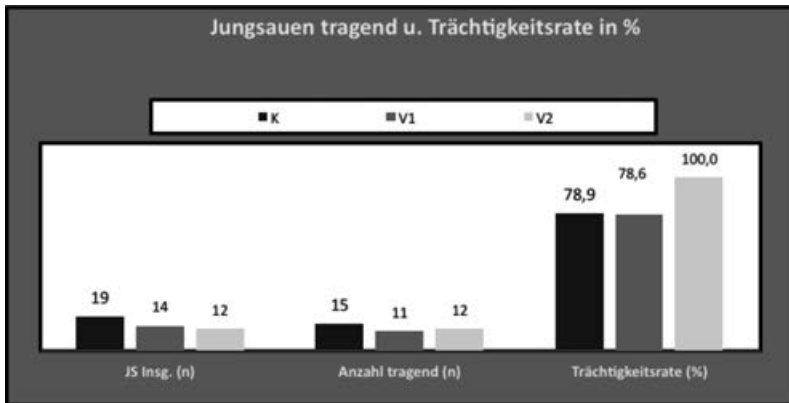


Abb. 6: Trächtigkeitsrate der Jungsauen in % von K, V1 u. V2

– IUB im Praxistest – Zeitmanagement u. Besamungsschwierigkeiten nach IZB u. IUB

Die Anwendung der IZB oder IUB ergab, bezüglich ihrer Besamungszeit unterschiedliche Ergebnisse. Bei jedem Besamungstermin (KB) wurden im Schnitt 19,8 Sauen intrazervikal und 24,8 Sauen intrauterin besamt. Bei der intrazervikalen Besamungstechnik wurden die knapp 20 Sauen im Schnitt in 24,5 Minuten besamt. Folglich wurden für eine Sau 1,24 Minuten benötigt, um sie vollständig zu belegen. 24 Minuten wurden im Durchschnitt benötigt, um die knapp 25 Sauen intrauterin zu belegen. Demzufolge hat es bei einer Sau 0,97 Minuten gedauert. Umgerechnet konnten bei der IUB pro Sau 16,18 Sekunden eingespart werden. Bei 100 Sauen wäre es eine Zeitersparnis von einer halben Stunde. Nachfolgend, in der Abbildung 7, sind alle Daten zum Zeitmanagement-Belegen abgebildet.

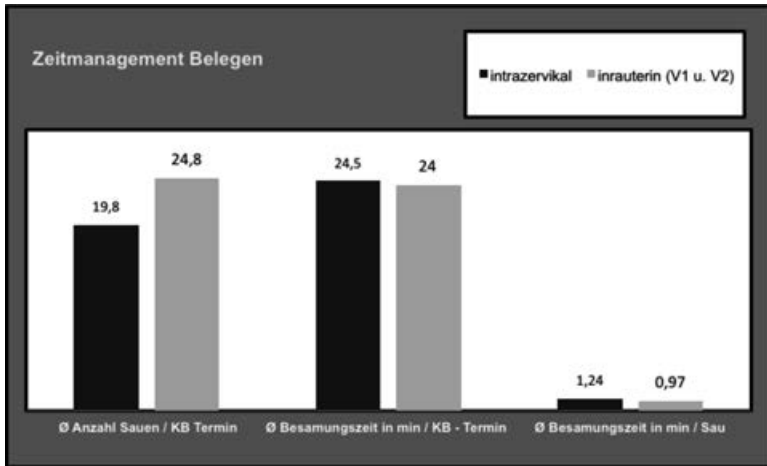


Abb. 7: Besamungszeit der jeweiligen Besamungstechnik pro KB und pro Sau in Minuten

Bei jedem Belegungsvorgang wurde auf Besamungsschwierigkeiten geachtet. Mittels einer Bonitierung wurden alle Besamungen je Sau mit 1=sehr gut, 2=mittel und 3=schlecht bewertet. Hintergrund dieser Bewertung, ist der Einfluss einer schlechten Besamung auf die Trächtigkeit der Sau. Die Bewertungen haben dabei ergeben, dass es bei der IZB 9 Sauen und bei der IUB 56 Sauen zu schlechteren Besamungen kam (Bewertung 2 oder 3). Doch der Einfluss dieser Besamungsschwierigkeiten auf die Trächtigkeitsrate hielt sich durchaus gering. Nur eine Sau ist von der IUB-Technik anschließend nicht tragend geworden. Bei der IZB kam es zu keinen Auswirkungen.

Alle Daten in diesem Bezug sind in der nachfolgenden Tabelle 3, nach nicht tragend, tragend und der Wurfnummer gegliedert aufgeführt.

Tab. 3: Einfluss bei Sauen nach schwieriger intrazervikaler oder intrauteriner Insemination auf die Trächtigkeit

	Besamungsschwierigkeiten	
	Anzahl Sauen (n)	
	intrazervikal	intrauterin
Anzahl gesamt	9	56
davon nicht tragend geworden (n)	0	1 (5.Wurf)
davon tragend geworden (n)	9	55
davon JS (n)	1	14
davon im 2. Wurf (n)	4	9
davon im 3. Wurf (n)	0	2
davon im 4. Wurf (n)	0	5
davon im 5. Wurf (n)	1	10
davon im 6. Wurf (n)	3	15

Zusammenfassung

In dem vorliegenden Versuch wurde der Einfluss der intrazervikalen und intrauterinen Besamungstechnik auf die Befruchtungsergebnisse von Jung- und Altsauen untersucht. Dabei hatte die in der Praxis wenig angewandte intrauterine Besamungstechnik eine hohe Bedeutung.

Durch statistisch gesicherte Auswertungen der Ergebnisse konnte festgestellt werden, dass die beiden Besamungstechniken im Vergleich keinen unterschiedlichen Einfluss auf die Abferkelrate der Sauen und die IGF pro Wurf hatten. Die mit der jeweiligen Besamungstechnik belegten Sauen haben gleichwertige Leistungen erzielt. Zudem liegen die besten Ergebnisse, mit 91,11% Abferkelrate und 15,18 IGF pro Wurf, auf einem hohen Leistungsniveau. Bei Anwendung der intrauterinen Besamungstechnik hat sich gezeigt, dass dieses Besamungsverfahren durchaus praxistauglich ist. Es konnte außerdem festgestellt werden, dass sich auch Jungsauen intrauterin belegen lassen und zudem keine Verletzungen im Genitaltrakt auftraten. Auf dem Versuchsbetrieb gab es für die Untersuchungen nur kleine Umstellungen. Dabei wurden die zu besamenden Sauen nach Gruppen und nach der Besamungsart aufgeteilt. Außerdem gab es für die betriebseigenen Besamungstechniker vor Versuchsbeginn eine Einführung in das neue Besamungsverfahren. Eine hohe Bedeutung

nimmt der Besamungsablauf ein. Es ist wichtig die Sauen in Schritten zu Belegen damit sich die Sauen daran gewöhnen können und sich der Genitaltrakt weiten kann. Indes sollte nur eine einmalige Stimulation stattfinden und sich während der Besamung keine Eber vor den Sauen aufhalten. Eber, während der künstlichen Besamung lösen einen wiederkehrenden Stimulationsreiz aus und erschwert dadurch das Einführen des Katheter-In-Katheter-Systems. Für Folgeuntersuchungen wäre es sicher sinnvoll, die Sauengruppen für intrazervikale und intrauterine Besamungen gleich groß einzuteilen. In Bezug auf die Besamungsdosis für die intrauterine Besamung sollte sich für einen Spermaanteil entschieden werden. Dadurch könnten mehr Sauen mit einer Besamungsart belegt und die Besamungstechniken besser verglichen werden. Zudem wäre es praxisnäher. Es wäre außerdem interessant, welche Befruchtungsergebnisse sich bei Sauenbetrieben mit niedrigem Leistungsniveau durch die intrauterine Besamung ergeben. Für neue Fragestellungen wären sicherlich die ökonomischen Unterschiede im Bezug zur Biologie und den züchterischen Vorteilen Gewinn bringend.

Der Versuch hat gezeigt, dass die intrauterine Besamungstechnik in der Praxis anwendbar ist. Zudem ergaben sich Fruchtbarkeitsleistungen von hohem Leistungsniveau. Allerdings ist eine Einführung in die Praxis noch nicht zu empfehlen, da der Leistungs- und Ökonomische Vorteil noch nicht besser ist. Weitere Untersuchungen sind jedoch anzuraten und bereits in der Planungsphase.

Literatur

Ist beim Autor zu erfragen.

Aspekte der Nutzung neuer Züchtungstechniken für ein Schweine-zuchtunternehmen

A. Neerhof¹

Topigs Norsvin is a merger of the international activities of two farmers owned pig breeding organizations. At start of the merger a new ambition was set for the breeding program. The new goal being to double the genetic progress in Topigs Norsvin line portfolio. Further the genetic progress (fig. 1) should reflect the performance of our key markets and customers.

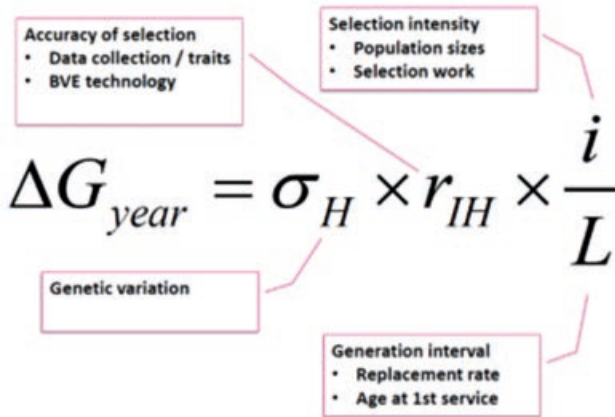


Fig. 1: Genetic progress

New technologies enable us to speed up and improve the quality of the genetic progress in a breeding program by developing new traits under selection, achieving higher accuracy of selection, reducing generation intervals, increasing the selection intensity and potentially by creating new genetic variation.

¹ Topigs-Norsvin, Senden

Examples of new technologies are improved phenotyping protocols such as for example:

- CT scanning (fig. 2 and 3)

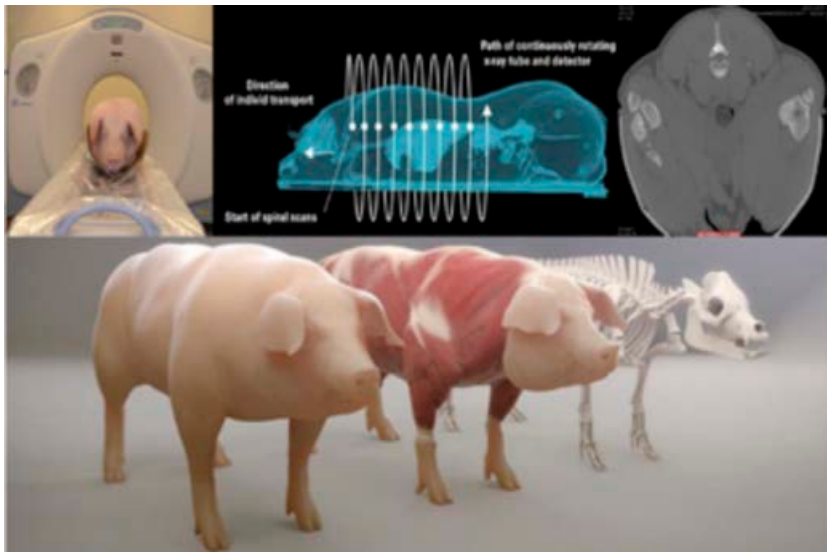


Fig. 2: CT scanning for carcass composition

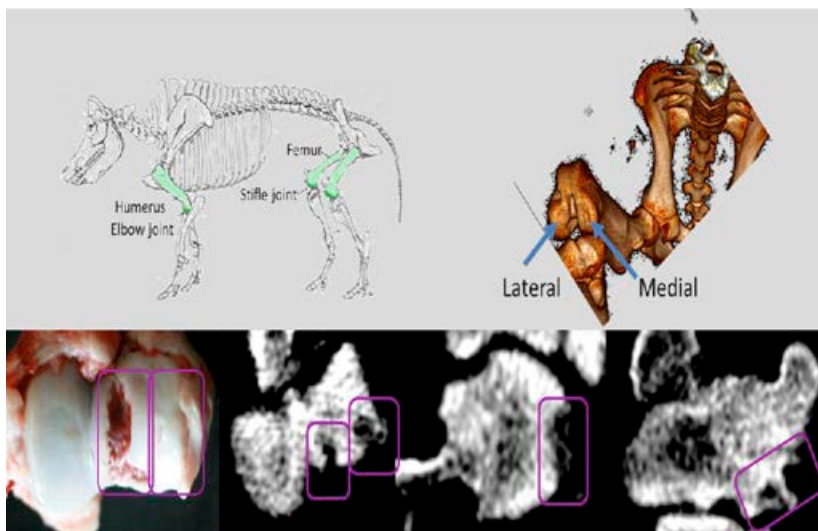


Fig. 3: CT scanning to measure Osteochondrosis

- video observations for a wide range of new traits,

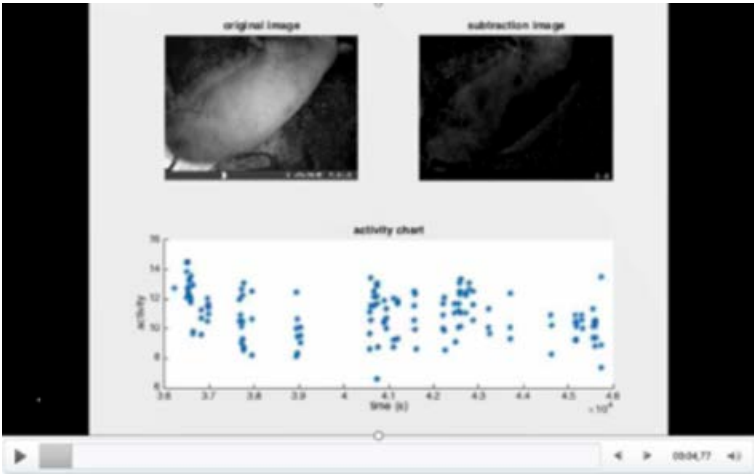


Fig. 4: Video observations (farrowing length)

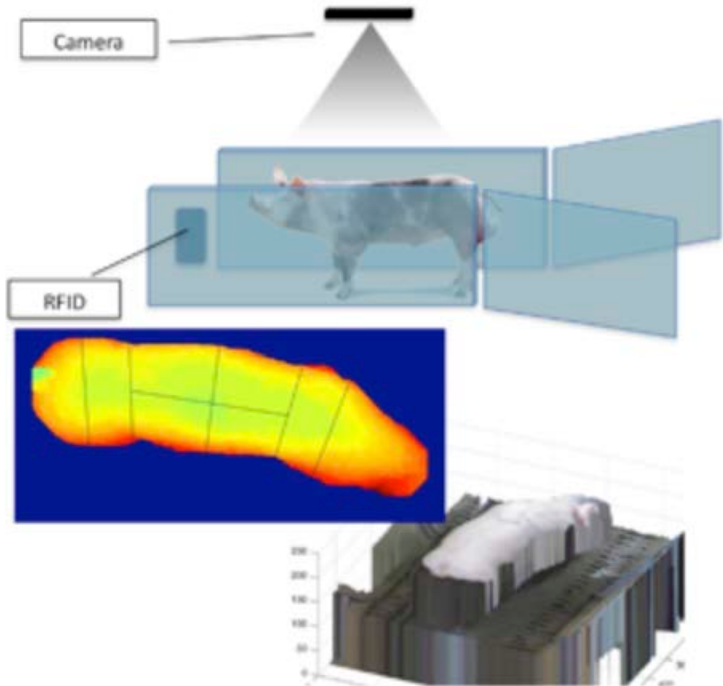


Fig. 5: Video observations

- new statistical models for breeding value estimation like for example using Indirect Genetic Effects (social breeding values),
- using DNA information in breeding value estimation: Genomic selection and
- new reproduction technologies.

New biotechnologies such as organoids, stem cell technology and precision gene editing offer entirely new possibilities.

$$\Delta G_{year} = \frac{\sigma_H * r_{IH} * i}{L}$$

fig. 6:

Genetic progress with Stem cell technology

- Kill semen producing cells of AI boar
- Replace with similar cells from high genetic value week old boar piglets
- Save 6 months (or so) of male generation interval

$$\Delta G_{year} = \frac{\sigma_H * r_{IH} * i}{L}$$

fig. 7:

Genetic progress with organoids

- Experimental tool (intestinal stem cell, intestinal differentiation, epithelial functions,...)
- Diagnostic tool (cystic fibrosis, mutational analysis in CRC, drug absorption/metabolism,...)
- Therapeutic tool (microvillus inclusion disease, ulcerative colitis, post-endoscopic mucosal resection,...) (SATO and CLEVERS, 2013)

$$\Delta G_{year} = \frac{\sigma_H * r_{IH} * i}{L}$$

fig. 8:

Genetic progress with gene editing

- Increase existing variants
- Create variation
- Ethical discussion
- Examples of use: F4 (Ecoli receptor), PRRS QTL,...

Today it seems the challenge is more and more to create real added value with the technologies being available, then technological limitations in itself. A number of new technologies will trigger ethical considerations and debate with society is needed. The 'why question' is becoming more relevant, where in the past the 'how question' was often leading.

In the end it is a balancing act for a breeding company like Topigs Norsvin. Balancing in the breeding program between economy of pork production and welfare and quality traits. Also we are acting in a competitive environment and our customers tend to decide on product performance. However we are also part of the society and have to take responsibility in the decisions we make where it comes to using new technologies.

literature

SATO, T. and H. CLEVERS (2013): Growing Self-Organizing Mini-Guts from a Single Intestinal Stem Cell: Mechanism and Applications. *Science* 07 Jun 2013: 340, 6137, 1190-1194.

Leistungsorientierte Bestandsergnzung bei Eigenremontierung

B. VoR¹

Die eigenen Sauen selbst zu remontieren wird in Zeiten groer werdender Herden und steigender Anforderungen an die Gesunderhaltung der eigenen Herde immer attraktiver. Vor diesem Hintergrund ist die Eigenremontierung für viele Betriebe eine interessante Alternative. Doch was sich auf den ersten Blick so einfach anhört, bedarf der genaueren Überlegung.

Die Art und Weise der Eigenremontierung kann ganz unterschiedlich gestaltet und auf betriebsindividuelle Situationen angepasst sein. Grundsätzlich können 3 Konzepte unterschieden werden:



Abb. 1: Konzepte im Überblick

Generell gilt: Abgestimmt auf den Produktionsrhythmus werden die Sauen in der Zuchtstufe mit Vorstufensperma angepaart. Passend dazu müssen Plätze für die separate Aufzucht der Jungsauen im Betrieb oder in angepachteten Ställen vorgehalten werden.

Um seine Sauenherde gezielt nach vorne zu entwickeln, ist eine effiziente Remontemutterauswahl unerlässlich. Die Abferkelung ist eine der sensibelsten Phasen im Produktionszyklus und eine große Anzahl an ökonomische wichtigen Parametern wie die Anzahl lebend und tot geborener Ferkel, abgesetzte Ferkel an der Sau, Ferkelverluste, Ferkelvitalitaten, Verhaltensparameter der Sau, Gesaugeauspragung, Aufzuchtleistung und nicht zuletzt die Kondition und Konstitution der Sau kann hier bewertet werden.

Generell sollten ca. 8 – 10 % der Sauen zur Zuchtpaarung genutzt werden. So kann eine ausreichende Selektionsbasis für die späteren Remonten sowohl auf Stufe der Vorselektion im Abferkelbereich als auch bei der Jungsauenselektion auf phänotypische Zuchteignung sichergestellt werden.

Abhängig vom Remontierungssystem können unterschiedliche Schwerpunkte gelegt werden.

¹ BHZP GmbH, Ellringen

1. Eigenremontierung mit Zukauf der Großelterntiere - db.Ego Fit

In Remontierungskonzepten mit Zukauf der Großelterntiere findet ein eingeschränkter Tierverkehr statt, der Betrieb ist also nicht 100%ig geschlossen. Die Remonten der Kernherde werden kontinuierlich und in festen Lieferbeziehungen zugekauft. Der Umfang des Zukaufs macht etwa 4 - 5 % der Herde aus. Das gesundheitliche Risiko ist reduziert, da nur wenige Tiere in größeren Abständen in den Betrieb integriert werden und diese zumeist aus sehr gesunden SPF-Basiszuchtbetrieben stammen.

Der Zukauf kann entweder als Jungsau, Zuchtläufer oder Absetzferkel geschehen. Durch den Import der Großelterntiere und den Einsatz des Zuchtlinienspermas wird der Zuchtfortschritt in die Betriebe getragen. Daher sollten die Betriebe darauf achten, dass die zugekauften Zuchttiere den maximal möglichen Zuchtfortschritt mitbringen – also Jungsaue aus Betrieben wie der Basis- oder Nucleuszucht bezogen werden, da in diesem System die Qualität des liefernden Betriebes und die Remontierungsquote die ausschlaggebenden Faktoren sind.

Das Konzept EgoFit hat den Vorteil, dass es bereits in kleineren Beständen gut zu realisieren ist. Die aufwändige Zuchtarbeit wird von dem Zuchtunternehmen übernommen und der Zuchtfortschritt des gesamten Unternehmens gelangt mit den Reinzuchtsauen in den Kundenbetrieb.

2. Eigenremontierung mit eigener Produktion der Großelterntiere – db.Ego Plus

Bei Konzepten mit eigener Produktion der Großelterntiere ist der Bestand komplett geschlossen. Der Zuchtfortschritt wird somit nur über das Zuchtsperma in den Betrieb transferiert und durch die Selektion der Kernherde gesichert. Daher ist hier ein erhöhter Aufwand bei der Auswahl der für die Zuchtanpaarungen geeigneten Sauen nötig. Zuchtwerte können dazu beitragen, eine fundierte Entscheidung zu treffen. Die entsprechenden Anpaarungen zur Remontierung der Kernherde tragen kumulativ zum Leistungsfortschritt des Bestandes bei.

Um die genetische Grundlage des Betriebes langfristig zu sichern, ist ein Mindestumfang der Kernherde zwingend notwendig. Daher ist das Konzept „Eigenremontierung mit eigener Produktion der Großelterntiere“ in der Regel nur in großen Herden verlustfrei umsetzbar. Aufgrund der hohen Bedeutung der Kernherde ist es sinnvoll, die Zuchtarbeit von Mitarbeitern der Zuchtunternehmen begleiten zu lassen und der Betriebsleiter sollte selbst einen guten Schuss „Züchterblut“ besitzen.

3. Wechselkreuzung – db.Ego Flex

In der Wechselkreuzung ist die Herde komplett geschlossen und besteht ausschließlich aus Wechselkreuzungssauen. Alle Sauen können sowohl zur Herdenremontierung, als auch zur Mastferkelerzeugung genutzt werden. Daher ist das Konzept auch gut in kleineren Herden realisierbar.

Zum Start in die Wechselkreuzung werden die zwei Ausgangslinien (db.01 - Landrasse und db.03 - Large White) miteinander gekreuzt, so dass man die klassische Hybridsau in der ersten Generation erhält. Die meisten Betriebe haben jedoch schon Hybridsauen im Bestand, so dass sie gleich mit der zweiten Generation beginnen können. Mit diesen Hybridsauen wird dann eine Rückkreuzung auf eine der beiden Ausgangslinien durchgeführt, in dem unteren Beispiel wird mit der Linie Large White zurück gekreuzt (Abb. 2).

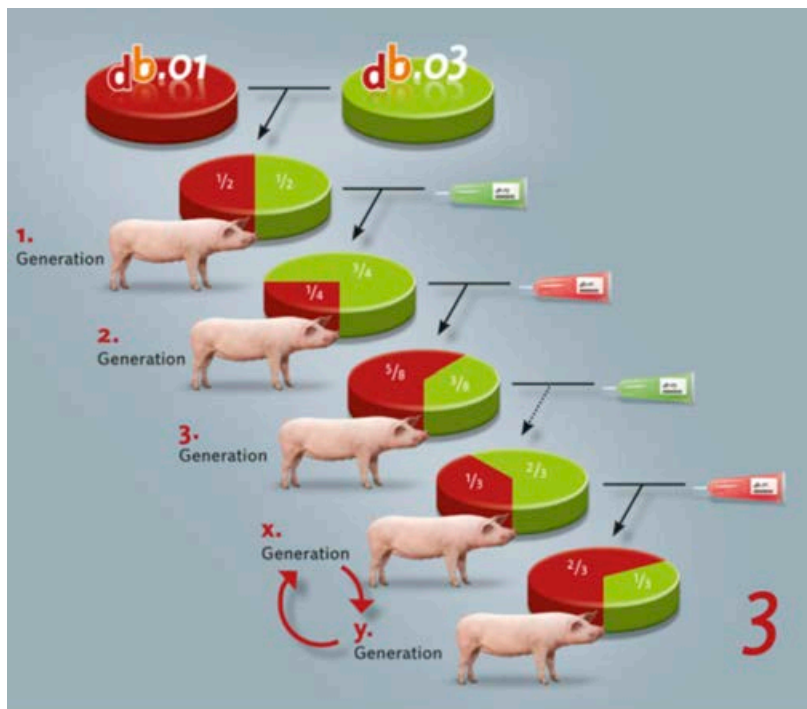


Abb. 2: Eigenremontierungskonzept d.b. Ego Flex

Die aus dieser Anpaarung entstehenden Jungsauen werden dann mit der zweiten Ausgangslinie, also Landrasse Ebern, angepaart. In den folgenden Generationen wechseln sich Belegungen mit Landrasse und Large White immer ab. Langfristig verteilen sich die Genanteile in den Wechselkreuzungssauen im Verhältnis von ca. $\frac{2}{3}$ zu $\frac{1}{3}$, mit $\frac{2}{3}$ -Genanteilen der zuletzt eingesetzten Eberlinie.

Da alle Sauen der Herde zur Zuchtanpaarung genutzt werden können, kann man scharf selektieren und nur die besten 10% der Sauen sollten für die Zucht genutzt werden. Die Auswahl der für die Zucht genutzten Sauen muss mit Bedacht getroffen werden, denn nur durch eine optimale Auswahl kann zumeist der Verlust von Heterosis bei den Wechselkreuzungssauen gegenüber den Hybridsauen ausgeglichen werden.

Ein sehr wichtiger Punkt bei der Wechselkreuzung ist die Ausgeglichenheit der Ausgangslinien im Typ (Rahmenlänge etc.). Das bedeutet, dass nicht jede auf dem Markt verfügbare Hybridsau als Basis für die Wechselkreuzung geeignet ist. Generell gilt: je uneinheitlicher die Hybridsau und deren Ausgangslinien, desto mehr Streuung wird bei den Nachkommen erwartet.

Eine hohe Homogenität bei den Reinzuchtlinien bzw. den daraus erzeugten Hybridsauen ist auch ein Garant für eine einheitliche Sauenherde und homogenen Mastendprodukten.

Remontemutterauswahl

Jeder Betriebsleiter kann bei der Auswahl der zur Zuchtbelegung vorgesehenen Sauen seine spezifischen Selektionsziele festlegen und in die Rangierung der Tiere mit einfließen lassen. Sowohl Kernherden als auch Wechselkreuzungen funktionieren nur in Betrieben mit züchterischem Engagement!

Der Zuchtfortschritt pro Zeiteinheit ist definiert als:

$$\Delta G = \frac{i \cdot r_{AI} \cdot \sigma_A}{\Delta T}$$

Dabei beschreibt i die Selektionsintensität, also wie scharf selektiert wird und r_{AI} die Genauigkeit der Zuchtwerte. σ_A = ist die additiv genetische Standardabweichung des betrachteten Merkmals, diese ist aber, zumindest über einen kürzeren Zeitraum, als konstant zu betrachten. Es gilt also $i \cdot r$ / Zeiteinheit zu maximieren. In dem Ausdruck versteckt sich genau der Antagonismus, den es gilt auf betrieblicher Ebene in Wechselkreuzungsbetrieben wie in Herden mit einer geschlossenen Kernherde zu lösen.

Um die Genauigkeit meines Vorhersagewertes zu erhöhen braucht man möglichst viele phänotypische Informationen von dem Tier selbst oder naher Verwandter. Diese fallen aber erst im Laufe des Lebens an (z.B. mit jedem weiteren Wurf einer Sau). Dieses verlängert das Generationsintervall, also im Falle der Gleichung die Zeiteinheit. Hier gilt es eine Balance zwischen einer ausreichenden Genauigkeit und ΔT zu finden. Die Zuchtanpaarungen werden also optimaler Weise zum 3. oder zum 4. Wurf einer Sau angepaart. Zuchtwerte verbessern die Sicherheit des Voraussagewerts deutlich, so dass die Sauen auch schon in früheren Würfen angepaart werden können. Daher haben Kernherdenbetriebe tendenziell einen Vorteil bei Nutzung von Zuchtwerten aus dem Zuchtunternehmen.

Bei der Ausnutzung der maximalen Selektionsintensität sind allerdings Wechselkreuzungsbetriebe im Vorteil, da alle im Betrieb befindlichen Sauen als Selektionsbasis benutzt werden können, wohingegen in Kernherdenbetrieben nur innerhalb der Sauen aus der Reinzuchtlinie ausgewählt werden kann.

Unabhängig vom Remontierungssystem nutzt der eigenremontierende Betrieb idealerweise das Angebot der Datenverarbeitung durch das Zuchtunternehmen

und die entsprechende Management-Software. Auf diese Weise können Zuchtwerte und Leistungsinformationen in den Betrieb transferiert werden und die Selektionsentscheidung wird sicherer.

Variabilitäten in der Ausprägung der Schwanzlänge bei neugeborenen Ferkeln

T. Kunze¹, H. Scholz¹ und M. Wähler¹

Einleitung

Die phänotypische Ausprägung des Schwanzes von neugeborenen Ferkeln, d.h. seine Länge und das Auftreten von Schwanzwirbelanomalien, standen bislang nur selten im Fokus des züchterischen Interesses bei der Beurteilung und Weiterentwicklung des Exterieurs von Schweinen. Der Schwanz der Schweine, wenn sie in Gruppen gehalten werden, ist jedoch häufig Spielobjekt von anderen Partnern in der Tiergruppe, was auch in beträchtlichem Maße zur Caudophagie (Schwanzbeißen) führen kann und oftmals führt. Nach HEMPLER (2012) ist das Schwanzbeißen eine vor allem bei intensiv gehaltenen Läufern und Mastschweinen auftretende Verhaltensstörung mit sehr komplexen Ursachen. Das Kupieren der Schwänze bei neugeborenen Ferkeln zum Schutz vor Caudophagie im späteren Alter findet daher häufig Anwendung in den Praxisbetrieben. Diese Methode ist jedoch umstritten. Damit besteht ein Widerspruch in der zunehmenden Intensivierung der Schweinehaltung (STATISTISCHES BUNDESAMT, 2013 und 2015). Die Verhaltensstörung Schwanzbeißen kann auch bei Tieren in ökologischen Haltungsformen und in der Freilandhaltung auftreten (WALKER und BILKEI, 2006). Nach der Richtlinie 2008/120/EG des Rates in Anhang 1, Kapitel 1, Punkt 8 und dem deutschen Tierschutzgesetz in §5, Absatz 3, Nummer 3 und §6, Absatz 1, Nummer 3 ist es rechtlich bedingt erlaubt, den Schwanz von Ferkeln zu kupieren (Richtlinie 2008/120/EG des Rates und TierSchG). Mit dieser Maßnahme können bekanntlich lediglich das Auftreten und die Folgen des Schwanzbeißens eingeschränkt, jedoch nicht seine Ursachen abgestellt werden. Ein Verzicht auf die zweifellos diskussionswürdige Maßnahme ist nicht problemlos möglich (WÖRLE, 2010). Der Ursprung des Problems liegt dabei in einer hochgradigen Heterogenität. Starke individuelle Unterschiede zwischen Betrieben, Haltungsformen, aber letztlich auch den Tieren selbst mit Unterschieden in der Genetik und dem Alter bedingen diese (KOMPETENZKREIS TIERWOHL, 2015-a). Ein schrittweiser Ausstieg aus dem Schwanzkupieren ist daher die logische Forderung (KOMPETENZKREIS TIERWOHL, 2015-b). In einigen Ländern Europas, wie z.B. Norwegen und Schweden, wird ein Verzicht des Schwanzkupierens bei Ferkeln praktiziert (POLLMANN und MEYER, 2014). Auch in Deutschland steht ein Verbot des Schwanzkupierens bei Ferkeln an (WÖRLE, 2014).

Die Motive für diese Überlegung sind z.B. das Tierwohl, Verbraucherakzeptanz, oder auch die Aufrechterhaltung der Wettbewerbsfähigkeit. Die Situation in der heutigen Schweineproduktion zwingt zu alternativen Lösungen, mit denen dem

¹ Hochschule Anhalt, Bernburg (Saale)

Problem der Caudophagie in Gruppen von jungen Schweinen begegnet werden kann. Dabei ist es unerlässlich, dass die Umwelt des Schweines, also u.a. die Aufstallungsart oder die Fütterung, an das Tier angepasst wird und nicht das Tier an die Umwelt (GAULY, 2016).

Für eine gesellschaftlich akzeptierte Nutztierhaltung ist eine Veränderungsbereitschaft vor allem seitens der Landwirte als Schweinehalter, der Politik und der Verbraucher notwendig (WILDRAUT und MERGENTHALER, 2016). Aus dieser Veränderungsbereitschaft hervorgehen werden schließlich tiefgreifende Veränderungen (BMEL, 2015). Zum Erreichen der Ziele ist dabei weiterhin ein erheblicher Forschungsbedarf über die Thematiken Schwanzbeißen und -kupieren, z.B. im Hinblick auf die Genetik und den Rohfasereinsatz in der Fütterung der Tiere, nötig (BLE, 2016). Vor diesem Hintergrund werden Analysen notwendig, die generelle Informationen zur phänotypischen Ausprägung des Exterieurmerkmals „Schwanzlänge“ beim neugeborenen Ferkel, deren Variabilitäten, zum Auftreten von Schwanzwirbelanomalien sowie zu eventuellen Einflussfaktoren ergeben. Aus den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung sollen erste Aussagen dazu erarbeitet werden.

Material und Methode

Die Untersuchungen wurden im April und Mai 2015 in drei schweinehaltenden Betrieben in Thüringen, Sachsen und Sachsen-Anhalt durchgeführt. Dabei wurden die entsprechenden Werte von insgesamt 1.273 Ferkeln von 100 Sauen kurz nach ihrer Geburt erhoben. Aus Betrieb I stammten 752 Ferkel von 60 Sauen. In Betrieb II bzw. im Betrieb III wurden von jeweils 20 Sauen 258 bzw. 263 Ferkel in die Untersuchung einbezogen. Die genetischen Herkünfte der Sauen waren zwischen den Betrieben unterschiedlich. Es kamen Ferkel aus Würfen von Sauen aus der Wechselkreuzung mit Deutschem Edelschwein/Large White und Deutscher Landrasse, Tiere der Herkunft DanZucht und PIC zur Auswertung. Die Eber gehörten den Rassen Duroc, Piétrain, Deutsches Edelschwein und der Herkunft TOPIGS an.

In den Betrieben I und II waren die direkten Herkünfte der Ferkel vom einzelnen Eber nicht nachvollziehbar. Im Betrieb III kamen dagegen ausschließlich Piétrain-Eber zum Einsatz, denen individuell die Ferkel zugeordnet werden konnten. Eber 1 erzeugte sieben Würfe, 11 Würfe stammten vom Eber 2 und zwei Würfe vom Eber 3.

