

# 54. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V.

## Tagungsband

*„Futterqualität – Bewertung, Aufwertung, Wertschöpfung“*

26. September 2016 in Freising



Herausgeber:

Carmen Bolduan und Wilhelm Windisch

Bayerische Arbeitsgemeinschaft Tierernährung (BAT) e.V.

Liesel-Beckmann-Str. 2

85354 Freising

[bat@wzw.tum.de](mailto:bat@wzw.tum.de)

Selbstverlag:

Bayerische Arbeitsgemeinschaft Tierernährung (BAT) e.V.

ISBN 978-3-9816116-3-2

Für den Inhalt der Beiträge sind allein die Autoren verantwortlich.

## Inhaltsverzeichnis

### Übersichtsvorträge

Rodehutscord M Maßstäbe der Futterqualität – tier- und leistungskonform	1
Windisch W Futtermittelzusatzstoffe und Futterqualität	10
Graf von Reichenbach H Futtermitteltechnologie und Futterqualität - Aufschluss-, Stabilisierungs- und Eliminierungswirkungen von druckhydrothermischen Behandlungen	17
Susenbeth A Energiebewertung beim Schwein	26
Schedle K Fermentation von Getreide und deren Einfluss auf die Futterqualität	34
Schneider S, Brunlehner E-M, Fuhrmann S, Propstmeier G Futteruntersuchung: Was ist wichtig?	39
Brunlehner E-M, Fuhrmann S, Schneider S, Bergermeier J, Sprengel D Stärken-/Schwächen-Profil Fütterung – Futterdatencontrolling im Verbund	49
Gierus M Sicherung der Futterqualität im Grobfutter	57
Heim M Was kostet Grobfutter?	66
Pries M Verwendung von Zusatzstoffen und Kraftfutter bei knappen Margen	73
Randt A Aktuelle Herausforderungen zur Biosicherheit und Tiergesundheit	77

### Fütterungsstrategien und Futtermittel

Wetscherek W, Leitner K, Schedle K Einfluss des Trockenmassegehaltes von Hirseganzkornsilage auf die Nährstoffverdaulichkeit beim Mastschwein	80
Gollub K, Scheu T, Kaiser-Wichern A, Jensen KC, Hoedemaker M Ätiologische Studie zur Klärung chronischer Krankheitsgeschehen in Milchviehbetrieben: Vergleich der Rationen und des Fütterungsmanagements auf Fall- und Kontrollbetrieben	87
Scheu T, Schönherr F, Gollub K, Jensen KC, Wolf P, Hoedemaker M Ätiologische Studie zur Klärung chronischer Krankheitsgeschehen in Milchviehbetrieben: Ergebnisse der sensorischen, chemischen und mikrobiologischen Beschaffenheit von Silagen im Zusammenhang mit der Futterwerbung und Lagerung	94
Linse A, Obermaier A, Windisch W, Ettle T Untersuchungen zum Austausch von Weizen gegen Körnermais auf das Wiederkauverhalten, den Pansen-pH-Wert und die Futterraufnahme in der Intensivmast von Fleckviehbullen	100

Ettle T, Obermaier A, Edelmann P Untersuchungen zur Beurteilung der Strukturwirksamkeit von Rationen für Milchkühe bei unterschiedlichem Niveau des Kraftfuttereinsatzes	107
Faugeron J Dairy cows' flavor preferences	114
Puntigam R, Schedle K, Wetscherek-Seipelt G, Liebl M, Gierus M, Wetscherek W Einfluss der Partikelgröße und Extruderbehandlung der Einzelkomponente Mais auf die Retention ausgewählter Nährstoffe, sowie die innere Eiqualität bei Legehennen	118
Eide F, Gertzell B, Daubner F, Knicky M Silage losses and aerobic stability with chemical silage additive under extreme challenging conditions	126
Braach J, Schedle K, Gierus M Charakterisierung von ausgewählten Faserquellen auf Basis linearisierter Pufferkapazität	133
Laurain J, Rodriguez MA, Gallissot M, Marengue E Comparative analysis of fusariotoxins occurrence in wheat, barley and corn grain	138
 <b>Futterzusatzstoffe</b>	
Keimer B, Weßling G, Schlagheck A, Westendarp H Effects of a live yeast (MUCL 39885) on digestibility of organic matter and particle size distribution of feces in dairy cows	140
Callejo A, Tellez S, Gil P, Sujka E, Sinning H, Steinruck U Wirkung eines konzentrierten Ergänzungsfuttermittels als Substitut von synthetischem Methionin (MHA) in einem praktischen Alleinfuttermittel für Legehennen	145
Roussel P, Tessier S, Fatt Chai Y, Arnaiz V, Daubner F Saponins: Natural solution to manage the Coccidial risk in Livestock	152
Preißinger W, Propstmeier G, Scherb S Einfluss eines Futterzusatzstoffes zur Stressminderung auf Leistung und Caudophagie bei Aufzuchtferkeln	158
Aumiller T, Vinyeta Punti E Effect of phytogenic feed additives on coefficient of variation in piglets	165
Mueller A, Zhou X, Jungbauer L, van der Klis JD Effects of the phytogenic feed additive on the performance of growing broiler chickens under heat stress	170
Wilhelm M, Holl E Energiesparende Futterherstellung durch eine thermostabile Xylanase	175
Diana A, Brenner S, Wilke T Positive Effects of a flavonoid rich-product on the immune status and growth performance of Pacific White shrimp ( <i>Litopenaeus vannamei</i> )	180
Oguey C, Riu I, Quintilla C, Lopez S, Johanterwage G A standardized blend of capsicum and turmeric oleoresins given during late gestation improves performance of sows vaccinated against <i>E. coli</i>	186

Oguey C, Johanterwage G Effects of a standardized blend of carvacrol, cinnamaldehyde and capsicum oleoresin on performance of growing finishing pigs using multiple trial analysis methodology	188
Oguey C, Wall EH, Johanterwage G A blend of cinnamaldehyde, eugenol and Capsicum oleoresin improves milking performance in lactating dairy cows	189
Bussy F, Le Goff M, Salmon H, Delaval J, Nyvall Collen P, Demais H Effect of MSP Immunomodulating on the immune transfer from the sows to the piglets	190

## Mineralstoffe und Spurenelemente

Michiels J, Van Noten N, Degroote J, Romeo A, Sinning H, Steinruck U, Wang W Effekt einer futtermittelrechtlich zulässigen, speziellen Zinkoxid-Quelle im Vergleich zur therapeutischen ZnO-Applikation auf die Darmbakterien-Population bei Ferkeln	191
Lückstädt C Effects of sodium diformate and alkaloid-based feed additives on growth performance and streptococcus infection in weaned piglets	194
Rapp C, Morales J Effekt der Spurenelementherkunft im Sauenfutter auf die Zusammensetzung von Kolostrum und Milch und das Ferkelwachstum	198
Buffler M, Becker C, Windisch W Einfluss verschiedener Supplementierungsstrategien auf den Eisenstoffwechsel neugeborener Saugferkel	205
Wall EH, Tran K, Wallinger C, Hogan JS, Weiss WP, Johanterwage G Mineral-glycinate supplementation improves the systemic immune response to lipopolysaccharide challenge in lactating dairy cows	211

## Freie Themen

Fuhrmann S, Schäffler M webFuLab und Zifo2 – ein gutes Team zur Rationsbewertung	212
Loibl P, Preißinger W, Propstmeier G, Scherb S, Windisch W Untersuchung von tierindividuellem Futteraufnahmeverhalten bei Mastschweinen	219
Faltermeier F Identifikation und Bewertung von Indikatoren zur Diagnose von subklinischen Erkrankungen bei Milchvieh und deren Einbettung in ein digitales Futtermittelberatungstool	225
Autorenverzeichnis	232
Sponsoren	234



## Maßstäbe der Futterqualität – tier- und leistungskonform

### M. Rodehutscord

Institut für Nutztierwissenschaften, Universität Hohenheim

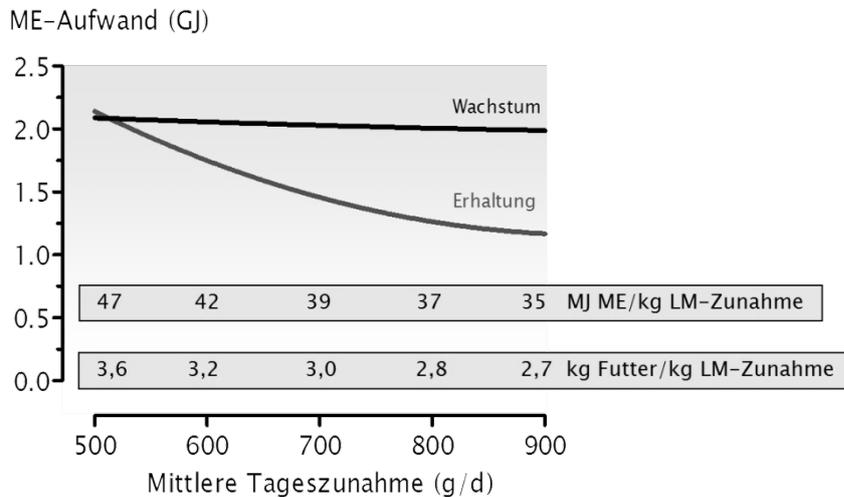
Die Haltung und Nutzung von Tieren ist Bestandteil gesellschaftlichen Handelns. Unterschiede in der Stellung und Wahrnehmung der Nutztierhaltung haben in verschiedenen Gesellschaften daher unterschiedliche Konsequenzen für die Forschung mit Nutztieren und die Entwicklungsperspektiven für diese Forschung. Szenarien für die globale Entwicklung gehen von einer kontinuierlich weiter steigenden Nachfrage nach Lebensmitteln tierischen Ursprungs aus. Diesem Nachfrageanstieg stehen unter anderem die Verknappung globaler Nährstoffressourcen (z.B. Proteine oder Rohphosphate) und die Umweltwirkung der Tierproduktion gegenüber. Zur Vermeidung oder Minderung von Zielkonflikten ist bei Verknappung von Nährstoffressourcen eine weitere Effizienzsteigerung der Nährstoffnutzung durch Tiere geboten.

Viele Forschungsarbeiten der Tierernährung widmen sich Fragen der Nährstoffnutzungseffizienz auf unterschiedlichen Ebenen. Zum einen werden ein besseres Verständnis sowie die Aufklärung ernährungsphysiologischer Prozesse im tierischen Organismus und Einflussfaktoren hierauf erzielt oder angestrebt. Zum anderen wird eine zunehmend stärkere Differenzierung bei Kriterien der Futterqualität und der Wirkung von Zusatzstoffen vorgenommen. Diese beiden Ebenen werden nachfolgend erörtert.