Neben der Genetik der Eltern wurden je Sau die Wurfnummer, die Zahl der verfügbaren Ferkel und das Wurfdatum erfasst. Die mittlere Wurfnummer der Sauen betrug $3,85 \pm 1,67$. Die mittlere Anzahl der je Sau und Wurf zum Zeitpunkt der Untersuchung vorhandenen Ferkel lag bei $13,46 \pm 2,36$. Die 1.273 Ferkel waren zum Zeitpunkt der Messung ihrer Schwanzlänge im Mittel $3,11 \pm 1,08$ Tage alt. Zwischen den drei Betrieben bestanden hinsichtlich dieser Kennzahlen jedoch teilweise signifikante Unterschiede. Geburts- und das Messdatum wurden als je ein ganzer Lebenstag gezählt. Für die Beurteilung der Schwanz-

längen der Ferkel ergaben sich zwischen einem Alter von zwei bzw. vier Tagen der Tiere keine signifikanten Differenzen. Dadurch war eine Vergleichbarkeit der Schwanzlängen der Ferkel zwischen den Betrieben trotz der unterschiedlichen Altersstruktur der Ferkel gegeben. Es wurde das Geschlecht der Ferkel erfasst und das Gewicht mithilfe einer Digital- oder einer Hängewaage gemessen.

Die Körperlänge der Ferkel wurde mit einem Maßband ermittelt. Sie wurde beginnend vom unteren Schwanzansatz über die Wirbelsäule bis zum Kopf zwischen den Ohren gemessen. Die Punkte „unterer Schwanzansatz“ und die gedachte „Linie zwischen beiden Ohren“ waren für die Wiederholbarkeit der Messungen geeignete Messpunkte. Die Schwanzlänge sowie der Durchmesser des Schwanzes wurden jeweils mit einem Gliedermaßstab erfasst (Abb. 1).

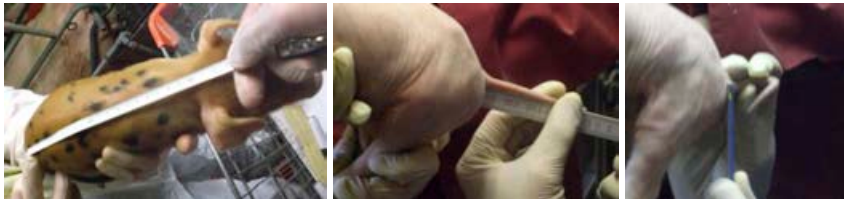


Abb. 1: Messen der Längenmaße der Ferkel mit Maßband (links) und Gliedermaßstab (mitte und rechts)

Die Schwanzlänge wurde direkt vom Schwanzansatz am Körper an der Unterseite des Schwanzes bis zur Schwanzspitze gemessen. Der Durchmesser des Schwanzes wurde ebenso direkt am Ende des Ferkelkörpers durch Messung des Abstandes von der oberen bis zur unteren Schwanzseite erfasst. Dabei waren eine stets gleichbleibende Position der Ferkel und ein gleicher Blickwinkel auf Tier und Gliedermaßstab bei den Messungen sehr wichtig, um Messfehler zu vermeiden. Denn schon bei einer geringen Abweichung des festgelegten Messpunktes vom Körperende in Richtung Schwanzspitze ergeben sich Unterschiede.

Die Schwanzform wurde in vier Kategorien, abhängig vom Auftreten und von dem Grad einer Anomalie der Schwanzwirbel, eingeteilt. Dazu zählten die Ferkel mit normal geformten Schwänzen, d.h. all diejenigen, deren Schwänze nicht „geknickt“ bzw. „gewinkelt“ waren (Klasse 0), genauso wie die Ferkel mit Schwänzen mit einer leichten Winkelung ($\leq 90^\circ$ abgewinkelt von der Normalform – Klasse I). Die weiteren Gruppen waren Ferkel mit einem Winkel des Schwanzes von ca. 90° (Klasse II) und Ferkel mit einer Schwanzwirbelanomalie bei einer Abwinkelung von $\geq 90^\circ$ (Klasse III), ausgehend von der Normalform. In Abbildung 2 ist die Kategorisierung der Schwanzform beispielhaft für Abwinkelungen von $\leq 90^\circ$ (links) und $\geq 90^\circ$ (rechts) dargestellt.

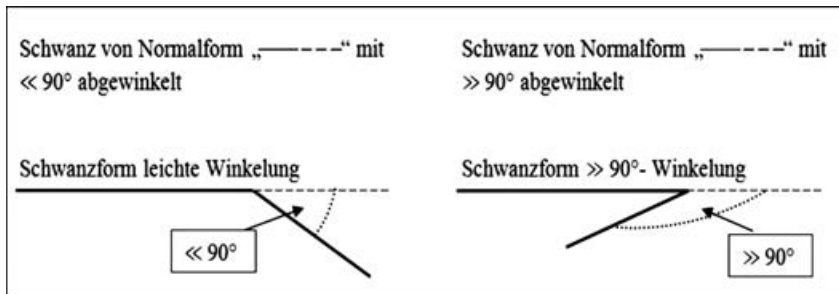


Abb. 2: Beispiele für die Eingruppierung der Schwanzform bei Ferkeln

In Abbildung 3 sind Originalaufnahmen aus der vorliegenden Untersuchung aufgeführt. Sie zeigen einen Ferkelschwanz mit einer Winklung von ca. 90° (Klasse II) und eine Anomalie bei einer Winklung von $\geq 90^\circ$ (Klasse III).

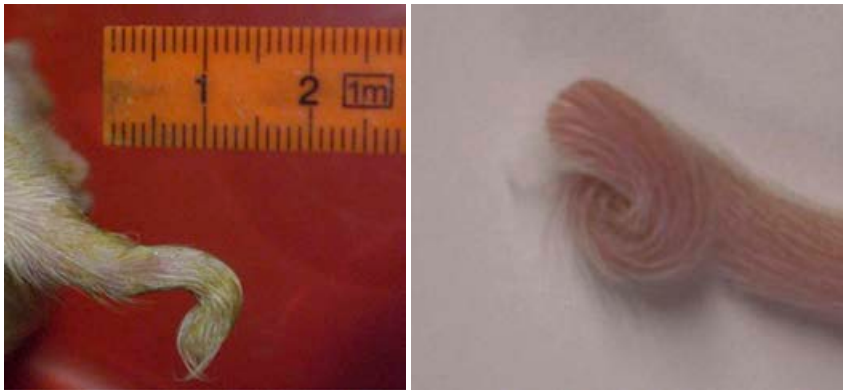


Abb. 3: Beispiele für Schwanzform: Winklung von ca. 90° (links) und Abwinklung von $\geq 90^\circ$ (rechts)

Für jeden Wurf wurde ein Mittelwert aus den Schwanzlängen (MW) der Ferkel, der Minimal- und Maximalwert sowie die Spannweite ermittelt.

Statistische Auswertung

Zur Verarbeitung und statistischen Analyse der Daten wurden das Tabellenkalkulationsprogramm Microsoft Excel (Version 2007) angewendet und die Ergebnisse mit dem statistischen Analyseprogramm IBM SPSS (Version 22.0) ausgewertet. Für metrische Zahlen in Klassen wurde zur Signifikanzprüfung der einfache Mittelwertvergleich, oneway anova, durchgeführt. Für die Erfassung von Signifikanzen auf Einzelgruppendifferenzen wurde der Post – Hoc – Test LSD (Least Significant Difference) durchgeführt. Ein Signifikanzniveau von $p \leq 0,05$ wurde für die gesamte statistische Auswertung angenommen. Außerdem wurden die Mittelwerte ($\bar{x}$), die Minima (Min.) und Maxima (Max.), die Standardabweichungen (s) und die Korrelationen (r) nach PEARSON ermittelt.

Die Einflüsse verschiedener fester Faktoren (Betrieb und Wurfnummer der Sauen) auf die abhängige Variable Schwanzlänge der Ferkel wurden mit der univariaten Varianzanalyse „GLM- Univariat“ geprüft. Dabei wurden Kovariate, wie die Wurfgröße und das Gewicht der Ferkel, in das statistische Modell einbezogen. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt als Least-Square-Means (LSM) $\pm$ Standarderror (SE). Die fixen Einflussfaktoren wurden auf potentielle Wechselwirkungen untersucht.

Aufgrund der unterschiedlichen Datenstruktur zwischen den Betrieben wurden verschiedene Modelle verwendet:

Modell 1: Unter Berücksichtigung der drei Betriebe sowie der drei Klassen der Wurfnummern und der Kovariable des Ferkelgewichtes wurde die abhängige Schwanzlänge der Ferkel untersucht.

$$Y_{i,j,k} = \mu + B_i + WN_j + b(Gew_k - \overline{Gew}) + b(WG_k - \overline{WG}) + e_{i,j,k}$$

$Y_{i,j,k}$: Beobachtungswert, abhängige Variable Schwanzlänge der Ferkel

μ : Mittelwert

B_i : Fester Faktor Betrieb ($i = 1, 2, 3$)

WN_j : Fester Faktor Wurfnummer- Klasseneffekt ($j = 1, 2, 3$)

$b(Gew)$: Gewicht der Ferkel als Kovariate

$b(WG)$: Wurfgröße als Kovariate

$e_{i,j,k}$: Restfehler

Die Wurfnummer-Klassen ergeben sich dabei aus den Wurfnummern 1 und 2 (Klasse I), 3 und 4 (Klasse II) und ab 5 (Klasse III).

Modell 2: Für Betrieb I wurde neben der genetischen Konstruktion der Sauen auch die nicht gruppierte Wurfnummer der Sauen als fester Faktor berücksichtigt. Das Ferkelgewicht wurde erneut als Kovariate in die Formel integriert.

$$Y_{i,j,k} = \mu + \text{Gen_Saui} + \text{WNj} + b(\text{Gewk} - \overline{\text{Gew}}) + e_{i,j,k}$$

$Y_{i,j,k}$: Beobachtungswert, abhängige Variable Schwanzlänge der Ferkel
 μ : Mittelwert
 Gen_Sau_i: Fester Faktor der Genetik der Sau ($i = 1, 2$)
 WN_j: Fester Faktor Wurfnummer ($j = 2, 3, 4, 5, 6$)
 $b(\text{Gew})$: Gewicht der Ferkel als Kovariate
 $e_{i,j,k}$: Restfehler

Ergebnisse und Diskussion

Die mittlere Schwanzlänge der Ferkel betrug $8,50 \pm 0,94$ cm und variierte zwischen 3,40 cm und 11,40 cm. Dies entspricht einer Spannweite von 8,00 cm. Zwischen den Nachkommen von Duroc- und Piétrain-Ebern lagen dabei signifikante Unterschiede vor. Während die Ferkel der Duroc-Eber im Mittel $8,47 \pm 0,94$ cm lange Schwänze hatten, waren die der Piétrain-Eber $8,53 \pm 0,97$ cm lang. Piétrain-blütige Ferkel hatten damit 0,6 mm längere Schwänze, als die von Duroc-Vätern. Gleichzeitig waren die Würfe der Piétrain-Eber etwas homogener bzgl. der Schwanzlänge. In allen drei Betrieben war zu beobachten, dass jeweils die 50% der Ferkel, welche um den Mittelwert sich gruppierten, nur geringe Unterschiede von 1,10 cm in ihren Schwanzlängen aufwiesen.

Im Mittel aller Ferkel betrug der Schwanzdurchmesser am Schwanzgrund $0,92 \pm 0,13$ cm bei einer Spannweite von 0,40 cm bis 1,40 cm (Tab. 1).

Tab. 1: Angaben zu ausgewählten Exterieurmerkmalen der untersuchten Ferkel ($n = 1.273$)

Exterieurmerkmal	$\bar{x} \pm s$	Min – Max
Schwanzlänge (cm)	$8,50 \pm 0,94$	3,40 – 11,40
Körperlänge (cm)	$28,94 \pm 2,82$	16,50 – 38,50
Geburtsgewicht (kg)	$1,65 \pm 0,42$	0,53 – 3,40
Schwanzdurchmesser am Körperende (cm)	$0,92 \pm 0,13$	0,40 – 1,40

Das Gewicht der Ferkel ($p \leq 0,001$), der Untersuchungsbetrieb ($p \leq 0,001$) sowie die Wurfnummer ($p \leq 0,001$) beeinflussten die Schwanzlänge der Ferkel hoch signifikant. Der Wurfgröße ($p = 0,041$) konnte ein signifikanter Einfluss auf die Schwanzlänge der Ferkel nachgewiesen werden. Die Wurfgröße beeinflusste damit die Schwanzlänge der Ferkel etwas weniger, als es durch die Wurfnum-

mer der Sauen oder auch dem Gewicht der Ferkel der Fall war. Die Faktoren hängen dabei voneinander ab, wenngleich sie nicht in Wechselbeziehung zueinander stehen. So sinkt durch eine zunehmende Wurfgröße z.B. das Gewicht des einzelnen Ferkels, was wiederum einen kürzeren Schwanz zur Folge hat. Die Ferkel aus einer Wurfnummer von eins und zwei hatten $8,28 \pm 0,09$ cm (LSM $\pm$ SE) lange Schwänze. Damit waren diese signifikant kürzer, als in höheren Wurfnummern. Bei Wurfnummer drei und vier waren die Ferkelschwänze $8,62 \pm 0,04$ cm lang und bei einer Wurfnummer von mindestens fünf waren sie $8,63 \pm 0,05$ cm lang.

Für Betrieb I konnte ebenfalls ein hoch signifikanter Einfluss für das Gewicht der Ferkel auf die Schwanzlänge der Ferkel nachgewiesen werden ($p \leq 0,001$). Die Wurfnummer der Sauen beeinflusste die Schwanzlänge der Ferkel etwas weniger ($p = 0,041$) als das Ferkelgewicht, aber dennoch signifikant. Die Genetik der Sau hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Schwanzlänge der Ferkel in diesem Untersuchungsbetrieb. Allerdings lagen zwischen der Genetik und der Wurfnummer der Sauen hoch signifikante Wechselwirkungen vor.

Es ist interessant, dass, wie die Analyse von 60 Sauen im Betrieb I ergab, individuelle Unterschiede zwischen den Müttern beim Einfluss auf die Schwanzlänge ihrer Ferkel bestanden. Insgesamt hatten die Ferkel hier eine Schwanzlänge von durchschnittlich $8,47 \pm 0,94$ cm. Die Ferkel der Sau 31 hatten mit 7,15 cm die im Mittel kürzesten Schwänze. Im Wurf der Sau 26 wiesen die Ferkel mit durchschnittlich 9,65 cm die längsten Schwänze auf. Die Differenz betrug 2,5 cm. Das spricht für eine relativ hohe Variabilität dieses Merkmals (Abb. 4).

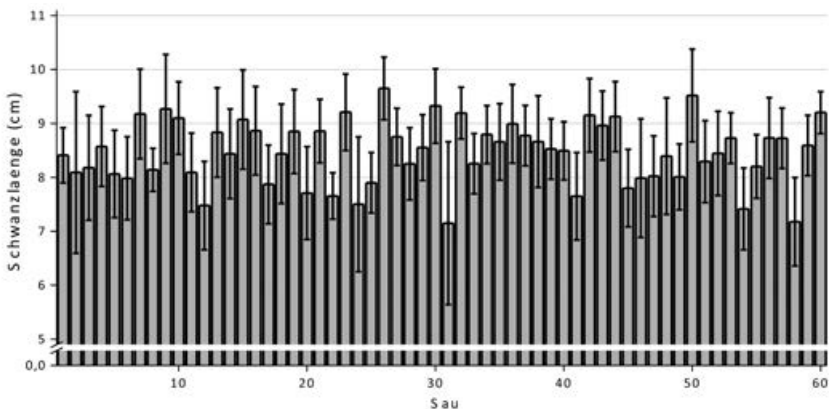


Abb. 4: Mittlere Schwanzlänge von Ferkeln in Abhängigkeit von der Sau (n=752; Betrieb I)

Die Variabilität in den Schwanzlängen der Ferkel zwischen den Würfen innerhalb eines Betriebes zeigt sich auch in Abhängigkeit von den angepaarten Ebern. Im Betrieb III kamen nur Pietrain-Eber zur Anpaarung. Hier wurden bei den Ferkeln zwar keine signifikanten Unterschiede, aber hohe Variabilitäten zwischen den

Schwanzlängen festgestellt. Die Sauen, welche mit dem Eber 1 angepaart worden sind, brachten Nachkommen zur Welt, welche im Mittel 6,61 cm bis 8,77 cm lange Schwänze hatten. Bei Eber 2 lagen die Mittelwerte der Schwanzlängen seiner Ferkel bei 7,01 cm bis 9,27 cm. Selbst vom Eber 3, von welchem nur zwei Würfe in die Untersuchung eingegangen waren, gezeugte Ferkel wiesen Schwanzlängen von durchschnittlich 7,51 cm bis zu 9,13 cm auf. Die Variation der Schwanzlänge lag damit bei ca. 2,20 cm für die Eber 1 und 2 und bei ca. 1,60 cm für Eber 3, was als relativ hoch einzuschätzen ist. Demnach wiesen Ferkel von ein und demselben Eber Unterschiede in diesem Merkmal auf, was auf einen mütterlichen Einfluss schließen ließ. Dieser zeigte sich indirekt über die Wurfnummer oder auch die Wurfgröße und dem damit einhergehenden, abhängigen Gewicht der Ferkel (Abb. 5).

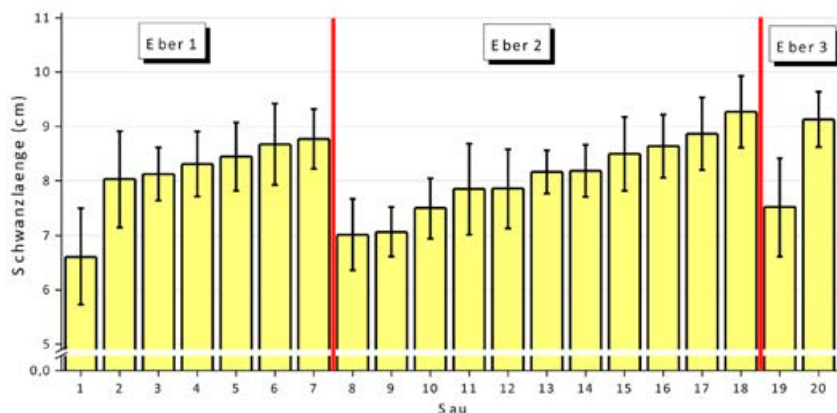


Abb. 5: Mittlere Schwanzlängen von Ferkeln in Abhängigkeit vom Eber und von der Sau (n=263; Betrieb III)

Außerdem konnte eine Variation der Schwanzlängen bei Ferkeln innerhalb der Würfe beobachtet werden. Dabei waren die Ferkel bei Duroc-Ebern etwas heterogener als bei den Nachkommen von Piértrain-Ebern. Insofern besteht ein Anlass davon auszugehen, dass die Variation der Schwanzlängen bei neonatalen Ferkeln rassespezifisch unterschiedlich sein kann. Schon SHELTON (1977) zeigte bei Schafen, dass in unterschiedlichen Rein- und Kreuzungsformen ebenfalls verschiedene Mittelwerte und Spannweiten bezüglich der Schwanzlängen auftraten. Unterschiedliche Rassen bei Schafen können demnach verschieden lange Schwänze mit unterschiedlicher Variabilität an ihre Nachkommen weitergeben. Es liegt die Vermutung nahe, dass diese Situation bei Schweinen gleichermaßen zutrifft.

Von besonderem Interesse waren die phänotypischen korrelativen Beziehungen zwischen dem Exterieurmerkmal Schwanzlänge und anderen Körpermerkmalen der Ferkel. Die Schwanzlänge der Ferkel korrelierte hoch signifikant mit dem

Gewicht, der Körperlänge und dem Schwanzdurchmesser der Ferkel im Bereich um $r = 0,600$ (Tab. 2).

Tab. 2: Phänotypische Korrelationen zwischen Körpermerkmalen und Merkmalen der Schwanzausprägung bei Ferkeln ($n = 1.235$)

Kennzahl	Körperlänge	Schwanzlänge	Schwanzdurchmesser
Gewicht	0,825**	0,608**	0,692**
Körperlänge	-	0,598**	0,682**
Schwanzlänge		-	0,554**

**signifikant bei $p \leq 0,01$

Als ein besonderes Merkmal wurden bei 4,01% aller Ferkel Schwanzwirbelanomalien registriert. Ohne Anomalie betrug die mittlere Schwanzlänge $8,55 \pm 0,90$ cm. Bei einer leichten Winklung verringerte sich die Schwanzlänge im Mittel auf $7,61 \pm 1,23$ cm, was bereits durch BEER (1964) angedeutet wurde. Im Vergleich zu Tieren mit normaler Schwanzform war bei Ferkeln mit einer Schwanzwirbelanomalie die Länge des Schwanzes damit signifikant um 0,94 cm verkürzt. Mit steigendem Grad der Anomalie war die Schwanzlänge der Ferkel im Durchschnitt sogar stärker verkürzt. Auch die langschwänzigsten Ferkel der jeweiligen Gruppe hatten einen um 1,60 cm verkürzten Schwanz gegenüber Tieren mit normaler Schwanzausprägung (Tab. 3). Laut JAMES (2006) wurden bei Schafen in langschwänzigen Rassen Tiere ohne Schwanz, sogenannte „anury“, und Tiere mit sehr kurzem Schwanz, also „brachyury“, identifiziert. Diese phänotypischen Erscheinungen traten dort mit einer Häufigkeit von 0,1% bis 11,1% auf. Sie waren JAMES (2006) zufolge häufig auch mit anderen körperlichen, wie z.B. muskuloskelettalen Defekten, gekoppelt. Die hier untersuchten Ferkel mit Wirbelanomalien hatten keine derart stark verkürzten Schwänze oder waren sogar schwanzlos, wie es JAMES (2006) bei Schafen beschreibt. Es lassen sich jedoch erneut Ähnlichkeiten zwischen den Tierarten Schaf und Schwein feststellen.

Ferner deuten die Ergebnisse darauf hin, dass Unterschiede in der Häufigkeit des Auftretens von Ferkeln mit Schwanzanomalien in Abhängigkeit der Muttergenetik angenommen werden können. So wiesen bei Ferkeln von Wechselkreuzungssauen aus letzter Anpaarung mit Edelschwein-Ebern 5,5% der Nachkommen Anomalien auf. War die Mutter eine DanZucht-Sau, wurde nur bei 1,9% der Ferkel eine solche registriert. Dass eine ähnliche Situation seitens der angepaarten Eber bestehen könnte ist anzunehmen. Nähere Analysen dazu sollten in folgenden Untersuchungen vorgenommen werden.

Tab. 3: Schwanzlängen von Ferkeln in Abhängigkeit vom Grad einer Schwanzwirbel-anomalie (n= 1.273)

Schwanzform	Anteil	Schwanzlänge (cm)	
		$\bar{x} \pm s$	Min- Max
Normal (Klasse 0)	95,99	8,55a $\pm$ 0,90	4,00 – 11,40
Winkel $\leq 90^\circ$ (Klasse I)	1,34	7,61b $\pm$ 1,23	4,60 – 9,80
Winkel ca. 90° (Klasse II)	1,41	7,17b $\pm$ 0,63	5,80 – 8,10
Winkel $\geq 90^\circ$ (Klasse III)	1,26	6,90b $\pm$ 1,44	3,40 – 8,60
Gesamt (n= 1.273)	100,00	8,50 $\pm$ 0,94	3,40 – 11,40

a,b signifikant bei $p \leq 0,05$

Schlussfolgerungen

Die Schwanzlänge von neugeborenen Ferkeln liegt bei durchschnittlich 8,50 cm und weist eine große Variabilität auf. Die Spannweite zwischen dem Minimal- und Maximalwert (3,40 bzw. 11,40 cm) beträgt insgesamt 8,00 cm.

Ferkel von Piétrain-Ebern weisen gering längere Schwänze auf als Ferkel von Duroc-Ebern. Die Schwanzlänge wird vom Geburtsgewicht der Ferkel positiv und hoch signifikant beeinflusst.

Weiterhin bestehen tierindividuelle Einflüsse seitens der Mütter und der Väter. Das ist im Betrieb III klar ersichtlich. Es wurden zwischen den Ferkeln aus verschiedenen Würfen und auch zwischen den Tieren innerhalb eines Wurfs große Variabilitäten festgestellt.

Es liegen mittlere, aber hoch signifikante Korrelationen der Schwanzlänge zu anderen Körpermerkmalen, wie Gewicht ($r = 0,608$), Körperlänge ($r = 0,598$) sowie Schwanzdurchmesser ($r = 0,554$) der Ferkel vor.

Bei 4,01% der Ferkel liegt eine Schwanzanomalie vor. Ferkel mit einer Schwanzanomalie weisen kürzere Schwänze auf als Ferkel mit normal ausgeprägten Schwänzen. Erste Hinweise auf Unterschiede in der Häufigkeit der Schwanzanomalien bei Ferkeln von Müttern unterschiedlicher genetischer Herkunft wurden beobachtet. Mit steigendem Grad der Anomalie verringerte sich die mittlere Schwanzlänge der Ferkel.

Literatur

BLE (2016): Presseinformation. Aus der Forschung in den Stall – Tierschutz-Symposium mit ersten Ergebnissen. http://www.ble.de/DE/08_Service/03_Pressemitteilungen/2016/160421_Tierschutz-Symposium.html. gesehen am: 29.04.2016.

BMEL (2015): Wege zu einer gesellschaftlich akzeptierten Nutztierhaltung. Gutachten. Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. S. 337.

BEER, J. (1964): Erblieh bedingte Missbildungen beim Schwein. Sonderdruck aus „Monatshefte für Veterinärmedizin“. 19. Jahrgang 1964, Heft 15, S. 581; VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.

GAULY, M. (2016): Schweinehaltung 2030 aus der Sicht des WBA. Aus: 10. Schweine- Workshop. „Neue Herausforderungen für die Schweinezucht“. Diskussion zwischen Wissenschaft und Praxis 16. und 17. Februar 2016 in Uelzen. Herausgeber: Deutsche Gesellschaft für Züchtungskunde e.V.; ISSN 0949-8842. S.12ff.

HEMPLE, J. (2012): Schwänze kupieren – Können wir darauf verzichten? Landwirtschaftskammer Niedersachsen. <https://www.lwk-niedersachsen.de/download.cfm/file/426,830236e4-0508-b9d5-498ec015c6e12f15~pdf.html>; gesehen am: 21.04.2015.

JAMES, P.J. (2006): Genetic alternatives to mulesing and tail docking in sheep: a review. Australian Journal of Experimental Agriculture, 2006, 46, S. 10 – 12.

KOMPETENZKREIS TIERWOHL (2015-a): Zwischenbericht des Kompetenzkreises Tierwohl an das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft vom 22. Januar 2015.

KOMPETENZKREIS TIERWOHL (2015-b): Empfehlungen des Kompetenzkreises Tierwohl an das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft zum Thema Schwanzbeißen bei Schweinen vom 23. September 2015.

POLLMAN C. und C. MEYER (2014): Wie läuft es in anderen Ländern? Ausstieg aus dem Schwanzkupieren bei Schweinen in Norwegen. aus Bauernblatt 05.07.2014, S.55; http://www.lksh.de/fileadmin/dokumente/Bauernblatt/PDF_Toepper_2014/BB_27_05.07/55-56_Pollmann_Meyer.pdf; gesehen am: 28.04.2015.

Richtlinie 2008/120/EG des Rates (2008): RICHTLINIE 2008/120/EG DES RATES vom 18. Dezember 2008 über Mindestanforderungen für den Schutz von Schweinen; <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=CELEX:32008L0120>; Anhang 1, Kapitel 1, Punkt 8; gesehen am: 24.04.2015.

SHELTON, M. (1977): Studies on tail lengths of Rambouillet and Mouflon sheep. The Journal of Heredity 68, S. 128 – 130, 1977; <http://jhered.oxfordjournals.org/content/68/2/128.full.pdf+html?sid=038b22a7-a249-43f1-badb-0932fa9c0c90>; gesehen am: 29.04.2015.

STATISTISCHES BUNDESAMT (2013): Tiere und tierische Erzeugung – Landwirtschaftliche Betriebe mit Haltung von Schweinen zum 1. März 2013 nach Bestandsgrößenklassen und Bundesländern; <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaftFischerei/TiereundtierischeErzeugung/Tabellen/StrukturSchweineBetriebe.html;jsessionid=43F3384A84B56AA657DD9D10B7734838.cae3>; gesehen am: 22.04.2015.

STATISTISCHES BUNDESAMT (2015): Tiere und tierische Erzeugung; <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaftFischerei/TiereundtierischeErzeugung/Tabellen/BetriebeSchweineBestand.html>; Betriebe mit Schweinen und Schweinebestand für Mai 2015 und November 2015. gesehen am: 23.05.2016.

TierSchG (2006): Tierschutzgesetz vom 18. Mai 2006, geändert durch Artikel 8 Absatz 13 des Gesetzes vom 3. Dezember: <http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/tierschg/gesamt.pdf>; gesehen am: 09.05.2016.

WALKER, P.K. und G. BILKEI (2006): Tail-Biting in outdoor pig production. The Veterinary Journal 171, S.367-369.

WILDRAUT, C. und M. MERGENTHALER (2016): Bewertung und Einordnung der Tierhaltung in Deutschland aus Sicht von Landwirten. Deutsches Hochschulforum. 21. April 2016 in Osnabrück.

WÖRLE, H. (2010): Schwanzkupieren bleibt ‚Mittel der Wahl‘. [agrarheute.com](http://www.agrarheute.com) vom Deutschen Landwirtschaftsverlag GmbH; <http://www.agrarheute.com/schwanzkupieren?suchbegriff2=Kupieren%20Schw%E4nze>; gesehen am: 21.04.2015.

WÖRLE, H. (2014): Niedersachsen: Ringelschwanz-Prämie kommt. [agrarheute.com](http://www.agrarheute.com) vom Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH; <http://www.agrarheute.com/ringelschwanz-praemie>; gesehen am: 21.04.2015.

Zur Beurteilung der Haltung gütter und tragender Sauen aus wissenschaftlicher Sicht mit Blick auf Gesundheit und Leistung

St. Hoy¹

EU-weit gilt für den Tierschutz in der Schweinehaltung die EU-Richtlinie 2008/120/EG. Danach müssen alle Sauen einen größtmäßig angemessenen Liegebereich haben, sodass alle Tiere gleichzeitig liegen können. Sie sollen normal aufstehen können. Nach der TierSchNutzV § 22, (2) müssen Haltungseinrichtungen so beschaffen sein, dass die Schweine gleichzeitig ungehindert liegen, aufstehen, sich hinlegen und eine natürliche Körperhaltung einnehmen können. Kastenstände müssen so beschaffen sein, dass die Schweine sich nicht verletzen können und jedes Schwein ungehindert aufstehen, sich hinlegen sowie den Kopf und in Seitenlage die Gliedmaßen ausstrecken kann (§ 24). Allerdings ist nicht gefordert, dass sie die Gliedmaßen in Seitenlage „rechtwinklig“ ausstrecken können. Nach den Ausführungsbestimmungen der Tierschutzreferenten der Bundesländer, die im Rahmen der Sitzung der Arbeitsgruppe Tierschutz der Länderarbeitsgemeinschaft gesundheitlicher Verbraucherschutz am 23.2.2010 festgelegt wurden, sind Maße für Jungsauen und kleinere Sauen sowie Altsauen ($1,30 \text{ m}^2 = 200 \text{ cm} \times 65 \text{ cm}$ bzw. $1,40 \text{ m}^2 = 200 \text{ cm} \times 70 \text{ cm}$ lichtetes Maß) zulässig. Die Länge gemessen ab Hinterkante Trog sollte mindestens 200 cm; bei hochgelegtem Trog 180 cm betragen bei mindestens 15 cm Bodenabstand des Troges für die ungehinderte Futteraufnahme. Mindestens 50 % der Kastenstände müssen für Sauen ausgelegt sein. Die Kastenstände müssen eine lichte Höhe von mindestens 110 cm aufweisen (115 cm empfohlen). Die Länge und Breite eines Besamungsstandes kann nicht individuell angepasst werden. Bislang galten die genannten Maße als tiergerecht und praxistauglich. In manchen Bundesländern und auch in einzelnen Landkreisen treffen die Veterinärbehörden davon abweichende Festlegungen. Nach deren Auffassung sollen die Besamungsstände breiter sein und das Alter sowie den Genotyp berücksichtigen. In Thüringen orientieren die Veterinärämter z.B. auf eine Tabelle des Sozialministeriums (TMA SGFF), wonach Sauen mit einer Schulterhöhe bis 90 cm in 75 cm breiten Ständen und Altsauen bis 100 cm sogar in 85 cm breiten Ständen (jeweils lichte Weite) gehalten werden sollen. Nach dem Urteil des OVG Magdeburg sollen Sauen beim Liegen die Beine in die Nachbarbucht ausstrecken können (s.o. „ungehindert liegen können“). In der Konsequenz könnte es dazu kommen, dass jeder zweite Stand leer bleiben muss. Ohne ethologische und tierschutzrechtliche Notwendigkeit kommt dies einem Eingriff in das Eigentum und einer Teilenteignung gleich. Die sauenhaltenden Betriebe sind sehr verunsichert, da diese Vorgaben deutlich von den in der Regel als verbindlich geltenden Ausführungshinweisen abweichen. Es kann auch noch keine rechtssichere Aussage getroffen werden, ob diese Maße nach den noch endgültig zu bescheiden-

1 Institut für Tierzucht und Haustiergenetik, Universität Gießen

den laufenden Verfahren ausreichen werden. Für bauwillige Betriebe oder auch Betriebe, die ihre Haltungsbedingungen modernisieren wollen, bedeutet dies praktisch zugleich fehlende Planungssicherheit und kommt einem Baustopp gleich, da die betreffenden Veterinärämter keine rechtsverbindlichen Aussagen zu den Maßen erteilen. Vor diesem Hintergrund sollte mit vorliegendem Beitrag eine wissenschaftliche Bewertung der Breite von Besamungsständen aus anatomischer und ethologischer Sicht vorgenommen werden.

Anatomische Begründung für Standplatzbreiten

Es liegen einige Untersuchungen zu den Körpermaßen von Sauen und zu den Konsequenzen für die anatomisch begründete Breite und Länge von Kastenständen vor (Tab. 1).

Tab. 1: Literaturangaben zur Widerristhöhe von Sauen in Abhängigkeit von der Wurfnummer

Wurf-Nr.	BOCKHOLT und HOPPENBROCK (1999)	MOUSTSEN et al. (2011)	MEYER (2014)
	n = 174	n = 322	n = 324
	F1-Sauen (Westhybrid)	F1-Sauen (DanBred)	F1-Sauen (MSZV)
1. Wurf	79	83	83
2. Wurf	84	86	86
3. Wurf	87	88	89
4. Wurf	88	90	90
5. Wurf	88	91	94
6. Wurf	90	89	97
> 6. Wurf	90	90	95

Bereits 1999 wurde die Herde mit Westhybrid-Sauen auf Haus Düsse vermessen (BOCKHOLT und HOPPENBROCK, 1999). Die Rückenhöhe betrug danach im Mittel von 174 Sauen 90,1 cm, die Körperlänge 180,0 cm. In keiner Wurfnummer (von Jungsauern bis zu Sauen mit mehr als 6 Würfen) betrug die durchschnittliche Körperlänge mehr als 200 cm. Die ältesten Sauen waren im Mittel 193 cm lang. Eine Standlänge von 200 cm bietet demzufolge also genügend Platz zum Liegen. Auch die ältesten Sauen waren nicht höher als im Mittel 93,9 cm bei der Rückenhöhe und 90,1 cm im Widerrist. Neuere Messungen in Köllitsch (MEYER, 2014) an der dortigen Herde (n = 324 Sauen) ergaben etwas höhere Werte. Aber auch dort waren Sauen bis zum 6. Wurf im Mittel nicht länger als 199 cm.

Nach verschiedenen Untersuchungen soll die Breite eines Kastenstandes 75 % der Widerristhöhe (WR) betragen. Bei einer Widerristhöhe von 90 cm entspricht das einer Standbreite von knapp 68 cm, bei 94 cm Widerristhöhe ist eine Breite von 70 cm zu fordern. Aus den Ergebnissen auf Haus Düsse und auch nach neueren Messungen dänischer Sauen wurde abgeleitet, dass die Breite eines Standplatzes 70 cm betragen sollte. Das Problem zu breiter Stände besteht darin, dass sich Sauen, insbesondere jüngere Sauen, drehen – und zwar über eine „Rolle vorwärts“. Damit können tierschutzrelevante Verletzungen einhergehen, und das Verkoten des Troges mit allen hygienischen Konsequenzen liegt auf der Hand (s.u.). MOUSTSEN et al. (2011) berichten über Messergebnisse dänischer Sauen, die in Deutschland in zunehmendem Maße gehalten werden. Im Mittel erreichten die älteren Sauen (Mittelwert 5. bis > 7. Wurf) eine Körperlänge von 193 cm, eine Körperhöhe (nicht Schulterhöhe) von 90 cm, und eine „Tiefe“ (= Abstand zwischen Körperhöhe und Gesäugeleiste) von durchschnittlich 66 cm (Abb. 1). Nach diesen Untersuchungen reicht eine Breite des Standes von 70 cm für Altsauen aus. Es gibt eine einzige Untersuchung aus Australien (BARNETT et al., 2011) zum Einfluss der Standbemessung auf das Wohlbefinden von Sauen, bei der Stress-Parameter gemessen wurden. Die Autoren kommen damit zum Ergebnis, dass Sauen in 60 cm breiten Ständen weniger Stress hatten im Vergleich zu 70 cm breiter Aufstallung. In verschiedenen amerikanischen Untersuchungen wurden ausschließlich mittlere Körperhöhen unter 90 cm gemessen.

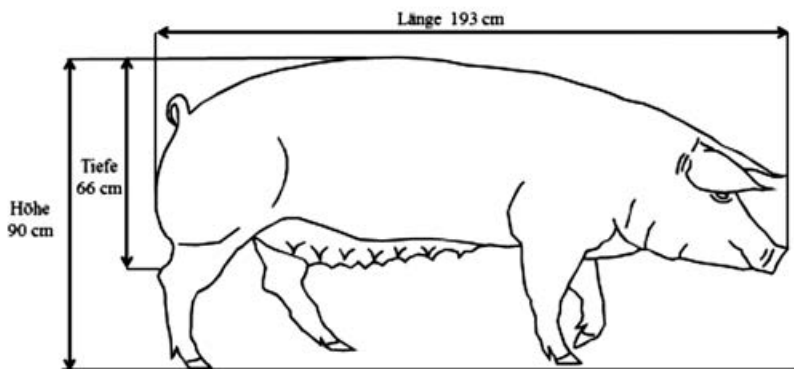


Abb. 1: Definition von Körpermaßen bei Sauen und aktuelle Ergebnisse aus einer dänischen Herkunft (MOUSTSEN et al., 2011)

Bei der Auswertung der international und in Deutschland vorliegenden Ergebnisse ist somit zu erkennen, dass es offensichtlich tatsächlich größere Unterschiede in den Körpermaßen zwischen verschiedenen Genotypen und erwartungsgemäß zwischen jüngeren und älteren Sauen gibt. In der Düsener Herde wurden Unterschiede in der WR bis 23 cm zwischen den Sauen nachgewiesen

(BOCKHOLT und HOPPENBROCK, 1999). MEYER (2015) schlägt demzufolge vor, bei Neubau und großrahmigen Sauen Achsmaße von 80 cm, 70 cm und 60 cm für 25 %, 40 % bzw. 35 % der Herde im Besamungszentrum vorzusehen. Dieser Vorschlag macht aus Gründen der Umsetzung (und Kontrolle) im Vergleich zu einer pauschalen (zu breiten) Festlegung durchaus Sinn. Allerdings ist es sehr schwierig, ausschließlich auf der Grundlage von Körpermaßen Vorgaben für Haltungstechnik zu fordern. Angesichts der Variation der Körpermaße sind Kompromisse unausweichlich, da nicht beliebig viele unterschiedlich breite Stände gefertigt werden können.

Ethologische Begründung für Standplatzbreiten

Mit ethologischer Begründung können Verhaltensuntersuchungen zum Liegeverhalten in der Gruppe und bei Einzelhaltung sowie zum Hinlege /Aufstehverhalten in verschiedenen breiten Ständen durchgeführt werden. Dazu fanden in Zusammenarbeit mit der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (Dr. Simone Müller) und 5 Betrieben sowohl ein „Foto-shooting“ an über 1.000 liegenden Sauen zu den Liegepositionen (Seitenlage, Bauchlage) als auch Vergleichsuntersuchungen zum Liegeverhalten in 70 oder 85 cm breiten Ständen statt.

Fotografische Auswertungen

In die fotografischen Untersuchungen gingen insgesamt 1.050 Sauen aus fünf thüringischen Betrieben ein, bei denen die Liegeposition eindeutig zu bestimmen war. Dazu wurden in größerer Zahl Fotos von liegenden Sauen bei Aufstallung im Einzelstand (Besamungsstand) oder in der Gruppenhaltung angefertigt. Dabei handelte es sich um Momentaufnahmen des Liegens zum Zeitpunkt der Aufnahme. Jedes Tier ging nur mit einem Wert in die Auswertung ein. Es standen wesentlich mehr Fotos von Sauen zur Verfügung. Nicht eindeutig zu erkennende Sauen bzw. Liegepositionen bei der Gruppenhaltung wurden nicht gewertet. Es wurden nur diejenigen Sauen in die Auswertung einbezogen, deren Liegeposition zweifelsfrei zu bestimmen war. Die Einzelstände hatten bei praxisüblicher Aufstallung eine lichte Weite von maximal 70 cm. Folgende Parameter wurden bei der Datenauswertung zu jeder einzelnen Sau in eine Excel-Tabelle eingetragen: Einzel- oder Gruppenhaltung, Liegeposition (1 = Seitenlage, 2 = Seitenlage mit gestrecktem Hinterbein, 3 = Bauch /Seitenlage, 4 = Bauchlage, 5 = Seitenlage mit Bein in Nachbarstand bzw. auf die Nachbarsau gelegt), Körperkontakt bei Liegen in der Gruppe (1 = ohne Körperkontakt, 2 = Körperkontakt < 50 %, 3 = Körperkontakt bei Liegen längs der Nachbarsau). Die Datenbearbeitung fand mit Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest zum Vergleich von Häufigkeiten statt.

Tab. 2: Anteil des Liegens in Seiten- oder Bauchlage bei Sauen in Einzel- oder Gruppenhaltung (% , $p < 0,01$)

	Seitenlage	Bauchlage	n
Einzelhaltung	51,0	49,0	498
Gruppenhaltung	41,8	58,2	552
n	485	565	1.050

Trotz des vermeintlich zu engen Besamungsstandes (maximale Weite 70 cm, z.T. waren aber auch engere Stände darunter) lagen bei Einzelhaltung die Sauen in 51 % aller Fälle in Seitenlage, in Gruppenhaltung waren es 41,8 %. Das Liegen in Seitenlage gilt als Position der völligen Entspannung. Schweine können in dieser Lage tief schlafen und schnarchen gelegentlich. Insofern kann aus den vorliegenden Ergebnissen zum Liegeverhalten von Sauen in Besamungsständen auf keinen Fall geschlussfolgert werden, dass diese Stände nicht verhaltenskonform oder gar tierschutzwidrig seien.

Der Anteil von Sauen mit Bauchlage war beim Liegen in der Gruppe mit 58,2 % signifikant höher als in der Einzelhaltung im Besamungsstand (49,0 %, $p < 0,01$). Das ist insofern bemerkenswert, da die Sauen ausreichend Platz gehabt hätten, sich in Seitenlage nebeneinander zu legen. Es war jedoch auffällig, dass sie beim Liegen den Körperkontakt suchten und sich „freiwillig“ dicht aneinander legten (Abb. 2 und 3).



Abb. 2: Liegende Sauen mit Körperkontakt Abb. 3: Liegende Sauen mit Körperkontakt

Von den auswertbaren 510 liegenden Sauen in Gruppenhaltung lagen lediglich 41 = 8,0 % ohne Körperkontakt. Insgesamt 194 Tiere (38 %) lagen in Körperkontakt (nicht längs, mit weniger als 50 % Kontaktlänge) und mehr als die Hälfte der Sauen in Gruppenhaltung (54 %) lagen längs nebeneinander mit engem Körperkontakt (Abb. 4). Insgesamt 92 % der Sauen in Gruppenhaltung lagen (freiwillig) mit Körperkontakt, z.T. eng aneinander „gekuschelt“.

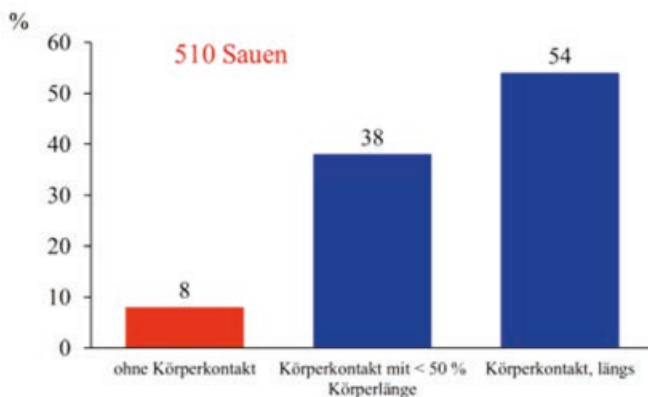


Abb. 4: Anteil von Sauen in Gruppenhaltung mit oder ohne Körperkontakt beim Liegen (in %)

Verhaltensuntersuchungen

In einem Ferkelerzeugerbetrieb wurden Besamungsstände so umgebaut, dass 4 Stände eine Breite von 70 cm (lichte Weite) hatten und 4 daneben liegende Stände 85 cm breit waren. In 4 Durchgängen wurden je 8 Altsauen eingestallt und mittels Infrarot-Videotechnik lückenlos in ihrem Liegeverhalten überwacht. In insgesamt 288 Stunden Beobachtungszeit für jeden Stand wurde registriert, wie häufig sich einzelne Sauen in ihren Ständen gedreht hatten. Während zweier typischer Ruheperioden (zwischen 12 und 14 sowie 20 und 22 Uhr) analysierten wir, welche Verhaltensweisen und Liegepositionen die Sauen in den unterschiedlich breiten Ständen zeigten. Dabei wurden folgende Zielgrößen erfasst: Stehen, Sitzen, Seitenlage und Bauchlage. Bei Seiten- und Bauchlage wurde jeweils unterschieden, ob die Sauen mit oder ohne Körperkontakt zur Seitenwand lagen. Insgesamt 6.144 Werte im Abstand von je 5 min gingen in diese Auswertung ein (4 Durchgänge x 8 Sauen x 4 Tage x 4 h x 12 Werte/h).

Die Altsauen wurden bei Einstellung nach Alter und Größe gleichmäßig auf die unterschiedlich breiten Stände verteilt. Die mittlere Wurfnummer betrug 4,2 in den 85 cm breiten Ständen und 4,1 in den 70 cm breiten. Die kleinste Sau war 76 cm hoch, die größte 95 cm. In den breiteren Besamungsständen betrug das mittlere Stockmaß (= Widerristhöhe) 87,1 cm, die Körperlänge 180,7 cm und die Rumpftiefe 68,6 cm. Die entsprechenden Körpermaße in den 70 cm breiten Ständen waren 86,3 cm (Stockmaß), 183,8 cm (Körperlänge) und 70,0 cm (Rumpftiefe).

In 384 Stunden Videoauswertung wurde darüber hinaus die Anzahl des Hinlegens und Aufstehens sowie der Liegepositionswechsel (von der Seiten- zur Bauchlage oder umgekehrt) in den 70 oder 85 cm breiten Besamungsständen gezählt. Für diese Untersuchung wählten wir pro Tag 3 h aus (6 bis 7, 10 bis 11 und 16 bis 17 Uhr), in denen die Sauen aktiver als in den anderen Stunden des Tages waren.

Schließlich wurde in 4 Durchgängen an jeweils 2 Tagen über 18 h pro Tag bei sämtlichen eindeutigen Abliege- und Aufstehvorgängen sowie Liegepositionswechseln in den unterschiedlich breiten Besamungsständen deren Zeitdauer gemessen. Zusätzlich wurde von zwei Tierärztinnen das Integument (= die „Körperhülle“) der Sauen zum Einstellen und Ausstellen auf mögliche Verletzungen bewertet.

In den 288 Stunden Videobeobachtung wurde in 13,5 % aller Fälle nachgewiesen, dass die betreffende Sau sich verkehrt herum im Besamungsstand aufhielt. Dieses Drehen der Sau im Stand trat ausschließlich in 85 cm breiten Ständen auf und kam in den 70 cm weiten Besamungsständen nie vor. Drei der beobachteten 16 Sauen (18,8 %) drehten sich dabei wiederholt im Einzelstand und mussten ständig wieder in die richtige Position gebracht werden.

Auf der Basis von 6.144 Beobachtungswerten (3.072 pro Variante: 70 oder 85 cm, je 4 Stände) wurden die verschiedenen Verhaltensweisen und Liegepositionen der Sauen in Einzelhaltung ermittelt. In den 70 cm breiten Besamungsständen standen die Sauen mit 4,3 % seltener als in den 85 cm breiten Einzelständen (11,0 %). Sie saßen auch tendenziell etwas weniger in den schmalen Boxen (1,8 %) als in den breiten (2,4 %). Der Anteil des Liegens in Bauchlage war in beiden Standweiten sehr ähnlich: 22,9 % bei 70 cm Breite und 19,8 % bei 85 cm. In den 70 cm breiten Besamungsständen lagen die Sauen mit 73,5 % signifikant häufiger in Seitenlage als in der 85 cm breiten Aufstallung mit 65,6 % (Tab. 3).

Tab. 3: Häufigkeit verschiedener Verhaltensweisen in unterschiedlich breiten Besamungsständen

Verhaltensweise	70 cm Breite	85 cm Breite
Anzahl Beobachtungswerte	3.072	3.072
Stehen	4,3	11,0
Sitzen	1,8	2,4
Seitenlage ohne Wandkontakt	18,4	26,5
Seitenlage mit Wandkontakt	55,1	39,1
Bauchlage ohne Wandkontakt	9,3	7,4
Bauchlage mit Wandkontakt	13,6	12,4

Somit lässt sich am Liegeverhalten der untersuchten Tiere die oben genannte Ableitung (Breite eines Kastenstandes = 75 % der Widerristhöhe) bestätigen, da auch bei Sauen mit einem durchschnittlichen Stockmaß von 86 cm eine Breite des Standes von 70 cm ausreichend ist und das Liegeverhalten in keiner Weise nachteilig beeinflusst wird (HOY und MÜLLER, 2015).

Bezüglich der Standplatzbreite könnte angenommen werden, dass in (zu) engen Ständen das Aufstehen und Abliegen bei den Sauen behindert wird, und dass sie demzufolge diese Verhaltensweise seltener zeigen. Deshalb wurde in je 192 Stunden pro Standplatzbreite ausgewertet, wie viel Mal pro Stunde Aufsteh- bzw. Abliegevorgänge auftraten. Bei der Häufigkeit des Aufstehens und Hinlegens, aber auch der Liegepositionswechsel gab es keine Unterschiede zwischen 70 und 85 cm breiten Ständen (Tab. 4).

Tab. 4: Häufigkeit des Aufstehens, Hinlegens und der Liegepositionswechsel in 70 oder 85 cm breiten Besamungsständen

Breite des Standes	Aufstehen/h	Hinlegen/h	Positionswechsel/h
70 cm	0,93	1,22	1,0
85 cm	0,88	1,14	0,8
n (h Beobachtung je Variante)	192	192	192

Da auch die Dauer des Abliege- oder Aufstehvorganges als Kriterium für eine tiergerechte Haltung verwendet wird, untersuchten wir in vier gut einzusehenden Standplätzen in 576 Stunden Beobachtungszeit sämtliche eindeutig auswertbaren Abliege- und Aufstehvorgänge sowie Liegepositionswechsel bezüglich ihrer Dauer. Wird das Hinlegen in die Bauch- oder in die Seitenlage zusammengefasst, gab es keine Unterschiede zwischen den 70 oder 85 cm breiten Ständen. In den schmaleren Besamungsständen dauerte ein Abliegevorgang im Mittel 24,2 Sekunden, in den 85 cm breiten Ständen 22,5 Sekunden (Tab. 5).

Tab. 5: Dauer (in Sekunden) des Hinlegens, Aufstehens und der Liegepositionswechsel (* p < 0,05) (Variationskoeffizient für die Parameter von 41 bis 68 %)

Verhaltensweise	n (70/85 cm)	70 cm Breite	85 cm Breite
Hinlegen	192/146	24,2	22,5
Aufstehen	69/44	4,1	4,1
Positionswechsel (Bauchlage in Seitenlage oder umgekehrt)	109/60	5,1	5,1

Die Veränderungen in den bewerteten Integumentkriterien (Body Condition Score, Auftreten von Schulterläsionen, Gesäugequalität, Vorder- und Hintergliedmaßen sowie Auftreten von Hautverletzungen über den Klauen) zeigten keinerlei statistisch zu sichernden Unterschiede zwischen den Sauen, die in 70er bzw. 85er Ständen gehalten wurden (HOY et al., 2015).

Wahlverhaltensuntersuchungen

Auf der Lehr- und Forschungsstation Oberer Hardthof unseres Institutes untersuchten wir, wo die Tiere sich hinlegen, wenn sie die freie Auswahl zwischen einer eingestreuten Liegefläche und Fressständen haben. Dazu nutzten wir eine mit Stroh eingestreute Gruppenbucht für 15 Sauen. Die Liegefläche betrug 27 m², pro Sau also 1,8 m². Damit stand jeder Sau 0,5 m² Liegefläche mehr als nach TierSchNutzV gefordert zur Verfügung. Die Fressstände hatten die Abmessungen 200 x 60 cm und waren immer frei zugänglich. Die Buchtenfläche betrug somit 3 m² je Sau (Vorgabe der TierSchNutzV: 2,25 m² bei einer Gruppengröße von 15 Tieren). Über einen Zeitraum von 1,5 Jahren untersuchten wir über je 4 Tage lückenlos das Liegeverhalten von insgesamt 22 Sauengruppen mittels Infrarot-Videotechnik (KRAUSS, 2011).

Insgesamt konnten 12.454 Abliegevorgänge ausgewertet werden. Nahezu ein Fünftel aller Hinliegevorgänge (= 19,7 %) fand dabei in den 60 cm breiten Fressständen statt, obwohl die Tiere eine reichlich bemessene (1,8 m²) mit Stroh eingestreute Fläche zum Liegen angeboten bekamen. Dabei gab es keine Unterschiede zwischen dem Liegeverhalten unmittelbar nach der Einstallung und nach drei Wochen. Ebenso wenig gab es Unterschiede zwischen neu eingestellten Sauen und anderen Sauen, die bereits etwa drei Wochen lang in dieser Bucht waren. Für dieses Ergebnis gibt es nur eine Erklärung. Für einen Teil der Sauen, vermutlich für die rangniederen Gruppenmitglieder, bietet der Fressstand Schutz gegenüber den anderen Tieren der Gruppe. Das deckt sich mit Beobachtungen und Erfahrungen in Betrieben mit Selbstfangfressständen. Selbst wenn die Sauen freien Zugang zu einer (eingestreuten) Liegefläche außerhalb der Fangfressstände haben, bevorzugt ein Teil der Tiere die Rückzugsmöglichkeit im Stand. Angesichts der teilweise sehr heftig geführten Rankämpfe zwischen Sauen bei der Gruppenbildung ist dieses Verhalten der Sauen nachvollziehbar (BAUER, 2005; BORBERG, 2008).

Tiergesundheitliche Aspekte bei unterschiedlich breiten Besamungsständen

Berichte aus einem Betrieb, der nach Verlangen des Veterinäramtes Besamungsstände 85 bis 95 cm breit einrichten musste (Altsauen), zeigen, dass im ersten halben Jahr wenige Verletzungen auftraten, da die Tiere noch an schmale Stände gewöhnt waren („tradiertes Verhalten“) und sich nur einige wenige drehten. Danach kam es zu einem starken Anstieg der Verletzungshäufigkeit mit Läsionen an Schwanz, Nase bzw. Ohren („Stand ist kein Hindernis“), wenn die Sauen es nicht sofort schafften sich zu drehen (ca. 95 bis 100 cm große Sauen in 90 bis 95 cm breiten Ständen). Insgesamt 63 % der Tiere von 52 in der Kalenderwoche 48/2015 bonitierten Sauen waren mittelgradig bis schwer verletzt. Von 1.680 abgesetzten Sauen mussten im Zeitraum von 1.5. bis 19.11.2015 insgesamt 1,8 % aufgrund von Vorderbeinbrüchen und 3 % wegen Beinverletzungen in den breiten Kastenständen notgetötet werden. Jede Woche wurde im Durchschnitt mindestens eine Sau wegen Vorderbein-Fraktur notgetötet. Das lässt nur eine Schlussfolgerung zu: der zu breite Stand ist eindeutig tierschutzwidrig.

Alternativen zur Einzelhaltung im Besamungsstand

Wenn wegen zunehmender Vorbehalte gegen die Unterbringung der güsten und frühtragenden Sauen in Einzelständen künftig die Gruppenhaltung im Besamungsstall stattfinden sollte, dann nur unter Verwendung von Selbstfang-Besamungsständen, die bislang im Zusammenhang mit der Gruppenhaltung anerkannt wurden. Allerdings müssen Übergangsfristen eingehalten werden, die der Abschreibungsfrist der verwendeten Stallausrüstung entsprechen (10 Jahre), zumal bis Ende 2012 viele Betriebe die Gruppenhaltung im Wartestall eingeführt haben, was zum größten Strukturwandel der Schweinehaltung in Deutschland geführt hat. Wenn ein früherer Beginn der Gruppenhaltung gefordert werden sollte, dann sollte dies unmittelbar nach Abklingen der Brunstsymptome stattfinden. Dabei ist das Problem der Umrauscherkontrolle zu lösen.

Zum Einfluss des Zeitpunktes des Gruppenhaltungsbeginns auf die Fruchtbarkeitsleistung liegen nur wenige wissenschaftliche Untersuchungen vor. CASSAR et al. (2008) verglichen Sauen in Gruppenhaltung, die 2, 7, 14, 21 oder 28 Tage trächtig waren, als die Gruppe gebildet wurde, mit Sauen in Einzelhaltung. Die Ergebnisse weisen eindeutig aus, dass die Abferkelrate bei Sauen mit Gruppenhaltungsbeginn 2, 7 oder 14 Tage nach der Belegung deutlich niedriger war (72,3 bis 77,5 %) als bei Sauen mit Beginn der Gruppenhaltung nach 3 oder 4 Wochen Trächtigkeitsdauer oder bei Einzelhaltung (82,0 bis 83,2 %). Darüber hinaus war die Wurfgröße bei Sauen mit 2 oder 7 Tagen Trächtigkeit bei Beginn der Gruppenhaltung um 0,2 bis 0,6 Ferkel/Wurf vermindert (Tab. 6).

Tab. 6: Abferkelrate, mittlere Wurfgröße (+ Standardabweichung) und Ferkelindex (nach eigenen Berechnungen) von Sauen in Einzelhaltung (Kontrolle) bzw. Gruppenhaltung mit Beginn zu unterschiedlichen Trächtigkeitsstadien (CASSAR et al., 2008)

Beginn der Gruppenhaltung Tage nach Belegung	Anzahl Sauen	Abferkelrate (%)	Wurfgröße gesamt geb. Ferkel	Wurfgröße lebend geb. Ferkel	Ferkelindex1)
2	98	77,5	11,0 + 0,4	10,2 + 0,4	853
7	97	75,3	11,2 + 0,4	10,3 + 0,4	843
14	101	72,3	11,6 + 0,4	10,7 + 0,3	839
21	101	83,2	11,4 + 0,4	10,4 + 0,3	949
28	98	82,6	11,5 + 0,3	10,6 + 0,3	950
Kontrolle – Einzelhaltung	122	82,0	11,6 + 0,3	10,6 + 0,3	951

1) Ferkelindex = Anzahl gesamt geborener Ferkel pro 100 belegte Sauen (Abferkelrate mal Wurfgröße gesamt geborener Ferkel) – eigene Berechnung und in der Tabelle angefügt

Ein Vergleich rheinischer Betriebe kam insofern zu einem ähnlichen Ergebnis, als dass Betriebe, die die Gruppenbildung zwischen dem 9. und 27. Trächtigkeitstag durchführten, mit 20 % die höchste Umrauscherquote, die geringste Zahl an Würfen pro Sau und Jahr und mit 20,80 die niedrigste Zahl abgesetzter Ferkel je Sau und Jahr erreichten (ANONYM, 2005, Tab. 7).

Tab. 7: Fruchtbarkeitsleistung in rheinischen Betrieben mit unterschiedlichem Beginn der Gruppenhaltung (ANONYM, 2005)

	Zeitpunkt der Gruppierung (Trächtigkeitstag)		
	bis 8. Tag	9. - 27. Tag	nach 28. Tag
Anzahl Betriebe	25	8	82
Sauenbestand	149	121	179
Umrauscherquote (%)	13	20	14
Würfe/Sau und Jahr	2,27	2,18	2,27
Abgesetzte Ferkel/Sau u. Jahr	21,96	20,80	21,83

Schlussfolgerungen

Zusammenfassend lässt sich schlussfolgern, dass es tierschutzrelevant ist, generell breitere Einzelstände (als 70 cm) zu fordern, da sich in > 85 cm breiten Besamungsständen viele Sauen drehen und ein hohes Verletzungsrisiko herrscht. Zusätzlich gibt es hygienische Nachteile (Kot im Trog) (TSchNutztV). Augenmaß und nötigenfalls verschiedene Breiten der Stände sind nötig, um unterschiedlich große Sauen unterzubringen. Bei Auflagen zu breiteren Ständen als in den Ausführungsbestimmungen zur TSchNutztV empfohlen ist das zuständige Veterinäramt auf die tierschutzrelevanten Konsequenzen hinzuweisen, und es ist zunächst das Gespräch mit dem Amtstierarzt zu suchen, bevor über juristische Schritte gegen die Auflagen nachgedacht wird.

Literatur:

ANONYM (2005): Deckzentrum zu klein – was kann man tun? Schweinezucht und Schweinemast 6, 67.

BARNETT, J.L.; P.H. HEMSWORTH, K.L. BUTLER, N. SCHIRMER, S.S. BORG and G.M. CRONIN (2011): Effects of stall dimensions on the welfare of pregnant sows. Animal Production Science 51, 471-480.

BAUER, J. (2005): Untersuchungen zur Gruppenbildung von Sauen unter Verhaltens-, Gesundheits- und Leistungsaspekten. Diss. Univ. Gießen.

BOCKHOLT, E. und K.-H. HOPPENBROCK (1999): Größe L oder XXL für den Kastenstand. Schweinezucht und Schweinemast 5, 8-10.

BORBERG, A.C. (2008): Analyse der agonistischen Interaktionen bei der Gruppierung von Sauen mit oder ohne Eber. Diss. Univ. Gießen.

CASSAR, G.; R.N. KIRKWOOD, M.J. SEGUIN, T.M. WIDOWSKI, A. FARZAN, A.J. ZANELLA, and R.M. FRIENDSHIP (2008): Influence of stage of gestation at grouping and presence of boars on farrowing rate and litter size of group-housed sows. *Journal of Swine Health and Production* 16 (2), 81-85.

HOY, St. und S. MÜLLER (2015): Entspanntes Liegen auch im Kastenstand. *Schweinezucht und Schweinemast* 3, 48-51.

HOY, St., S. MÜLLER, und P. RÖSNER (2015): Nicht breit machen. *dlz primus Schwein* 12, 18-21.

KRAUSS, A.V. (2011): Sozialverhalten in dynamischen Sauengruppen bei der Eingliederung neuer Sauen. Diss. Univ. Gießen.

MEYER, E. (2014): Untersuchungen zur körperlichen Entwicklung von Zuchtsauen und Konsequenzen für die Kastenstandhaltung. Bericht Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Sachsen.

MEYER, E. (2015): Kastenstände: Breiter nicht immer besser. *Schweinezucht und Schweinemast* 2, 42-44

MOUSTSEN, V.A.; H.P. LAHRMANN, and R.B. D'EATH (2011): Relationship between size and age of modern hyper-prolific crossbred sows. *Livestock Science* 141, 272-275.

Tierwohl im Abferkelstall - Wie ist es zu erfassen?

K. Fischer¹, J. Kecman²

Hintergrund

Jeder Halter landwirtschaftlicher Nutztiere ist nach §11 des Deutschen Tierschutzgesetzes (TierSchG) zur Sicherstellung der Einhaltung des §2 TierSchG zur Eigenkontrolle seiner Tiere verpflichtet. Das soll anhand geeigneter tiergestützter Indikatoren erfolgen. Welche das sind, bleibt dem Halter überlassen. Vom Handel und vom Verbraucher wird der Begriff Tierwohl bemüht. Doch was ist Tierwohl und wie ist dieser Zustand zu beschreiben? In Zusammenarbeit mit der Stiftung zur Förderung der Schweinezucht in Sachsen-Anhalt und dem Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt wurde ein Fragekatalog für säugende Sauen entwickelt und hinsichtlich seiner Eignung überprüft. Im Fokus stand dabei unabhängig vom Bearbeiter möglichst sicher zu erfassende und reproduzierbare Ergebnisse zu erhalten.

Literatur

Eine kurze und prägnante Definition von Tierwohl ist schwierig. Seit 1965 findet sich eine Vielzahl an möglichen Umschreibungen. Nach BRAMBELL (1965) umfasst Tierwohl die physische Gesundheit und das psychische Wohlbefinden. BROOM (1962) und Knierim (2002) stellen Tierwohl mit der Fähigkeit sich mit seiner Umwelt auseinanderzusetzen gleich. LORZ und METZGER (1999) wiederum beschreiben Tierwohl als einen Zustand körperlicher und seelischer Harmonie des Tieres mit sich. Eine Abgrenzung des Begriffes gegenüber Tiergerechtigkeit, Tierschutz und Wohlergehen von Tieren findet teilweise nicht mehr statt, da die Zielsetzung nahezu identisch ist (WBA, 2015). Tiere sollen weitgehend frei von Schmerzen, Leiden und Schäden leben. Dies ist im Tierschutzgesetz hauptsächlich im §2 geregelt. Tierethische Ansätze gehen darüber hinaus und sprechen von einer negativen Pflicht - dem Vermeiden von Verletzungen - und einer positiven Pflicht zur Fürsorge (WOLFSCHMIDT, 2015). SIMIANER (2015) vertritt die Auffassung, dass Tierwohl dann vorliegt, wenn die Anpassungsfähigkeit eines Tieres an seine Umwelt nicht überfordert wird. Oftmals werden die „5 Freiheiten“ als Kriterium genutzt. Tiere, die alle 5 Freiheiten ausleben können, fühlen sich nach den Richtlinien des Farm Animal Welfare Committees (FAWC, 1992) wohl. Diese fünf Kriterien umfassen die Freiheit von Hunger und Durst, Freiheit von Unbehagen durch die Umgebung und von Schmerzen, Freiheit von Verletzungen und Krankheiten, Freiheit zum Ausleben normaler Verhaltensweisen und die Freiheit von Leiden und Angst. Eine Nutztierhaltung wäre unter diesen Kriterien undenkbar. Vielmehr gilt es unter Beachtung des Tierschutzgesetzes Kompromisse zu finden. Zudem verdeutlicht die Definitions-

1 Hochschule Anhalt, Bernburg

2 Martin-Luther-Universität, Halle-Wittenberg

breite die Schwierigkeit einer Beurteilung der fünf Freiheiten. Mag das für die Freiheit von Hunger und Durst, sowie Schmerz und Krankheit noch gelingen, so sind Unbehagen, Angst aber auch „normale Verhaltensweisen“ sehr schwer objektiv erfassbar und nach reproduzierbaren Kriterien zu bewerten.

Eine Bewertung oder Erfassung von Tierwohl vor Ort im Stall kann somit nicht das reine Erfüllen der 5 Freiheiten beinhalten. Es bestehen mehrere Möglichkeiten in umfangreichen Protokollen Tiere und ihr Befinden zu beschreiben. Eine sehr bekannte Variante ist das Animal Welfare Protocol®. Ihm liegt ein stufenartiges Vorgehen zugrunde. Es wird dabei von einer Vielzahl an Messungen (Datenerfassungen) zur Beschreibung des Tierwohls ausgegangen, die auf eine überschaubare Anzahl an Kriterien (12 Kriterien) komprimiert und schließlich selektiert werden. Diese 12 Kriterien sind dann wenigen (vier) Kategorien (principes) zuzuordnen, welche mit den Begriffen Haltungsbedingungen, Fütterung, Gesundheit und Verhalten überschrieben sind. Daraus kann schließlich eine generelle Aussage abgeleitet werden (Abb. 1).



Abb. 1: Stufenprogramm im Animal Welfare Protocol®

Das beinhaltet als Vorteile ein sehr umfassendes und informatives Datenprotokoll sowie die Kombination mehrerer Indikatoren. Das wiederum enthält die Schwierigkeit der Emotionsbeschreibung beim Tier und die korrekte Zuordnung derselben in eine der vier Kategorien (Prinzipien).

Vorgefertigte Fragebögen sind sehr zeitaufwendig, und bei einem Versand an Betriebe ist mit einem sehr geringen Rücklauf zu rechnen. Beratung und Training der Kollegen für die korrekte Beurteilung von Tieremotionen sind zweifellos notwendig, was dieses Vorgehen letztendlich nicht praxistauglich erscheinen lässt. Ferner können einzelne Kategorien sehr wohl die Anforderungen an eine hohe „Animal Welfare-Qualität“ erfüllen (excellent), andere wiederum nicht (not classified), sodass vom Gesamtergebnis (Overall assessment) ausgehend, nur schwer der Grad der Erfüllung in den einzelnen Kategorien wiedergegeben werden kann.

Zweifellos sind klare Kennzahlen wie „Tierabgang insgesamt“, „Zeitpunkt des Tierabgangs“ sowie „Höhe der Tierabgänge“ belastbare Indizien für die Qualität der Tierhaltung, für das Management im Bestand. Verschiedene Auswertungen belegen, dass hier Einflüsse von Seiten der Rasse, des Alters, des Haltungsvorgangs und von technischen Gegebenheiten auf die Tiere bestehen (LUCIA et al., 2000; HEUSING, 2003; STALDER et al., 2004). Der enge Bezug zur Herdengesundheit liegt auf der Hand.