### Anpassung von Versorgungsempfehlungen

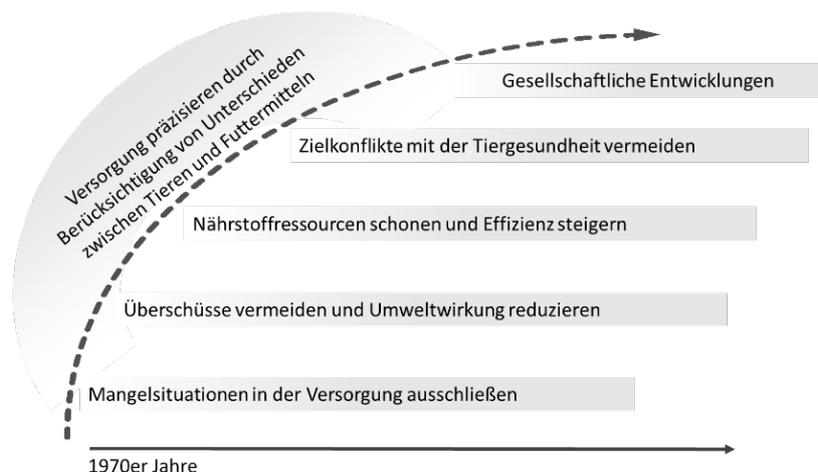
Kontinuierlich wird daran gearbeitet, Empfehlungen zur Versorgung der landwirtschaftlichen Nutztiere auf der Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse zu „optimieren“. Dies ist ein dynamischer Prozess. Bei vielen Tierarten und Nutzungsrichtungen gibt es Veränderungen, z.B. infolge von Zuchtungsmaßnahmen, die veränderte Anforderungen an die Fütterung nach sich ziehen, und sei es lediglich aufgrund eines veränderten Anteils des Erhaltungsbedarfs der Tiere an Energie. Zur Veranschaulichung ist am Beispiel der Schweinemast in Abb. 1 gezeigt, wie hoch die Bedeutung des Wachstumsniveaus für den Futteraufwand ist. Die Modellrechnung zeigt, dass der allergrößte Anteil bei der Veränderung des Futteraufwandes wachsender Tiere auf den Anteil des Erhaltungsbedarfs zurückgeht. Wenn bei einem höheren Wachstumsniveau weniger Futter für ein Kilogramm Zuwachs verzehrt wird, muss die Konzentration der für die Leistung erforderlichen Nährstoffe im Futter (z.B. Aminosäuren) entsprechend höher sein, weil deren Bedeutung im Erhaltungsstoffwechsel relativ gering ist.

Nicht nur die Tiere, auch die Futtergrundlage unterliegt ständigen Veränderungen, z.B. aufgrund von Fortschritten im Bereich der Pflanzenzüchtung oder im Bereich der Koppelprodukte aus der Lebensmittelverarbeitung und der Energiegewinnung. Hinzu kommen methodische Neuentwicklungen bei der Charakterisierung des Futterwertes. Diese Entwicklungen müssen im Sinne der Bewertungssysteme und allgemein gültiger Versorgungsempfehlungen analysiert und zusammengeführt werden. Dies obliegt in Deutschland dem Ausschuss für Bedarfsnormen (AfBN) der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE), der Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung landwirtschaftlicher Nutztiere erarbeitet, Methodenstandards definiert und zu aktuellen Fragen der Futterbewertung und Fütterung wissenschaftliche Stellungnahmen abgibt.



**Abb. 1:** Modellrechnung zur Bedeutung des Erhaltungsbedarfs an Umsetzbarer Energie (ME) für den Futteraufwand in der Schweinemast bei unterschiedlich hohen mittleren Tageszunahmen. Unterstellt sind ein Mastbeginn bei 30 kg Lebendmasse und ein angestrebter Zuwachs von insgesamt 90 kg Lebendmasse. Die Kalkulation basiert auf den Versorgungsempfehlungen der GfE (2006).

Die Rahmenbedingungen, unter denen an Versorgungsempfehlungen gearbeitet wird, verändern sich (Abb. 2). Längst geht es nicht mehr nur um die Vermeidung von Mangelsituationen bei der Versorgung der Tiere, was eine anfängliche Motivation war. Eine effiziente Verwendung knapper und teurer Ressourcen wie beispielsweise Proteine oder Phosphor ist als Leitmotiv ebenso relevant wie die Notwendigkeit, Leistungserbringung und Bedarfsdeckung der Tiere so zu gestalten, dass die Tiergesundheit nicht beeinträchtigt wird. So sind in einer der jüngeren Arbeiten des Ausschusses für Bedarfsnormen, den Versorgungsempfehlungen für Pferde, knapp zwanzig Prozent des Haupttextes allein dem Kapitel „Artgerechte Ernährung“ gewidmet (GfE, 2014a), also einem Themenfeld, das man im Trendjargon dem „Tierwohl“ zuschreiben kann. Für die Zukunft darf erwartet werden, dass die Arbeiten an Versorgungsempfehlungen zunehmend von der Formulierung gesellschaftlicher Ansprüche an die Tierhaltung und daraus resultierenden politischen Entscheidungen beeinflusst werden.

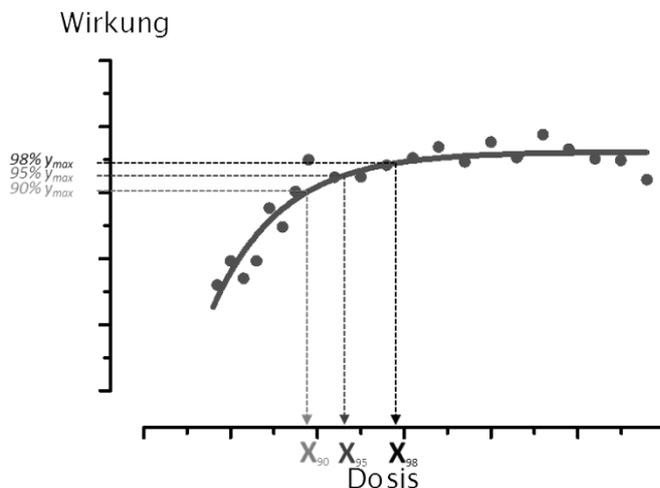


**Abb. 2:** Leitmotive und Rahmenbedingungen für die Ableitung von Versorgungsempfehlungen für landwirtschaftliche Nutztiere.

## Quantifizierung von Versorgungsempfehlungen

Physiologische Prozesse, die im tierischen Organismus ablaufen, bedürfen in ihrer Gesamtwirkung einer Quantifizierung, damit der Bedarf des Tieres an Energie und Nährstoffen geschätzt und Empfehlungen zur Versorgung für die Anwendung in der Praxis gegeben werden können. Deutschland ist eines der wenigen Länder, in dem sich mit dem zuvor bereits angesprochenen AfBN noch ein wissenschaftliches Gremium mit dieser Aufgabe und dem dafür erforderlichen Abstimmungsbedarf befasst, weil allein auf der Basis einzelner Versuche allgemein gültige Empfehlungen nicht gegeben werden können. In vielen Fällen wird die Versorgungsempfehlung „faktoriell“ abgeleitet, d.h. dass Einzelfaktoren des Bedarfs (z.B. Erhaltung, Ansatz, Verwertung) quantifiziert werden und der Gesamtbedarf in Abhängigkeit von Lebendmasse und Leistungshöhe des Tieres unter angemessener Gewichtung der einzelnen Faktoren modelliert wird.

Die faktorielle Ableitung geht in der Regel von linearen und extrapolierbaren Zusammenhängen aus, die bei zunehmender Leistung der Tiere allerdings nicht uneingeschränkt gegeben sind. Daher wird bei der Weiterentwicklung von Versorgungsempfehlungen die Modellierung unter Berücksichtigung nicht-linearer Zusammenhänge zunehmend bedeutender werden. In seinen neueren Arbeiten hat der AfBN neben faktoriellen Ansätzen bereits entsprechende Modelle vorgestellt bzw. einbezogen (GfE, 2006, 2014a). Dies gilt mit Bezug zu den biologischen Prozessen, greift aber auch ökonomische Belange auf, die je nach Kosten eines Nährstoffs dazu führen, dass sich der Nährstoffeinsatz im Futter nicht nur an der Wirkung im Tier, sondern am Nutzen-Kosten-Verhältnis des zusätzlichen Nährstoffeinsatzes orientiert (Abb. 3). Solche Dosis-Wirkungs-Beziehungen, die dem Prinzip des abnehmenden Ertragszuwachses folgen, sind für bestimmte Nährstoffe und Tierarten wie Geflügel oder Fische bereits heute beschrieben. Es darf daher erwartet werden, dass für die Futteroptimierung Modelle weiterentwickelt werden, die komplexer sind als die linearen.



**Abb. 3:** Schematische Darstellung der Wirkung der Dosierung eines Nährstoffs im Tierversuch. Je nach angestrebter Höhe der Wirkung ( $x\%$  von  $y_{\max}$ ) ist der zusätzliche Aufwand unterschiedlich groß.

Die zuvor angesprochene Beziehung zwischen Leistungshöhe und Futteraufwand (Futtermenge je Einheit Produkt) ist wegen der hohen Bedeutung der Futterkosten die wesentliche Motivation für Bemühen um Leistungssteigerung. Besonders bemerkenswert sind die Entwicklungen in der Milcherzeugung. Gemäß den Angaben des Statistischen Bundesamtes stieg die Milchleistung der Kühe in Deutschland seit dem Jahr 2000 um durchschnittlich 100 kg pro Kuh und Jahr. Für diese Mehrleistung benötigt eine Kuh etwa 330 MJ Nettoenergie-Laktation (NEL) pro Jahr oder 1 MJ NEL pro

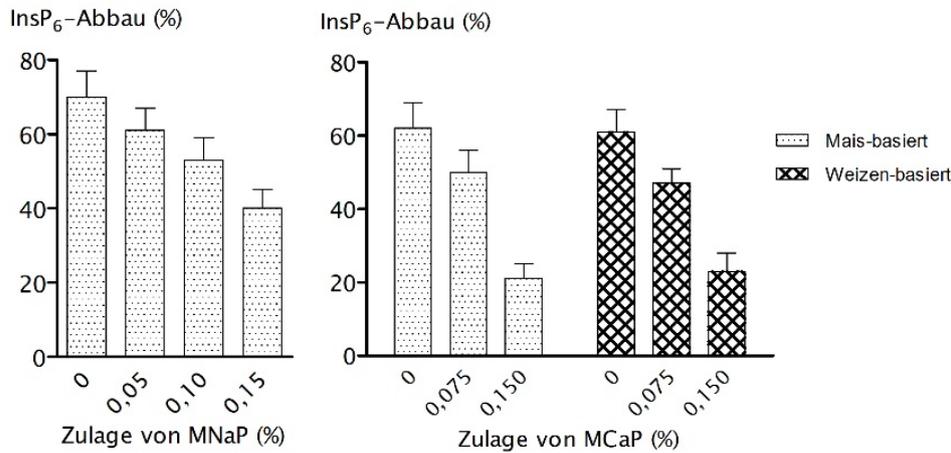
Tag mehr, was etwa 150 g Mehrverzehr an Trockenmasse pro Tag erfordert. Dies mag zunächst relativ unbedeutend erscheinen; in 10 Jahren sind es aber bereits insgesamt etwa 1,5 kg Trockenmasse, die täglich mehr verzehrt werden müssten, um den zusätzlichen Bedarf zu decken. Begrenzungen im Futteraufnahmevermögen stehen einem Mehrverzehr in dieser Größenordnung entgegen.