Die Verpflichtung zur Eigenkontrolle nach §11 TierSchG in Betrieben mit der Haltung von Nutztieren zu gewerblichen Zwecken verlangt nach geeigneten Protokollen mit tiergestützten Indikatoren. Eine ausschließliche Auswertung von Daten aus dem Sauenplaner erscheint ungeeignet, zumal sie unterstellt, dass eine hohe Leistung mit viel Tierwohl einhergeht. Speziell für Sauen im Abferkelstall ist es schwierig, geeignete Kriterien zu finden und die Sauen hinsichtlich des Auslebens ihrer Verhaltensweisen oder der Freiheit der Bewegung zu beurteilen. Daher liegen die Schwerpunkte in der Dokumentation der Abwesenheit von Verletzungen bzw. deren Schweregrade, der Messung der Luftqualität sowie ausgewählten Parametern zum Verhalten und den Aktionen von Sauen als auch Ferkeln.

Die Gesundheit der Sauen wird hinsichtlich des Auftretens von Schulterläsionen, Klauenproblemen, Atemproblemen, Verletzungen am Gesäuge und der Kondition beurteilt. Das Auftreten von Schulterläsionen steht in Verbindung mit dem Parameter der Kondition. Beide Aspekte im Zusammenhang verdeutlichen das mögliche Problem von zu wenig Seitenspeck bei der Einstallung in den Abferkelbereich. Erkrankungen an den Klauen können im Abferkelstall sehr gut beobachtet werden. Die Gründe für eventuelle Verletzungen sind hauptsächlich in einer fehlerhaften Fütterung als auch schlechten Bodenverhältnissen, aber auch der Genetik zu sehen (NIENHOFF, 2002). Das Auftreten von Problemen bei der Atmung kann auf eine schlechte Luftqualität, z.B. zu hohe Ammoniakkonzentration oder zu hohe Temperatur zurückgeführt werden. Bissverletzungen am Gesäuge können Hinweise auf Milchmangel bei den Ferkeln aber auch bauliche Schwierigkeiten geben. Die jeweilige Aktion der Sauen als auch Ferkel wird mit bonitiert. Das Hauptaugenmerk liegt bei Ferkeln als auch Sauen auf der Liegeposition. Sauen in Bauchlage als auch Ferkel, die nicht im Ferkelnest und womöglich noch in der Bucht verteilt liegen, geben wertvolle Hinweise unter anderem auf die Umgebungstemperatur (HULSEN und SCHEEPENS, 2006).

Vorgehen

Die Datenerfassung fand von Januar 2015 bis Februar 2016 in vier Betrieben in Sachsen-Anhalt statt. Mit Hilfe eines Fragebogens wurden neben der Dokumentation von Säugewoche, Datum, Uhrzeit sowie Reaktion der Sauengruppe auf das Betreten des Stallabteiles folgende Merkmalskomplexe beschrieben:

- Allgemeines zur Sau (Wurfnummer, Ferkelanzahl zum Zeitpunkt der Beobachtung, Kondition),
- Verhalten der Sau (Aktion, Reaktion bei Berührung),
- Verhalten der Ferkel (Aktion, Liegeverhalten in der Bucht),
- Probleme der Sau (Leerkauen, Läsion, Klauen, Atmung, Gesäuge),
- Beschreibung der Umgebung (Temperatur, Luftfeuchte, Ammoniakgehalt, Lautstärke, Helligkeit).

Zur korrekten Beurteilung von Klauenschäden wurden dabei die Boniturhilfen des aid (2011) mit der Einteilung in die Komplexe allgemeine Entwicklung der

Klauen, Verletzungen am Kronsaum, am Wandhorn bzw. an der Sohle genutzt. Die Beurteilung der Klaue erfolge in den vier Komplexen in den Stufen 1 (ok) bis 4 (sofort reagieren). Die Sauen wurden beurteilt ohne sie zu stören. Daher ist es möglich, dass bei einigen Sauen nur eine Klaue bewertet werden konnte. In den Auswertungen wird nicht hinsichtlich der Anzahl bewerteter Klauen unterschieden. Auftretende Läsionen im Schulterbereich wurden in drei Klassen eingeteilt, Druckstelle, gerötete Stellen und blutige Wunden. Als Atemproblem wurde das Hecheln definiert. Die Gesäugebonitur erfolgte nicht nach der Anzahl funktionsfähiger Zitzen sondern anhand des Auftretens blutiger Verletzungen an den Zitzen in den Klassen gut, mittel und schlecht.

Die Bonitur einer Sau dauert etwa 1-2 min. Für eine Aussage zum Wohlbefinden des Tieres wurden die Angaben zu Verletzungen genutzt. Die Einschätzung zum Tierwohl erfolgte in zwei Schritten. In einem ersten Verfahren wurden die Beobachtungen mit Punkten bewertet, im Sinne von „Strafpunkten“ eines Bußgeldkataloges. Jede Sau wies zu Beginn einer Bonitur 0 Punkte auf. Je nach Schweregrad der beobachteten Verletzungen (Läsionen, Klauen, Gesäuge) und eventueller Atemprobleme ergab sich für jede Sau eine Summe an Punkten. Bei Sauen, die in mehr als einem Komplex nach AID (2011) eine Verletzung aufwiesen, wurden die Schweregrade summiert und mit dem Faktor 10 multipliziert. Die genaue Punktevergabe ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tab. 1: Grundlage der Punktevergabe für die Einschätzung von Tierwohl

Merkmal	Strafpunkte
Atemprobleme	nein = 0 Punkte, ja = 10 Punkte
Zustand Gesäuge	gut = 0 Punkte, mittel = 10 Punkte, schlecht = 20 Punkte
Läsionen	keine = 0 Punkte, Druckstelle = 10 Punkte, ab Grad 2 = 30 Punkte
Klauen	Summe der Schweregrade multipliziert mit Faktor 10

Ausgehend von der Summe an Punkten für jedes Einzeltier erfolgte die Einteilung in Tierwohl nach dem Ampelsystem in die Klassen grün (bis 20 Punkte), gelb (21 bis 40 Punkte) und rot (ab 40 Punkte).

In einem zweiten Schritt erfolgt zur besseren Einschätzung möglicher Schwachstellen im Betrieb eine separate Aufstellung zu den Schwerpunkten Klauen, Läsionen, Gesäuge, Atmung und Kondition. Sollte zudem in einem dieser Merkmale die schlechteste Kategorie vertreten sein, wurde für die betreffende Sau das Tierwohl verneint.

Alle Ergebnisse wurden mit den Programmen Excel und SPSS Statistics 22.0 berechnet. In der statistischen Auswertung wurden einfache Mittelwertvergleiche sowie Kreuztabellen genutzt.

Ergebnisse

Insgesamt wurden 3.479 Beobachtungen an Sauen durchgeführt und ausgewertet. In der folgenden Tabelle werden ausgewählte Ergebnisse im Vergleich der vier Betriebe dargestellt.

Tab. 2: Auftreten von Läsionen und Klauenproblemen in Abhängigkeit des Betriebes

	Betrieb A	Betrieb B	Betrieb C	Betrieb D
Läsionen (%)				
keine	72	66	61	63
Grad 1 - Druckstelle	18	16	10	27
Grad 2 - gerötete Stelle	4	6	14	3
Grad 3 - blutige Wunde	6	12	15	7
Klauenprobleme (%)				
ja	82	69	98	85
nein	18	31	2	15

Das gehäufte Auftreten der Klauenprobleme von Sauen ist in allen Betrieben offenkundig und teilweise auf einem problematisch hohen Niveau. In der folgenden Tabelle sind die prozentualen Häufigkeiten der Schweregrade als Summe der vier beurteilten Komplexe dargestellt.

Tab. 3: Vergleich der prozentualen Häufigkeiten der Schweregrade der Klauenbonitur bei Sauen zwischen den Betrieben

Schweregrad	Betrieb A	Betrieb B	Betrieb C	Betrieb D
2 - weiter beobachten	36	72	59	37
3 - Maßnahmen einleiten	62	26	39	62
4 - sofort reagieren	2	2	2	1

Zwischen den Betrieben bestehen deutliche Unterschiede in der Ausprägung der Schweregrade. Die vierte Kategorie ist in allen Betrieben mit maximal 2% vertreten. Hinsichtlich der Einstufung in Kategorie 2 oder 3 sind fast gegensätzliche Verteilungen zwischen den Betrieben sichtbar. Ziel sollte es sein, die Sauen mit Schweregrad 2 konsequent zu beobachten, dass ein Verschlimmern des Befundes in Richtung Schweregrad 3 zu verhindern.

Für den Parameter Gesäugequalität wurden im Verlauf einer Säugezeit Veränderungen in der Häufigkeit der Vergabe der Boniturnoten gut, mittel und schlecht festgestellt. Der Anteil an Sauen in Bauchlage stieg bis zur 3. Säugewoche an und erreichte ein Plateau. Bei diesen Sauen war eine Beobachtung von Verlet-

zungen am Gesäuge nicht möglich. Bei den Sauen in Seitenlage oder stehenden Sauen erfolgte die Bonitur. Dabei ist auffällig, dass die Note „gut“ in der Häufigkeit von 41% auf 15% absinkt, während die Noten „mittel“ und „schlecht“ in ihrer Häufigkeit ansteigen (vgl. Abb. 2).

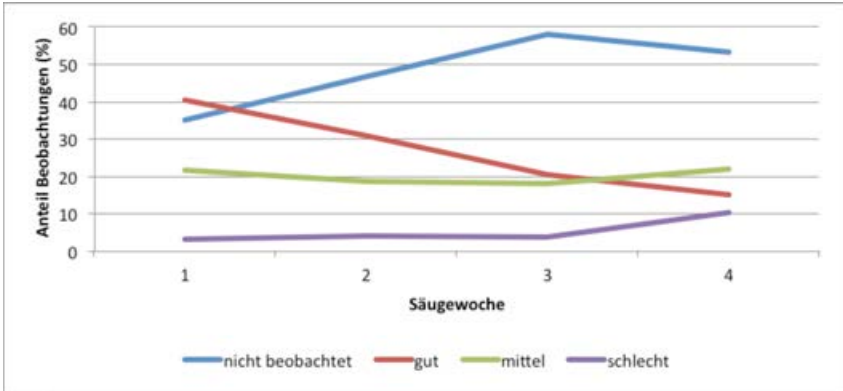


Abb. 2: Veränderung der Häufigkeit des Auftretens von Boniturnoten des Gesäuges bei Sauen in Abhängigkeit von der Säugewoche

Für eine Bewertung des Merkmals Tierwohl sind die Parameter zur Sau Leerkauen und Reaktion auf Berührung weniger geeignet. Das Liegeverhalten der Ferkel als auch eventuelle Atmungsprobleme der Sau können zur Einschätzung des Stallklimas genutzt werden. Alle anderen erfassten Merkmale wurden bewertet und in einer Summe je Tier ausgewiesen. In der folgenden Tabelle sind diese Ergebnisse und die daraus resultierende Einstufung des Merkmals Tierwohl je Betrieb in ein Ampelsystem zu sehen.

Tab.4: Beschreibung von Tierwohl mittels Punktzahl und der Einstufung in ein Ampelsystem in Abhängigkeit der Betriebe

	Betrieb A	Betrieb B	Betrieb C	Betrieb D
Punkte (MW±SD)	33,7±25,4	28,4±20,2	43,0±20,5	28,1±23,0
grün - Tierwohl bestätigt (%)	40	44	22	49
gelb - Achtung (%)	31	36	34	29
rot - kein Tierwohl (%)	29	20	44	22

Die niedrigsten und damit besten Werte werden von den Betrieben B und D erreicht. Beide liegen auf einem vergleichbaren Niveau. Den schlechtesten Wert weist Betrieb C auf. Diese Tendenz wird mit der Einstufung in das Ampelsystem (grün, gelb, rot) bestätigt. Die höchste Anzahl an Sauen in der Kategorie

grün wird im Betrieb D mit 49% erreicht. Der schlechteste Wert wird mit 22% in Betrieb C dokumentiert. In der Klasse „gelb“ sind die Betriebe A, B und C auf einem vergleichbaren Level. In der dritten Kategorie „rot“ sind in Betrieb C mit Abstand prozentual die meisten Sauen vertreten.

Allein die Einstufung in Punkte und/oder ein Ampelsystem hilft nicht Schwachstellen im Betrieb offen zu legen. In Tabelle 5 wird in Anlehnung an das Ampelsystem für alle Betriebe eine Übersicht hinsichtlich der Merkmalskomplexe Klauen, Gesäuge, Läsionen und Kondition gegeben. Für den Parameter der Verletzungen an Klauen wurde nur in die beiden Kategorien grün oder rot unterschieden.

Tab. 5: Bestimmung von Tierwohl anhand des Ampelsystems in Prozent in den einzelnen Merkmalskomplexen für alle Betriebe

Parameter	Klauen	Gesäuge	Läsionen	Kondition
grün - Tierwohl ok (%)	56	76	72	95
gelb - Achtung (%)		19	18	
rot - nicht ok (%)	44	5	10	5

Für den Bereich der Klauenverletzungen werden nur in 56 % aller Beobachtungen an Sauen diese Tiere als gesund eingestuft. Der Anteil in der Klasse „rot“ ist für dieses Merkmal deutlich zu hoch. Für die Komplexe der Verletzungen am Gesäuge und Auftreten von Läsionen ist mit über 70% Anteil in der Klasse „grün“ ein positives Ergebnis zu verzeichnen. Wenn es in der Folge gelingt, bei einem Auftreten von Verletzung am Gesäuge bzw. von Druckstellen geeignete Managementmaßnahmen zu ergreifen (z.B. Reduzierung der Ferkelanzahl, eventuell früher Absetzen) kann der Anteil an Sauen in der „roten“ Klasse noch reduziert werden. Der Merkmalskomplex der Kondition der Sauen weist mit 95% in der „grünen“ Klasse die besten Ergebnisse auf.

Ein Hauptanliegen bei der Anwendung des Fragebogens liegt in der Diskussion der Ergebnisse mit dem Herdenmanager bzw. den Mitarbeitern im Stall. In der folgenden Abbildung ist beispielhaft für Betrieb A ersichtlich, wie sich der Anteil an für „gut“ und für „schlecht“ befundener Klauen im Verlauf von 6 Beobachtungen verändert. Eine Beobachtung umfasst Bonituren in jeder Woche der Säugezeit. Zwischen den Beobachtungen 3 und 4 lag eine Zeitspanne von 4 Monaten. Die Anzahl an begutachteten Tieren je Beobachtung liegt zwischen 350 und 600. Der Anteil an Bonituren in der Klasse (grün = Klauen ok) steigt deutlich bis auf 80% an.

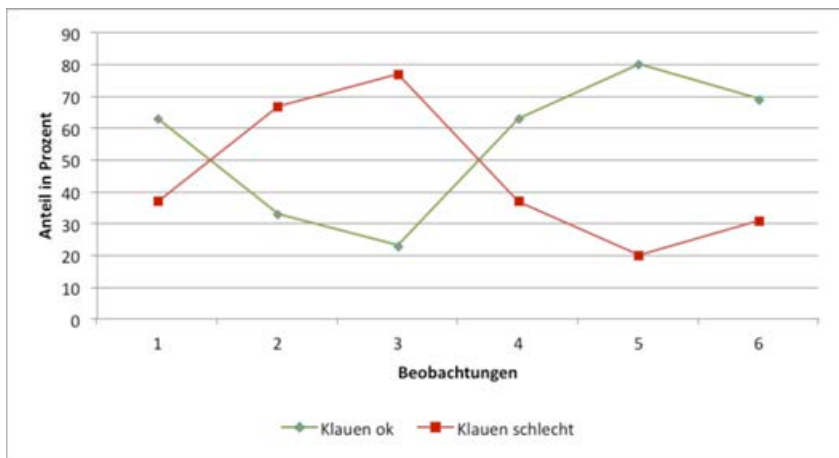


Abb. 3: Anteil an Klauen in den Klassen „gut“ und „schlecht“ in Abhängigkeit der Beobachtungen

Ein Vergleich der Ergebnisse zwischen den Beobachtern ist interessant. In der folgenden Tabelle sind die mittleren Punktzahlen für Betrieb A in Abhängigkeit der unterschiedlichen Beobachter dargestellt. Je mehr Bonituren durchgeführt wurden, desto geringer wurden in der Tendenz die Unterschiede zwischen den Beobachtern. Dennoch sind Unterschiede auch in der vierten Bonitur zwischen den Beobachtern 1 und 7 im Vergleich zu Beobachter 2 sehr deutlich.

Tab. 6: Mittlere Punktzahl je Bonitur in Betrieb A in Abhängigkeit vom Beobachter

Bonitur	Beobachter 1	Beobachter 2	Beobachter 3	Beobachter 4	Beobachter 7
2	54	50			
3	43	43	59	46	
4	24	41			24
5	23				21

Ein möglicher Grund kann sein, dass zwischen der Beurteilung einer Sau durch unterschiedliche Beobachter eine Zeitspanne bis zu 30 min liegen konnte. Möglicherweise hat eine Sau eine andere Position eingenommen und somit eventuelle Läsionen verdeckt. Klauenprobleme können nur an sichtbaren Klauen erfasst werden. Eine Positionsveränderung geht oftmals damit einher, dass andere oder gar keine Klauen mehr zur Bonitur verfügbar sind. Unterschiedliche Punktzahlen sind daher nicht unbedingt Ausdruck einer schlechteren oder besseren Beobachtung, sondern sind dem Zeitabstand geschuldet. Zeitgleiche Bonituren erbrachten Übereinstimmungen von 95%. Der Fokus dieses Fragebo-

gens liegt hauptsächlich auf der betrieblichen Eigenkontrolle und dem gezielten Beobachten der Sauen. Daher ist der Unterschied zwischen den Beobachtern nicht negativ zu werten.

Die Auswertungen zur Luftqualität sowie zu Mensch-Tier Beziehungen folgen. Im Anschluss daran wird der vorliegende Fragebogen modifiziert und kann zur betrieblichen Eigenkontrolle genutzt werden.

Fazit

Der angewandte Fragekatalog ist grundsätzlich zur Beschreibung des Tierwohls von Sauen im Abferkelbereich geeignet. Gezielte Auswertungen verdeutlichen Problemschwerpunkte tierindividuell als auch betriebsübergreifend. Die Einteilung der Tiere in das Ampelsystem soll den Landwirten helfen, gefährdete Tiere frühzeitig zu erkennen und zu reagieren. Für die Nutzung zur Eigenkontrolle in den Betrieben laut §11 TierSchG wird im Ergebnis dieser Auswertungen eine verbesserte Variante des Fragebogens zur Verfügung gestellt.

Literatur

AID-Heft (2011): Klauengesundheit beim Schwein. Herausgegeben vom aid infodienst Ernährung, Landwirtschaft Verbraucherschutz e. V.

BRAMBELL, R. (1965): Report of the technical committee to enquire into the welfare of animals kept under intensive livestock husbandry systems. Command Report 2836, London: Her Majesty's Stationary Office.

BROOM, M.D. (1986): Indicators of poor welfare, British Veterinary Journal, 142, 524-526. Farm Animal Welfare Committee.

KNIERIM, U. (2002): Grundsätzliche ethologische Überlegungen zur Beurteilung der Tiergerechtigkeit bei Nutztieren. Deutsche Tierärztliche Wochenschrift, 109, 261 – 266.

HEUSING, M. (2003): Genetische Analyse von lebensleistungs- und Fruchtbarkeitsmerkmalen sowie von Abgangsursachen bei Sauen der Rassen Deutsches Edelschwein, Deutsche Landrasse und Pietrain, Dissertation TiHo Hannover.

HULSEN, J. und K. SCHEEPENS (2006): Schweine-Signale. Praxisleitfaden für die tiergerechte Schweinehaltung. Vetvice® & Consultancy B.V.

LORZ, A. und E. METZGER (1999): Tierschutzgesetz: Tierschutzgesetz mit allgemeiner Verwaltungsvorschrift, Rechtsverordnungen und europäischen Übereinkommen; Kommentar, 5. Ausgabe, Verlag C. H. Beck, München.

LUCIA, T.; G.D. DIAL and W.E. MARSH (2000): Lifetime reproductive performance in female pigs having distinct reasons for removal. Livestock Production Science, 63, 213 – 222.

NIENHOFF, H. (2002): Achten Sie auf lahrende Sauen! TopAgrar, 2, 18-20.

SIMIANER, H. (2015): Verbesserung des Tierwohls - was kann die Züchtung, was braucht die Züchtung?, KTBL-Tagung „Herausforderung Tierwohl“, April 2015, 54-72.

STALDER, K.J.; M. KNAUER, T.J. BAAS, M.F. ROTHSCCHILD and J.W. MABRY (2004): Sow longevity. Animal science.com Reviews, 8; Pig News and Information, 25, 2, 53-74.

WBA - Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2015): Wege zu einer gesellschaftlich akzeptierten Nutztierhaltung. Gutachten.

WOLFSCHMIDT, M. (2015): Keine Qual, keine Wahl, keine Illusion über „Tierwohl“ - warum tiergerecht erzeugte Lebensmittel zum Pflichtstandard werden müssen. KTBL-Tagung „Herausforderung Tierwohl“, April 2015, 5-28.

Nutztierhaltung in der medialen Überfluggesellschaft - doppelte Moral der Verbraucher oder der Tierhalter?

U. Nöhle¹

Im 21. Jahrhundert geht es der Menschheit auf diesem Planeten und insbesondere der mitteleuropäischen Bevölkerung und darunter wiederum den deutschen Bürgern so gut wie nie. Relativ gesicherte Arbeitsplätze, ausreichendes Einkommen, relativ viel Freizeit bzw. persönlicher Gestaltungsraum, akzeptabler Gesundheitsstatus, Mobilität, Kommunikationsmöglichkeiten und letztlich eine nicht nur ausreichende, sondern ein Überfluss an sicheren und preisgünstigen Lebensmitteln zeichnen die Rahmenbedingungen unserer Gesellschaft aus. Schrittmacher dieser Entwicklung ist der wissenschaftliche Fortschritt in der Physik, Chemie, Mathematik und Medizin, der letztlich in sich profan anhörenden, aber die Lebensqualität entscheidend bestimmenden Utensilien wie „Zentralheizung“ & „Waschmaschine“, „ICE & Mobiltelefon“ oder „Pflanzenschutzmittel & Impfstoffe“ abbildet.

Eigentlich mangelt es uns an nahezu nichts – doch der Mensch ist wie immer unzufrieden mit sich und dem Rest der Welt, sehnt sich nach Vorbildern, Richtlinien oder – eigentlich völlig unsachlich – nach der guten alten Zeit, in der angeblich alles besser war.

Früher war nichts besser

Doch gab es wirklich etwas, das früher wirklich besser war? Um bei den oben genannten Beispielen zu bleiben:

- Holz aus dem Wald holen statt Zentralheizung aufdrehen?
- Jeden Donnerstag am Waschzuber stehen, statt einen Knopf am Waschvollautomaten drehen?
- Mit Pferd und Wagen in 2 Tagen von Fulda nach Kassel anstatt in 30 Minuten mit dem ICE?
- Brief mit Feder auf Papier per berittenem Boten statt per WhatsApp?
- Dinkelpuffer und Steckrüben statt Tagliatelle salmone?
- Verfäulte Zähne, Diphtherie und Tuberkulose statt Lebenserwartung von 84?

Nein, rein gar nichts war früher besser, doch jede Generation träumt vom Paradies, in dem alles irgendwie ruhig und wie früher abläuft, obwohl jeder weiß, dass es so nie war. Es mag ein Zeichen der Überforderung des Menschen durch die jeweils aktuelle Technik sein, die uns immer wieder in eine leutselige Vergangenheit führt, denn nicht die jungen Leute sind es, die gerne auf ihr Mobiltelefon verzichten könnten, sondern die älteren.

Diese Sehnsucht „nach früher“ ist selbsterklärend auch ein erfolgreiches Werkzeug der Werbung für „moderne Produkte“.

¹ Food & Feed; TU Braunschweig

Back to basics oder back to the future?

So wirbt ein Hersteller einer durchaus noblen Automarke mit dem Slogan „The escape“ und beschreibt, wie ein erfolgreicher Industriemanager sich zurück zieht in sein Blockhaus irgendwo in der kanadischen Wildnis, dort hin, wo es dem Manne bestimmt ist zu leben. Back to basics. Doch kaum kommt ein Mercedes vorbei gefahren, vergisst er alle seine rückwärtsgewandten Träume und sieht sich in der Gegenwart viel besser aufgehoben: „Back to basics, ja klar – aber nicht ohne meinen Mercedes!“. Ein klassischer Fall doppelter Moral, die ein bedeutendes Wesensmerkmal des Menschen darstellt.

Wir haben die „10 Gebote“, doch niemand hält sich daran.

Wir haben eine Religion, die bei jeder Gelegenheit „Frieden“ predigt, doch die Menschheit hat die letzten 3000 Jahre ununterbrochen mit Krieg verbracht und jeden Krieg grundsätzlich mit der Sehnsucht nach Frieden begründet.

Wir sind eine Gesellschaft der doppelten Moral

Doppelte Moral ist ein gesellschaftliches Regulierungsinstrument, ein politisches Führungsinstrument, ein persönliches Instrument zur Beherrschung von Unwissenheit und Ängsten und letztlich eben auch ein Werbeinstrument – und das besonders gerne in Zusammenhang mit Lebensmitteln.

Wer hat die Richtlinienkompetenz? Götter – Kirche – Wissenschaft – Medien

Der Mensch suchte immer nach Leitbildern, an denen er sein Leben orientieren konnte, denn Menschen sind soziale Wesen, die sich nur in der Gruppe wohl fühlen. Einzelgänger werden unverzüglich ausgegrenzt. In der Antike wurden die gesellschaftlichen Leitbilder vorgegeben durch die Götter. In der griechischen und römischen Mythologie gab es für jeden wesentlichen Lebensbereich einen Gott mit Richtlinienkompetenz, der sagte, was zu tun und zu lassen ist.

Mit Zerfall des Römischen Reiches wurde diese Kompetenz abgelöst durch die katholische Kirche. Die Kirche bestimmte im Mittelalter, was zu tun und was zu lassen sei und Widerstand wurde unverzüglich mit Folter und Tod bestraft. Doch auch in der Kirche war das Instrument der doppelten Moral an der Tagesordnung, denn Verfehlungen jeglicher Art, konnten mit Geld „abgelöst“ werden: „Wenn das Geld im Kasten klingt, die Seele aus dem Fegefeuer springt“.

Doch mit der industriellen Revolution Mitte des 19. Jahrhunderts zerfiel die Kirche zur Bedeutungslosigkeit, denn nun bestimmte der persönlich fühlbare Fortschritt in den Lebensumständen unsere Entscheidungswege. Behandlung von Krankheiten mit tatsächlichem Erfolg, technische Errungenschaften, die es uns ermöglichen, nur noch von Montag bis Freitag von 08.00 bis 16.00 Uhr anstatt Montag bis Sonntag von Sonnenauf- bis Sonnenuntergang zu arbeiten, führen zu völlig neuen Entscheidungswegen, die uns ein fast paradiesisches Leben ermöglichen.

Doch im Überfluss der Neuzeit angekommen, fangen wir an, unseren Fortschritt zu bezweifeln. Strom aus der Steckdose ist bequem – aber Kernkraft? Ausreichend Nahrungsmittel sind gut – aber Gentechnik? Autofahren ist schön – aber Dieselabgase? Es geht uns inzwischen so gut, dass wir uns leisten können, an unserem Fortschritt zu zweifeln.....und so verliert die Wissenschaft derzeit ihre Richtlinienkompetenz.

Diese wird übernommen durch die Medien. In unserer Freizeitgesellschaft mit unendlichen Gestaltungsräumen und hohem Vernetzungsgrad durch neue Kommunikationsmittel gewinnt „Informationmanagement and Networking“ die Oberhand. 1200 Fachzeitschriften, 800 Publikumszeitschriften, 100erte Tageszeitungen, 13.000 digitale Rundfunksender, tausende digitale Fernsehsender informieren uns Tag und Nacht über wichtige oder meist völlig unwichtige Tatsachen, erfundene „Tatsachen“, Geschichten und Märchen.

Durch die Erfindung von internetfähigen mobilen Endgeräten, die jeder in der Hosentasche trägt, können Information überall auf der Welt ohne Zeitverzug wahrgenommen werden.

Die seit 10 Jahren sich entwickelnden sozialen Medien wie facebook, twitter, WhatsApp, wikipedia, youtube u.a. kann jedermann und sofort Millionen bekannte oder ihm völlig unbekannte Personen mit einer message erreichen - völlig ungeprüft und ohne jede Gewähr, ob die übermittelte Information richtig oder falsch sind.

Bewährte und vor allem gesicherte Informationsquellen wie der „Brockhaus“ werden schlagartig abgelöst durch völlig ungesicherte, nicht recherchierte Aussagen von jedermann (z.B. in „Wikipedia“) die wiederum „jedermann“ beliebig weiter verbreiten kann.

So erreichen die „Medien“ heute inzwischen eine Glaubwürdigkeit bzw. eben die „Richtlinienkompetenz“ wie die Kirche im Mittelalter. Die Medien können mit wenigen, gut platzierten und zielgerichtet verbreiteten Informationen ganze Völker in die Irre führen, Kriege rechtfertigen, Katastrophen ausrufen oder auch tatsächlich negative Umstände durch gezieltes Verschweigen von Umständen ungeschehen machen. Medien können durch eine aggressive Berichterstattung, die auf vielen Kanälen beständig wiederholt wird, Wettermoderatoren verunglimpfen, Bundespräsidenten zum Rücktritt verleiten und indirekt zum Entzug (unberechtigt vergebener) akademischer Titel Anlass geben.

An den Medien kommt keiner vorbei

Wird ein unter oben „doppelter Moral“ diskutiertes Thema dann noch von der „quotenträchtigen Medienlandschaft“ aufgenommen, so resultiert daraus schnell ein „gefühlter Skandal“.

Eine rechtliche Definition für den Begriff „Skandal“ existiert nicht. ‚Wikipedia‘ als ungesicherte Quelle definiert den Begriff „Skandal“ mit:

„Bei einem Skandal handelt es sich um eine allgemeine Entrüstung oder Empörung im Sinne eines moralischen Gefühls. Zu wissen, worüber sich

eine Gesellschaft empört, lässt ablesen, wo und wie die überschrittenen Grenzen liegen....

Da Medien und Presse auch an hohen Zuschauer-, Hörer- und Leserzahlen interessiert sind, kann es dazu kommen, dass Vorgänge über Ihre Bedeutung hinaus „skandalisiert“ werden. Wo die Grenze zwischen ‚legitimer Empörung‘ und ‚künstlicher Aufgeregtheit‘ liegt, ist vom Betrachter und dessen sozialem, religiösem und politischem Hintergrund abhängig“

Ein Skandal ist also nicht etwa die Verletzung eines Grenzwertes z.B. für einen Schadstoff – das wäre eine Ordnungswidrigkeit oder eine Straftat – sondern die Verletzung des eigenen moralischen Gefühls. Da die Moral aber „doppelt“ ist und Gefühle sich bei jedem Betrachter anders darstellen, erlebt jeder Mensch den Skandal in einer völlig anderen Form – oder auch gar nicht. Für die NGO's bedeutet diese verschiebbare Grenze zwischen tatsächlicher Gesundheitsgefährdung eines Zustandes oder Prozesses auf der einen Seite (z.B. Cholerakeime in Trinkwasser) und künstlicher Aufgeregtheit auf der anderen Seite („Mein Gott, heutzutage ist ja alles gespritzt und man kann ja gar nichts mehr essen“) ihr klassisches Betätigungsfeld. Je nach „Bauchgefühl“ regt sich die Bevölkerung über bestimmte Zustände auf (200 Wale durch Japan schlachten ist verwerflich) oder auch gerade nicht (1,5 Millionen Rinder in Deutschland schlachten ist zwar nicht schön, aber leider nicht zu vermeiden).

Doppelte Moral als Werbevehikel

Die Empfänglichkeit des Bürgers bzw. des Verbrauchers für Argumentationen „über den Bauch“ oder via doppelter Moral macht sich auch die klassische Werbung zunutze.

Banken werben mit dem Slogan „Mit Geld spielt man nicht“ (obwohl sie genau das im Auftrag ihrer Kunden bewusst machen) und Lebensmittelunternehmen werben nur zu gerne mit Klischees á la „reetgedeckter Fachwerkbauernhof mit grasenden Kühen auf der Alm“, um dem Kunden eine Lebensmittelherstellung wie zu Omas Zeiten zu suggerieren. Bekanntlich werden Lebensmittel aber heute in Edelstahlfabriken und höchsten Hygienebedingungen, hochstandardisiert und Sicherheitsbedingungen hergestellt, die Oma nie kannte. Doch was im Automobilbau gefordert, ist in der Lebensmittelproduktion eher unerwünscht: Spezifizierung, Standardisierung und Systematik. Gleichwohl werden 46% aller Lebensmittel hochstandardisiert über die Discounter verkauft.....

Kommt dann aber eine NGO daher und „deckt auf“, dass die Masthühner nicht auf der Wiese grasen, sondern in einem 40.000er Maststall innerhalb von 32 Tagen aufgezogen werden, so muss die logische Konsequenz sein, dass der Verbraucher sein moralisches Gefühl verletzt sieht.

Fakten statt Fake

Dieser allfälligen Divergenz zwischen „idyllisiertem Soll“ und dem „industriellen Ist“ kann nur durch beständige Kommunikation der tatsächlichen Produktionsabläufe entlang der gesamten supply chain aufgelöst werden. Alle stakeholder, beginnend mit den Landwirten auf der ersten agroindustriellen Stufe über Händler, Veredler, Transporteure bis hin zum Supermarkt müssen den jeweils auf ihrer Stufe statt findenden Prozessschritt offen kommunizieren. Nicht idealisierte Zustände müssen erklärt werden, sondern die tatsächlichen realen Abläufe. Das bedeutet zweifellos, dass auch Schweinemastställe mit 3.000 Schweinen, Hühnerställe mit besagten 40.000 Masthähnchen und Kuhställe mit 500 Rindern gezeigt und erklärt werden.

Transparenz als Geschäftsmodell

Sagen Sie, dass es ist, wie es ist:

Agrartechnik versus 50er Jahre

- Bodenbehandlung, Saatzeit, Saatgutschutz, Pflanzenbehandlung, Erntetechnik, Lagerhaltung
 - ha-Erträge verdreifacht
- Tierzucht, Tierhaltung, Tierfutter, Tierbehandlung
 - Mastleistung, Legeleistung, Milchleistung +50 bis +300%

Sourcing:

- Weltweite Beschaffung
- China Exportweltmeister 10 Jahre nach WTO-Beitritt
 - Fruchtsaft, Honig, Fisch, Vitamine, Feinchemikalien
div. Zusatzstoffe, Futtermittelzusatzstoffe, Aminosäuren, Enzyme u.a
- Futtermittel aus weltweiter Beschaffung (GVO...)