Dies stellt die Fütterung vor ein Dilemma: man versucht, und in der Vergangenheit war dies bis zu einem gewissen Grad möglich, den Anteil von Konzentraten in der Futtermischung und damit die Energie- und Nährstoffkonzentrationen zu erhöhen und somit eine bessere Versorgung zu erreichen. Allerdings ist ein Mindestanteil von strukturiertem Grobfutter in der Futtermischung notwendig, um negative Folgen für das Milieu und die Umsetzungen im Pansen zu vermeiden. Eine Konsequenz hieraus ist, dass in der Phase höchster Milchleistung der Energiebedarf der Tiere größer ist als die Energieversorgung aus dem Futter. Die Milchkuh kann in solchen Situationen Körpergewebe mobilisieren und zur Deckung des Energiedefizits verwenden. In gewissem Umfang ist dies physiologisch sinnvoll und unproblematisch. Werden Körperreserven aber erheblich beansprucht, können Gesundheits- und Fruchtbarkeitsprobleme resultieren. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit einer noch besser ausbalancierten Rationsgestaltung, die einerseits Bedarfsdeckung anstrebt, andererseits aber die Anforderungen an Wiederkäuergerechtheit zur Sicherung eines physiologisch sinnvollen Milieus im Pansen erfüllt („Tierwohl“). Die große Bedeutung der physikalischen Struktur von Futtermitteln für die Fütterung hat in diesem Zusammenhang in den letzten Jahren viele neue Forschungsarbeiten bewirkt. Während noch vor etwa 20 Jahren die Rohfaser und die Strukturwirksame Rohfaser als Kriterien genühten, ist die Vorgehensweise mittlerweile viel differenzierter (GfE, 2014b). Allein der Begriff des nun favorisierten Maßstabs „physikalisch effektive Neutral-Detergenzien-Faser“ demonstriert, dass die Rationsplanung und -bewertung eine anspruchsvolle Aufgabe geworden ist. Zudem ist dieser Maßstab ein gutes Beispiel dafür, dass Änderungen im Leistungsvermögen der Tiere nicht nur Anpassungen bei bestehenden, sondern auch neue Kriterien bei der Futtermittelbewertung erforderlich machen.

## Nährstoffeffizienz: Einflussfaktoren des Tieres

Die Energie- und Nährstoffnutzung durch das Tier ist auf vielfältige Weise beeinflusst oder begrenzt. Bereits bei der Passage des Futters durch den Verdauungstrakt gibt es Begrenzungen, die je nach Tierart, Individuum und Nährstoff unterschiedlich ausfallen. Für bestimmte Inhaltsstoffe des Futters gibt es keine oder eine nur unzureichende Hydrolyse aufgrund des Fehlens von Verdauungsenzymen (z.B. für Kohlenhydrate wie Cellulose oder Phytat, der wichtigsten Speicherform des Phosphors in pflanzlichen Samen). Unvollständige Verdauung kann auch ein Resultat von fester Einbindung in die pflanzliche Matrix und nur eingeschränkter Zugänglichkeit für Verdauungsenzyme sein. Schließlich gibt es Bestandteile im Futter, die sich negativ auf die Verdauung anderer Futterbestandteile auswirken können (sogenannte antinutritive Substanzen). Zu diesen Aspekten gibt es einen seit Jahrzehnten aufgebauten tiefen Pool des Wissens, der seinen Niederschlag in technologischen Verfahren von Verarbeitungsprozessen, in der Mischfütteroptimierung oder bei der Entwicklung von Futterzusatzstoffen gefunden hat und der Gegenstand weiterer Beiträge dieser Tagung sein wird. Dennoch gibt es weiterhin Potenziale. Arbeiten unseres Instituts, die ein besseres Verständnis des Phytatabbaus und seiner Einflussfaktoren im Verdauungstrakt anstreben, seien hier lediglich als Beispiel angesprochen: während bisher die Meinung vorherrscht, phytatgebundener Phosphor sei beim Geflügel kaum verdaulich, zeigen neue Arbeiten, dass ein erheblicher Teil des Phytats im Verdauungstrakt des Geflügels hydrolysiert und der freigesetzte Phosphor verwertet werden kann, auch wenn kein Enzym zugesetzt wird (Abb. 4) (Shastak et al., 2014, Zeller et al., 2015). Zudem wurde festgestellt, dass das Ausmaß der Phytathydrolyse von der Anwesenheit mineralischer Phosphorquellen abhängt, es also zu Interaktionen zwischen Futterinhaltsstoffen im Verdauungstrakt kommt. Beispiele wie dieses zeigen, dass weitere Untersuchungen zu im Verdauungstrakt limitierend wirkenden oder die Verdauung

beeinflussenden Faktoren sinnvoll und notwendig sind, einschließlich der Wirkung spezieller Futterzusatzstoffe.



**Abb. 4:** Abbau von Phytat (InsP<sub>6</sub>) im Verdauungstrakt von Broilern (links gesamter Verdauungstrakt, rechts bis zum Ende des Dünndarms) bei Einsatz von Futtermischungen mit und ohne Ergänzung mineralischer Phosphorquellen (Shastak et al., 2014).

Ein dynamisches Arbeitsgebiet im Zusammenhang mit den Umsetzungen im Verdauungstrakt ist die Charakterisierung (phylogenetisch und funktional) der dort vorhandenen Mikrobiota und ihrer Wechselwirkungen mit dem Tier und dessen Ernährung. Rasche Fortschritte bei der Entwicklung molekularbiologischer Methoden und der Sequenzierungstechniken ermöglichen die Bearbeitung von Forschungsfragen, die mit klassischen Kultivierungstechniken nicht geleistet werden könnten. Dies geht über Aspekte der Nährstoffeffizienz hinaus und beinhaltet auch die Wechselbeziehungen mit dem Genom und dem Immunsystem des Tieres. Mit Blick auf Humanstudien wird die wissenschaftliche Bedeutung dieses Arbeitsgebietes daran erkennbar, dass im Jahr 2012 sowohl die Zeitschriften *Science* und *Science Translational Medicine* gemeinsam, als auch *Nature* je einen Sonderband ‚The Gut Microbiota‘ bzw. ‚Human Microbiota‘ herausgegeben haben. Die Anzahl wissenschaftlicher Publikationen in diesem Themenfeld ist aufgrund der Relevanz für die menschliche Gesundheit und der methodischen Fortschritte sprunghaft angestiegen. Bei den landwirtschaftlichen Nutztieren ist die Forschung zur gastrointestinalen Mikrobiota in Nichtwiederkäuern und Wiederkäuern ebenso von zunehmender Relevanz.

Variabilität in der Nährstoffausnutzung entsteht post-absorptiv auch im intermediären Stoffwechsel des Tieres. Ein sehr gut und allgemein bekanntes Beispiel hierfür ist die Rolle der Aminosäurezusammensetzung des Futterproteins für die Proteinverwertung. Je mehr diese Zusammensetzung vom Ideal (dem Bedarf des Tieres für Proteinbiosynthesen) abweicht, desto höher ist der Anteil der nicht-reversiblen Aminosäureoxidation mit der Folge einer abnehmenden Protein-Nutzungseffizienz. Ein weiteres Beispiel aus dem Proteinstoffwechsel ist die Relation von Anabolismus und Katabolismus körpereigener Proteine. Die Proteinsynthese der Tiere ist erheblich größer als der Proteinansatz, weil kontinuierlicher Proteinturnover und damit Proteinabbau ebenfalls ständig stattfinden. Steigt der Proteinturnover des Gewebes, muss zum Erhalt des Bestandes oder zum Proteinzuwachs mehr Protein neu synthetisiert werden, was die Effizienz der Aminosäureverwertung mindert. Eine Auswertung der Literatur brachte eine erstaunlich große Streuung bei experimentellen Befunden zur Verwertung des Lysins beim Schwein zutage (GfE, 2006), und Unterschiede im Proteinturnover könnten zu dieser Streuung beigetragen haben. Gelänge es, Einflussfaktoren auf den Proteinturnover zu quantifizieren

und den Proteinturnover dauerhaft zu beeinflussen, wäre dies wegen der aus verschiedenen Gründen großen Bedeutung der Proteinverwertung ein großer Fortschritt und Beitrag zur Verbesserung der Ressourceneffizienz.

Andere Forschungsansätze widmen sich, nicht nur im Zusammenhang mit der Proteinversorgung, der Expression stoffwechselrelevanter Gene und möglichen Effekten von Futterinhaltsstoffen oder der Ernährungssituation (z.B. Gessner et al., 2014), der Prägung durch Ernährung in der frühen Lebensphase oder der Embryonalphase (z.B. Rehfeldt et al., 2013), oder den Wechselwirkungen zwischen der Ernährung und dem Immunsystem des Tieres (z.B. Stelter et al., 2013).

## **Nährstoffeffizienz: Einflussfaktoren des Futters und der Futtermittelbewertung**

Eine Optimierung der Versorgung wird auch durch eine bessere Charakterisierung von Kriterien des Futterwertes erreicht, so dass die Weiterentwicklung von Bewertungssystemen und ihre Anwendung auf neue oder veränderte Futtermittel eine ständige Aufgabe für die Tierernährungsforschung ist. „Futterwert“ beinhaltet in diesem Zusammenhang keine ökonomische Bewertung, sondern fußt auf Kriterien, die die „Ausnutzung“ eines Futtermittels durch das Tier oder die Wirkung im Tier beschreiben (z.B. Verdaulichkeit, ruminaler Abbau, Energiewert). Ein sehr großer Anteil der Variabilität im Futterwert zwischen verschiedenen Futtermitteln, aber auch zwischen verschiedenen Partien desselben Futtermittels, resultiert aus den Prozessen im Verdauungstrakt und ihren Limitierungen, die bereits zuvor angesprochen wurden. Hiermit geht einher, dass Futterbewertung, einschließlich der energetischen Bewertung, maßgeblich auf Daten zu den Umsetzungen im Verdauungstrakt basiert. Dies bedeutet, dass erstens die Futterbewertung wegen der Unterschiede in der Anatomie und Physiologie des Verdauungstrakts tierartenspezifisch erfolgt, und zweitens Tierversuche erforderlich sind, damit eine Weiterentwicklung der Bewertungssysteme und die Bewertung neuer oder veränderter Futtermittel möglich bleiben.

Die besondere Bedeutung der Energieversorgung für alle biologischen Prozesse dürfte der Grund dafür sein, dass die energetische Futterbewertung auf der Basis von Verdaulichkeits- und Respirationdaten die längste Tradition hat. Für die einzelnen Tierarten spezifisch entwickelte Systeme auf der Basis der Umsetzbaren Energie oder der Nettoenergie gibt es teilweise schon seit Jahrzehnten. Beim Pferd wurde die Bewertung jüngst von der Verdaulichen Energie auf die Umsetzbare Energie umgestellt (GfE, 2014a). Im Hinblick auf die energetische Futtermittelbewertung beim Schwein hat der AfBN wiederholt geprüft, ob ein Wechsel von der bewährten Umsetzbaren Energie zu einem System der Nettoenergie in Deutschland wissenschaftlich gerechtfertigt ist und empfohlen werden kann. Herr Professor Susenbeth wird zu diesem Thema in seinem Beitrag, der ebenfalls Bestandteil dieses Tagungsbandes ist, ausführlich berichten.