Kommunikation für Besucher – „Fakten statt Fake“ I

Tag des offenen Hofes

- qualifizierte Hofführungen – keine Streichelzoos!!
- Kleines Faltblatt Rind/Schwein/Huhn/Nutzpflanzen/Biogas mit den wichtigsten Fakten: Allgemein(Literatur) ./.. Unser Hof
- „take home“ ist wichtig!
- Faltblatt Gegenüberstellung „Unser Hof vor 100 Jahren ./.. heute“
- QR-codes an den verschiedenen „Prozesspunkten“ ihrer Produktion mit hinterlegten Videos

Kommunikation für Besucher – „Fakten statt Fake“ II

- Multiplikatoren
- Lehrer: ohne und mit Klasse
- Kindergärtnerinnen: ohne und mit Gruppe

- Journalisten: „Ein ganz normaler Tag auf dem Hof, 06.00-18.00 Uhr“
special: „Ein Tag mit dem Tierarzt auf unserem Hof“
- Kirchenvertreter
- Abgeordnete

Kommunikation für Besucher – „Fakten statt Fake“ III

Instrumente vor Ort

- persönliche Führung
- wo sinnvoll: Führung durch Ihre Kinder
- ppt.-Präsentation oder Videos Ihrer wichtigsten Prozesse per Beamer in Endlosschleife an geeigneter Stelle
- Kälbergeburt/Abferkeln/Kükenschlupf - Pflügen/Säen/Behandeln/Ernte
- wenn Stall nicht zu betreten: web-cam nach draußen auf Monitor
- erreichbare Fenster am Stall
- Neubau: mit Besuchergang!

Kommunikation für Besucher – „Fakten statt Fake“ IV

Instrumente der social media

- eigene homepage
- begleiteter blog (Vorsicht: muss tatsächlich begleitet werden)
- Live web-cam (Vorsicht: muss per blog begleitet sein; und Fakten müssen erläutert werden)
- QR-Code mit Verlinkung auf Ihre homepage auf allen landwirtschaftlichen Fahrzeugen, Hoftor, Weide
- Später: in Zusammenarbeit mit den social media per push sowie via Printmedien
- Hinweis auf: Geburt + webcam + Video in „Mediathek“

Kommunikation für Besucher – „Fakten statt Fake“ V

Wer soll das machen?!

- Sie
- Junglandwirte/Ihre Kinder, bevor sie den Hof übereignet bekommen
- Landwirte via Erzeugergenossenschaft/Landvolk u.a.
- Interessierte Gruppen, die sich zusammen finden
- Landwirtschaftliche Schulen als Kurs
 - Gruppe 1: homepage Hof xy
 - Gruppe 2: social blog
 - Gruppe 3: Einzelvideos horizontal Rind/Schwein/Huhn Biogas/Feldfrüchte
 - Gruppe 4: Einzelvideos vertikal: Geburt, Mast, Transport, Schlachtung, Pflanzenschutz, Lagerung etc.

- Abschluss alle: Handbuch der Hofkommunikation
- Die Verbände lokal – landesweit – bundesweit
- Die Tierärzte – wie vor

Kommunikation für Besucher – „Fakten statt Fake“ VI

Beispiele

- www.youtube.com/agrikultur
- www.mykuhtube.de
- www.deutsches-gefluegel.de/erzeugung/gefluegeltv
- www.die-deutschen-bauern.de/webcam-ferkel
- Hornanlagen veröden:
<https://www.youtube.com/watch?v=qJWN7tad-dQ>
- IGW 2016 preisgekröntes Video Rh-Pf. „Respect your farmer“
<https://www.youtube.com/watch?v=5qtBBX4nzyM>

In einer Transparenzgesellschaft sind sämtliche Zustände und Verfahren nicht nur zu spezifizieren, verifizieren, dokumentieren, kontrollieren, korrigieren, sanktionieren, sondern jetzt auch zu kommunizieren.....und wer dem nicht folgt, gilt in unserer sich täglich neu inszenierenden Mediengesellschaft als prinzipiell verdächtig.

Wem das zu weitgehend erscheint, der möge einen Blick in die neuesten „Tierwohl-Einkaufsbedingungen“ von ALDI-Nord vom Februar 2016 werfen:

Keine Stopfmast/Lebendrupf ex „Positivliste Gänseproduktion“ ex „Vier Pfoten“

- Fisch MSC, ASC, Dolphin-safe
- Legehennen: KAT-Zertifizierung
- Fleisch aus QS-Zertifizierung
- „Fur Free“, keine Angorawolle, kein Kaninchenfleisch, keine Wachtel(eier), kein Hummer, Aal, Hai
- Verarbeitungsei aus Bodenhaltung
- Ab 2017 keine gekürzten Schnäbel bei Legehennen
- Ab 2017 Schweinefleisch nicht von kastrierten Tieren
- Für ausgewählte Produkte: QR-code und ATC-code (Aldi Transparent Code)
- 5-D bei Geflügel (Elterntier, Schlupf, Mast, Futter, Schlachtung, Verarbeitung)
- Brasilianisches Rindfleisch ex „Cattle Agreement“
- Über das Gesetz hinaus gehende Tierwohl-Aspekte
- Aktive Teilnahme Tierwohl Initiativen; tragende Rinder, Enthornung, Schwanzkupierung

Alle diese Parameter erfordern eine tiefgreifende darstellende Transparenz der eigenen Geschäftsprozesse gegenüber dem Kunden. Wegweisend erscheint die Forderung von ALDI-Nord, dass die Lieferanten auch Informationen per QR-code bzw. ATC zur Verfügung stellen. Diese Forderung geht eindeutig in Richtung der Ergänzung der gedruckten Daten durch eine Bebilderung bzw. durch Videos die dem Endverbraucher die Herstellprozesse transparent vermitteln.

Mit etwas Abstand lässt sich provokant aber doch mit ernstem Hintergrund konkludieren:

„Heute produzieren wir Lebensmittel, Futtermittel und Nutztiere, weil Mensch und Tier etwas zu essen brauchen....und liefern noch ein paar Informationen dazu.

Morgen produzieren wir Informationen, die man nicht essen kann... und wenn die transparent sind und von der medialen Öffentlichkeit verstanden werden, dürfen wir das Tier, Futtermittel und Lebensmittel noch nachliefern“

Dass der so sehr gut informierte Verbraucher dann aber immer noch zum Discounter läuft und die hochqualifizierten Prozesse nicht angemessen monetär honoriert...sondern oftmals das „billigste“ Produkt heraus sucht, liegt eben in seiner doppelten Moral.

Probiotika in der Fütterung von Schweinen – Tiergesundheit und Leistung

G. Breves¹ und B. Schröder¹

[Der vorliegende Text stammt aus der Schriftenreihe
der H. Wilhelm Schaumann Stiftung, 24. Hülseberger Gespräche]

Einleitung

Probiotika sind ein weites Artenspektrum umfassende lebende oder lebensfähige Mikroorganismen, die in der Ernährung von Mensch und Tier eingesetzt werden und denen unterschiedliche Wirkungen im Gastrointestinaltrakt zugeschrieben werden. Während in der Tierernährung Probiotika vor allem als Alternative zu den antibiotischen Leistungsförderern in zahlreichen Untersuchungen eingesetzt und überprüft wurden, werden den Probiotika in der Humanernährung bei ausreichender Dosierung allgemein gesundheitsfördernde Effekte auf den Wirtsorganismus zugeschrieben, ohne dies näher zu spezifizieren. Auf der Grundlage der Wissensdefizite zu den möglichen Wirkungsmechanismen im Gastrointestinaltrakt sind in den vergangenen Jahren zahlreiche kontrollierte Studien durchgeführt worden, deren Ziel die Charakterisierung möglicher Interaktionen mit den Zellen der gastrointestinalen Barriere war. Die Mehrzahl dieser Untersuchungen wurde an klinisch gesunden wachsenden Schweinen mit einem Körpergewicht unter 50 kg durchgeführt, wobei die Tiere meist über eine Dauer bis zu wenigen Wochen an das jeweilige Probiotikum adaptiert wurden, um dann unter Verwendung standardisierter In-vitro-Methoden mögliche Wirkungen am epithelialen Zellverbund oder auf subzellulärer Ebene funktionell und strukturell zu charakterisieren.

Probiotika und zootechnische Parameter

Mit dem schrittweisen Verbot aller antibiotischen Leistungsförderer in Europa zum Ende des Jahres 2005 und der Suche nach möglichen Alternativen haben bei Untersuchungen mit unterschiedlichen Probiotika meist zunächst die möglichen Wirkungen auf zootechnische Parameter bei Nutztieren im Vordergrund gestanden. Diese Studien zeichnen sich im experimentellen Ansatz durch hohe Heterogenität aus und haben zu durchaus unterschiedlichen und teils widersprüchlichen Ergebnissen geführt. Ein wesentliches Grundproblem all dieser Studien stellt die Tatsache dar, dass die hygienischen und stallspezifischen Ausgangskriterien in den jeweiligen Betrieben und Versuchseinrichtungen unterschiedlich waren und daher Vergleiche praktisch nicht möglich sind bzw. als problematisch zu beurteilen sind. Hinzu kommt, dass positive Effekte von Probiotika auf zootechnische Parameter vor allem dann als möglich diskutiert werden, wenn die hygienische Situation des Betriebes als eher schlecht anzusehen ist.

¹ Physiologisches Institut, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover

Dies als ein standardisiertes Versuchskriterium einzubeziehen, ist praktisch nicht möglich.

In einem umfangreichen Versuch an insgesamt 176 aus 16 Würfen stammenden Ferkeln haben JADAMUS et al. (1999) den Einfluss von *Bacillus cereus* var. *toyoi* in einer Dosierung von 109 KbE/kg Futter in der Zeit zwischen dem 29. und 70. Lebenstag auf Futteraufnahme, Gewichtszunahme, Futteraufwand und Durchfallintensität gemessen. Während gegenüber den Kontrollen die Effekte dieses Probiotikums auf Futteraufnahme und Gewichtszunahme mit etwa 5 – 7 % geringfügig höher und der Futteraufwand um ca. 2 % geringer waren, konnte durch den Einsatz des Probiotikums lediglich der Anteil der Tiere, die länger als 2 Tage Durchfall aufwiesen, deutlich reduziert werden. Ähnliche Wirkungen bezüglich der Durchfallinzidenz konnten ZEYNER und BOLDT (2006) bei Ferkeln vor dem Absetzen am 28. Lebenstag zeigen, wenn *Enterococcus faecium* als Probiotikum verabreicht wurde. Der Einfluss von *Enterococcus faecium* auf Leistungsparameter wurde von TARAS et al. (2006) nach Applikation an die Sauen vom 90. Tag a. p. bis zum 28. Tag p. p. und an die Ferkel vom 15. bis zum 56. Lebenstag untersucht. Die Ferkel wurden am 28. Lebenstag abgesetzt. Weder bei den Sauen noch bei den Ferkeln ergaben sich vor dem Absetzen und dann bis zum 56. Lebenstag gesicherte Effekte des Probiotikums.

Wirkungsmechanismen von Probiotika an der intestinalen Barriere

Um umfassende Kenntnisse zum Spektrum der möglichen Wirkungsmechanismen von Probiotika an der intestinalen Barriere zu erlangen, haben UKENA et al. (2005) an Caco-2 Zellen nach 6-stündiger Inkubation mit *Escherichia coli* Nissle 1917 (EcN) mittels Microarray-Technik Genexpressionsprofile erstellt. Sie konnten eine Gesamtzahl von 126 Genen, die spezifisch beeinflusst wurden, nachweisen. Dazu zählten insbesondere verschiedene proinflammatorische Chemokine. Vorteil dieser methodischen Vorgehensweise ist die Tatsache, dass Genexpressionsanalysen in quantitativer Hinsicht als effizient zu bewerten sind und derartige Daten Grundlage für gezielte Messungen auf phänotypischer Ebene sein können. Nachteil ist, dass aus diesen Ergebnissen keine unmittelbaren funktionellen Ableitungen direkt zulässig sind.

Aus funktionellen Studien an klinisch gesunden Schweinen liegen mittlerweile von verschiedenen Probiotika Daten vor, mit denen das Kolonisationsvermögen sowie die Beeinflussung der Schleimhautarchitektur, mucosaler Barrierefunktionen und des enterischen Nervensystems beurteilt werden kann. In diesen Studien wurden *Bacillus cereus* var. *toyoi* (Bct), *Saccharomyces boulardii* (Sb), *Escherichia coli* Nissle 1917 (EcN) und *Enterococcus faecium* (Ef) an wachsenden Schweinen eingesetzt (Tab. 1).

Tab. 1: Übersicht über die bei funktionellen und histologischen Untersuchungen am Dünndarmepithel des gesunden Schweins festgestellten wesentlichen Effekte verschiedener Probiotika
(¹WINCKLER et al., 1998; ²BREVES, unveröffentlicht; ³LODEMANN et al., 2001 ↓ → 6; ⁴BREVES et al., 2000; ⁵SCHROEDER et al., 2006; ⁶KAMM et al., 2004; ⁷BAUM et al., 2002)

Gewebeparameter	Bct	Sb	EcN	Ef
Sekretorischer Response	↓ ¹	↓ ¹	↓ ²	→ ³
Glucose Resorption	↑ ⁴	↑ ⁴	→ ²	↑ ³
Parazelluläre Permeabilität	↓ ¹	↓ ¹	→ ⁵	→ ³
Effekte des ENS	n.b.	↑ ⁶	n.b.	n.b.
Zottenlänge	↑ ⁷	→ ⁷	→ ²	n.b.
Kryptentiefe	→ ⁷	→ ⁷	→ ²	n.b.

(*Bacillus cereus* var. *toyoi* Bct, *Saccharomyces boulardii* Sb, *Escherichia coli* Nissle 1917 EcN, *Enterococcus faecium* Ef; ENS enterisches Nervensystem; ↑ Zunahme, ↓ Abnahme, → unverändert, n.b. nicht bestimmt)

Effiziente Kolonisation und Wachstum von Probiotika im porcinen Intestinaltrakt als Grundvoraussetzung für ihre Wirkung wurde für Bct und EcN nachgewiesen (JADAMUS et al., 2001; KLETA et al., 2006). Auch BARTH et al. (2009) konnten zeigen, dass EcN selbst nach mehrwöchigem Absetzen der täglichen Applikation mittels einer spezifischen PCR im Darm nachgewiesen werden konnte und aus dem Darm auch eine Rekultivierung möglich war. Dieser Befund unterstrich die These, dass Probiotika sich unabhängig von einer kontinuierlichen Applikation im Darm ansiedeln können. Der quantitative Anteil von EcN war jedoch nur gering, so dass eine intestinale Wirksamkeit eher zurückhaltend beurteilt werden muss. Da für andere Probiotika bislang keine Daten vorliegen, mit denen die Kolonisation eindeutig nachgewiesen werden kann, ist das Konzept einer regelmäßigen Applikation weiterhin als gültig zu bewerten.

In einer quantitativen Studie zur Beeinflussung von Zottenlänge und Kryptentiefe entlang der Darmachse wurden lediglich für *Bacillus cereus* signifikante Zunahmen der Zottenlänge im vorderen und mittleren Jejunum nachgewiesen. Sb und EcN führten zu keinen Veränderungen der Zottenlänge und die Kryptentiefe wurde durch keines der verabreichten Probiotika beeinflusst (BAUM et al., 2002; BREVES unveröffentlicht). Ob die Effekte auf die Zottenlänge durch Änderungen der Proliferationsrate vermittelt werden, kann gegenwärtig nicht beurteilt werden.

In zahlreichen Untersuchungen an isolierten Epithelien des Intestinaltraktes sind in den letzten Jahren Effekte von Probiotika auf verschiedene mucosale Barrierefunktionen in Kurzschlussstromkammern (Ussing-Kammern) geprüft worden. Zu diesen Funktionen zählen die sekretorische Kapazität, die parazelluläre Permeabilität sowie der Nährstofftransport.

Aus diesen In-vitro-Untersuchungen ergaben sich deutliche Hinweise auf spezifische probiotische Effekte auf solche intrazelluläre Second-Messenger-Reaktionswege, die an der Regulation der mucosalen Elektrolyt- und Wassersekretion beteiligt sind. So war die sekretorische Antwort auf einen adäquaten Stimulus im mittleren Jejunum von Schweinen nach mehrtägiger oraler Applikation von Bct bzw. Sb um 21 bzw. 49% im Vergleich mit Geweben von Kontrolltieren vermindert, was als eine antisekretorische Wirkung beider Probiotika zu werten ist (WINCKLER et al., 1998). Hierbei scheint es sich um spezifische Effekte zu handeln, denn in ähnlichen Versuchsansätzen mit Ef konnten derartige Wirkungen nicht nachgewiesen werden (LODEMAN et al., 2006). Kürzlich konnte für EcN nach 14-tägiger Applikation von EcN an Ferkeln nachgewiesen werden, dass an der Verminderung der sekretorischen Antwort cAMP- und cGMP-vermittelte Second-Messenger-Wege beteiligt sein können (BREVES, unveröffentlicht).

Aus der quantitativen Bestimmung der transepithelialen Fluxraten von Mannitol können Rückschlüsse auf die parazelluläre Permeabilität des Gewebes gezogen werden. So ergaben entsprechende Messungen an jejunalen Epithelien, die von mit Bct bzw. Sb vorbehandelten Tieren stammten, im Vergleich mit Geweben von unbehandelten Kontrolltieren deutliche Reduktionen der Mannitol-Fluxraten, was als Zunahme der parazellulären Dichtigkeit des Gewebes interpretiert werden kann (WINCKLER et al., 1998). In ähnlichen Versuchsansätzen mit Ef an unterschiedlich alten Ferkeln konnten derartige Befunde nur teilweise erhoben werden (LODEMAN et al., 2006) und nach entsprechender Applikation von EcN ergaben sich im Vergleich mit Geweben von Kontrolltieren keine Änderungen in den Mannitol-Fluxraten (BREVES, unveröffentlicht). Während also auf funktioneller Ebene nach EcN beim Schwein keine Änderungen in der parazellulären Permeabilität dokumentiert werden konnten, wiesen UKENA et al. (2007) und ZYREK et al. (2007) bei Mäusen bzw. auf Zellkulturebene nach EcN-Behandlung eine vermehrte Expression der beiden Tight-junction-Proteine ZO-1 und ZO-2 nach. Dieser Befund lässt eine Beeinflussung der Zell-Zell-Verbindungen vermuten, wobei gegenwärtig keine Kenntnisse bestehen, welche Bedeutung die Hoch-Regulation der Tight-Junction-Proteine für die intestinale Barriere hat. Aus den widersprüchlichen Befunden können auch Spezies bedingte Unterschiede vermutet werden.

Auf der Ebene intestinaler Nährstofftransportsysteme konnte mit In-vitro-Ansätzen an Dünndarmepithelien vom Schwein erstmals für Sb und Bct eine Stimulation des sekundär aktiven Na⁺-gekoppelten Glucose-Cotransports nachgewiesen werden. Diese Wirkung wurde durch eine Zunahme der maximalen Transportrate ohne Veränderung der Affinität des Transportproteins vermittelt

(BREVES et al., 2000). Auch LODEMANN et al. (2006) konnten zeigen, dass bei Ferkeln bis zu einem Alter von 35 Tagen durch Ef elektrophysiologisch ein höhere Glucose-Antwort nachgewiesen werden konnte, wenn die mucosalen Glucosekonzentrationen 8 bzw. 12 mmol/l betrugen. Dagegen ergaben sich für den Glutamintransport keine statistisch gesicherten Effekte. Durch EcN konnten keine Änderungen im Glucosetransport nachgewiesen werden (BREVES, unveröffentlicht).

Aus der gegenwärtigen Datenlage kann also abgeleitet werden, dass es für einzelne Probiotika unterschiedliche Interaktionen mit der intestinalen Barriere gibt. Aus diesen bislang eher deskriptiven Daten leitet sich ein umfangreicher Forschungsbedarf ab, der in der Aufklärung der einzelnen Elemente der Kommunikation zwischen probiotischem Keim und Enterozyt besteht. Ob an diesem „Cross-talk“ möglicherweise auch Elemente des enterischen Nervensystems beteiligt sind, lässt sich gegenwärtig nicht eindeutig definieren. Allerdings haben erste Versuche zur neurochemischen Kodierung enterischer Neurone gezeigt, dass in den porcinen myenterischen Plexus nach oraler Gabe von Sb die Dichte Calbindin positiver Neurone vermindert wird. Da Calbindin auch in Neuronen ein Calcium-Bindungsprotein darstellt, ist zu diskutieren, ob über eine Änderung der intrazellulären Konzentration an freien Ca-Ionen zelluläre Steuerungsmechanismen beeinflusst werden (KAMM et al., 2004).

Probiotika im Infektionsversuch

Ausgehend von der These, dass Probiotika in hygienisch kritischen Situationen eher wirksam werden können als unter optimalen Haltungsbedingungen, war es naheliegend, in kontrollierten Infektionsversuchen die Wirksamkeit von Probiotika sowie die möglichen Mechanismen näher zu charakterisieren. So wurde in Infektionsversuchen an drei Wochen alten frisch abgesetzten Ferkeln der enterotoxische *E. coli* „Abbotstown“ als Challenge-Stamm oral verabreicht. Der klinische Score wurde nach der Infektion über 48 Stunden registriert. Anschließend wurden die Tiere euthanasiert, der Darm entnommen und Segmente des Jejunums entnommen und die Epithelien in Ussingkammern zur elektrophysiologischen Charakterisierung der Chlorid-Ströme eingespannt. Dabei war bei den Ferkeln der Versuchsgruppe 10 Tage vor dem Absetzen damit begonnen worden, den Tieren täglich EcN zu verabreichen, die Kontrolltiere erhielten als Placebo das keimfreie Kulturmedium. Während etwa 80% der infizierten Kontrolltiere innerhalb von 48 Stunden Durchfall entwickelten, verhinderte die präventive Gabe von EcN die klinische Symptomatik komplett. Das klinische Bild konnte elektrophysiologisch bestätigt werden, denn die durch Forskolin induzierte Chloridsekretion war bei den mit EcN behandelten Tieren deutlich niedriger als bei den Placebotieren. Die parazelluläre Permeabilität der jejunalen Gewebe infizierter Tiere (gemessen mit Mannit als Marker in der Flux-Richtung mukosal nach serosal) nahm bei diesen Versuchen um ca. 30% ab, wurden die Tiere mit EcN vorbehandelt, so ergab sich keine signifikante Veränderung. Aus diesen Ergebnissen war also zu schließen, dass EcN bei durch ETEC verursachter sekretori-

scher Diarrhoe eine ausgeprägte präventive Wirksamkeit besitzt (SCHROEDER et al., 2006). In weiteren Versuchen mit zunächst nicht infizierten Ferkeln konnte die Annahme der antisekretorischen Wirkung der EcN-Applikation bestätigt werden (Abb. 1). Diese preliminären Ergebnisse weisen darauf hin, dass die probiotische Wirkung von EcN neben dem cAMP-Weg (FORSKOLIN, s.o.) auch die für die Steuerung der Chlorid-Sekretion ebenfalls wichtigen über cGMP- (STa, cGMP) und Ca-vermittelten (Carbachol) Second messenger Wege einschließt.

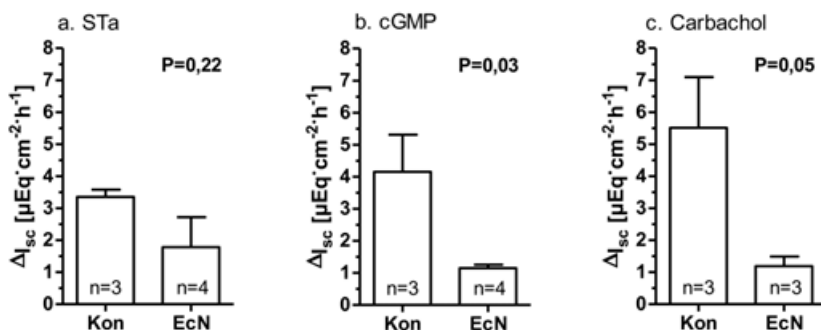


Abb. 1: Second messenger vermittelte Sekretionsantwort im Jejunum von Schweinen ohne und mit 14-tägiger Applikation des Probiotikums *Escherichia coli* Nissle 1917¹ (BREVES und SCHRÖDER, unveröffentlicht)

¹ Versuche in Ussing-Kammern wie bei SCHROEDER et al., 2006 beschrieben

a. akuter Effekt von hitzestabilem Enterotoxin (STa); b. von cGMP; c. von Carbachol;

MW±SEM, n=Versuchstiere, t-Test für paarweise Mittelwerte

Im Gegensatz zu diesen Ergebnissen konnte in einem Salmonellen-Infektionsmodell an Broilern durch den Einsatz verschiedener Laktobazillenstämme die Besiedlung des Darms und der inneren Organe nicht verhindert werden, obwohl in vorangegangenen kultivierenden Versuchen die eingesetzten Laktobazillen als pH-stabil und hoch wirksam in der Hemmung des Salmonellenwachstums identifiziert worden waren (TIPPKEMPER, 2010). Diese Ergebnisse unterstreichen die Grenzen des Einsatzes von Probiotika im Zusammenhang mit Salmonelleninfektionen beim Geflügel.

Schlussfolgernd bleibt festzustellen, dass auch im Zusammenhang mit der Anwendung von Probiotika bei intestinalen Infektionen von Nutztieren erheblicher Forschungsbedarf besteht, um Potenziale und Grenzen ihres Einsatzes zu definieren. Dies kann nur durch die Etablierung weiterer Praxis relevanter Infektionsversuche erreicht werden.

Literatur

BARTH, S.; S. DUNCKER, J. HEMPE, G. BREVES, G. BALJER and R. BAUERFEIND (2009): *Escherichia coli* Nissle 1917 for probiotic use in piglets: evidence for intestinal colonization. *J. Appl. Microbiol.* 107, 1697-1710.

BAUM, B.; E.M. LIEBLER-TENORIO, M.-L. ENSS, J.F. POHLENZ and G. BREVES (2002): *Saccharomyces boulardii* and *Bacillus cereus* var. *toyoi* influence the morphology and the mucins of the intestine of pigs. *Z. Gastroenterol.* 40, 277-284.

BREVES, G.; C. WALTER, M. BURMESTER and B. SCHRÖDER (2000): In vitro studies on the effects of *Saccharomyces boulardii* and *Bacillus cereus* var. *toyoi* on nutrient transport in pig jejunum. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 84, 9-20.

JADAMUS, A.; W. VAHJEN and O. SIMON (1999) zitiert nach KÜHN, I. (2000): Aktuelle Themen der Tierernährung und Veredelungswirtschaft, LAH Cuxhaven, ISBN 3-933885-04-3

JADAMUS, A.; W. VAHJEN and O. SIMON (2001): Growth behaviour of a spore forming probiotic strain in the gastrointestinal tract of broiler chicken and piglets. *Arch. Tierernährg.* 54, 1-17.

KAMM, K.; S. HOPPE, G. BREVES, B. SCHRÖDER and M. SCHEMANN (2004): Effects of the probiotic yeast *Saccharomyces boulardii* on the neurochemistry of myenteric neurones in pig jejunum. *Neurogastroenterol. Motil.* 16, 53-60.

LODEMANN, U.; K. HÜBENER, N. JANSEN and H. MARTENS (2006): Effects of *Enterococcus faecium* NCIMB 10415 as probiotic supplement on intestinal transport and barrier function of pigs. *Arch. Anim. Nutr.* 60, 35-48.

SCHROEDER, B.; S. DUNCKER, S. BARTH, R. BAUERFEIND, A.D. GRUBER, S. DEPPENMEIER and G. BREVES (2006): Preventive effects of the probiotic *Escherichia coli* strain Nissle 1917 on acute secretory diarrhea in a pig model of intestinal infection. *Dig. Dis. Sci.* 51, 724-731.

TARAS, D.; W. VAHJEN, M. MACHA and O. SIMON (2006): Performance, diarrhea incidence, and occurrence of *Escherichia coli* virulence genes during longterm administration of a probiotic *Enterococcus faecium* strain to sows and piglets. *J. Anim. Sci.* 84, 608-617.

TIPPKEMPER, N. (2010): Untersuchungen zum protektiven Einfluss verschiedener Futterzusatzstoffe auf die gastrointestinal und systemische Besiedlung mit *Salmonella enterica* nach experimenteller Infektion bei Broilern. Hannover, Tierärztliche Hochschule, Dissertation, 2010.

UKENA, S.N.; A.M. WESTENDORF, W. HANSEN, M. ROHDE, R. GEFFERS, S. COLDEWEY, S. SUERBAUM, J. BUER and F. GUNZER (2005): The host response to the probiotic *Escherichia coli* strain Nissle 1917: specific up-regulation of the proinflammatory chemokine MCP-1. *BMC Med. Genet.* Dec 13, 6:43.

WINCKLER, C.; B. SCHRÖDER and G. BREVES (1998): Effects of *Saccharomyces boulardii*, *Bacillus cereus* var. *caron* and *Bacillus cereus* var. *toyoi* on epithelial transport functions in pig jejunum. *Z. Gastroenterol.* 36 (Suppl 1), 30-37.

ZEYNER, A. and E. BOLDT (2006): Effects of a probiotic *Enterococcus faecium* strain supplemented from birth to weaning on diarrhoea patterns and performance of piglets. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 90, 25-31.

ZYREK, A.A.; C. CICHON, S. HELMS, C. ENDERS, U. SONNENBORN and M.A. SCHMIDT (2007): Molecular mechanisms underlying the probiotic effects of *Escherichia coli* Nissle 1917 involve ZO-2 and PKC ζ redistribution resulting in tight junction and epithelial barrier repair. *Cell Microbiol.* 9, 804-816.

Additive und nicht-additive Effekte von Methionin im Futter von Schweinen unterschiedlicher Nutzungsrichtungen

Annette Zeyner¹

Die essentielle, schwefelhaltige Aminosäure (AS) Methionin (Met) wird aus rein stofflicher Sicht für den Proteinansatz benötigt. Weiterhin startet die Translation bzw. eigentliche Proteinbiosynthese durch das einheitliche Start-codon „AUC“ mit Met. Damit stellt Met zunächst immer die erste Aminosäure am N-Terminus in jedem entstehenden Protein einer lebenden Zelle dar, unbeschadet posttranslationaler Modifikation. Die Essentialität von Met für Schweine und die Supplementierungsbedürftigkeit vieler Rationen ist bekannt. So beinhaltet die Liste ernährungsphysiologischer Zusatzstoffe diverse Formulierungen der proteinogenen AS für die Zieltierart (DL-Methionin, Natrium-DL-Methionin, L-Methionin, Hydroxyanalog von Methionin, Calciumsalz des Hydroxyanalog von Methionin). Die bedarfsdeckende Gabe ist dabei Voraussetzung für die additive Ausschöpfung des Leistungspotentials in der jeweiligen Nutzungsrichtung. Im Vergleich dazu weniger beachtet sind beim Schwein nicht-additive Effekte, wie solche auf den Säure-Basen-Haushalt und die epigenetische Regulation.

An dieser Stelle sollen Auszüge aus jüngeren Studien zu Effekten von Met auf Schweine unterschiedlicher Altersklassen und Nutzungsrichtungen in dem jeweils dazu gehörenden Kontext dargestellt werden, welche entweder der eigenen Arbeitsgruppe entstammen oder zumindest unter deren Beteiligung erarbeitet wurden. Dabei handelt es sich um primär als additiv angesehene Wirkungen einer Auslenkung der Met-Versorgung relativ zum Bedarf bei Absetzferkeln und Mastschweinen sowie Untersuchungen zu epigenetischen Effekten einer sehr deutlich über dem Bedarf liegenden Met-Versorgung tragender Sauen auf deren Nachzucht.

Additive Effekte können vorzüglich in **Aufzucht und Mast** studiert werden. Im Rahmen des BMBF-Kompetenznetzes AgroClustEr PHÄNOMICS (Schlussbericht 2016) wurden für die Aufzucht und spätere Mast von Schweinen der Deutschen Landrasse Alleinfuttermittel mit den Versorgungsempfehlungen entsprechendem (Met±) sowie um etwa 30 % erniedrigtem (Met-) und ebenso erhöhtem Met-Gehalt (Met+) konzipiert. Der Gehalt an weiteren AS und Rohprotein war annähernd konstant, somit also das Verhältnis von Met zu anderen AS variabel. In zwei Durchgängen mit je 3 x 20 Absetzferkeln (4 Wochen alt), welche vorab mittels Backtest in pro- und reaktive Tiere vorsortiert (TP 4.1, VA PUPPE) und paritätisch auf die Gruppen aufgeteilt worden waren, wurden zootechnische Wirkungen sowie Effekte auf das Futterwahl- und Futeraufnahmeverhalten sowie die Stresskompensation geprüft.

¹ Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Im Rahmen der Untersuchungen wurde die scheinbare praecaecale Verdaulichkeit (pcV) von Rohprotein und AS an Minipigs mit Ileorektalanastomose bestimmt. Die scheinbare pcV von Met stieg mit zunehmendem Met-Gehalt im Futter an, die der weiteren untersuchten AS blieb annähernd konstant. Tabelle 1 verdeutlicht dies an einer Auswahl an AS im Ferkelaufzuchtfutter I.

Tab. 1: Scheinbare praecaecale Verdaulichkeit von Aminosäuren (Auswahl) im Ferkelaufzuchtfutter I bei deutlich unterschiedlichem Met-Gehalt im Alleinfutter (Dietrich, 2012; PHÄNOMICS, Schlussbericht 2016)

Aminosäure	Met-	Met±	Met+
Lysin	89,0 ± 1,09	88,8 ± 3,03	89,2 ± 1,11
Methionin	84,0 ± 2,46c	87,3 ± 2,43b	90,6 ± 0,72a
Cystein	87,7 ± 2,00	87,6 ± 1,48	86,8 ± 1,40
Threonin	85,9 ± 1,50	86,2 ± 2,45	86,6 ± 1,38

FAZ I, Ferkelaufzuchtfutter I; a, b, c mit $P < 0,05$ signifikante Mittelwertdifferenzen innerhalb einer Zeile

Bei vier Wochen alten, männlich kastrierten Ferkeln bewirkte Met- vs. Met± und besonders Met+ eine verminderte tägliche Lebendmassezunahmen und einen temporär höheren Futterraufwand (DIETRICH, 2012). Bei weiblichen Absetzferkeln waren die Effekte weniger deutlich.

Wurde Absetzferkeln die Wahl des Alleinfutters gestattet bevorzugten diese Met+, unabhängig davon woran sie vorher adaptiert waren (HINRICHSSEN, 2012). Dabei hielten sich die Ferkel der an die höchste Met-Konzentration im Alleinfutter adaptierten Ferkel spontan am längsten an dem entsprechenden Trog auf und fraßen dort im Vergleich zu den Ferkeln der anderen beiden Gruppen auch die größte Menge.

Bei Mastschweinen hatte die Met-Auslenkung über zwei, jeweils neun Wochen andauernde Mastperioden im Mittel allenfalls marginale Auswirkungen auf den Futterverzehr, den Futterraufwand, die Lebendmasseentwicklung und den Muskelfleischanteil, dies allerdings geprägt durch Wechselwirkungen mit dem Versuchsdurchgang und teils kompensatorisches Futteraufnahmeverhalten (HEIDE, 2012).

Weiterhin wurden Messungen an gemäß Backtest pro- oder reaktiven Tieren hinsichtlich der Auswirkungen der Met-Auslenkung auf das Verhalten und die Herzfrequenz/Herzfrequenzvariabilität durchgeführt. Abbildung 1 veranschaulicht dazu Ergebnisse an Mastschweinen des zweiten Durchgangs.