Für die meisten der im Futter enthaltenen Nährstoffe wird die Verdaulichkeit bei der Rationsplanung nicht berücksichtigt. Einige Nährstoffe hingegen haben eine besonders hohe Relevanz für das Tier, die Kosten oder die Umwelt, so dass für sie spezifische tierexperimentelle Methoden entwickelt und empfohlen wurden: die Verdaulichkeit des Phosphors beim Schwein (GfE, 1994), die praecaecale Verdaulichkeit der Aminosäuren beim Schwein (GfE, 2005) oder die praecaecale Verdaulichkeit des Phosphors beim Geflügel (WPSA, 2013). Beim Wiederkäuer bestehen besondere Herausforderungen bei der Berücksichtigung der Umsetzungen im Pansen, deren Variabilität die Versorgung des Tieres mit Energie und Nährstoffen beeinflusst und die, wie bereits angesprochen, auch für die Tiergesundheit relevant sind. Beispielsweise fußt die Proteinbewertung auf dem „nutzbaren Rohprotein am Duodenum“ (nXP), einem Wert, der neben der ruminalen Abbaubarkeit des Rohproteins aus dem Futter auch den Beitrag des mikrobiell gebildeten Rohproteins einbezieht. Die Berücksichtigung einzelner Aminosäuren sowie deren Verdaulichkeit im Dünndarm wird eine weitere Optimierung der Versorgung ermöglichen (Steingäß und Südekum, 2013). An dieser Weiter-

entwicklung wird intensiv geforscht, wobei hier exemplarisch auf Arbeiten aus unserem Institut verwiesen sein soll (Steingass et al., 2013, Westreicher-Kristen et al., 2013).

Innovative Futtermittelbewertung ist sehr aufwändig, solange sie nur auf der Basis von Tierversuchen möglich ist. Für eine breite Akzeptanz in der Anwendung werden daher vereinfachte Verfahren benötigt, die insgesamt eine Verbesserung darstellen, auch wenn sie die Genauigkeit eines Tierversuches nicht erreichen können. Diese Notwendigkeit wird zusätzlich durch das Bestreben gestützt, Tierversuche nach Möglichkeit zu vermeiden oder durch Alternativmethoden zu ersetzen. Für den Bereich der energetischen Futterbewertung sind Schätzverfahren auf der Basis von Laboranalysen oder in vitro-Daten routinemäßig etabliert und teilweise futtermittelrechtlich verbindlich festgelegt. Für andere Bereiche wurden Ansätze entwickelt, z.B. für die Schätzung der Aminosäureverdaulichkeit beim Schwein (Boisen, 2007) oder des verdaulichen Phosphors beim Schwein (Schlegel et al., 2014). Für bestimmte Futtermittel, bei denen eine hohe Variation zwischen Chargen erwartet werden kann, wurden auch spezifische Schätzverfahren vorgeschlagen. In unserer Institutsarbeit haben wir dies beispielsweise für Rapsextraktionsschrot und Trockenschlempen aus der Ethanolproduktion getan (Rezvani et al., 2012, Westreicher-Kristen et al., 2012, Steingass et al., 2013). Für die Tierernährungsforschung bleibt die Weiterentwicklung solcher Schätzverfahren zur Anwendung in der Arbeitsroutine der Futtermittelwirtschaft eine wichtige Aufgabe.

## Zur Notwendigkeit von Tierversuchen

Die Tierernährungsforschung wird tier- und futtermittelseitig auch zukünftig auf die Durchführbarkeit von Tierversuchen angewiesen sein. Schätzverfahren bedürfen der Kalibrierung und Weiterentwicklung sowie der regelmäßigen Validierung. Ergebnisse aus Tierversuchen dienen hierbei als Referenz. Für neue oder veränderte Futtermittel, die mitunter kurzfristig in großen Mengen am Markt verfügbar werden, z.B. in Reaktion auf politisch veränderte Rahmenbedingungen, müssen Schätzverfahren neu entwickelt oder angepasst werden. Zudem ist bei bestimmten Fragestellungen das Geschehen im Tier so komplex, dass es sich nicht zuverlässig mit in vitro-Ansätzen simulieren lässt. So kommt es, dass sich mitunter viel versprechende Beobachtungen aus in vitro-Untersuchungen in Tierversuchen nicht bestätigen lassen. Auch hierzu ein Beispiel aus der Arbeit unseres Instituts: Zur Prüfung der Hypothese, dass der Einsatz von Tanninen die Bildung von Methan im Pansen reduzieren kann, wurden tanninhaltige Extrakte hinsichtlich der Methan- und Gasbildung sowie der Auswirkungen auf die mikrobielle Aktivität zunächst in vitro getestet (Wischer et al., 2013). Hierbei zeigten sich für einige der Extrakte sehr deutliche Effekte. Die beiden Produkte mit dem höchsten Potenzial zur Reduktion der Methanbildung in vitro wurden in einer weiteren Projektphase in Versuchen mit Schafen eingesetzt. Über einen längeren Zeitraum wurde wiederholt der Gaswechsel in Respirationskammern quantifiziert. In diesen Versuchen ergaben sich keine signifikanten Effekte der zugesetzten Tanninextrakte auf die Methanbildung (Wischer et al., 2014). Die Arbeitshypothese wurde somit auf Basis der Ergebnisse der Tierversuche zurückgewiesen, nachdem sie bei Kenntnis nur der in vitro-Ergebnisse zunächst als bestätigt betrachtet werden konnte.

Fortschritte in der Tierernährungsforschung sind daher von Tierversuchen abhängig, wenn es keine geeigneten Alternativen gibt. Es ist unbestritten, dass diese Tierversuche nur bei Notwendigkeit und mit möglichst geringer Belastung der Tiere durchgeführt werden sollen. Dennoch darf man hinterfragen, ob der Aufwand, den Wissenschaftler derzeit zum Erhalt einer Genehmigung für einen Tierversuch betreiben müssen, in jedem Fall gerechtfertigt ist oder Vereinfachungen möglich und sinnvoll sind. Universitäre Lehre und Forschung muss unbedingt den Nachwuchs auch in tierexperimentelle Arbeiten einführen, damit Kenntnisse und Fertigkeiten nicht verloren gehen und Kontinuität in der Methodenentwicklung gesichert werden kann. Hierbei sind die Prozeduren der Antragsverfahren, die sich über mehrere Monate erstrecken, hinderlich. Es sollte daher nach Vereinfachungsmöglichkeiten im Verfahrensgang gesucht werden, damit die Universitäten die Ziele des Tierschutzes verfolgen können, ohne in der Wahrnehmung ihrer Aufgaben eingeschränkt zu sein.

In diesem Kontext ist es beunruhigend, wenn bestimmte gesellschaftliche Gruppierungen das Gegenteil zu suggerieren versuchen. Die wenig differenzierende Präsenz des Themas in den Medien birgt die Gefahr, dass agrarwissenschaftliche Forschung mit Tieren zunehmend als Wissenschaft im Graubereich gesellschaftlicher Akzeptanz empfunden wird. Eine fatale Konsequenz hieraus könnte sein, dass die Motivation des dringend benötigten wissenschaftlichen Nachwuchses für tierexperimentelles Arbeiten schwindet. Aber ohne diesen Nachwuchs können Innovationskraft und hohes Renommee der deutschen Tierernährungsforschung dauerhaft nicht Bestand haben.

## Zitierte Literatur

- Boisen S. 2007. In vitro analyses for predicting standardised ileal digestibility of protein and amino acids in actual batches of feedstuffs and diets for pigs. *Livestock Science* 109, 182-185.
- Gessner D., Schlegel G., Ringseis R., Schwarz F. und Eder K. 2014. Up-regulation of endoplasmic reticulum stress induced genes of the unfolded protein response in the liver of periparturient dairy cows. *BMC Veterinary Research* 10, 46.
- GfE 1994. Mitteilungen des Ausschusses für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie: Die Bestimmung des verdaulichen Phosphors beim Schwein. *Proceedings of the Society of Nutrition Physiology* 2, 113-119.
- GfE 2005. Communications of the Committee for Requirement Standards: Standardised precaecal digestibility of amino acids in feedstuffs for pigs - methods and concepts. *Proceedings of the Society of Nutrition Physiology* 14, 185-205.
- GfE 2006. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- GfE 2014a. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Pferden. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- GfE 2014b. Communications of the Committee for Requirement Standards of the Society of Nutrition Physiology. Evaluation of structural effectiveness of mixed rations for dairy cows - status and perspectives. *Proceedings of the Society of Nutrition Physiology* 23, 166-179.
- Rehfeldt C., Langhammer M., Kucia M., Nürnberg G. und Metges C. C. 2013. Enhanced sensitivity of skeletal muscle growth in offspring of mice long-term selected for high body mass in response to a maternal high-protein/low-carbohydrate diet during lactation. *European Journal of Nutrition* 52, 1201-1213.
- Rezvani M., Kluth H., Bulang M. und Rodehutscord M. 2012. Variation in amino acid digestibility of rapeseed meal studied in caecectomised laying hens and relationship with chemical constituents. *British Poultry Science* 53, 665-674.
- Schlegel P., Ampuero Kragten S. und Gutzwiller A. 2014. Validation of an in vitro method for the estimation of apparent total tract digestibility of phosphorus in plant feed ingredients for pigs. *Animal Feed Science and Technology* 198, 341-346.
- Shastak Y., Zeller E., Witzig M., Schollenberger M. und Rodehutscord M. 2014. Effects of the composition of the basal diet on the evaluation of mineral phosphorus sources and interactions with phytate hydrolysis in broilers. *Poultry Science* 93, 2548-2559.
- Steingaß H. und Südekum K. H. 2013. Proteinbewertung beim Wiederkäuer - Grundlagen, analytische Entwicklungen und Perspektiven. *Übersichten zur Tierernährung* 41, 51-73.
- Steingass H., Kneer G., Wischer G. und Rodehutscord M. 2013. Variation of in situ rumen degradation of crude protein and amino acids and in vitro digestibility of undegraded feed protein in rapeseed meals. *Animal* 7, 1119-1127.
- Stelter K., Frahm J., Paulsen J., Berk A., Kleinwächter M., Selmar D. und Dänicke S. 2013. Effects of oregano on performance and immunomodulating factors in weaned piglets. *Archives of Animal Nutrition* 67, 461-476.
- Westreicher-Kristen E., Steingass H. und Rodehutscord M. 2012. Variations in chemical composition and in vitro and in situ ruminal degradation characteristics of dried distillers' grains with solubles from European ethanol plants. *Archives of Animal Nutrition* 66, 458-472.
- Westreicher-Kristen E., Steingass H. und Rodehutscord M. 2013. In situ ruminal degradation of amino acids and in vitro protein digestibility of undegraded CP of dried distillers' grains with solubles from European ethanol plants. *Animal* 7, 1901-1909.
- Wischer G., Boguhn J., Steingaß H., Schollenberger M. und Rodehutscord M. 2013. Effects of different tannin-rich extracts and rapeseed tannin monomers on methane formation and microbial protein synthesis in vitro. *Animal* 7, 1796-1805.
- Wischer G., Greiling A. M., Boguhn J., Steingass H., Schollenberger M., Hartung K. und Rodehutscord M. 2014. Effects of long-term supplementation of chestnut and valonea extracts on methane release, digestibility and nitrogen excretion in sheep. *Animal* 8, 938-948.
- WPSA (World's Poultry Science Association, Working Group 2: Nutrition of the European federation of branches of WPSA). 2013. Determination of phosphorus availability in poultry. *World's Poultry Science Journal* 69, 687-698.

Zeller E., Schollenberger M., Kühn I. und Rodehutscord M. 2015. Hydrolysis of phytate and formation of inositol phosphate isomers without or with supplemented phytases in different segments of the digestive tract of broilers. Journal of Nutritional Science 4, e1, 1-12.

**Anschrift des Autors**

Prof. Dr. Markus Rodehutscord  
Universität Hohenheim  
Institut für Nutztierwissenschaften  
Emil-Wolff-Str. 10  
70599 Stuttgart

Dieser Beitrag ist eine leicht geänderte Fassung des Vortragsmanuskripts desselben Autors mit dem Titel „Entwicklungen in der Tierernährungsforschung“, gehalten bei der Tagung des Dachverbandes Agrarforschung (DAF) e.V. am 21. Oktober 2014 in Berlin und erschienen in der Schriftenreihe agrarspectrum, Band 47: Trends in der Landwirtschaft – quo vadis Agrarwissenschaften, DLG-Verlag, Seiten 59-71.

# Futtermittelzusatzstoffe und Futterqualität

## Wilhelm Windisch

Lehrstuhl für Tierernährung, Technische Universität München-Weihenstephan

## Einleitung

Die Futtermittelqualität ist ein grundlegender Erfolgsfaktor für die Erzeugung von Lebensmitteln tierischer Herkunft. Dem hohen Leistungsniveau moderner Nutztiere entsprechend werden den Futtrationen nicht nur große Ansprüche an eine umfassende und stets bedarfsdeckende Lieferung an Nährstoffen gestellt. Sie müssen darüber hinaus eine wirkungsvolle Verdauung und eine möglichst effiziente Transformation der absorbierten Nährstoffe in die später als Lebensmittel genutzten tierischen Produkte (Fleisch, Milch, Eier) ermöglichen, um das Ausmaß an potenziell umweltbelastenden Emissionen aus der Tierhaltung so niedrig wie möglich zu halten. Gleichzeitig sollen Futtermittel möglichst frei von antinutritiven Nebenwirkungen oder sonstigen unerwünschten Stoffen sein. Weiterhin muss die Tierernährung künftig verstärkt auf die Optimierung der Futterqualität von nicht-essbarer agrarischer Biomasse achten, um den zunehmenden Zielkonflikt zwischen der Verwendung der Biomasse als tierisches Futter bzw. menschliches Lebensmittel zu minimieren (Windisch et al. 2013). All diese Faktoren sollen auch noch ökonomischen Kriterien genügen, denn der überwiegende Anteil der Produktionskosten von Lebensmitteln tierischer Herkunft werden von der Fütterung verursacht. Im Zusammenhang mit der Sicherstellung und Optimierung der Futtermittelqualität können Futtermittelzusatzstoffe einen großen Beitrag leisten und haben in einigen Bereichen der modernen Tierernährung inzwischen einen unverzichtbaren Platz eingenommen. Der folgende Beitrag soll einen exemplarischen Überblick über Futtermittelzusatzstoffe und ihre besondere Bedeutung für die Futtermittelqualität geben.

## Überblick zu den Futtermittelzusatzstoffen

„Futtermittelzusatzstoffe sind Stoffe, Mikroorganismen und Zubereitungen, die keine Futtermittelausgangserzeugnisse oder Vormischungen sind und bewusst Futtermitteln oder Wasser zugesetzt werden, um insbesondere eine oder mehrere der in Artikel 5 Absatz 3 genannten Funktionen zu erfüllen...“ (EG 1831/2003). Nach dieser Definition sind Futtermittelzusatzstoffe im Vergleich zu den nährstofftragenden Futterkomponenten einer Ration strenggenommen „Fremdstoffe“, die man aber trotzdem gezielt dem Futter zusetzt, um bestimmte Zwecke zu erfüllen. Das Spektrum der akzeptierten Zwecke ist streng begrenzt und als „Funktionen“ in Artikel 5 Absatz 3 der Verordnung EG 1831/2003 definiert. Demnach können Futtermittelzusatzstoffe nur dann in der EU zugelassen werden, wenn sie mindestens einen der nachfolgenden Zwecke erfüllen:

- a) *die Beschaffenheit des Futters positiv beeinflussen*
- b) *die Beschaffenheit der tierischen Erzeugnisse positiv beeinflussen*
- c) *die Farbe von Zierfischen und -vögeln positiv beeinflussen*
- d) *den Ernährungsbedarf der Tiere decken*
- e) *die ökologischen Folgen der Tierproduktion positiv beeinflussen*
- f) *die Tierproduktion, die Leistung oder das Wohlbefinden der Tiere, insbesondere durch Einwirkung auf die Magen- und Darmflora oder die Verdaulichkeit der Futtermittel, positiv beeinflussen*
- g) *eine kokzidiostatische oder histomonostatische Wirkung haben*

Die Definition der Futtermittelzusatzstoffe über ihr Verwendungsziel impliziert automatisch die Frage nach der Wirksamkeit im beanspruchten Zweck und den „Nebenwirkungen“ ihrer bewussten Anwendung einschließlich der Natur und dem Verbleib eventueller Rückstände. Futtermittelzusatzstoffe werden deshalb vor ihrer Zulassung einer strengen Prüfung unterzogen. Am Beginn steht die Beurteilung der klaren Identität des jeweiligen Zusatzstoff-Produkts zum Zwecke der Zuordenbarkeit und Rückverfolgbarkeit in der Fütterungspraxis. Danach folgt die Bewertung der Toleranz der Nutztiere gegenüber einer versehentlichen, kurzfristigen Überdosierung und insbesondere die Bewertung der Sicherheit für das Nutztier, für den Anwender, für den Konsumenten von Lebensmitteln tierischer Herkunft, sowie für die Umwelt. Die Registrierung erfolgt dann explizit für eine Tierspezies und –kategorie in einem festgelegten Dosierungsbereich. Alle Stoffe, die nicht in der aktuellen Liste der in der EU registrierten Futtermittelzusatzstoffe aufgeführt sind (Reg (EC) Nr. 1831/2003), sind ausnahmslos von der Verwendung als Zusatzstoffe ausgeschlossen. Der Umgang mit reinen Futtermittelzusatzstoffen setzt eine Vormischlizenz voraus. Die meisten Landwirte haben keine Vormischlizenz und erhalten die Zusatzstoffe deshalb in einer anwendungsbereiten, verdünnten Vormischung (z.B. Mineralfutter). Innerhalb des registrierten Bereichs dürfen Futtermittelzusatzstoffe über die gesamte Produktionsperiode der jeweiligen Tierkategorie verfüttert werden. Es gelten somit keine Wartefristen wie etwa bei manchen Tierarzneimitteln, da der zugelassene Einsatz als Futtermittelzusatzstoff grundsätzlich als sicher angesehen wird.

Insgesamt dienen Futtermittelzusatzstoffe der Verbesserung der Nutztierfütterung und haben oftmals einen unmittelbaren Bezug zur Futtermittelqualität. Dies soll im Nachfolgenden exemplarisch für die einzelnen Kategorien und Funktionsgruppen von Zusatzstoffen dargestellt werden.

## Kategorie 1: Technologische Futtermittelzusatzstoffe

Die Kategorie der technologischen Futtermittelzusatzstoffe dient der Verbesserung der Futtereigenschaften. Ihre Bedeutung in der Tierfütterung wird oftmals unterschätzt, weil sie in vielen Fällen bei der Gewinnung und Lagerung einzelner Futterkomponenten eingesetzt werden und ihre Handhabung bei der finalen Zubereitung und Verfütterung von Rationen bereits abgeschlossen ist. Unter den Futtermittelzusatzstoffen ist diese Kategorie am vielfältigsten und enthält eine breite Palette an Funktionsgruppen:

- a) *Konservierungsmittel*
- b) *Antioxidationsmittel*
- c) *Emulgatoren*
- d) *Stabilisatoren*
- e) *Verdickungsmittel*
- f) *Gelierzusatzstoffe*
- g) *Bindemittel*
- h) *Stoffe zur Beherrschung einer Kontamination mit Radionukliden*
- i) *Trennmittel*
- j) *Säureregulatoren*
- k) *Silierzusatzstoffe*
- l) *Vergällungsmittel*
- m) *Stoffe zur Verringerung der Kontamination von Futtermitteln mit Mykotoxinen*

Aus der Sicht der Futtermittelqualität stellen die Konservierungsmittel eine bedeutsame Funktionsgruppe dar, allen voran die organischen Säuren (z.B. Ameisensäure, Propionsäure, etc.). Sie spielen beispielsweise für die Lagerung von Feuchtgetreide und Feuchtmais eine wichtige Rolle und sind insbesondere in der Schweinefütterung verbreitet. Die meisten organischen Säuren kommen im Stoffwechsel von (Darm)Bakterien wie auch von Tieren (und Menschen) vor, sind in physiologischen Mengen ungiftig, vollständig metabolisierbar und können noch beträchtliche Gehalte an Umsetzbarer

Energie aufweisen (ausgenommen Benzoesäure). Ihre konservierende Wirkung beruht primär auf einem bakteriziden Effekt des Säureanions, weshalb auch die Salze der organischen Säuren wirksame Konservierungsmittel sind. Hierzu muss die organische Säure allerdings erst die lipophile Zone der Zellmembran der Zielzellen passieren, was nur in undissoziiertem Zustand möglich ist. Aus diesem Grunde haben die als Konservierungsmittel registrierten organischen Säuren durchwegs eine schwache Säurewirkung (hoher  $pK_s$ -Wert).

Der bakterizide und teilweise auch der pH-absenkende Effekt der organischen Säuren erstreckt sich auch auf den Verdauungstrakt und kann insbesondere bei Jungtieren (z.B. Ferkeln) die Darmgesundheit stabilisieren und dadurch die tierische Leistung fördern. Wenngleich diese Wirkung wissenschaftlich bereits seit Langem gut dokumentiert ist (z.B. Roth und Kirchgessner 1998), fällt sie im Sinne des Futtermittelrechts nicht in die Kategorie der technologischen, sondern der zootechnischen Zusatzstoffe (siehe weiter unten). Nachdem die meisten organischen Säuren aber nur in der Kategorie der technologischen Zusatzstoffe registriert sind, ist die Auslobung als Leistungsförderer aus der Sicht des Futtermittelrechts unzulässig.

Eine weitere Funktionsgruppe mit starkem Bezug zur Futtermittelqualität sind die Antioxidationsmittel. In der Tierernährung werden sie insbesondere für Futter (-komponenten) eingesetzt, die nennenswerte Mengen an ungesättigten Fettsäuren enthalten. Antioxidantien schützen die oxidationsempfindlichen Substanzen des Futters, indem sie selbst irreversibel verbraucht werden. Der Bedarf an Antioxidantien steigt demnach mit dem Gehalt des Futters an oxidationsempfindlichen Stoffen (z.B. ungesättigten Fettsäuren), der Lagerungsdauer des Futters und der Umgebungstemperatur. Darüber hinaus kann eine oxidative Schädigung des Futters durch nachträgliche Zugabe von Antioxidantien nicht mehr rückgängig gemacht werden. Dies zeigt klar, dass die professionelle Herstellung praxistauglicher, fettreicher Futtermischungen wie z.B. Milchaustauscher den gezielten Einsatz von Antioxidantien erfordert.