Tab. 2: Futterwahlverhalten von Absetzferkeln im Cafeteria-Versuch bei deutlich unterschiedlichem Met-Gehalt im Alleinfutter (HINRICHSSEN, 2012; PHÄNOMICS, Schlussbericht 2016)

	Trog ¹	Met-	Met±	Met+
Verweildauer am Trog² [min]	A	1,74	1,34	1,35
	B	1,39	1,41	1,06
	C	1,82b	2,18ab	2,51a
Futtermverzehr [g/d]	A	502a	369b	316b
	B	282	253	239
	C	543b	552b	805a

1 in den Trögen A, B und C wurde jeweils Futter aus den Varianten Met-, Met± und Met+ angeboten;
2 spontan nach Futterzuteilung; a, b mit P < 0,05 signifikante Mittelwertdifferenzen innerhalb einer Zeile

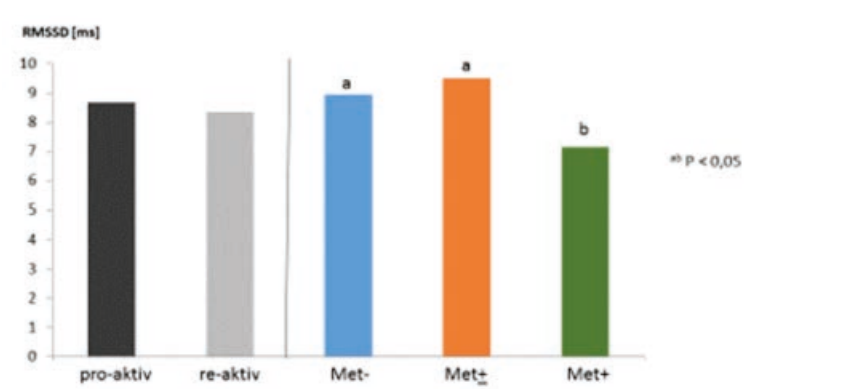


Abb. 1: Herzfrequenzvariabilität von pro- und reaktiven Mastschweinen welche unterschiedlich hohe Met-Gehalte im Alleinfutter erhalten haben (PHÄNOMICS, Schlussbericht 2016)

Die Herzfrequenzvariabilität der Mastschweine aus der sehr hoch mit der AS versorgten Gruppe zeigte eine im Vergleich zu den beiden anderen Gruppen signifikant erniedrigte parasympathische Aktivität an. Die Vorsortierung nach im Backtest pro- und reaktiven Tieren hatte diesbezüglich jedoch keinen Einfluss. Dieses Ergebnis widerspricht anekdotischen Berichten aus der Praxis wonach hoch mit Met versorgte Schweine ein eher ruhiges Verhalten zeigen sollen. Für eine abschließende und vor allem kausale Beurteilung fehlen derzeit sowohl die ausreichende experimentelle Evidenz als auch das theoretische Konzept.

Im Hinblick auf weitere nichtadditive Effekte gilt es zu beachten, dass die DNA-Methylierung einen wesentlichen Faktor epigenetischer Regulation der Genexpression darstellt (Tatarinova und Kerton, 2012) und Met dabei als wichtiger Donor der entsprechenden funktionellen Gruppe gilt. Im Rahmen von PHÄNOMICS haben Mikroarray-Analysen aus von den Mastschweinen zum Zeitpunkt der Schlachtung isolierten Leukozyten (PBMCs; TP 2.1, VA: WIMMERS) gezeigt, dass von den 32.804 Sonden-Sets für mRNA's 27.624 einem Gen zugeordnet werden konnten. Mit jeweils $P < 0,01$ war für 149 Gene ein Einfluss der Versuchsgruppe (Met-Stufe), für 225 Gene ein Einfluss des Verhaltens (Temperaments-sortierung gemäß Backtest) und für 165 eine Wechselwirkung zwischen beiden Faktoren signifikant. Unter den regulierten Genen befinden sich auch solche zur Regulation von DNA-Methyl-Transferasen, womit ein Bezug zur epigenetischen Regulationsebene hergestellt sein dürfte (PHÄNOMICS Schlussbericht).

Beim Schwein wurde in diesem Zusammenhang bisher vor allen an Zuchtsau und Ferkel gearbeitet und dabei maternale Effekte der diätetischen Bereitstellung von Methylgruppen auf die Masse der Feten sowie die Genexpression in wichtigen Zielorganen und –geweben geprüft (Oster et al., 2016). In der genannten Untersuchung war nicht zuletzt eine positive Entwicklung der Fetenmasse im letzten Trimester indikativ für den Methionineffekt (Abb. 2), wenn auch bei dem Pilotcharakter des Experiments zunächst mit einer sehr hohen Dosierung der AS von mehr als dem 3-fachen der Versorgungsempfehlung gearbeitet wurde.

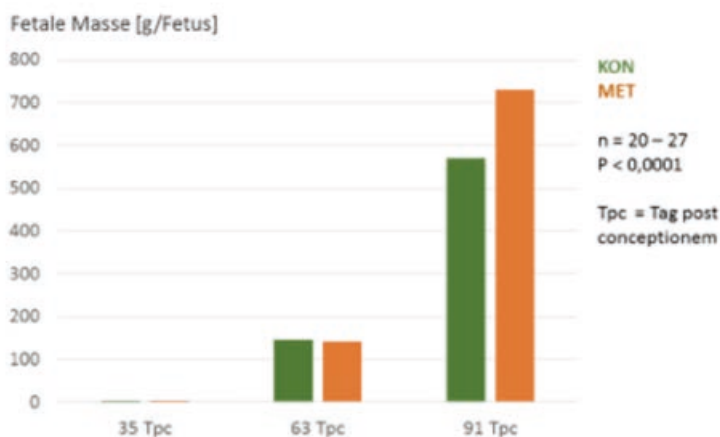


Abb. 2: Masse der Feten von während der Trächtigkeit bedarfsgerecht (KON) vs. deutlich über Bedarf (MET) mit Methionin versorgten Sauen (n. OSTER et al., 2016)

Die große Bedeutung einer ausreichend hohen Geburtsmasse von Ferkeln ist unbestritten. So weisen zur Geburt untergewichtige Ferkel eine verminderte Vitalität und allgemein ungünstige Entwicklungs-prognose auf. Die Untersuchung einer etwaigen metabolischen Programmierung infolge intrauteriner Wachstumsretardierung war beim Schwein bisher kein zentrales Anliegen. Dabei scheint eine Begrenzung des Wachstums in der fetalen Phase mit nachfolgender Geburt untergewichtiger Ferkel die Entwicklung eines sog. „thrifty genotype“ zu bedingen. Dieser Genotyp ist - landläufig ausgedrückt - mit dem Anschalten sogenannter „Spargene“ und einer metabolischen Programmierung auf energetisch effiziente Stoffwechselwege verbunden. Dies vermag offenbar auch in späteren Lebensphasen die metabolische Disposition und den stofflichen Ansatz zu prägen. So fraßen leichte (pränatal wachstumsretardierte) vs. normalgewichtige Ferkel (LF vs. NF; Geburtsmasse ~ 1,1 vs. 1,5 kg) zwar relativ mehr Futter (Abb. 3), waren jedoch noch mit 131 Tagen leichter (Abb. 4) und wiesen zudem eine höhere Körperfett- und geringere Muskelmasse auf (Abbildung 5; KRÜGER et al., 2013, METGES et al., 2015).

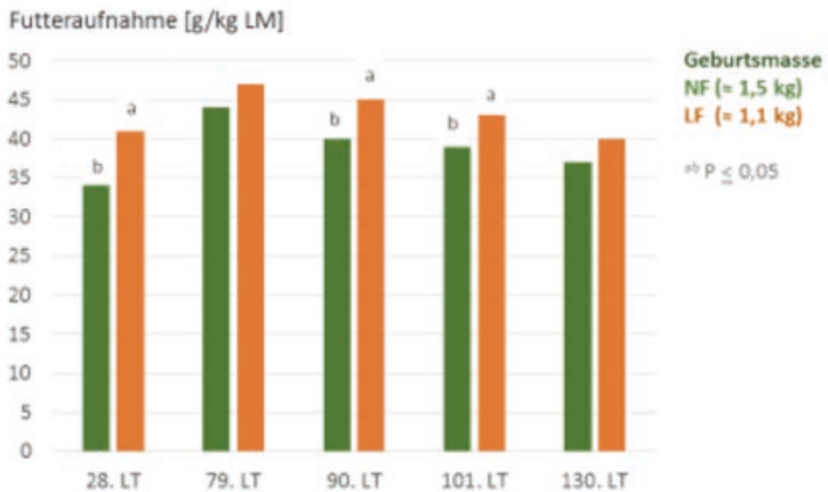


Abb. 3: Entwicklung der Futteraufnahme von zur Geburt leichten (LF) vs. normalgewichtigen (NF) Ferkeln vom Absetzen bis zum 130. Lebenstag (LT; nach KRÜGER et al., 2013)

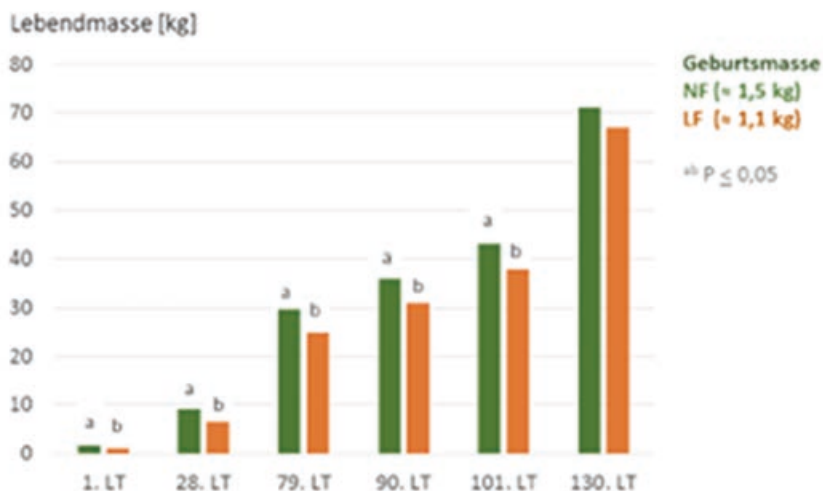


Abb. 4: Entwicklung der Lebendmasse von zur Geburt leichten (LF) vs. normalgewichtigen (NF) Ferkeln vom Absetzen bis zum 130. Lebenstag (LT; nach KRÜGER et al., 2013)

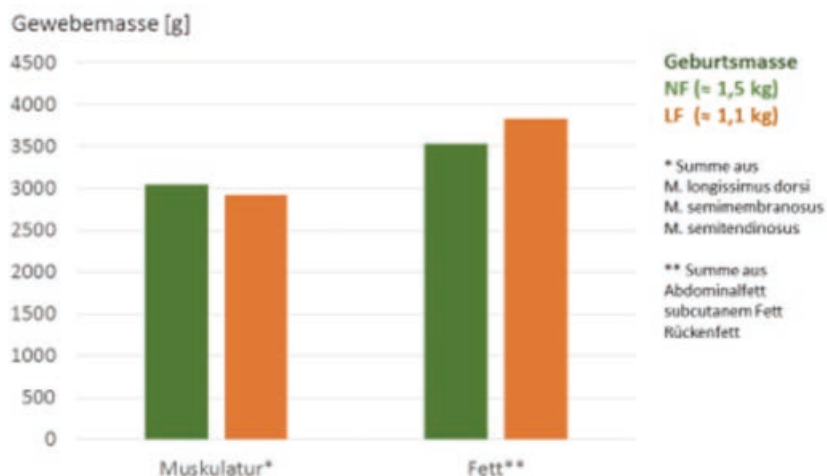


Abb. 5: Muskel- und Fettmasse im Schlachtkörper von zur Geburt leichten (LF) vs. normalgewichtige (NF) Ferkeln (Fütterung bis Schlachtung am 131. Lebenstag ad lib.; n. KRÜGER et al., 2013)

Als Ausdruck einer nachhaltig abweichenden metabolischen Programmierung der intrauterin wachstumsretardierten Ferkel wurde bei diesen eine im Vergleich zu Tieren mit normaler Geburtsumasse erhöhte Kohlenhydrat- und verminderte Fettoxidation gemessen (Abb. 6; KRÜGER et al., 2013). Dies vermag die in Abbildung 4 dargestellten Unterschiede in der stofflichen Zusammensetzung des Schlachtkörpers partiell zu erklären. Neben allgemeinen Vitalitätskriterien sowie einfach erfassbaren zootecnischen Variablen stellt dies ein weiteres Argument für die innerhalb des Optimalbereichs hohe Geburtsumasse von Ferkeln dar.

In der Untersuchung von OSTER et al. (2016) führte die zusätzliche Ausstattung des Alleinfutters tragender Sauen mit Methionin als Methylgruppendonator neben dem Effekt auf die Masse der Feten zu einer gewebespezifischen Modulation des Transcriptoms (Tabelle 3). Eine rein additive Wertung des positiven Effektes der deutlich bedarfsüberschreitenden Met-Supplementierung auf die Masse der Feten ist daher aus den Ergebnissen nicht ableitbar.

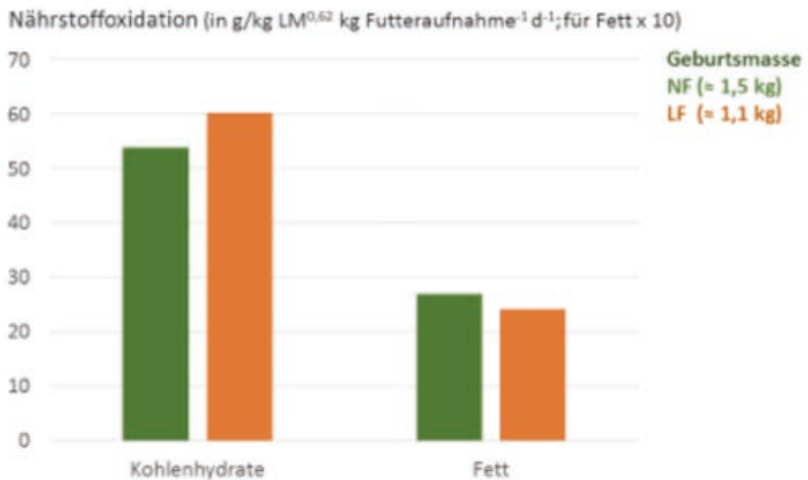


Abb. 6: Oxidation von Kohlenhydraten und Fett von zur Geburt leichten (LF) vs. normalgewichtigen (NF) Schweinen (76. Lebenstag; nach KRÜGER et al., 2013)

Tab. 3: Unterschiede in der Expression von Genen in der Leber von Feten aus bedarfsgerecht vs. deutlich über Bedarf mit Methionin versorgten Sauen (OSTER et al., 2016)

Tpc	Stoffwechselweg	involvierte Gene	P-Wert
35	β-Oxidation	ACSL5, AUH	2,84 E-02
	Oleat-Biosynthese	FADS1, FADS6	4,00 E-03
91	GADD45-Signalling	CCND2, CCE1, CDKN1A, GADD45A	5,98 E-04
	Folat-Glutamylierung	MTHFD1L, SHMT2	5,70 E-03
	IGF-Signalling	CSNK2A2, IGFBP1, IGFBP2,	4,40 E-02
	Pyridoxal-5-Phosphat-SP	PIK3R2, PRKAR2B	4,14 E-03
	Wnt/β-Catenin-Sigalling	CDK5, CSNK1A1, PRKM7, SGK1 CDH5, CSNK1A1, CSNK1G3, CSNK2A2, CTNNB1, LRP6, MYC, SFRP1, SOX4	7,72 E-03

Tpc = Tag post conceptionem

Diesbezügliche Ergebnisse aus Leber und Muskelgewebe (Tab. 4) der Feten zeigen eine gewebespezifische Modulation des Transcriptoms infolge Zulage von Met zum Futter der tragenden Sauen. Zudem ist die metabolische Reaktion der Muskulatur trotz bekannter geringerer metabolischer Elastizität plausibel. So weist das Muskelgewebe der Feten der deutlich mit Met übertersorgten Sauen am 91. Tag nach der Konzeption eine höhere Konzentration an IGF-2 auf, als Indikator für Wachstum und Differenzierung, während die an IGFBP-2 signifikant erhöht ist. Eine Überexpression an IGFBP wurde in früheren Studien an wachstumsretardierten Feten bzw. Neonaten gemessen (GAY et al., 1997; HOEFLICH et al., 1999).

Tab. 4: Konzentrationen an IGFBP-2 und IGF-2 im Skelettmuskelgewebe von Feten aus bedarfsgerecht (KON) vs. deutlich über Bedarf mit Methionin (MET) versorgten Sauen (OSTER et al., 2016)

[µg/g Protein]	35 Tpc		63 Tpc		91 Tpc	
	KON	MET	KON	MET	KON	MET
IGFBP-2	4.672	4.551	4.328	4.013	4.091 ^a	2.571 ^b
IGF-2	1,24	1,48	1,62	1,59	0,80 ^b	1,02 ^a

IGF = Insulin-artiger Wachstumsfaktor;

IGFBP = Bindungsprotein für insulinartigen Wachstumsfaktor;

Tpc = Tag post conceptionem; ab P = 0,029

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Methionin hat bedeutsame additive und nicht-additive Effekte bei Schweinen unterschiedlicher Altersklassen und Nutzungsrichtungen. Dabei sind neben zootechnischen Wirkungen auch solche auf das Verhalten und evtl. die Stresskompensation zu beachten, wobei es für Letzteres zwar eine experimentell gestützte Indikation, jedoch bislang keine zufriedenstellende Erklärung gibt.

Wechselwirkungen zwischen Methionin-Versorgungsgrad, Alter und möglicherweise auch Geschlecht sollten weiter untersucht werden.

Das epigenetische Potential von Methionin als Methylgruppen-Donor und diesbezügliche Wechselwirkungen zwischen der Versorgungslage und an sich additiv beeinflussbare Variablen verdient zukünftig einer stärkeren Beachtung.

Literatur

DIETRICH, H.-P. (2012): Effekte einer Methioninauslenkung auf zootechnische Parameter beim Absetzferkel und die praecaecale Aminosäurenverdaulichkeit des Ferkelaufzuchtfutters in Untersuchungen am Minipig. Universität Rostock: Bachelorarbeit.

GAY, E., D. SEURIN, S. BABAYKO, S. DOUBLIER, M. CAZILLIS, M. BINOX (1997): Liver-specific expression of human insulin-like growth factor binding protein-1 in transgenic mice: repercussions on reproduction, ante- and perinatal mortality and postnatal growth. *Endocrinology* 138, 2937-2947.

HEIDE, K. (2012): Effekte einer Methioninauslenkung auf zootechnische Parameter beim Mastschwein und die Auswirkungen auf die Schlachtkörperqualität. Univ. Rostock: Bachelorarbeit.

HINRICHSSEN, I. (2012): Untersuchungen von Ferkeln zum Futter-Wahlverhalten in drei Methioninversorgungsstufen. Universität Rostock: Bachelorarbeit.

HOEFELICH, A., M. WU, S. MOHAN, J. FÖLL, R. WANKE, T. FROEHLICH, G. ARNOLD, H. LAHM, H. KOLB, E. WOLF (1999): Overexpression of insulin-like growth factor-binding protein-2 in transgenic mice reduces postnatal body weight gain. *Endocrinology* 140, 5488-5496.

KRÜGER, R., M. DERNO, S. GOERS, B.U. METZLER-ZEBELI, G. NUERNBERG, K. MARTENS, R. PFUHL, C. NEBENDAHL, A. ZEYNER, H.M. HAMMON, C.C. METGES (2013): Higher body fatness in intrauterine growth retarded juvenile pigs is associated with lower fat and higher carbohydrate oxidation during ad libitum and restricted feeding. *Eur. J. Nutr.* 53, 583-579.

METGES C.C., S. GÖRS, K. MARTENS, R. KRUEGER, B.U. METZLER-ZEBELI, C. NEBENDAHL, W. OTTEN, E. KANITZ, A. ZEYNER, H.M. HAMMON, R. PFUHL, G. NÜRNBERG (2015): Body composition and plasma lipid and stress hormone levels during 3 weeks of feed restriction and refeeding in low birth weight female pigs. *J. Anim. Sci.* 93, 999-1014.

OSTER M., NUCHCHANART W., TRAKOOLJUL N., MURÁNI E., ZEYNER A., WIRTHGEN E., HOEFELICH A., PONSUKSILI S., WIMMERS K. (2015): Methylation micronutrient supplementation during pregnancy influences foetal hepatic gene expression and IGF signaling and increases foetal weight. Eur. J. Nutr. 55, 1717-1727.

PHÄNOMICS Schlussbericht (2016): AgroClustEr PHÄNOMICS – Ein systembiologischer Ansatz zur Genotyp-Phänotyp-Abbildung im Kontext von Leistung, Gesundheit und Wohlbefinden bei den Nutztieren Rind und Schwein (Teilprojekte TP2.4, TP3.2, TP4.2, TP4.4, TP5.5). BMBF, Förderkennzeichen 0315536A. Zuwendungsempfänger: Universität Rostock. Teilprojektleitung: Mohr E. (TP2.4, TP5.5), Schwerin M. (TP3.2, TP4.2), Zeyner A. (TP4.4)

TATARINOVA, T., O. KERTON (2012): DNA Methylation - From Genomics to Technology. Publisher: InTech. Chapters published March 16, 2012 under CC BY 3.0 license. ISBN 978-953-51-0320-2, 400 pp; open access, doi: 10.5772/2159.

Danksagung

Im Hinblick auf die Untersuchungen zu PHÄNOMICS TP 4.4 an der Universität Rostock sei besonders den beteiligten Wissenschaftlerinnen bzw. Doktorandinnen, Dipl.-Ing. agr. Kristin Romanowski und Dr. Kirsten Büsing, und den Mitarbeiter(inne)n in der Tierbetreuung, Heike Riese und Heino Marx, sowie im Labor, Sabine Bremer und Diana Schmiedel, gedankt.

TP 4.4 profitierte besonders von der konstruktiven Zusammenarbeit mit den Arbeitsgruppen unter Leitung von Prof. Dr. Klaus Wimmers (TP 2.1) und Prof. Dr. Birger Puppe (TP 4.1) vom Leibniz-Institut für Nutztierbiologie (FBN) in Dummerstorf. Auch dafür möchte ich mich herzlich bedanken.

Die Ergebnisse zur maternalen Prägung und epigenetischen Regulation entstanden unter Leitung von PD Dr. Cornelia C. Metges und Prof. Dr. Klaus Wimmers am FBN und ich freue mich die Möglichkeit erhalten zu haben dazu beizutragen.

Mineralstoffe und Vitamine – wie viel brauchen Sauen?

W. Arnhold¹, M. Rimbach²

Mineralstoffe (Mengen- und Spurenelemente) und Vitamine sind lebensnotwendige Nahrungsbestandteile, die über das Futter zugeführt werden müssen. Sie werden nicht oder im Falle einiger Vitamine nicht in ausreichendem Maße im Körper gebildet. Während die fettlöslichen Vitamine und Mengenelemente hauptsächlich zur Bildung von Gewebestrukturen dienen, wirken die wasserlöslichen Vitamine als Coenzyme und ermöglichen den Auf- und Abbau von Eiweißen, Kohlenhydraten und Fetten. Die Spurenelemente sind als Bestandteil oder Aktivator von zahlreichen Enzymen beteiligt.

Ein Mangel an Mineralstoffen und Vitaminen wirkt sich bei den Sauen dahingehend aus, dass embryonaler Fröhtod, geringere Wurfgrößen und Geburtsgewichte auftreten, zu früh und lebensschwache Ferkel geboren werden (Ca, Na, Zn, J, Se, Cu, Mn, Fe, Vitamine A, E, B1, B2, Pantothensäure, B12, Folsäure, Biotin) und weniger Milch gebildet wird (Ca, P, Na, Zn, J, Se, Pantothensäure, Folsäure, Biotin).

Der Gehalt der nativen Futterkomponenten an Mineralstoffen und Vitaminen reicht zur Bedarfsdeckung der Sauen bei einer Reihe nicht aus. So kommen die Vitamine A, D und K in den für Schweine verwendeten Futtermitteln nicht oder in sehr geringen Mengen vor. Auch die Futtermittelgehalte an Calcium, Phosphor, Natrium, Chlor, Zink, Jod und Selen sowie Eisen für Ferkel entsprechen nicht den Empfehlungen für eine ausreichende Versorgung. Bei optimalen Haltungsbedingungen, ausbalanzierten Rationen und ohne die antagonistische Wirkung anderer Nahrungsbestandteile könnten die Gehalte an den Vitaminen B1, B6, Niacin und Biotin sowie an den Mineralstoffen Magnesium, Schwefel, Kupfer, Mangan und Kobalt in den Futterkomponenten den Bedarf decken. Jedoch führen eine Reihe von Faktoren zu Bedarfserhöhungen oder zu einer Verminderung der Verfügbarkeit der Vitamine und Mineralstoffe im Futter, sodass mit Ausnahme des Kobalts auch diese in den Sauenrationen ergänzt werden müssen.

Stress, hoher Infektionsdruck, schlechte Futterqualität (Mykotoxine) oder Haltungsmängel erhöhen den Bedarf der Sauen an Vitaminen und Mineralstoffen. Das Reproduktionsstadium (laktierend oder tragend) sowie das Alter der Tiere beeinflussen den Bedarf. Die Verfügbarkeit der Vitamine in den einzelnen Futtermitteln kann erheblich schwanken. Der als Phytat gebundene Phosphor ist für den Monogaster nur durch die Spaltung mittels Phytase verfügbar. Bei gleicher Stoffwechsellage können Eisen, Zink, Kupfer und Mangan besser im Darm absorbiert werden, wenn die Elemente als Sulfat statt als Oxid angeboten wer-

¹ H. Wilhelm Schaumann GmbH Pinneberg

² ISF Pinneberg

den. Noch besser verfügbar sind organisch gebundene Mengen- und Spurenelemente. Dabei spielt die organische Bindung eine wesentliche Rolle. Hier sind insbesondere Metall-Aminosäure-Chelate hervorzuheben, die durch ihre Struktur dem antagonistischen Einfluss anderer Komponenten im GIT sehr gut widerstehen. So kann die Verfügbarkeit von Magnesium, Zink und Kupfer deutlich durch hohe Calciumgaben reduziert werden. Hohe Mengen an Eisen reduzieren die Manganverwertung. Auch natürliche Inhaltsstoffe in den Futtermitteln führen zu einer schlechteren Verfügbarkeit der Mineralstoffe. Die in Leguminosen enthaltenen Tannine vermindern die Verwertbarkeit des Eisens, die enthaltene Oxalsäure die des Calciums. Auch die Verwertung von Vitaminen ist durch die Inhaltsstoffe einzelner Futtermittel betroffen (z.B. Vitamin B6 durch Leinsaat; Niacin durch Ackerbohne, Vitamin B12 durch gerbsäurehaltige Futtermittel). Diese Einflüsse machen es notwendig, entsprechend hohe Sicherheitszulagen an Vitaminen und Mineralstoffen über die Ration zu verabreichen.

Die von der GfE empfohlenen Mengen bzw. Konzentrationen an Vitaminen und Mineralstoffen im Futter liegen z.T. deutlich unter den in der Praxis verabreichten Mengen. Jedoch sollte mit Hinblick auf den Eintrag gerade an Spurenelementen in die Umwelt die Höhe der Sicherheitszulagen reduziert werden. Dazu könnten ausbalanzierte Futterrationen mit besser verfügbaren und stabilen Spurenelementen und eine Reduzierung von bedarfserhöhenden Faktoren sowie Verminderung von antagonistischen Einflüssen anderer Nahrungsbestandteile beitragen.

Mineralstoffversorgung unter Beachtung der Gülleverordnung

M. Weber¹

Die Neuregelung der Düngeverordnung wird deutliche Einschränkungen zur Verbringung von Wirtschaftsdüngern mit sich bringen. Dies betrifft insbesondere den Nährstoff Stickstoff (N), aber auch der Mineralstoff Phosphor (P) wird betroffen sein. Die Regelungen im Entwurf der neuen Düngeverordnung ergeben eine notwendige Reduzierung von ca. 11% in der Gülle. Daraus ergibt sich für die Tiere die Notwendigkeit mit dem Mineralstoff P noch zielgerichteter um zu gehen, als das bisher schon der Fall ist. Dazu stehen mehrere Werkzeuge zur Verfügung.

In den Jahren 2007 bis 2010 erreichten die Preise für P sehr hohe Werte. Vorausgegangen war eine Schätzung der weltweiten Reserven an Rohphosphaten von nur ca. 17 Mrd. Tonnen weltweit, was einer Reserve für ca. 80 Jahre entspricht. Erst als in den darauf folgenden Jahren besonders in der Sahara neue Reserven entdeckt wurden, die jetzt für ca. 300 Jahre reichen sollen, entspannte sich die Lage. In diesen hochpreisigen Zeiten wurden erste Tools zur Reduzierung des Bruttophosphorgehaltes in Schweinefuttermischungen geschaffen. Diese werden jetzt wieder aktiviert werden.

Der Großteil des Bruttophosphors liegt in den pflanzlichen Futtermitteln als phytin gebundener Phosphor vor. Zur Abspaltung des Phosphors aus diesen Verbindungen hat das Schwein keine eigenen Enzyme zur Verfügung. Zwar besitzen die Getreide selbst solche Enzyme, diese aber in sehr unterschiedlicher Höhe (z.B. Weizen und Roggen viel, Gerste wenig). Zudem sind diese Eigenenzyme sehr empfindlich und werden besonders bei der Pelletierung fast gänzlich inaktiviert.

Erste Maßnahme zur Reduzierung der Phosphorausscheidungen ist daher die Enzymausstattung im Futter zu erhöhen. Dies geschieht schon seit geraumer Zeit durch den Zusatz von Phytasen. Hiervon gibt es heute eine Vielzahl zu kaufen. Sie werden großtechnisch entweder von Pilzen oder Bakterien produziert. Um den Effekt der Phytasen zu nutzen ist zunächst eine Rationskonzeption, wie die GfE es schon seit vielen Jahren empfiehlt, auf Basis des verdaulichen Phosphors notwendig. Im Bereich der Futtermittelindustrie ist dies auch schon flächendeckend üblich. Bei der Bewertung auf Basis der Verdaulichkeit wird über ein Matrixverfahren die Wirksamkeit der Phosphorfreisetzung durch die zugegebenen Phytasen abgeschätzt und beim zugesetzten mineralischen Phosphor eingespарт. Dies führt dann zu einer deutlichen Ausscheidungssenkung.

¹ Zentrum für Tierhaltung und Technik (ZTT) der Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau (LLG) Sachsen-Anhalt, Idon

Viele Versuche haben heute aber auch schon gezeigt, dass es möglich ist, durch Nutzung der Phytasen bzw. den bestverdaulichen Phosphorquellen, wie z.B. Monocalciumphosphat, komplett oder weitestgehend auf einen mineralischen Zusatz zu verzichten. Zwei solcher eigenen Versuche sollen im Folgenden näher betrachtet werden.

Versuch 1

[Reichen native Phosphorgehalte zur Versorgung von Mastschweinen aus? Gemeinschaftsversuch mit der LWK Niedersachsen]

Tiere

In die Untersuchung wurden 100 Mastschweine einbezogen. Es handelte sich dabei um Kreuzungsherkünfte (PI x Danzucht). Die Tiere wurden in zwei Varianten unterteilt und parallel in zwei identischen Stallabteilen gemästet. Zwei Tiere erreichten das Prüfungsende wegen Gesundheitsproblemen nicht. Beide Tiere standen in der Kontrollgruppe. Das Ausscheiden stand nicht mit der Fütterung im Zusammenhang.

Fütterung

Im Rahmen des Versuches wurde eine zweiphasige Fütterung durchgeführt. Bis ca. 68 kg erhielten alle Schweine ein Anfangsmastfutter und anschließend ein Endmastfutter. Die ad libitum - Fütterung erfolgte an der Insentec-Abbruffütterung in der Leistungsprüfungsstation Iden. Das Futter wurde vom Raiffeisen-Kraftfuttermischwerk in Osterburg gemischt und geliefert.

In Tabelle 1 die analysierten Inhaltsstoffe der jeweiligen Mischungen dargestellt. In den Versuchsmischungen wurden keine anorganischen Phosphorträger eingesetzt. Die Rationen wurden an Hand der Vorgaben für RAM-Futter kalkuliert.

Tab. 1: Analyisierte Inhaltsstoffe der Mischungen (LUFÄ Oldenburg)

		Anfangsmastfutter		Endmastfutter	
		Kontrolle	Versuch	Kontrolle	Versuch
Rohprotein	(%)	16,4	16,8	13,6	13,7
Lysin	(%)	1,16	1,17	0,89	0,89
Meth+Cys	(%)	0,62	0,63	0,55	0,53
Threonin	(%)	0,70	0,67	0,57	0,58
Rohfaser	(%)	4,0	4,2	4,1	4,0
Energie	MJ/kg	13,2	13,2	13,1	13,2
P	(%)	0,54	0,43	0,47	0,38
Phytaseaktivität	U/kg	940	840	390	260

Sollwerte und Analysenbefunde stimmen gut überein.

Ergebnisse und Diskussion Versuch 1

Mastleistung

In der Tabelle 2 sind die Werte der Mastleistung aufgeführt.

Tab. 2: Daten der Mastleistung

	Kontrolle n = 48		Versuch n = 50	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Einstallgewicht (kg)	34,4	3,4	34,3	2,7
Gewicht Futterumstellung Endmast (kg)	68,6	5,7	67,1	5,2
Gewicht Ausstallung	120,1	3,6	120,6	3,5
Tageszunahmen				
- Anfangsmast (g)	835	94	801	94
- Endmast (g)	890	140	898	117
- gesamt (g)	866	101	857	95
Futterraufnahme				
- Anfangsmast (kg/d)	1,82	0,27	1,89	0,37
- Endmast (kg/d)	2,65	0,41	2,66	0,41
- gesamt (kg/d)	2,30	0,28	2,34	0,35
Futteraufwand				
- Anfangsmast (kg/kg)	2,17a	0,20	2,37 b	0,4
- Endmast (kg/kg)	3,00	0,30	2,98	0,4
- gesamt (kg/kg)	2,66	0,18	2,74	0,4

Die Einstall- und Ausstallgewichte der zwei Gruppen sind vergleichbar und nicht signifikant unterschiedlich.

In den Zunahmeleistungen sind zwischen der Kontrollgruppe und der Versuchsgruppe keine signifikanten Unterschiede zu erkennen. Auch die Futterraufnahme war in beiden Gruppen mit 2,3 und 2,34 kg pro Tag gleich.

Eine signifikant bessere Futterverwertung von 0,20 kg/kg konnte von Tieren der Versuchsgruppe in der Anfangsmast erreicht werden. Diese Unterschiede wurden in der Endmast nicht erreicht, so dass auch die Unterschiede in der Gesamtmast nicht signifikant unterschiedlich waren.

Schlachtkörperbewertung

In Tabelle 3 sind die Daten zur Schlachtkörperbewertung dargestellt. In keinem der angegebenen Parameter traten statistisch signifikante Unterschiede auf.