Auch Silierzusatzstoffe tragen maßgeblich zur Futterqualität bei, indem sie bei kritischem Ausgangsmaterial das Gelingen des Silierprozesses absichern. Wenngleich die meisten Registrierungen in dieser Funktionsgruppe von Mikroorganismen (und auch Enzymen) gestellt werden, so haben dennoch Produkte mit Nitrit und organischen Säuren als Hauptinhaltsstoffe seit Jahrzehnten einen unverändert wichtigen Platz in der Fütterungspraxis.

In der Kategorie der technologischen Futtermittelzusatzstoffe befinden sich viele weitere Funktionsgruppen, die der Futtermittelqualität im Sinne positiver Verarbeitungseigenschaften dienen, wie etwa Emulgatoren und Stabilisatoren für die Herstellung von Milchaustauschern, sowie Bindemittel und Fließstoffe zur Erleichterung der Pelletierung und der Beförderung von Futtermitteln.

Eine relativ neu hinzugekommene Funktionsgruppe sind die Mykotoxinbinder. Sie zielen auf negative Aspekte der Futterqualität, indem sie Mykotoxine als unerwünschte Kontaminanten des Futters binden und deren Schadenswirkung auf den Organismus mindern sollen. In eine ähnliche Richtung weisen die Zusatzstoffe zur „Beherrschung einer Kontamination mit Radionukliden“. Sie wurden unter dem Eindruck der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl eingeführt und sollen radioaktive Kontaminanten (v.a. Cäsium) binden und der fäkalen Ausscheidung zuführen.

## **Kategorie 2: Sensorische Futtermittelzusatzstoffe**

Diese Kategorie an Futtermittelzusatzstoffen enthält zwei Funktionsgruppen:

- a) *Farbstoffe*
- b) *Aromastoffe*

Die Farbstoffe dienen zur Farbgebung des Futters, des Lebensmittels tierischen Ursprungs bzw. der

Farbe von Zierfischen und Ziervögeln. Die größte Bedeutung für die Futtermittelqualität haben ohne Zweifel die naturidentischen Carotinoide bzw. Carotinoid-haltigen Produkte mikrobieller Herkunft, die dem Futter von Legehennen, Lachsen und teilweise auch Forellen zugesetzt werden. Mit Hilfe dieser Stoffe kann die Färbung des Eidotters praktisch stufenlos zwischen Gelb und Rot eingestellt bzw. das typische lachsrot von Fischfleisch erzeugt werden. Obwohl die Färbung selbst keine ernährungsphysiologische Bedeutung hat (weder negativ noch nennenswert positiv), hat sie für den Konsumenten einen signifikanten „Wiedererkennungswert“. Aus diesem Grund enthält das Futter von Legehennen und Lachsen in den allermeisten Fällen diese farbgebenden Futtermittelzusatzstoffe. Ihre Wirkungsweise ist ein Beispiel dafür, dass die Beimischung eines Stoffes, der selbst kein Futtermittel ist, im Lebensmittel tierischer Herkunft gezielt einen erwünschten Rückstand hervorruft.

Aromastoffe sollen den Geruch oder die Schmackhaftigkeit des Futters verbessern, zielen also auch unmittelbar auf die Futterqualität. Zu den Aromastoffen zählen neben Süßstoffen und einer Vielzahl an natürlichen oder naturidentischen Aromastoffen, die fast durchwegs eine CAS-Nummer aufweisen und damit chemisch exakt definiert sind, die große Gruppe der „natürlichen Stoffe - botanisch definiert“. Umgangssprachlich werden sie oft als „phytogene (Zusatz-) Stoffe“ bezeichnet. Darunter fallen Produkte aus definierten Pflanzenspezies, die bestimmte Pflanzenteile und/oder Auszüge daraus enthalten, die mit unterschiedlichen Extraktionsverfahren gewonnen wurden. Anders als bei nahezu allen anderen Futtermittelzusatzstoffen kann die Identität von Produkten aus der Funktionsgruppe der „natürlichen Stoffe – botanisch definiert“ nur ungefähr beschrieben werden, etwa über das Muster an repräsentativen Leitsubstanzen.

Die Registrierung von Produkten der Unterklasse der „natürlichen Stoffe – botanisch definiert“ ist als futtermittelrechtliche Zwischenlösung anzusehen. So wird ihre eigentliche Wirkung in der Verbesserung der Darmgesundheit und der tierischen Leistung gesehen, die aus einer Vielzahl von Einzeleffekten im Verdauungstrakt resultieren soll (antioxidativ, antiinflammatorisch, antimikrobiell, Stimulation der Verdauungsvorgänge, etc.), während die Effekte auf die Schmackhaftigkeit des Futters zumeist gar nicht geprüft wurden und in manchen Fällen sogar eher negativ zu beurteilen sind (Windisch et al. 2008). Derzeit stehen die hier registrierten Produkte unter einer erneuten Beurteilung und es ist zu erwarten, dass sich die Zuordnungen zu den einzelnen Kategorien an Futtermittelzusatzstoffen stark verschieben werden.

### **Kategorie 3: Ernährungsphysiologische Futtermittelzusatzstoffe**

Die ernährungsphysiologischen Futtermittelzusatzstoffe beinhalten die folgenden Funktionsgruppen:

- a) *Vitamine, Provitamine und chemisch definierte Stoffe mit ähnlicher Wirkung*
- b) *Verbindungen von Spurenelementen*
- c) *Aminosäuren, deren Salze und Analoge*
- d) *Harnstoff und seine Derivate*

Die Supplementierung von Vitaminen, Aminosäuren und Spurenelementen ist aus der modernen Tierernährung nicht mehr wegzudenken, denn die hohen Leistungen unserer Nutztiere sind nur in Verbindung mit einer hervorragenden Nahrungsqualität erzielbar. Dies betrifft neben der Energiedichte selbstverständlich auch die Konzentration an hochwertigem Eiweiß sowie an allen lebensnotwendigen Mikronährstoffen. Darüber hinaus muss die Futterqualität das gesamte Jahr über auf einem hohen Niveau gehalten werden. Jahreszeitlich bedingte Schwankungen etwa im Angebot an Vitaminen bzw. deren Vorläufern (z.B.  $\beta$ -Carotin) sowie ihr massiver Abbau im Zuge der Konservierung und Lagerung von Futtermitteln bis hin zum Totalverlust sind unbedingt auszugleichen. Speziell beim Vitamin D kommt noch die begrenzte bzw. bei ganzjähriger Stallhaltung nahezu vollkommen fehlende Exposition zum Sonnenlicht hinzu. All diese Faktoren erzwingen eine flächendeckende Supplementierung des

Futters mit Vitamin A (bzw.  $\beta$ -Carotin), D und E. Je nach Tierspezies, Tierkategorie und Fütterungssituation können noch weitere Vitamine zu supplementieren sein.

Der hohe Wert der Supplementierung des Tierfutters mit Vitaminen schlägt sich auch in den Gehalten der Lebensmittel tierischer Herkunft nieder. Milch und Eier gelten beispielsweise in der Humanernährung als wertvolle Lieferanten für Vitamin A und E. Dass diese Eigenschaft erst aus der konsequenten Ergänzung des Tierfutters mit diesen Vitaminen resultiert, ist ein in der Öffentlichkeit weitgehend unbekanntes Paradebeispiel für den Effekt einer hohen Futterqualität auf die gesamte Erzeugungskette an Lebensmitteln.

Die zwingende Notwendigkeit der Supplementierung des Futters mit ernährungsphysiologischen Futtermittelzusatzstoffen erstreckt sich auch auf Spurenelemente. Die nativen Gehalte der Futtermittel an bioverfügbaren Spurenelementen sind in vielen Fällen nicht ausreichend, um den hohen Bedarf der Nutztiere zu decken. Zink ist praktisch für alle Nutztiere zu ergänzen, ebenso Selen und Jod unter mitteleuropäischen Verhältnissen, Kupfer für Wiederkäuer, sowie Eisen für säugende Jungtiere (Windisch et al. 2012). Eine Unterlassung der Ergänzung dieser Spurenelemente könnte schwerwiegende Folgen für die Tiergesundheit nach sich ziehen und wäre mit einem zeitgemäßen Verständnis von Tierwohl nicht vereinbar.

Die Verwendung von Spurenelementen in der Tierernährung berührt allerdings auch die Umwelt und die Gehalte in Lebensmittel tierischer Herkunft (Windisch et al. 2014). So gelten Zink und Kupfer als unerwünschte Schwermetalle, wenn sie bei überhöhter Dosierung im Futter über den Kot in großen Mengen in die Wirtschaftsdünger gelangen. Selen kann sich in praktisch allen Nahrungsproteinen tierischer Herkunft und Jod speziell in Milch und Eiern in unerwünscht hohem Maße anreichern. Diese Umstände erfordern einen verantwortungsvollen Umgang mit Spurenelementen als Futtermittelzusatzstoffe in der Tierernährung. Das Futtermittelrecht hat dem durch Obergrenzen der Gesamtgehalte an Spurenelementen in der finalen Futterration Rechnung getragen.

Die Ergänzung des Futters monogastrischer Nutztiere mit limitierenden essenziellen Aminosäuren ist weltweit eine Selbstverständlichkeit geworden. Indem sie die Proteinqualität erhöhen, reduzieren sie die bei gegebener Leistung erforderliche Bruttomenge an Futterprotein. Dies ist von eminenter Bedeutung für die Effizienz der Transformation von Futterprotein in Nahrungsprotein tierischer Herkunft und damit für die Minimierung der Emissionen an Stickstoff aus der Tierhaltung. Durch den weltweiten Einsatz an limitierenden Aminosäuren in der Tierernährung werden inzwischen derart große Mengen an Futterprotein eingespart, dass der Markt ohne diese Futtermittelzusatzstoffe schlichtweg zusammenbrechen und die N-Emissionen aus der Nutztierhaltung auf ein unverantwortlich hohes Maß ansteigen würden. Die Supplementierung von Aminosäuren als Futtermittelzusatzstoffe sind ein herausragendes Beispiel für eine bahnbrechende Innovation in der Verbesserung der Futtermittelqualität.

## Kategorie 4: Zootechnische Futtermittelzusatzstoffe

Die zootechnischen Futtermittelzusatzstoffe enthalten vier Funktionsgruppen:

- a) *Verdaulichkeitsförderer*
- b) *Darmflorastabilisatoren*
- c) *Stoffe, die die Umwelt günstig beeinflussen*
- d) *Sonstige zootechnische Zusatzstoffe*

In der Funktionsgruppe der Verdaulichkeitsförderer befindet sich eine Reihe von Enzymen, die zur Unterstützung der physiologischen Verdauungsenzyme eingesetzt werden (hauptsächlich Proteasen) sowie Präparate, die neue enzymatische Fähigkeiten in den Verdauungstrakt der Nutztiere eintragen. Der wohl bedeutsamste Zugewinn an Verdauungsfähigkeiten fand mit der Zulassung der Phytasen

statt, die den sonst unverdaulichen, Phytat-gebundenen Phosphor aus Futtermitteln freisetzen und dadurch die Notwendigkeit der Supplementierung mit mineralischem P vermindern und im Gegenzug die P-Emissionen in die Umwelt reduzieren. Phytasen sind – ähnlich wie die zuvor genannten essenziellen Aminosäuren – ein integraler Bestandteil der Fütterung monogastrischer Nutztiere geworden.

Einen weiteren Zugewinn an Verdauungsfähigkeiten bilden Enzympräparate, die auf den intestinalen Abbau von Nicht-Stärke-Polysacchariden (NSP) spezialisiert sind (hauptsächlich Xylanasen und  $\beta$ -Glucanasen). Vor allem die in Getreide vorkommenden NSPs können durch Erhöhung der Viskosität des Darmchymus unerwünschte antinutritive Effekte auslösen. Die zugesetzten Enzyme bauen diese NSPs zwar nicht bis zur Ebene der verdaulichen Monosaccharide ab, beseitigen jedoch durch Zerlegung in kürzere Fragmente deren antinutritive Wirkung und tragen auf diese Weise zur Verbesserung der Futterqualität bei.

Die Funktionsgruppen der „Verdaulichkeitsstabilisatoren“ enthalten im Wesentlichen probiotische Mikroorganismen, die „Umwelt-fördernden Stoffe“ überhaupt keine Einträge und die „sonstigen zotechnischen Stoffe“ hauptsächlich Mischprodukte aus organischen Säuren und phytogenen Stoffe. All diese Präparate lassen sich im weiteren Sinne unter dem Oberbegriff der „Leistungsförderer“ zusammenfassen, deren Wirkung im Wesentlichen auf einer Stabilisierung der Darmgesundheit und der damit verbundenen Einsparung an Nährstoffen für die ansonsten erforderliche Immunabwehr resultiert. Wie bereits erwähnt, werden viele Präparate aus organischen Säuren und phytogenen Stoffen als „Leistungsförderer“ beworben, obwohl sie unter den technologischen bzw. sensorischen Zusatzstoffen registriert sind. Insgesamt stellen die „Leistungsförderer“ eine Substanzgruppe dar, die seit dem Wegfall der Zulassung antibiotischer Futterzusatzstoffe im Jahre 2006 eine große Bedeutung in der Tierernährung gewonnen haben.

## **Kategorie 5: Kokzidiostatika und Histomonostatika**

Diese Kategorie ist für Tierarzneimittel gegen Kokzidiose und Schwarzkopfkrankheit beim Geflügel vorgesehen, wobei derzeit nur Produkte gegen Kokzidiose bei Mast- und Aufzuchtgeflügel sowie Kaninchen zugelassen sind. Bei der Kategorie 5 der Futterzusatzstoffe handelt es sich um eine Ausnahme gegenüber der Konzeption der Futterzusatzstoffe, die ansonsten den Verwendungszweck „Tierarzneimitteln“ grundsätzlich ausschließt. Die Kategorie 5 der Futtermittelzusatzstoffe hat demnach keinen unmittelbaren Bezug zur Futtermittelqualität.

## **Schlussbetrachtungen**

Die meisten Futtermittelzusatzstoffe haben einen direkten Bezug zur Qualität der Futtermittellieferung, auf deren Basis unsere Nutztiere ihre hohen Stoffwechselleistungen vollbringen. Besonders augenfällig wird dies bei den ernährungsphysiologischen Zusatzstoffen, die zur unmittelbaren Deckung des Bedarfs an Vitaminen und Spurenelementen eingesetzt werden und die maßgeblich dazu beitragen, die nativen Nährstoffe des Futters effizienter zu verwerten, wie etwa Futterprotein (essenzielle Aminosäuren) und nativen Futterphosphor (Phytasen). Aber auch im Vorfeld der Erzeugung von Futtermitteln haben Zusatzstoffe eine große Bedeutung für die Erzielung und Erhaltung eines hohen Qualitätsniveaus, beispielsweise als Konservierungsmittel, Antioxidationsmittel oder als Silierzusatzstoffe. Dies gilt ebenso für die Abwehr von Kontaminationen des Futters mit unerwünschten Stoffen (z.B. Mykotoxinbinder) und die Prävention antinutritiver Effekte nativer Futterinhaltsstoffe, wie etwa die viskositätssteigernde Wirkung gewisser NSPs (z.B. Xylanasen,  $\beta$ -Glucanasen). Futtermittelzusatzstoffe mit leistungsförderndem Effekt tragen ebenfalls zur Futterqualität bei, wengleich ihre Wirkung erst im Nachhinein bei den Umsetzungen im Verdauungstrakt zu Tage tritt. Insgesamt haben sich Futtermittelzusatzstoffe zu einer unverzichtbaren

Komponente einer effizienten und nachhaltigen Nutztierfütterung entwickelt, deren hohes Qualitäts- und Sicherheitsniveau durch entsprechende Hürden bei der EU-weiten Zulassung sichergestellt ist.

## Literatur

EG 1831/2013: Verordnung (EG) Nr. 1831/2003 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22.09.2013 über Zusatzstoffe zur Verwendung in der Tierernährung

Reg (EC) No 1831/2003. European Union Register of Feed Additives. Edition 2 38. Appendixes 3e, 4 –27.07.2016; European Union legislation on feed additives: [http://ec.europa.eu/food/safety/animal-feed/feed-additives/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/food/safety/animal-feed/feed-additives/index_en.htm)

Roth FX, Kirchgessner M (1998): Organic acids as feed additives for young pigs: Nutritional and gastrointestinal effects. *J. Anim. Feed Sci.* 7, 25-33.

Windisch W, Schedle K, Pitzner C, Kroismayr A (2008): Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. *J ANIM SCI* 86(E. Suppl.), E140-E148

Windisch W, Becker C, Brugger B (2012): Gesundheitliche und umweltrelevante Aspekte von Spurenelementen. 24. Hülsenberger Gespräche 2012 - Zusatzstoffe in der Ernährung, Lübeck: 119-130

Windisch W, Fahn C, Brugger D, Deml M, Buffler M (2013): Strategien für eine nachhaltige Tierernährung. *Züchtungskunde*, 85, (1) S. 40–53

Windisch W, Brugger D, Buffler M, Hanauer M, Becker C (2014): Verantwortungsvoller Einsatz von Spurenelementen in der Schweinefütterung. In: Fahn C, Windisch W (2014): 52. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V. - "Tierernährung und Umwelt", Eigenverlag, BAT e.V., Freising, 16. Oktober 2014. pp. 31-39; ISBN: 978-3-9816116-1-8

### Autorenanschrift

Prof. Dr. Wilhelm M. Windisch  
Lehrstuhl für Tierernährung  
Wissenschaftszentrum Weihestephan, TU München  
Liesel-Beckmann-Straße 2  
85354 Freising-Weihestephan  
[wilhelm.windisch@wzw.tum.de](mailto:wilhelm.windisch@wzw.tum.de)

# **Futtermitteltechnologie und Futterqualität - Aufschluss-, Stabilisierungs- und Eliminierungswirkungen von druckhydrothermischen Behandlungen**

**Heinrich Graf von Reichenbach**

Deutsche Tiernahrung Cremer GmbH & Co. KG (DTC), Düsseldorf

## **Abstract**

*Overpressure hydrothermal treatments serve for the decomposition of feed and of feed components – in particular for the gelatinization of starch as well, as for the elimination of anti-nutritive factors in feedstuffs, particularly in leguminous plant seeds and rapeseed products. They are also well suitable to enhance the portion of bypass protein in protein feedstuffs. Overpressure hydrothermal treatments are based upon a preconditioning process (moisturing and temperature rising by means of steam addition) followed by retention time under steam overpressure in a reactor or by a HTST treatment. Both, expander and extruder additionally develop and apply mechanical pressure, kneading forces and shear forces during feed treatment. The HTST process is finished by a rapid product expansion due to sudden evaporation of the overheated moisture as soon, as the process material is being forced through the machine outlet, thus being exposed to ambient pressure conditions. The treatment parameters are to be adjusted according to the desired effect intensity, under careful consideration of the stability of heat sensitive ingredients i.e. vitamins and amino acids.*

## **1. Einleitung: Abläufe und Arbeitsschritte der Futterproduktion**

Die Futterproduktion umfasst alle Abläufe und Prozeßschritte, die zwischen der Annahme der verschiedenen Rohwaren und dem Verladen der fertigen Alleinfutter, Futterkonzentrate und der veredelten Einzelkomponenten durchgeführt werden. Mischfutterproduktion erfolgt nicht immer seriell, sondern in den Herstellungsprozess werden häufig bereits vorbehandelte Komponenten sowie Vormischungen und Additive von Zulieferern einbezogen. Solche „veredelten“ Komponenten oder Halbfabrikate stammen größtenteils von spezialisierten Produzenten. Manche Mischfutterbetriebe jedoch verarbeiten parallel zu ihrer Mischfutterherstellung auch einzelne Rohwaren zu Vormischungen oder aufgeschlossenen Komponenten für die Verwendung in ihren eigenen Mischfuttern oder zum Verkauf.

Bei hydrothermischen Verfahren kommen Temperatur und Feuchtigkeit zur Wirkung; hier meist in Form von Satttdampf und ggf. hinzudosiertem Wasser. Bereits die Anwärmung und Befeuchtung von Pressmehl vor dem Pelletieren zählt zu den hydrothermischen Verfahren, aber im Allgemeinen wird darunter die Langzeit-Konditionierung (Dämpfen) bei hoher Temperatur verstanden, beispielsweise zur Eliminierung von antinutritiven Faktoren in Soja- oder in anderen Leguminosensaaten, oder als Vorbehandlungsschritt beim Flockieren von Sojabohnen oder Getreide.

In druckhydrothermischen Verfahren wird zusätzlich Dampfüberdruck eingesetzt. Das Überdruck-Kochen in Druckbehältern (Autoklaven) ohne mechanische Beanspruchung des Prozessguts ist in der Futterindustrie noch nicht sehr verbreitet, aber zunehmend etablieren sich Expander und auch Extruder zur Durchführung von Kurzzeit-Hochtemperaturbehandlungen (**H**igh-**T**emperature-**S**hort-**T**ime = HTST-Prozesse), bei welchen neben dem Dampfüberdruck auch starke mechanische Druck-, Knet- und Scherkräfte auf das Prozessgut wirken.

Während Extruder üblicherweise fertiggeformte Endprodukte, sogenannte Extrudat-Pellets herstellen,

produzieren Expander ungleichmäßige schülpenähnliche Klumpen- und Krümelaggregate, das so genannte Expandat. Abhängig von den Ausgangskomponenten und dem Behandlungszweck dienen diese Expandate entweder als Mischfutterkomponenten oder werden direkt verfüttert, z.B. als TMR-„Topdressing“. Auch werden Alleinfuttermischungen oder Futterkonzentrate expandiert, um direkt als granuliertes Expandat verfüttert zu werden, was applikationsseitig und nutritiv vorteilhaft sein kann. Ebenso werden Expander häufig als intensiv wirkende Vorkonditionierer vor der Pelletpresse installiert. Rezepturen mit hohen Fettgehalten und schlecht pelletierbaren Komponenten lassen sich üblicherweise erheblich besser und mit wenig Energieaufwand pelletieren, wenn zuvor eine Expandierung erfolgt; der Pelletabrieb wird minimiert, und außerdem werden bestimmte nutritive Wirkungen der Futter wie unten beschrieben erzielt.