Tab. 3: Ausgewählte Daten der Schlachtkörperbewertung

	Kontrolle		Versuch	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Schlachtkörpergewicht (kg)	95,1	3,0	95,1	2,5
Schlachtausbeute (%)	79,1	1,7	78,9	1,9
Fleisch-Fett-Verhältnis 1:	0,30	0,07	0,30	0,08
MFA (Porkitron) (%)	58,2	2,6	58,5	2,8
MFA Bonner Formel (%)	59,7	2,7	59,9	3,4
Fettfläche (cm ²)	16,1	2,7	16,2	3,2
Fleischfläche (cm ²)	54,0	5,7	54,9	5,6

Der Verzicht auf die Zugabe von organischem Phosphor wirkte sich nicht auf die Schlachtkörperbewertung aus.

Fleischqualität

Auch in der Fleischqualität traten in keinem der angegebenen Parameter statistisch signifikante Unterschiede auf, wobei alle Parameter auf eine gute Fleischqualität hindeuten.

Finanzielle Betrachtungen

Bei gleichem Schlachtkörpergewicht und gleichem Muskelfleischanteil gab es keine Unterschiede in den Erlösen. Folgende Futterkosten (Tab. 4) wurden ermittelt:

Tab. 4: Finanzielle Betrachtungen

	Kontrolle			Versuch		
	Futtermenge Kg/Schwein	Futterpreis €/dt	Futterkosten €/Schwein	Futtermenge Kg/Schwein	Futterpreis €/dt	Futterkosten €/Schwein
Anfangsmast	76,02	25,95	19,73	77,56	25,50	19,78
Endmast	156,22	22,70	35,46	158,96	22,70	36,08
Gesamt			55,19			55,86

Somit verursachte die Fütterung der Schweine in der Versuchsgruppe unter den zum Zeitpunkt des Versuches bestehenden Bedingungen höhere Kosten von ca. 0,67 € pro Schwein.

In Tabelle 5 ist die Phosphorausscheidung der Mastschweine der Versuchs- und Kontrollgruppe dargestellt. Die Kontrollgruppe scheidet 645 g und die Versuchsgruppe 498 g Phosphor/Schwein aus. Insgesamt ist dies eine Minderausscheidung von über 20%.

Tab. 5: Phosphorausscheidungen

	Kontrolle			Versuch		
Mast	Futteraufnahme	P-Gehalt	Gesamtaufnahme	Futteraufnahme	P-Gehalt	Gesamtaufnahme
	kg/Schwein	g/kg Futter	g P/Schwein	kg/Schwein	g/kg Futter	g P/Schwein
Anfangsmast	76,0	5,4	410	77,6	4,3	334
Endmast	156,2	4,3	672	159,0	3,8	604
Gesamtmast			1082			938
Ansatz*			437			440
Ausscheidung			645 (100%)			498 (77,2%)

*5,1 g/kg Zuwachs < 80 kg LM; 4,5 g/kg Zuwachs >80 kg LM

Versuch 2

In die Untersuchung wurden 144 Mastschweine einbezogen. Es handelte sich dabei um Kreuzungsherkünfte (Pi x (DExDL)). Die Tiere wurden in drei Varianten unterteilt und parallel in vier identischen Stallabteilen gemästet (jeweils eine Bucht pro Variante). 5 Tiere erreichten das Prüfungsende auf Grund von Erkrankungen nicht.

Fütterung

Im Rahmen des Versuches wurde eine dreiphasige Fütterung durchgeführt. Von ca. 25 bis ca. 60 kg erhielten alle Schweine ein Vormastfutter, von 60 bis 90 kg ein Anfangsmastfutter und anschließend das Endmastfutter bis zu einem Endgewicht von ca. 120 kg. Die Fütterungsvarianten stellten sich folgendermaßen dar:

A: nach DLG-Empfehlungen 18,5/16/15 RP und 0,5-0,45 P,

- B: 14,5/13/12 RP mit Isoleucinzusatz und 0,43/0,39/0,36 P (ohne mineralischen P-Zusatz ab der Mittelmast), basierend auf Nettoenergie,
 C: 14,5/13/12 RP ohne Isoleucinzusatz und 0,43/0,39/0,36 P (ohne mineralischen P-Zusatz ab der Mittelmast), basierend auf Nettoenergie.

Die Rationen wurden industriell gemischt und als Fertigfutter zur Verfügung gestellt. Im Stall wurden sie den Tieren an der Abruffütterung (Insentec) ad libitum angeboten.

In Tabelle 6 sind die analysierten Inhaltsstoffe der verschiedenen Mischungen dargestellt. Es ist eine gute Übereinstimmung zwischen den Futtergruppen festzustellen.

Tab. 6: Analytierte Inhaltsstoffe der Mischungen

A		Vormast			Anfangsmast			Endmast		
		B	C	A	B	C	A	B	C	
Rohprotein	(%)	19,3	15,3	15,6	15,8	13,6	13,4	15,7	12,5	12,2
Lysin	(%)	1,10	1,04	1,06	0,9	0,92	0,92	0,85	0,79	0,76
Methionin	(%)	0,34	0,33	0,34	0,26	0,23	0,23	0,25	0,24	0,20
Cystin	(%)	0,34	0,29	0,29	0,30	0,27	0,27	0,31	0,24	0,24
Threonin	(%)	0,76	0,69	0,69	0,58	0,53	0,53	0,57	0,46	0,46
Valin	(%)	0,9	0,77	0,76	0,71	0,65	0,66	0,72	0,57	0,57
Isoleucin	(%)	0,78	0,77	0,56	0,57	0,52	0,47	0,57	0,40	0,40
Rohfett	(%)	4,5	3,4	3,0	2,9	3,0	3,0	3,2	3,3	3,2
Rohfaser	(%)	3,2	2,9	3,3	3,5	3,8	4,1	3,6	4,0	4,2
Energie	MJ ME*	14,0	13,9	13,8	13,7	13,5	13,4	13,6	13,4	13,3
Energie	MJ NE**	10,2	10,3	10,3	10,2	9,80	10,0	10,1	10,0	10,0
Ca	(%)	0,61	0,63	0,63	0,56	0,54	0,53	0,48	0,47	0,44
P	(%)	0,5	0,46	0,47	0,47	0,36	0,35	0,44	0,33	0,31

* nach GfE 2008; ** nach NOBLET et al. 1994

Ergebnisse und Diskussion Versuch 2

Zahlen zur Mastleistung:

In den Zunahmeleistungen, dem Futterverbrauch und dem Futteraufwand sind zwischen den 3 unterschiedlich gefütterten Gruppen keine signifikanten Unterschiede zu sehen. Alle 3 Futtermischungen wurden gleich gut von den Schwei-

nen gefressen. Als Fazit zur Mastleistung lässt sich sagen, dass mit allen 3 konzipierten Futtermischungen die gleichen biologischen Leistungen erzielt worden sind.

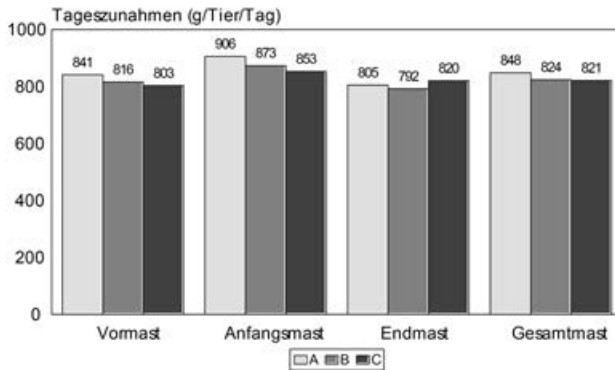


Abb. 1: Zunahmeentwicklung in den einzelnen Mastabschnitten

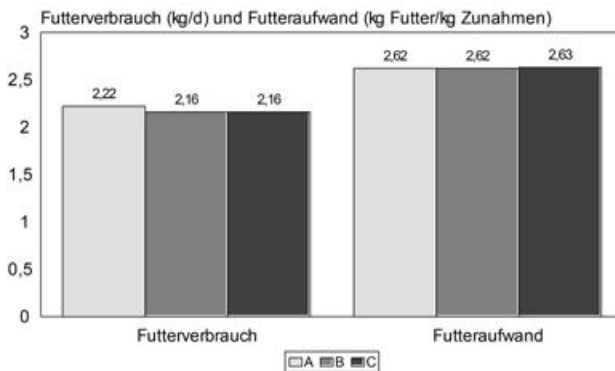


Abb. 2: Futteraufnahme und Futteraufwand in den Versuchsgruppen

Zahlen zur Schlachtleistung

In Tabelle 7 sind die Daten der Schlachtleistung dargestellt. Korrespondierend zu den Ausstattengewichten verhalten sich die Schlachtgewichte. Sie liegen eng beieinander und lassen somit keinen Einfluss auf den Muskelfleischanteil vermuten. Auch der Muskelfleischanteil ist in den 3 Gruppen vergleichbar. Die anderen Parameter der Schlachtleistung zeigen ebenfalls keine Unterschiede zwischen den 3 Versuchsgruppen.

Tab. 7: Daten der Schlachtleistung

		A n = 48		B n = 43		C n = 48		p
Schlachtgewicht	(kg)	95,5	3,0	95,7	3,0	95,7	2,6	>0,05
Ausschlachtung	(%)	79,0	1,8	79,7	1,6	79,2	1,4	>0,05
MFA(FOM)	(%)	58,4	2,9	58,4	2,1	58,8	2,4	>0,05
Speckmass	(mm)	15,5	3,3	16,2	3,1	15,4	2,7	>0,05
Fleischmass	(mm)	65,4	7,0	68,9	8,5	68,1	9,1	>0,05

Zahlen zur Fleischqualität

Betrachtet man die Zahlen zur Fleischqualität, lässt sich leicht erkennen, dass insgesamt keine Fleischqualitätsmängel aufgetreten sind. Keiner der untersuchten Parameter der Fleischqualität zeigt einen signifikanten Einfluss der Fütterungsgruppe.

N- und P-Bilanz

Betrachtet man die N-Bilanzen der 3 Futtervarianten, zeigt sich, dass die in den Gruppen B und C vorgestellten Fütterungsalternativen die Stickstoffausscheidungen im Vergleich zur in Deutschland üblichen Praxis deutlich reduzieren konnten (Tab. 8). Es trat eine errechnete Reduzierung von annähernd 30% auf.

Tab. 8: N-Bilanz der Versuchsgruppen

		Gruppe		
		A	B	C
N-Aufnahme VM	(kg)*	2,31	1,80	1,80
N-Aufnahme AM	(kg)*	1,91	1,58	1,55
N-Aufnahme EM	(kg)*	2,22	1,82	1,88
N-Aufnahme gesamt	(kg)	6,44	5,20	5,23
Wachstum	(kg)**	2,34	2,31	2,35
N-Ansatz	(%)***	100	99	100
N-Ausscheidung	(kg)	4,10	2,89	2,88
	(%)***	100	70,5	70,2

*16% N pro kg Rohprotein, ** 25,6 g N pro kg Wachstum, *** Gruppe A = 100 %

Betrachtet man die Phosphorbilanz, konnten mit den Rationen der Versuchsgruppen B, und C über 35% an ausgeschiedenem Phosphor eingespart werden.

Tab. 9: P-Bilanz

		Gruppe		
		A	B	C
P-Aufnahme VM	(g)	374	339	331
P-Aufnahme AM	(g)	360	260	253
P-Aufnahme EM	(g)	426	301	299
P-Aufnahme gesamt	(g)	1160	900	883
Wachstum	(kg)	91,6	90,4	91,7
P-Ansatz	(g)*	440	434	443
P-Ausscheidung	(g)	720	466	443
	(%)**	100	65	62

*4,8 g/kg Zuwachs, ** Gruppe A = 100%

Ohne Einbußen bei den Leistungsparametern konnten so etwa 30% der N-Ausscheidungen, 35 % der P-Ausscheidungen und 65% des Sojaeinsatzes eingespart werden. Zusätzlich kann durch die RP- und P-abgesenkte, und auf Nettoenergie-basierende Strategie durchschnittlich 2,5 € pro Mastschwein eingespart werden.

Literatur

Ist beim Autor zu erfragen.

Rohfaserfütterung bei Sauen - heute noch aktuell?

G. Dusel¹

Einleitung

Faser kann als Kohlenhydrat und Lignin definiert werden, das durch endogene Enzyme nur zum Teil verdaulich ist und spezifische physiologische Auswirkungen beim Schwein bewirken kann. Cellulose ist das in der Natur wohl am reichlichsten vorkommende Kohlenhydrat und es wird wichtig sein, Wege zu finden, Cellulose und andere Faserkomponenten oder Nicht-Stärke-Polysaccharide (NSP) für die monogastrische Tierernährung nutzbar zu machen (KERR und SHURSON, 2013). Gerade in den letzten Jahren steht auf Grund der gestiegenen Rohstoffnachfrage der Biokraftstoff- bzw. Bioethanolindustrie, eine Reihe von Nebenprodukten (z.B. DDGS, Rapskuchen) als Futtermittel aus dieser Branche für die Tierernährung zur Verfügung. Diese „neuen“ Futtermittel haben oftmals einen sehr hohen Faseranteil. Schweine können Faser energetisch nutzen, jedoch nur nach mikrobieller Fermentation dieser Faser und anschließender Absorption von freien Fettsäuren (FFS) im hinteren Intestinal-Trakt.

Des Weiteren ist auch auf Grund geänderter Gesetzgebungen wie z.B. der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung, die für tragende Sauen ein Mindestgehalt bzw. eine Mindestaufnahme an Rohfaser von 200 g/Tier und Tag verlangt sowie durch die Veränderung von Haltungsverordnungen für Sauen (Gruppenhaltung), der Fokus wieder verstärkt auf eine geeignete Faserfütterung für Schweine gerichtet.

Einteilung der Faserfraktionen

Die älteste und am häufigsten verwendete Bestimmungsmethode zur Analyse der Faser in Futtermitteln ist die Rohfaser (XF oder Rfa). Diese chemisch-gravimetrische Methode ist ein Teil der Weender Rohnährstoffanalyse. Rohfaser ist als der in verdünnten Säuren und Laugen unlösliche fett- und aschefreie Rückstand definiert und beinhaltet die unlöslichen Anteile der pflanzlichen Zellwandbestandteile, die chemisch sehr heterogene Substanzen (Cellulose, Hemicellulose, Lignocellulose, Lignin und inkrustierende Substanzen wie Cutin und Suberin) umfasst. Alle Substanzen haben gemein, dass sie nicht durch körpereigene Enzyme der Säugtiere, sondern nur von Enzymen der intestinalen Mikroflora abgebaut werden können, weshalb sie auch oftmals als die Gruppe der „Ballaststoffe“ bezeichnet werden. Die Rohfaser-Bestimmungsmethode gilt als sehr robuste und gut wiederholbare Prozedur, jedoch gibt es hier keinen direkten Zusammenhang zwischen Rohfaser und der Definition von verdaulicher Faser nach AACC (2001), da die unterschiedliche Abbaubarkeit von Cellulose (40-100%) Hemicellulose (15-20%) und Lignin (5-90%) bei der Rohfaserbestimmung nicht berücksichtigt wird (MERTENS, 2003). Allerdings dienen die Rohfaserwerte in der praktischen Fütterung immer noch als Richtwerte in den Empfehlungen der Rationsplanung für Schweine.

¹ Hochschule Bingen

Da in der Fraktion der Rohfaser sehr heterogene Stoffe zusammengefasst werden, die sich chemisch, aber auch bezüglich des Abbaus im monogastrischen Gastro-Intestinal-Traktes unterscheiden, bietet es sich möglicherweise an, die Rohfaser nach ihrer Abbaubarkeit bzw. unterschiedlichen Fraktionen einzuteilen. Hierbei kann man zwischen schlecht verdaulicher Rohfaser und leicht verdaulicher bzw. fermentierbarer Rohfaser unterscheiden: Schwer bzw. schlecht verdauliche Rohfaser wird oftmals durch ihren Lignifizierungsgrad (Verholzungsgrad) bestimmt, der wiederum von Anteil und Art der pflanzlichen Gerüstsubstanzen – z.B. lösliche bzw. unlösliche Polysaccharide – abhängig ist.

Zur besseren Differenzierung der Kohlenhydrate wurde von VAN SOEST (1963) eine chemisch-gravimetrische Methode entwickelt. Die Summe der Gerüstsubstanzen wird dabei als Rückstand nach dem Kochen in neutraler Detergentienlösung erhalten (neutral detergent fiber - NDF). Der Rückstand nach dem Kochen mit schwefelsaurer Detergentienlösung (acid detergent fiber – ADF) enthält im Wesentlichen Cellulose und Lignin. In diesem Rückstand wird die Cellulose durch Schwefelsäure hydrolysiert und der verbleibende Rückstand als Lignin ausgewiesen (acid detergent lignin – ADL). Über die Differenz zwischen den analytisch erfassten Gehalten an NDF und ADF kann der Gehalt an Hemicellulose errechnet werden. Die Cellulose ergibt sich aus der Differenz von ADF und ADL.

In der Abbildung 1 (NRC, 2012) werden die verschiedenen in Futtermitteln enthaltenen Kohlenhydratfraktionen aufgrund der Abbaubarkeit durch körpereigene Enzyme bzw. der Geschwindigkeit der mikrobiellen Fermentation klassifiziert.

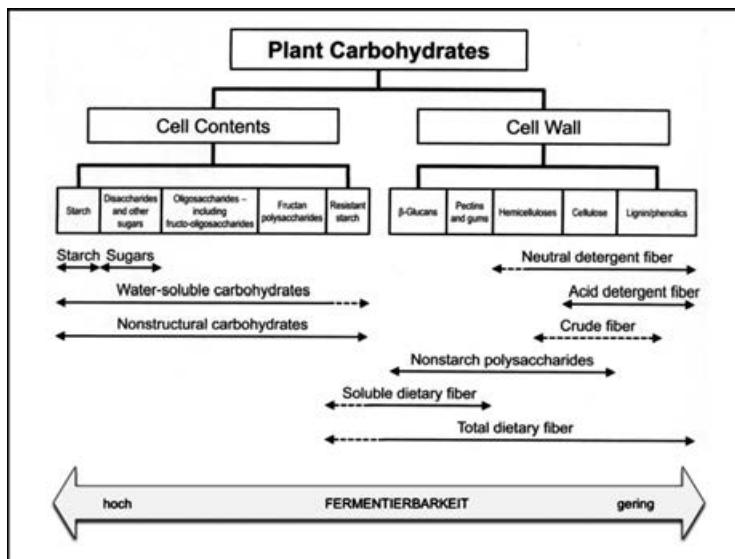


Abb. 1: Einteilung der Kohlenhydratfraktionen (NRC, 2012 – leicht abgeändert)

Funktion der Faser in der Schweineernährung

Bezüglich des Einsatzes von Rohfaser in der Schweinefütterung sollte eine klare Differenzierung nach Art der Faser erfolgen, da die Faserfraktionen je nach Verdaulichkeit, Abbaubarkeit, Fermentierbarkeit oder physikalischer Parameter wie Quellvermögen und Viskosität zu sehr unterschiedlichen Effekten im Verdauungstrakt bei monogastrischen Nutztieren führen können. Während die so genannte inkrustierte Rohfaser (Haferspelzen, Sonnenblumenschalen, Stroh), die zu der langsam fermentierbaren bzw. unverdaulichen Rohfaser zu rechnen ist, einen mechanischen Reiz im Magen-Darmtrakt setzt und somit die Motorik fördert, steht bei anderen Rohfaserquellen insbesondere das hohe Wasserbindungs- bzw. das Quellungsvermögen im Vordergrund (URRIOLA et al., 2013).

Die Effekte der Faserfütterung bei monogastrischen Tieren werden neben der chemischen Faserzusammensetzung von der physikalischen Struktur der Faser beeinflusst. Nachfolgende physikalisch-chemischen Eigenschaften der Faserfraktionen können für die Tierernährung/-fütterung relevant sein: Löslichkeit, Wasserhaltekapazität bzw. Wasserbindungskapazität sowie Viskosität und Fermentierbarkeit (HOODA et al., 2011).

Verdauliche Faser lässt sich in lösliche und unlösliche Faser einteilen (WENK, 2001). Die Löslichkeit von verdaulicher Faser bezieht sich nicht nur auf die Fähigkeit sich in Wasser sondern vielmehr auch in verdünnter Säure, Base, Puffer oder Enzyme-Solution aufzulösen. Der Grad der Löslichkeit von verdaulicher Faser ist größtenteils beeinflusst durch die Bindung zwischen Monosaccharideinheiten wie z.B. 1-3, 1-4 bzw. 1-6 Beta-Verbindungen von Glukoseeinheiten.

Verschiedene Rohfaserquellen wie z.B. Zuckerübertrockenschnitzel können Wasser unter Bildung sogenannter Hydrokolloide binden. Faser-Fraktionen binden Wasser oftmals durch verschiedene Mechanismen wie ionische Wechselwirkung, Wasserstoffbrückenbindungen sowie Einschluss von Wasser durch die Kapillarkwirkung. Dieses Maß für die Fähigkeit von Stoffen (Fasern) Wasser aufzunehmen, kann nach URRIOLA et al. (2013) und CHAPLIN (2003) auf verschiedenen Wegen dargestellt werden: Das Wasserhaltevermögen WHC (Water-holding-capacity) oder auch die Wasserbindekazität WBC (Water-binding-capacity). Dafür können verschiedene Methoden zur Bestimmung des Wasserhaltevermögens bzw. der -bindungskapazität von Fasern herangezogen werden. Wasserhaltevermögen wird durch die Filtrationsmethode ermittelt und für die Wasserbindungskapazität wird die Zentrifugation-Methode beschrieben (CHAPLIN, 2003). Eine europäische Gemeinschaftsstudie entwickelte eine standardisierte Methode zur Messung der Wasserbindungskapazität (WBC). Diese Methode basiert auf Zentrifugation modifiziert hinsichtlich Probengewicht und Zentrifugationsgeschwindigkeit (ROBERTSON et al., 2000).

Die WBC von Faser ist ein geeignetes Maß (hohe positive Korrelation) für die Bestimmung des Quellvermögens. Lösliche Faser hat gewöhnlich höhere WBC gegenüber unlöslicher Faser. Daher haben Cellulose und Lignin eine niedrige WHC und Hemicellulose (Arabinose/Xylose) eine vergleichsweise hohe WHC.

So zeigen zum Beispiel eine Reihe von praktischen Untersuchungen mit Rüben-trockenschnitzeln (RTS) oder auch Lignocellulose-Produkte, dass diese Futter-mittel eine sehr große WHC aufweisen.

Des Weiteren hat das Quellvermögen von Faserfraktionen im Darmtrakt eine Zunahme des Darm- bzw. Ingestavolumens zur Folge und kann so über ver-stärkte Dehnungsreize auf Magen und Darmwand zu einer forcierten Darmperi-staltik führen. Bei Schweinen, die ein Futter mit einem hohen Anteil an bakteriell fermentierbarer Substanz erhalten, zeigte sich in der Literatur ein deutlich lang-samerer Anstieg des Glukose- und Insulinspiegels (DE LEEUW et al., 2004). Da der Blutglukosespiegel eine wichtige Rolle bei der chemostatischen Sättigung spielt (hoher Blutglukosespiegel über längere Zeitphase), könnte ein gewisser Anteil an bakteriell fermentierbarer Rohfaser im Schweinefutter eine anhalten-de Sättigung erzielen und somit die Sauenherde bzw. auch Ferkel- oder Mast-schweinegruppen ruhiger und weniger aktiv werden lassen, was sich positiv auf die Haltung und Leistung der Tiere auswirken könnte (DE LEEUW et al., 2008).

Unbestritten ist der positive Effekt von Faserfraktionen auf die Passagerate durch den Gastro-Intestinal-Trakt (FREIRE et al., 2000). Dadurch können die Darmträgheit, Verstopfungen und die Gefahr vor Mastitis-Metritis-Agalaktie (MMA) im geburtsnahen Zeitraum bei Sauen wirksam vermindert werden. Eine Studie von FREIRE et al. 2000 zeigt, dass sich insbesondere Luzernegrünmehl gegenüber anderen Rohfaserträgern (Weizenkleie, ZR-Trockenschnitzel und So-jabohnenschalen) sehr positiv auf die Passagerate bei Schweinen auswirkt.

Aber nicht nur das Quellungsvermögen der Rohfaser sondern auch deren bak-terielle Verdaulichkeit im hinteren Darmabschnitt ist von entscheidender Be-deutung für einen gesunden Darm und eine ausreichend schnelle Passagerate (FREIRE et al., 2000). Die beim Abbau der leicht verdaulichen XF entstehen-den Substanzen sind osmotisch wirksam und bedingen hierdurch – im Unter-schied zu langsam fermentierbarer bzw. verholzter Rohfaser – einen weichen und verformbaren Dickdarminhalt und Kot (WARZECHA, 2006). Komponenten, die häufig in der Praxis eingesetzt werden, um diese Wirkung zu erzielen sind unter anderem Obst- bzw. Apfeltrester sowie Zuckerrübetrockenschnitzel. Über einen längeren Fütterungszeitraum betrachtet, kann Pektin und der noch vorhandene Restzucker aus diesen Rohwaren jedoch aufgrund der hohen Was-serbindungskapazität zu einem erhöhten Wassergehalt im Kot beitragen. Infolge dessen sind die Sauen sowie auch oftmals die Buchten und Spaltenböden ggf. mit schmierig-zähem Kot verschmutzt als bei einer pektinarmen Futterration.

Setzt man hingegen inkrustierte Rohfaser wie Stroh oder Sonnenblumenschalen in der Fütterung von Sauen ein, werden härtere Faeces aufgrund der gerin-geren Fermentierbarkeit der Faser produziert (NELSON et al., 1992). Diese pos-tileal schwer oder kaum fermentierbaren Rohfaserquellen, die eine vornehmlich mechanisch quellende Wirkung im Verdauungstrakt ausüben, können das mikrobielle Milieu nur schwer beeinflussen. Eine Unterstützung des eubiotischen Milieus im Sinne eines gezielten mikrobiellen Abbaus im Intestinaltrakt kann

daher durch solche Faserquellen nur schwerlich erfolgen. Die Bedeutung der Rohfaser als Nährsubstrat für Vertreter der Hauptflora ist jedoch von nicht zu unterschätzender Bedeutung, weil die Tiergesundheit durch ein gesundes Milieu im Darm wesentlich beeinflusst werden kann.

Durch eine erhöhte postileale Fermentationsrate werden generell mehr flüchtige Fettsäuren entstehen (vornehmlich Essigsäure, Buttersäure und Propionsäure), die das intestinale Milieu positiv beeinflussen könnten. Eine pH-Wert Absenkung und damit eine kompetitive Verdrängung von Vertretern der Begleit- und Restflora und eine Unterstützung von Vertretern der Hauptflora im Sinne einer Eubiose ist zu erwarten. Diese Eigenschaft ist besonders hervorzuheben, weil der Darm das größte Immunorgan im Organismus darstellt. Die mikrobiell gebildeten flüchtigen Fettsäuren können bspw. von der Mikroflora energetisch genutzt werden und unterstützen den Erhalt eines intakten Darmmilieus (BACH KNUDSEN, 2001; NOBLET und LE GOFF, 2001). Auch können sie absorbiert und im intermediären Stoffwechselbereich energetisch genutzt werden. Wie aus der wissenschaftlichen Literatur bekannt ist, können flüchtige Fettsäuren einen wesentlichen Beitrag zur Deckung des täglichen Energieerhaltungsbedarfs bei Schweinen leisten (NOBLET und LE GOFF, 2001).

Eine weitere wesentliche Eigenschaft von im Dickdarm bakteriell fermentierbaren Fasern besteht in der N-Fixierung und somit in einer Verringerung der Ammoniakemission (GERDEMANN et al., 1999; KREUZER et al., 1998). Dieses beruht auf einer erhöhten mikrobiellen N-Fixierung mit BFS, wodurch weniger leicht emittierbarer Harnstickstoff entsteht.

Effekte und Funktionen der Faserfraktionen in der Schweineernährung

- Verbesserte Darmperistaltik – unterstützt Darmgesundheit und Immunkompetenz
- Steuerung der Passagerate und der Kotkonsistenz und somit verbesserte Kotabsetzung (z.B. Geburtsvorbereitung bei Sauen)
- Bildung von bakteriellen Stoffwechselprodukte bei der Fermentation von Faser (z.B. FFS)
- Erhöhung der Enzymsekretion durch mechanische Stimulierung der Darmmucosa
- N-Fixierung im Dickdarm durch BFS – durch weniger leicht emittierbaren Harnstickstoff
- Quellvermögen steuert die Futteraufnahme (Sättigungsgefühl) – Sauenherde ist ruhiger (z.B. bei Gruppenhaltung von Sauen)
- Gastro-Intestinal-Trakt (GIT) wird durch Quellvermögen der Faser voluminöser – kann Futteraufnahmekapazität in der Laktation beeinflussen

Tab. 1: Fütterungsrelevante Faserfraktionen in verschiedenen faserreichen Futtermitteln, Auswahl (DLG-Futterwerttabelle Schwein, 1991; NRC-Nutrient Requirement of Swine 2012, INRA-Tables of composition and nutritional value of feed materials, 7/2004; eigene Daten)

Rohwaren	Rohfaser g/kg (verd. %)	NDF g/kg	ADF g/kg	ADL g/kg	Hemi- Cellulose g/kg	Cellulose g/kg
Weizenkleie	120 (16)	396	119	34	277	85
ZR-Melasseschnitzel	144 (84)	405	206	19	199	187
Luzernegrünmehl	235 (39)	430	306	78	124	228
Sojabohnenschalen	351 (44)	564	404	21	160	383
Apfel-/Obst-Trester	205 (46)	580	470	17	110	453
Stroh (WW)	382 (-)	721	458	75	263	380
Ligno-Cellulose	600 (-)	820	700	200	120	500

	DF g/kg	BFS g/kg	WICW g/kg	WIP g/kg	WHC l/kg	VIS mPas
Weizenkleie	330	168	385	30	2,4	1,6
ZR-Melasseschnitzel	466	460	586	250	3,4	--
Luzernegrünmehl	160	276	438	68	2,7	1,5
Sojabohnenschalen	254	349	618	92	2,8	2,4
Apfel-/Obst-Trester	140	268	--	30	--	3,6
Stroh (WW)	260	--	--	0	--	--
Ligno-Cellulose	120	--	--	0	7,4	1,8

Abkürzungen:

DF= verdauliche Faser (dietary fiber); BFS = bakteriell fermentierbare Substanzen; WICW = wasserunlösliche Zellwandbestandteile (water insoluble cell walls); WIP = wasserunlösliche Pektine (water insoluble pectin); WHC = Wasserbindungsvermögen (water holding capacity); VIS = Viskosität

Ausblick

Erhalt und Förderung des Tierwohls und Gesundheit des Gastro-Intestinal-Trakts sind derzeit wichtige Herausforderungen auch in der Tierernährung. In diesem Zusammenhang rückt die Rohfaserfütterung bei Schweinen stark in den Fokus und wird oftmals auch kritisch diskutiert. Bei Betrachtung der Literatur wird sehr schnell deutlich, dass der oft genannte Slogan "Rohfaser ist nicht gleich Rohfaser" hier zutreffend ist. In der Futtermittelbewertung hat Rohfaser auf Grund der etablierten Weender-Analyse sowie der Energieschätzung (GfE-Mischfutterformel) sicherlich noch eine zentrale Bedeutung. Jedoch ist es notwendig für die praktische Rationsgestaltung in naher Zukunft weitere Parameter wie die Zusammensetzung der Faserkomponenten aber auch physikalische-chemische Parameter wie z.B. WBC, Quellvermögen, Viskosität oder Fermentierbarkeit heranzuziehen und zu optimieren.

Literatur

AACC (2001): The definition of dietary fiber. AACC Rep. Am. Assoc. Cereal Chemistry 46:112-126.

BACH KNUDSEN, K.E. (2001): The nutritional significance of dietary fibre analysis, Animal Feed Science and Technology, 90: 3-20.

CHAPLIN, M.F. (2003): Fibre and water binding. Proc. Nutr. Soc. 62:223-227.

De LEEUW, J.A.; A.W. JONGBLOED and M.W. VERSTEGEN (2004): Dietary fiber stabilizes blood glucose and insulin levels and reduces physical activity in sows, J. Nutrition.;134(6):1481-6.

De LEEUW, J.A.; J.E. BOLHUIS, G. BOSCH and W.J. GERRITS (2008): Effects of dietary fibre on behaviour and satiety in pigs, Proc. Nutrition Soc. 67(4): 334-342.

DLG-Futterwerttabelle (1991): Futterwerttabelle Schwein, 6. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt.

FREIRE, J.P.B.; A.J.G. GUERREIRO, L.F. CUNHA and A. AUMAITRE (2000): Effect of dietary fibre source on total tract digestibility, caecum volatile fatty acids and digestive transit time in the weaned piglet, Animal Feed Science and Technology, 87: 71-83.

GERDEMANN, M.; A. MACHMÜLLER and M. KREUZER (1999): BFS-Fermentierbare Fasern in Rationen für Mastschweine, 1. Mitteilung, Züchtungskunde 71 (4), S. 293-305.

HOODA, S.; B.U. METZLER-ZEBELI, T. VASANTHAN and R.T. ZIJLSTRA (2011): Effects of viscosity and fermentability of dietary fibre on nutrient digestibility and digesta characteristics in ileal-cannulated grower pigs. British Journal of Nutrition, p.1-11.

KERR, B.J. and G.C. SHURSON (2013): Review - Strategies to improve fiber utilization in swine. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 4:1-12.

KREUZER, M.; A. MACHMÜLLER, M.M. GERDEMANN, H. HANNEKEN and M. WITTMANN (1998): Reduction of gaseous nitrogen loss from pig manure using feeds rich in easily-fermentable non-starch polysaccharides. *Animal Feed Science and Technology* 73, 1-19.

MERTENS, D.R. (2003): Challenges in measuring insoluble dietary fiber, *Journal Animal Sciences* 2003, 81: 3233-3249.

NELSON, D.A.; M.G. HOGBERG, E.R. MILLER and M.S. ALLEN (1992): Wheat straw and soybean hull additions to sow gestation diets during two consecutive parities. *Michigan State University Swine Rpt.* 92, 10.

NOBLET, J. and G. LE GOFF (2001): Effect of dietary fibre on the energy value of feeds for pigs, *Anim. Feed Sci. Technology.*, 90: 35-52.

NRC (2012): *Nutrient Requirement of Swine*, National Academies Press. Washington, D.C.

RAMONET, Y.; J. van MILGEN, J.Y. DOURMAD, S. DUBOIS, M.C. MEUNIER-SALAÜN and J. NOBLET (2000): The effect of dietary fibre on energy utilisation and partitioning of heat production over pregnancy in sows, *British Journal of Nutrition*, Vol. 84, page 85-94.

ROBERTSON, J.A.; F.D. De MONREDON, P. DYSELER, F. GUILLON, R. AMADO and J.F. THIBAUT (2000): Hydration properties of dietary fibre and resistant starch: A European collaborative study. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 33:72-79.

URRIOLA, P.E.; S.K. CERVANTES-PAHM and H.H. STEIN (2013): Fiber in Swine Nutrition; In: *Sustainable Swine Nutrition* - Lee I. Chiba, Wiley-Blackwell.

WARZECHA, A.C. (2006): Untersuchungen zu Fütterungseinflüssen auf die Kotbeschaffenheit und Kotzusammensetzung bei Sauen, *Dissertation* - TIHO Hannover.

WENK, C. (2001): The role of dietary fibre in the digestive physiology of the pig, *Animal Feed Science and Technology*, 90: 21-33.

Salmonellensanierung eines Sauenbetriebes mit angeschlossener Selektionsmast – Praxisfall

O. Katzschke¹

Aufgrund des steigenden Verbraucherinteresses zu nach aktuellen Tierschutzstandards gehaltenen Tieren und außerdem gesundheitlich unbedenklich produzierten Lebensmitteln rücken sogenannte Zoonosen – Krankheiten, die vom Tier auf den Menschen oder manchmal auch umgekehrt übertragen werden können – in den Fokus der Öffentlichkeit. Salmonellen des Schweines zählen dazu und können somit in diesem sensiblen Konstrukt selbst nach Verarbeitung des Schlachtkörpers eine gesundheitliche Gefahr für den Verbraucher darstellen.

Damit erfährt die Untersuchung der Schlachtkörper auf Salmonellen mittels Fleischsaftmethode und folgender Kategorisierung der Lieferbetriebe in drei Kategorien eine neue Bedeutung. Schlachtunternehmen wie Tönnies arbeiten mittlerweile mit einem Malussystem, das stärker belasteten Lieferbetrieben Geld für die Schlachtkörper abzieht (Abb. 1).

Entwicklung der Kategorisierung

Deutschland wird von der Europäischen
Behörde für Lebensmittelsicherheit als Land
mit einer hohen Nachweishäufigkeit von
Salmonellen eingestuft.

Um sie abzusenken, gilt seit 2007 die
„Schweine-Salmonellen-Verordnung“.
Mastbetriebe mit mehr als 40 % positiven
Proben werden in Kategorie III eingestuft.

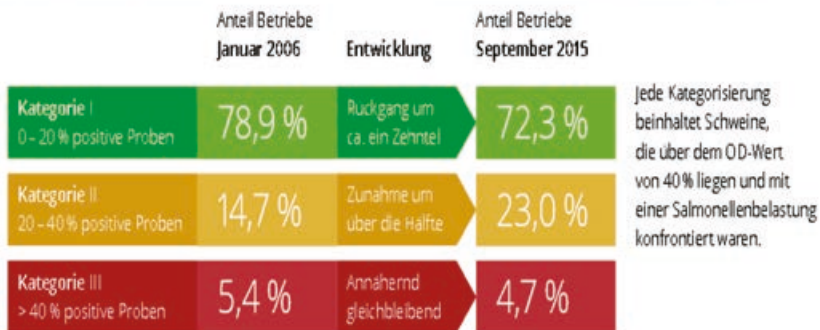


Abb. 1: Malussystem in der Schlachtschweinebranche (IDT Biologika GmbH)

¹ Tierarztpraxis Mann und Katzschke, Göda

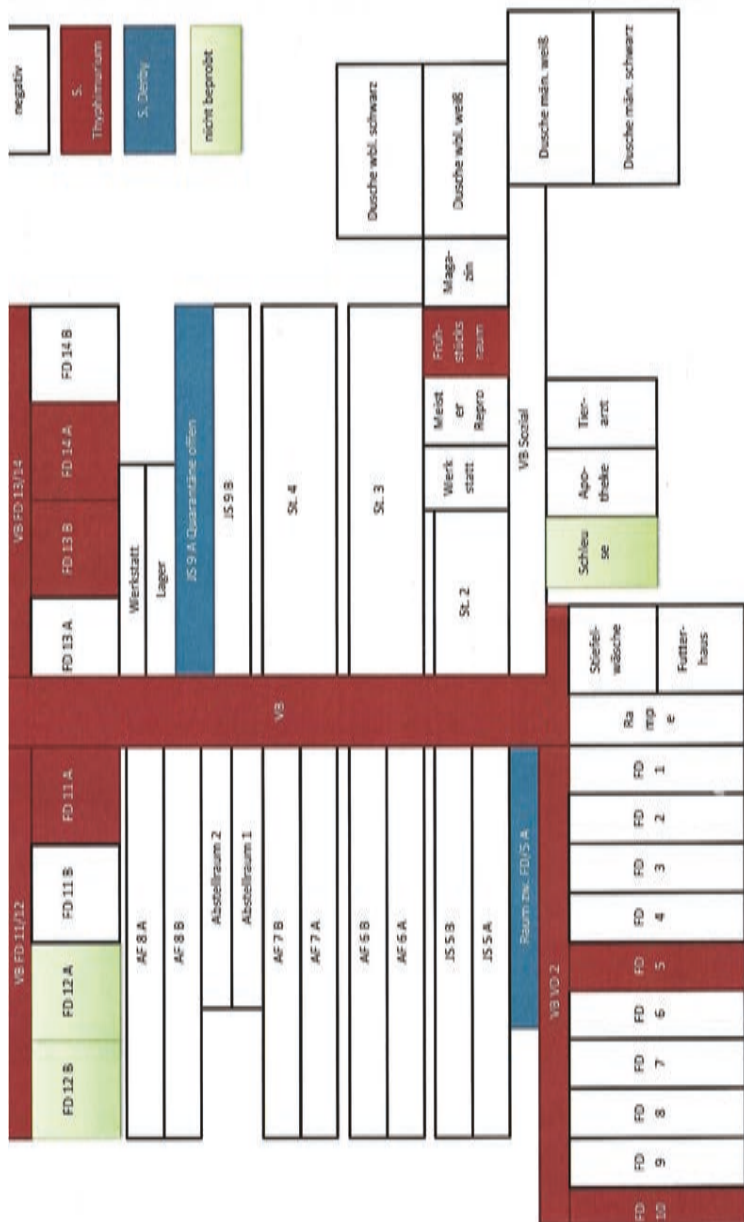


Abb. 2: Exemplarischer Stallgrundriss nach Sockentupferbepröbung

Wie kann ein mit Salmonellenproblemen kämpfender Betrieb nun wieder in sicheres Fahrwasser gelangen?

Ein strategisch durchdachtes Diagnostik- und Maßnahmenkonzept erarbeitet vom betreuenden Tierarzt in enger Zusammenarbeit mit dem betreffenden Landwirt stellt bei Problemen dieser Art die Voraussetzung dar.

Zunächst muss im Bestand ein Ist-Zustand ermittelt werden, wozu die Eintrags-Quelle(n) ermittelt werden soll(en). Hier ist auf wahrscheinlichere Einträge wie etwa durch Zukauftiere, mangelnde Reinigung und Desinfektion oder Schadnagerbefall ebenso zu achten wie auf weniger häufige Einträge durch kontaminiertes Futter, Wasser oder unbelebte Vektoren.

Könnte die wahrscheinliche Eintragsquelle identifiziert werden, sollte weiter im Rahmen des Ist-Zustandes geschaut werden, wo überall die Salmonellen im Betrieb bereits (unbewusst) verteilt wurden. Hierzu eignen sich sogenannte Sockentupferprotokolle vorzüglich, welche mit Hilfe eines Betriebsgrundrisses das Verteilungsmuster nach Auswertung graphisch gut zum Vorschein bringen (Abb. 2).

Zudem sollte über blutserologische Untersuchungen in einzelnen Tiergruppen (Altsauen/Jungsauen/Läufer Flatdeck/Mastschweine) geschaut werden, wie die Salmonellenbelastung im Betrieb verteilt ist und welche Gruppen vielleicht besonders exponiert sind. Dies ist für die effektive Planung der Bekämpfungsmaßnahmen unerlässlich.

Außerdem muss bei Blutprobenentnahmen unbedingt auf die korrekte Einhaltung logischer Stichprobengrößen je nach Anzahl der Tiere je Tiergruppe geachtet werden, um mit einiger Sicherheit Salmonellenbelastungen quantifizieren zu können (Tab. 1).

Tab. 1: Bestimmung von Stichprobenumfängen (FLI, 2015)

	Anteil erkrankter Tiere					
	5%		10%		20%	
	Konfidenzlevel					
Gruppengröße	90%	95%	90%	95%	90%	95%
100	36	44	20	25	10	13
200	40	50	21	26	10	13
300	42	53	21	27	10	13
750	44	57	22	28	10	13
3000	45	58	22	29	10	13

Anhand der gewonnenen Daten ist ein auf den Betrieb zugeschnittener Maßnahmen- bzw. Bekämpfungsplan zu erstellen. Dieser orientiert sich stark an der ermittelten Eintragsquelle. Sind also kontaminierte Futtersilos oder unbelebte Vektoren der Auslöser, so lässt sich ein Weitereintrag in den Betrieb schnell unterbinden. Stellen allerdings belastete Zukauftiere das Problem dar, so ist vor-

dergründig auf die effektive Unterbindung der Weiterverschleppung im Bestand zu achten.

Hierzu spielen Befunde etwaiger belasteter Tiergruppen im Bestand, neu evaluierte Reinigungs- und Desinfektionsprotokolle, viel genutzte Kreuzungspunkte im Bestand sowie Desinfektionserfolgskontrollen und Verlaufspuren in der Tierpopulation eine entscheidende Rolle für den Erfolg oder Misserfolg des ganzen Unterfangens.

Hitze stellt ein entscheidendes Bekämpfungskriterium im Zuge effektiver Reinigung von Stalleinheiten oder Verbindungsgängen dar. Hier wird auf wissenschaftliche Untersuchungen zur wirksamen Inaktivierung durch Hitze je Zeiteinheit verwiesen.

Als Orientierungsbeispiel soll gelten:

Tab. 2: D-Werte im Vergleich (FRANK 1994, MROZEK 1996, MÜLLER und MÜLLER 1996, FRIES 2002 II)

Keim	Temperatur Grad C	Zeit (D-Wert)
Salmonella Typhimurium	50	23,6 min
Salmonella Typhimurium	55	1,1 min
Salmonella Typhimurium	60	0,2 min (12 sek)
Aspergillus niger (Hypen)	60	15 min
Vibrio cholerae	65	3 sek
andere Salmonellen-Typen	71	1,2 sek
Salmonella typhi	75	1 sek
Myobacterium tuberculosis	75	5 sek
Enterobacter aerogenes	75	3 sek
Aspergillus fumigatus (Konidien)	80	>60 min
Staphylococcus aureus	80	2 sek
Trichosporon variabile (Konidien)	100	>15 min

Altbewährte Maßnahmen wie der Einsatz von Säuren oder gröber vermahlene Futtermitteln wirken sich sicher positiv auf das Gesamtgeschehen aus, sind unter Umständen als alleinige Maßnahmen jedoch nicht der Schlüssel zu nachhaltigem Erfolg.

Hier sollen folgende Ideen bzw. wissenschaftliche Erkenntnisse als Denkanstöße für womöglich mangelhafte Salmonellenbekämpfungskonzepte dienen:

- ATR (Acid Tolerance Response) der Salmonellen zum Puffern von Magensäure (Álvarez-Ordóñez, 2012)
- Säurebindungsvermögen Fertigfuttermittel mit Zielwert < 500 mmol/kg
- Futter- oder Wassersäureeinsatz nicht korrekt eingestellt bzw. nicht geprüft

- Desinfektionsmitteleinsatz unterhalb der geforderten 0,4 l/m² (Gebrauchslösung)
- → Stallgrundfläche berechnen + 40 % Zuschlag für alle nicht begehbaren Flächen
- ggf. Desinfektionserfolgskontrollen zur Überprüfung der Reinigungsleistung etablieren
- Rekontaminationsquellen (Stiefel, Gänge, Werkzeuge, etc.) mit in die strategische Bekämpfung einbeziehen
- Salmonelleneintrag über Futter und Wasser oft überschätzt (Offenberg 2007, Visscher 2006, Meyer 2004)
- größerer Vermahlungsgrad des Getreides als Stellschraube (50 – 60 % > 1mm)
- organische Säuren (K-Diformat, etc.) in Kombination mit Vermahlungsgrad effektiv
- Gersteanteil ggf. bis 50 % der Ration erhöhen
- Salmonellenimpfung zur kurzzeitigen Erregerdrucksenkung
- Fliegenbefall wirksam eindämmen (strategische Güllekellerreinigung!!)

So sollten sich die meisten Salmonellenprobleme wirksam und effektiv beheben lassen.

Sollten Fragen oder weiterhin Probleme bestehen, so steht der Autor für weiterführende Fragen zur Verfügung.

Literatur

FRANK H. K. (1994): Lexikon Lebensmittel-Mikrobiologie. Behr's Verlag, Hamburg, S. 203-204.

MROZEK, H. (1996): Grundvorgänge bei der Desinfektion. In: G. Wildbrett (Hrsg. 1996): Reinigung und Desinfektion in der Lebensmittel- Industrie. Behr's Verlag, Hamburg, S. 97-106.

MÜLLER G. und C. MÜLLER (1996): Verfahrensgrundlagen zur Haltbarmachung von Lebensmitteln. In: G. Müller und H. Weber (Hrsg. 1996): Mikrobiologie der Lebensmittel; Grundlagen. Behr's Verlag, Hamburg, S. 306-307.

FLI (2015): Friedrich-Löffler-Institut, Epidemiologische Untersuchungen in Tierpopulationen Ein Leitfaden zur Bestimmung von Stichprobenumfängen. 2., überarbeitete Auflage, August 2015, Wusterhausen und Greifswald-Insel Riems.

FRIES, R. (2002): Reinigung und Desinfektion in der Fleischwirtschaft. In: D. Strauch und R. Böhm (Hrsg. 2002): Reinigung und Desinfektion in der Nutztierhaltung und Veredelungswirtschaft. Enke Verlag, Stuttgart, S. 239-242.

Impfprophylaxe beim Schwein – Applikationsvarianten und Immunantwort

T. Vahlenkamp¹

Zum Schutz vor Infektionskrankheiten beim Schwein sind für viele relevante, verschiedene Bereiche der Schweineproduktion betreffende Erreger sichere und effektive Impfstoffe für unterschiedliche Zielpopulationen (z.B. Sauen, Ferkel) entwickelt worden. Immunisierungen und deren Kontrolle sind hierbei zwei gleichwertige Pfeiler zur Sicherung der Tiergesundheit und damit zur Stabilisierung der Betriebsrentabilität.

Für eine erfolgreiche Immunisierung mit Aufbau einer schützenden Immunantwort ist es notwendig, die Impffähigkeit der Tiere zu beurteilen und stets aufs Neue zu hinterfragen. Infektionsbedingte und nicht-infektionsbedingte Einflussfaktoren, die bedeutenden Einfluss auf die Immunantwort haben können, sind z.B. der Immunstatus der Tiere (Einzeltier, Herde), Erkrankungen, Hygiene, Stallklima (Temperatur, Schadgase), Haltung (Stallung, Belegdichte), Management/Biosicherheit (Rein-Raus, Remontierung, Quarantäne, Tierbewegungen - Kontakte) sowie die Futterqualität.

Zur Verminderung physischer und psychischer Stressoren für das Tier und aus Gründen der Kosten- und Arbeitersparnis ist es in bestimmten Fällen geeignet, mehrere Impfstoffe als Kombinationsimpfstoff (z.B. PCV2 und Mykoplasmen, Mykoplasmen und Glässer'sche Krankheit, Rotlauf und Parvovirose, Mykoplasmen und Rhinitis atropicans) zu verabreichen. Auf diesem Gebiet werden derzeit große Anstrengungen unternommen, weitere sinnvolle Kombinationen zu entwickeln. Hiervon grundsätzlich zu unterscheiden ist die zeitgleiche, ortgetrennte Applikation von Impfstoffen, die eine Zulassung als Einzelimpfstoff haben.

Zudem hat jede Applikationsart eines Impfstoffes, ob oral, intramuskulär oder intradermal seine Besonderheiten. Orale Vakzinen müssen grundsätzlich als Lebendvakzinen verabreicht werden, da komplett abgetötete Erreger vom Organismus nicht ausreichen erkannt werden. Inaktivierte Impfstoffe würden bei oraler Applikation zu keiner Ausbildung der gewünschten Immunität führen. Intramuskulär verabreichte Impfstoffe sind in der Lage auch als inaktivierte Vakzinen protektive Immunantworten zu induzieren. Die intradermale Immunisierung ist eine eigentlich bereits bei der Pockenimpfung von Edward Jenner im Jahre 1796 äußerst erfolgreich verwendete Methode, deren immunologisches Potential heute sowohl in der Veterinär- als auch in der Humanmedizin wieder aufgegriffen und weiter erforscht wird.

¹ Institut für Virologie, Universität Leipzig

Impfprophylaxe zur Reduzierung des Therapieindexes - wirtschaftliche Aspekte

C. Wähner¹

Der Einsatz von Impfstoffen nimmt in der Schweineproduktion kontinuierlich zu. Impfmaßnahmen dienen neben dem Tierschutz und der Wirtschaftlichkeit auch dem Verbraucherschutz, um die Qualität des Lebensmittels Fleisch zu sichern. Bei dieser Entwicklung ist der Antibiotikaeinsatz in den letzten Jahren rückläufig. Wurden nach der ersten Erfassung in 2011 noch 1.706 t in dem Veterinärbereich eingesetzt, so hat sich die Zahl auf 1.238 t im Jahre 2014 um 27% verringert. Eine Senkung um jeden Preis ist nicht sinnvoll und kranke Tiere müssen behandelt werden, auch wenn der Landwirt mit erhöhtem Einsatz auffällig wird. Die Impfprophylaxe hat die Möglichkeit bei bestimmten Erkrankungen den Antibiotikaeinsatz zu senken. Der Gesundheitsstatus und die Leistung der Tiere können dadurch verbessert werden. Es haben sich diverse Standardimpfungen, wie z.B. die Impfung gegen *Mycoplasma hyopneumoniae* (M. hyo), *Porcine Circovirus* Typ 2 (PCV-2) oder auch *Porcine* Respiratorisches und Reproduktives Syndrom (PRRS), etabliert. Diese werden zum großen Teil von Vermarktungsgesellschaften vorgeschrieben. In der Vergangenheit verursachte PCV-2 in Europa Schäden im dreistelligen Millionen Bereich. Es gibt diverse Ansätze, um die Auswirkungen einer PCV-2 Infektion zu begegnen. ALARCON et al. (2013) haben ein Modell entworfen, die verschiedene Kontrollstrategien miteinander vergleicht. Neben der Impfung wurden die Fütterung, Tierdichte verringert, Biosicherheit verbessert und die Depopulation-Repopulation des Bestandes in Betracht gezogen. In 11 erstellten Szenarien (Unterschiede in Gesundheitsstatus, Fütterung, Aufstallung, PCV-2 Infektionsdruck) war die Impfung allein oder zusammen mit der Verbesserung der Biosicherheit die wirtschaftlichste Maßnahme. Der monetäre Vorteil lag zwischen £13.638 – £26.947.

Dass die Impfung gegen M. hyo sich ähnlich auswirkt und den Medikamenteneinsatz verringern kann, konnten MAES et al. (1999) zeigen. In Belgien wurden in 14 Betrieben jeweils 2 Gruppen von M. hyo geimpften und ungeimpften Tieren verglichen. Neben den verbesserten täglichen Zunahmen, der Futterverwertung und der verminderten Klinik, war die Senkung der Therapiekosten um 40,1% sehr eindrucksvoll (Tab. 1).

¹ Ceva Tiergesundheit GmbH

Tab. 1: Ergebnisse der Betriebsparameter der Impfgruppe und Kontrollgruppe (MAES et al. 1999)

Parameter	Impfgruppe	Kontrolle	Differenz
Tägliche Zunahmen	648,48g	629,19g	- 22,210 (- 3,6%)
Futtermittelnutzung	2,83 kg/kg	2,90 kg/kg	- 0,070 (- 2,4%)
Therapiekosten	0,713 ECU ¹	1,189 ECU ¹	- 0,476 (- 40,1%)
Klinik (Husten)	1,77	4,95	- 3,180 (- 64,2%)
Verluste	3,77	4,00	- 0,230 (- 5,8%)

1 ECU = US\$1,0269

Auch *Actinobacillus pleuropneumoniae* (APP), Verursacher der Pleuropneumonie bei Schwein, hat einen großen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Schweineproduktion. APP ist in schweinedichten Regionen endemisch verbreitet und bis zu 90% der Betriebe sind serologisch positiv. Die meisten Infektionen verlaufen subklinisch, jedoch treten akute und chronische Verläufe wieder vermehrt auf, wenn Begleitumstände (Virulenz der Serotypen, Infektionsdosis, Haltungsbedingungen) nicht optimal sind. Hohe Verluste und bei chronischen Verläufen schmerzhafte Verklebungen (Pleuritiden) zwischen Lunge und Brustfell sind zu verzeichnen (Vgl. Abb. 1).

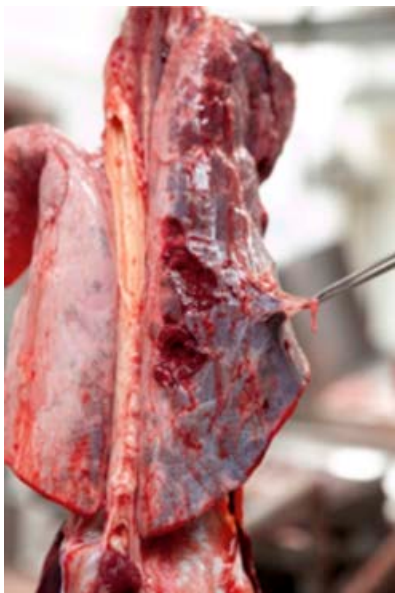


Abb. 1: APP Läsionen im Lungengewebe

Die Tiere (meist zwischen 60-80kg) zeigen Fressunlust, Fieber und Abgeschlagenheit und am Schlachthof sind die Pleuritiden sichtbar (Abb. 1). Auch hier konnte in Studien gezeigt werden, dass die Impfung den Medikamenteneinsatz und damit den Therapieindex reduzieren kann. In der Studie von BRUNIER et al. (2012) wurden drei Gruppen miteinander verglichen. Gruppe 1 wurde mit dem APP Impfstoff von Ceva Tiergesundheit geimpft, Gruppe 2 erhielt ein metaphylaktisches Antibiotikaprogramm und Gruppe 3 erhielt keine der genannten Maßnahmen. Auch hier wurden die Medikamentenkosten um knapp 40% reduziert (Tab. 2).

Tab. 2: Ergebnisse der Betriebsparameter der drei Versuchsgruppen (BRUNIER et al. 2012)

	APP Impfgruppe	Antibiotika- gruppe	keine Maß- nahmen	Differenz %
Zunahmen (Mast) [g]	656	645	575	+ 1,70
Futtermverwertung [kg/kg]	2,81	2,87	3,15	- 2,10
Tierarztkosten [US\$]	526	873	17	- 39,47
Gewinn (FD-Schlachtung) [US\$]	111	100	93	+11,00

Fazit

Die gezielte Impfung gegen diese Erreger kann die Therapiekosten und den Antibiotikaeinsatz deutlich senken. Zusätzlich verbessern sich auch andere Parameter, wie die Futterverwertung und die Tageszunahmen der Tiere. Bekannt ist auch, dass die Auswirkung von Koinfektionen (z.B. PRRS, Pasteurella multocida) gesenkt wird, da die Tiere vom Erreger gegen den sie geimpft wurden, nicht vorgeschädigt sind und so besser gegen Sekundärerreger geschützt sind. Schutzimpfungen gegen Infektionskrankheiten werden aufgrund der Entwicklungen in der Tierproduktion einen immer größeren Stellenwert bekommen und sind ein bedeutender Stützpfeiler im Gesundheitsmanagement.

Literatur

ALARCON et al. (2013): Economic efficiency analysis of different strategies to control post-weaning multi systemic wasting syndrome and porcine circovirus type 2 subclinical infection in 3-weekly batch system farms. Preventive Veterinary Medicine 110 (2013), 103–118.

BRUNIER et al. (2012): Cost benefit comparison between vaccinating against Actinobacillus pleuropneumoniae and using a specific antibiotic metaphylaxis program, ESPHM 2012.

MAES et al. (1999): Effect of vaccination against Mycoplasma hyopneumoniae in pig herds with an all-in/all-out production system. Vaccine 17 (1999), 1024-1034.

PRRS - Neue Möglichkeiten der Impftechnik und deren Kontrolle

O. Niemann¹

Seit November 2015 befindet sich mit Hipradermic® ein weiterer Applikator zur nadellosen Impfung von Schweinen in Deutschland im Einsatz. Hipradermic® bietet vollständig automatisierte Menüfunktionen und ein ergonomisches ausbalanciertes Design. Im Gegensatz zu im Markt befindlichen Applikatoren ist kein separater Auslöser notwendig. Das Verabreichen der Impfdosis erfolgt sobald ein flächiger Kontakt mit der Haut besteht. Zudem ist das Wartungsintervall im Vergleich zu anderen Geräten deutlich länger (35.000 Impfdosen). Das Gerät verfügt über insgesamt 3 Sensoren: NFC®, RFID® und Bluetooth®; koordiniert durch die exklusive Software Hipralink®. Die Erkennung des Impfstoffes, sowie die Nachverfolgung der Impfungen erfolgen über in die Impfstoffflaschen eingearbeitete RFID® Chips. Zurzeit ist für den Einsatz mit Hipradermic® ausschließlich der PRRS Impfstoff der Firma HIPRA erhältlich.

Die Wirksamkeit und Sicherheit des intradermalen Einsatzes wurden im Rahmen zahlreicher Studien überprüft. Dabei induzierte der HIPRA PRRS Impfstoff (wie auch bei intramuskulärer Applikation) einen breiten heterologen Schutz. Der zellvermittelte Schutz nach intradermaler Applikation war dabei stärker als bei intramuskulärer Impfung. Im Hinblick auf die „virus fast clearance“ zeigten sich keine Unterschiede. Maximale Impfstoffverluste lagen bei 0,03 ml beim Ferkel. Diese hatten keinerlei Auswirkungen auf die Wirksamkeit bzw. Immunantwort.

Die Software Hipralink® ermöglicht eine bisher nicht verfügbare Rückverfolgbarkeit der Impfung. Neben der Erstellung von Impfplänen und Impferinnerungen sind ebenso die Steuerung der Wartungsintervalle sowie die Erstellung von Impfprotokollen möglich.

¹ HIPRA Deutschland GmbH

Impfstoffe für die intradermale Impfung von Schweinen und ein Update zum IDAL-Vakzinator

H.-P. Knöppel¹

In der modernen Schweinehaltung und -produktion kommt der Immunprophylaxe eine immer größere Bedeutung zu. Gerade in wirtschaftlich unruhigen Zeiten sollte das ideale Ziel in der Schweinehaltung die Minimierung oder sogar Eliminierung von Infektionserregern sein. Neben einer Verbesserung von Managementmaßnahmen und dem gezielt reduzierten Einsatz von Antibiotika spielen natürlich Schutzimpfungen bei Ferkeln, Mastschweinen und Sauen, besonders im Hinblick auf die Lebensmittelsicherheit, eine wichtige Rolle.

Voraussetzung für eine erfolgreiche Impfung ist, neben anderen Faktoren, die ordnungsgemäße Verabreichung des Impfstoffes. Die eingesetzten Impfstoffe werden meist per Spritze in die Nackenmuskulatur verabreicht (intramuskulär). Für mehr Sicherheit werden speziell für Impfungen entwickelte Pistolen und Spritzen mit aufgesetztem Stab eingesetzt, um die Arbeit zu erleichtern und Anwendungsfehler zu vermeiden. Doch können leider in einigen Fällen neben der erwarteten Immunantwort nach der Impfung auch unerwünschte zumeist lokale Reaktionen beobachtet werden. So kann es beispielsweise durch das Einstechen der Nadel aufgrund von mangelnder Impfhygiene (Nadelwechsel) zu Erregerübertragungen zwischen den Tieren bis hin zu schwerwiegenden Reaktionen wie Impfabzessen kommen, was wiederum zu Abzügen beim Schlachterlös führt. Zudem verursachen intramuskuläre Injektionen tendenziell Schmerzen und der Impfvorgang ist dadurch für die Tiere mit mehr Stress verbunden.

Um diesen möglichen Risiken aus dem Weg zu gehen, hat MSD Tiergesundheit für verschiedene Impfstoffe beim Schwein eine nadellose Impfpistole entwickeln lassen, die eine sogenannte intradermale Impfung ermöglicht (Intra-Dermal Application of Liquids).

Für die intradermale Impfung mit IDAL sind in Deutschland zurzeit ein Impfstoff gegen das PRRS-Virus, ein Impfstoff gegen Mycoplasmen sowie jetzt neu ein Impfstoff gegen das Circovirus (PCV 2) zugelassen. Alle Impfstoffe werden von der Firma MSD Tiergesundheit vertrieben.

Mit dem IDAL-Vakzinators von MSD wird der Impfstoff mit einem Dosisvolumen von 0,2 ml per Druckluft in die Haut injiziert. Bei dem genannten Dosisvolumen wird nicht die Menge des Antigens, sondern nur die Menge des Lösungsmittels verringert. Die Immunantwort entspricht der bekannten intramuskulären Impftechnik.

Beim Einsatz des IDAL-Vakzinators konnte festgestellt werden, dass die immunologische Antwort auf die intradermale Impfung mit der herkömmlichen Vakzination mit der Nadel vergleichbar ist, jedoch entscheidende Verbesserungen

¹ MSD Tiergesundheit, Unterschleißheim

in punkto Impfhygiene, Impfstress für die Tiere und Geschwindigkeit des Impfaktes für den Anwender erzielt werden konnten. Dies macht sich besonders in großen Betrieben bemerkbar, in denen mehrere hundert oder gar tausend Tiere geimpft werden. Eine neue Studie der Universität Hannover belegt dies eindrucksvoll.

Die Haut des Schweins stellt nicht nur eine schützende Hülle dar, sie spielt auch eine entscheidende Rolle als immunologischer Schutzmechanismus des jeweiligen Tieres. Sie ist das größte Immunorgan des Körpers und eignet sich deshalb hervorragend zur Verabreichung von Impfstoffen (Abb. 1).



Abb. 1: Querschnitt Hals mit Haut, Universität Leipzig, (n. KAUFFOLD)
Oben links: gut zu erkennen – der Applikationsort (helle Verfärbung)

Fazit

Die nadellose intradermale Impfung mit IDAL bietet eine Reihe von Vorteilen gegenüber der herkömmlichen intramuskulären Vakzination:

- Die häufig mit der intramuskulären Impfung auftretenden Muskelschädigungen, wie z.B. Impfabzesse werden gänzlich vermieden (= höherer Schlachterlös, mehr Tierwohl).
- Beim Einsatz einer intradermalen Impftechnik wird keine Kanüle verwendet, es kommt zu keiner Kontamination (Verunreinigung) und daraus resultierend auch nicht zu einer Keimverschleppung von Tier zu Tier.

- Die Impfung mit IDAL ist nahezu schmerzfrei. Dies führt zu einer erheblichen Verminderung der Abwehrbewegungen und damit der Stressbelastung für die Tiere (mehr Tierwohl).
- Die zelluläre Immunantwort wird intensiv stimuliert, unter Nutzung des größten Immunorgans: der Haut.
- Zeitersparnis, insbesondere bei größeren Tierzahlen
- Variable Injektionsstelle
- Ein weiterer Vorteil dieser Verabreichungsform gegenüber der herkömmlichen Impfung mit der Nadel ist die Vermeidung von versehentlichen Selbstinjektionen des Impfenden (Arbeitsschutz).

Zusammengefasst: Die intradermale Impfung mit dem IDAL Vakzinators von MSD ist einfach und sicher in der Anwendung für Mensch und Tier. Mit einem Impfstoff gegen das PRRS-Virus, ein Impfstoff gegen Mycoplasmen, sowie einem Impfstoff gegen das Circovirus (PCV 2) stehen die wichtigsten Ferkelimpfstoffe zur Verfügung.

Anschriften der Autoren

Arnhold, Winfried, Dr.
H. WILHELM SCHAUMANN STIFTUNG
Ernst-Mey-Str. 10
04229 Leipzig

Breves, Gerhard, Prof. Dr.
Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover
Physiologisches Institut
Bischofsholer Damm 15/102
30173 Hannover

Dusel, Georg, Prof. Dr.
Fachhochschule Bingen
Berlinstraße 107a
55411 Bingen

Fischer, Kathleen, Dr.
Hochschule Anhalt
Fachbereich Landwirtschaft, Ökotrophologie, Landschaftsentwicklung
Strenzfelder Allee 28
06406 Bernburg

Hoy, Steffen, Prof. Dr.
Justus-Liebig-Universität Gießen
Institut für Tierzucht und Haustiergenetik
Professur Tierhaltung und Haltungsbiologie
Leihgesterner Weg 52
35392 Gießen

Katzschke, Oliver, Dr.
Tierarztpraxis Mann – Katzschke
Zischkowitz Nr. 2
02633 Göda

Kecman, Jelena, Dr.
Martin-Luther- Universität Halle-Wittenberg
Naturwissenschaftliche Fakultät III
Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften
Theodor-Lieser-Str. 11
06120 Halle/Saale

Keil, Lukas
Hochschule Anhalt
Fachbereich Landwirtschaft, Ökotrophologie, Landschaftsentwicklung
Strenzfelder Allee 28
06406 Bernburg

Knöppel, Hans-Peter, Dr.
MSD Intervet Deutschland GmbH
Oberholzstraße 52
04288 Leipzig

Kunze, Thomas Msc.
Hochschule Anhalt
Fachbereich Landwirtschaft, Ökotrophologie, Landschaftsentwicklung
Strenzfelder Allee 28
06406 Bernburg

Neerhof, Arjan
Topigs-Norsvin
Am Dorn 10
48308 Senden

Nöhle, Ulrich, Prof. Dr.
TU Braunschweig
Institut für Lebensmittelchemie
Schleinitzstr. 20 /3. OG
38106 Braunschweig

Niemann, Heiner, Prof. Dr.
Friedrich-Löffler-Institut (FLI),
Institut für Nutztiergenetik Mariensee
Höltystraße 10
31535 Neustadt

Niemann, Olaf, Dr.
HIPRA Deutschland
Feldstraße 21
40479 Düsseldorf

Orzessek, Dieter, Prof. Dr. Dr. h.c.
Hochschule Anhalt
Bernburger Str. 55
06366 Köthen

Rath, Detlef, Prof. Dr.
Friedrich-Löffler-Institut (FLI)
Institut für Nutztiergenetik Mariensee
Höltysstraße 10
31535 Neustadt

Scholz, Heiko, Dr.
Hochschule Anhalt
Fachbereich Landwirtschaft, Ökotrophologie, Landschaftsentwicklung
Strenzfelder Allee 28
06406 Bernburg

Vahlenkamp, Thomas, Prof. Dr. Dr.
Universität Leipzig
Veterinärmedizinische Fakultät
Institut für Virologie
An den Tierkliniken 29
04103 Leipzig

Voß, Barbara, Dr.
BHZP GmbH
An der Wassermühle 8
21368 Ellringen-Dahlenburg

Wähner, Christoph, Dr.
Ceva Tiergesundheit GmbH
Kanzlerstraße 4
40472 Düsseldorf

Wähner, Martin, Prof. Dr.
Hochschule Anhalt
Fachbereich Landwirtschaft, Ökotrophologie, Landschaftsentwicklung
Strenzfelder Allee 28
06406 Bernburg

Weber, Manfred, Dr.
Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau (LLG)
Zentrum für Tierhaltung und Technik
Lindenstraße 18
39606 Iden

Zeyner, Annette, Prof. Dr.
Martin-Luther- Universität Halle-Wittenberg
Naturwissenschaftliche Fakultät III
Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften
Professur für Tierernährung
Theodor-Lieser-Str. 11
06120 Halle/Saale