## 2. Druckhydrothermischer Aufschluss

### 2.1. Der Expander-Prozess

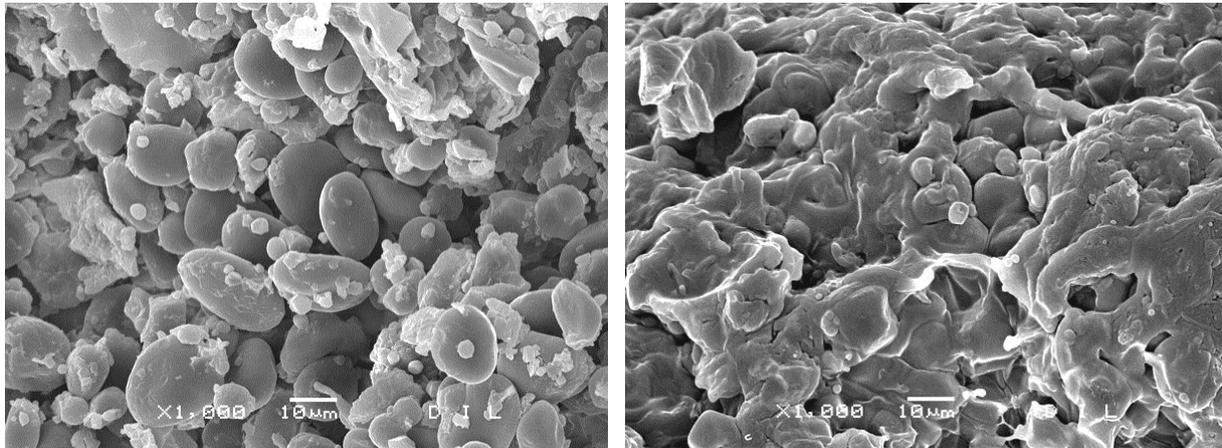
Einwellen-Expander und -Extruder arbeiten nach demselben Funktionsprinzip: Ähnlich wie in einem Fleischwolf wird die Futtermatrix von stabilen, auf einer Welle montierten Paddelelementen durch ein Rohrgehäuse hindurchgetrieben. Stoppbolzen zwischen den Paddeln, oder Züge (Kannelierungen) in der Rohrwandung verhindern ein Mitdrehen des Prozessgutes. Intensive Walk- und Knettätigkeit gegen die inneren Beharrungs- und Reibungskräfte des Prozessguts bewirken eine Umwandlung (Dissipation) von mechanischer Antriebsenergie zu Reibungswärme, wodurch ohne weitere Dampfzufuhr ein erheblicher Temperaturanstieg erzielt werden kann. Die Behandlungsintensität und hiermit die Temperatursteigerung wird bei Expandern durch die Regelung des Öffnungsquerschnitts der Auslassöffnung (Ringspalt mit Konus, oder Schiebersystem) gesteuert. Bei Extrudern geschieht dies meist durch Anpassung der Lochmatrizen-Parameter (Anzahl der Öffnungen) und/oder durch Änderung von Werkzeuggeometrien. Beim Austritt des meist über den atmosphärischen Kochtemperaturpunkt hinaus erhitzten Prozessguts erfolgt eine schlagartige Verdampfung von Wasser. Ähnlich wie bei der Popcorn-Erzeugung wird hierdurch die Futtermatrix nochmals physisch strapaziert und aufgeschlossen. Die Wirkungsdauer der Temperaturspitze beträgt nur wenige Sekunden, und die schlagartige „Flash-Verdampfung“ hat ein sofortiges Absinken der Produkttemperatur zur Folge. – Das patentierte HTST opticon<sup>®</sup>-Verfahren kombiniert die Vorteile einer „feuchten Extrusion“ mit denen einer Expandierung und gewährleistet in idealer Weise alle nachstehend beschriebenen Behandlungseffekte.

### 2.2. Aufschluss mittels Expander

Eine gute Behandlungswirkung erfordert im allgemeinen eine Vorzerkleinerung und Vorkonditionierung der Futtermischung oder Einzelkomponente und setzt eine möglichst gute Durchfeuchtung der Futterpartikel voraus. Je feiner die Vermahlung, und je feuchter und heißer die Behandlung, desto höher der Stärkeaufschlussgrad. Unter Hitzeeinwirkung nehmen die aus Amylose und Amylopektin bestehenden Stärkegranula Wasser auf, Amylose geht teilweise in Lösung, und die Stärke beginnt zu „verkleistern“. Solchermaßen desintegrierte Stärke tendiert dazu, bei Abkühlung und Wasserverlust zumindest partiell wieder in ihre (semi)kristalline Ausgangsstruktur zu retrogradieren. Für den Erhalt des herbeigeführten Stärkeaufschlussgrades ist daher eine mechanische Behandlung zur Deformierung der gequollenen Stärkestrukturen erforderlich. Die Scher- und Expansionskräfte bei der Expandierung gewährleisten diese Gefügestörung (KLEINE KLAUSING, 2003). – Mit dem opticon<sup>®</sup>-Verfahren behandelte Getreideprodukte werden Stärkeaufschlussgrade von über 70% (nach AMG-Methode) erzielt.

Die Aufschlusswirkung erfasst auch die sogenannten Strukturkohlenhydrat-Verbindungen (NDF, ADF). Diese aus Zellulose-Hemizellulose-Lignin-Komplexen bestehenden Zellwand- und Gerüstbausteine werden mit steigender Behandlungsintensität mehr und mehr aufgebrochen. Hierdurch verbessert sich das Quellvermögen und die Wasserhaltekapazität der Faserfraktion, und zudem werden die von den Ligninverbindungen inkrustierten Zellulose- und Oligosaccharidkomplexe während des Verdauungs-

vorgangs für die Verdauungsenzyme, z.B. Zellulasen, Glucanasen und Xylanasen, besser zugänglich. So kann die expandierte Faserfraktion neben ihrer „Ballaststoff-Funktion“ im Zuge der fermentativen Verdauung dem Tier zusätzliche Energie liefern, und häufig wird auch eine höhere Gesamtverdaulichkeit infolge einer Minimierung des sogenannten Käfig-Effektes beobachtet.



**Abb. 1:** Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen einer feinvermahlenden Getreidemischung vor (links) bzw. nach (rechts) einer druckhydrothermischen opticon®-Behandlung.  
(Quelle: Firma Deutsche Tiernahrung Cremer)

### 3. Stabilisierung:

#### 3.1. Proteine zu Bypass-Protein

Weiterhin dienen (druck-)hydrothermische Behandlungen zu einer Steigerung der Bypassprotein-Anteile in Proteinfuttermitteln. Bei drucklosen hydrothermischen Verfahren lässt sich die Pansenbeständigkeit von Proteinen durch Zudosierung von Additiven wie Formaldehyd oder Ligninsulfonat steigern. Formaldehyd hat eine denaturierende und gerbende Wirkung, während Ligninsulfonat die Bildung von sogenannten „Amadori-Komplexen“ unterstützt. Diese sind substituierte Zucker-Amine und entstehen durch reversible Kondensationsreaktionen zwischen den Carbonylgruppen reduzierender Zucker mit Amino-Gruppen von Proteinen. Die Umwandlung der freien Aminogruppen der Proteine in die substituierte Form bewirkt eine Beständigkeit gegenüber mikrobiellen Proteasen, die in den Vormägen der Wiederkäuer den Abbau von Futterprotein vornehmen. Als Vorstufenprodukte von Maillard-Reaktionen können diese Kondensationsprodukte im Darm jedoch wieder hydrolysiert werden, wodurch sie in die jeweiligen Ausgangsprodukte zurückgebildet werden. Diese werden dann enzymatisch aufgeschlossen und sind verdaulich (DROUILLARD u. COETZER, 2003).

Mit geeigneten Expander-Verfahren lässt sich ein hoher Bypassproteingehalt für gewöhnlich ohne Verwendung von Additiven erzielen, weil der HTST-Prozess die Bildung der Amadori-Komplexe nur mit den nativen Gehalten an reduzierenden Zuckern der Rohwaren stark intensiviert. Auch kann durch Zusatz von bestimmten Hefen oder Carbohydase-Enzymen ein Abbau von Strukturkohlenhydraten induziert werden, der zur Bildung von reduzierenden Zuckern führt, welche dann in einem (druck-)hydrothermischen Prozess die Bypassproteinbildung steigern (DROUILLARD u. COETZER, 2003).

Zur Bestimmung der UDP-Anteile in Futtermitteln dient oftmals die verbreitete Proteinfractionierungsmethode mit Schätzgleichung nach SHANNAK (1990), mit der auch ermittelt werden kann, ob infolge von Überbehandlung eine Proteinschädigung erfolgt ist. Bei manchen Produkten wie z.B. Legumi-

nosensaaten ist diese jedoch nicht verlässlich (LEBERL et al, 2007). Hier sind *in-vivo*-Untersuchungen oder *in-vitro* Inkubation mittels Rusitec bzw. der erweiterte Hohenheimer Futterwerttest vorzuziehen.

### 3.1. Protein-Stärke-Interaktion

Futtermischungen, aber auch viele Einzelkomponenten enthalten sowohl Proteine als auch Stärke. Einige Beobachtungen sprechen dafür, dass eine gemeinsame HTST-Behandlung von Proteinen und Stärke zu Interaktionen zwischen beiden führt. Offensichtlich wird das Protein mit der (aufgeschlossenen) Stärke in einer Weise assoziiert, oder letztere wird zu Teilen von Proteinstrukturen eingeschlossen, dass den stärkeabbauenden Enzymen der Zugang zur Stärke erschwert wird. Dieser Effekt kann bei der Rinderfütterung willkommen sein, denn so wird die ruminale Abbaugeschwindigkeit der Stärke, welche üblicherweise nach einem Aufschluss deutlich erhöht ist, wieder „eingebremst“. Im Fall von Maisstärke, die von Rindern für gewöhnlich nicht vollständig verdaut wird, ist dieser kombinierte Effekt – eine Verdaulichkeitssteigerung einhergehend mit einer Verringerung der Abbaugeschwindigkeit – hochwillkommen. Hinsichtlich dieses Kombi-Effektes und der ruminale Abbaukinetik ist noch weiterer Forschungsbedarf vorhanden.

## 4. Eliminierung von Antinutritiven Faktoren

Viele Futtermittel, insbesondere Leguminosensaaten und Rapssaat, enthalten sogenannte antinutritive Faktoren (ANF), von denen die meisten und schädlichsten sich durch hydrothermische Behandlung weitgehend eliminieren lassen. In Soja und anderen Leguminosen zählen Trypsininhibitoren zu den bedeutsamsten ANF. Diese Polypeptide blockieren die proteolytische Aktivität der Endopeptidase Trypsin im Verdauungstrakt. Native Sojabohnen enthalten rund 80 Einheiten [TIU] pro g Trockenmasse. Zielwert der Behandlung ist <2 TIU /g TM.

Weil die direkte Bestimmung der Inhibitorenkonzentration aufwendig ist, wird die Behandlungswirkung bevorzugt indirekt durch Ermittlung der Urease-Aktivität bestimmt: Urease weist annähernd dieselbe Eliminierungskinetik wie die Trypsininhibitoren auf. Rohe Sojabohnen zeigen rund 10 mg N-Freisetzung / g\*min; bei einer Erreichung bzw. Unterschreitung des Ureaseaktivitäts-Zielwertes von 0,05 mg ist davon auszugehen, dass auch die Trypsininhibitoren hinreichend stark inaktiviert wurden.

Das Maß für eine Proteinschädigung ist die Proteinlöslichkeit (PDI – **P**rotein **D**ispersibility **I**ndex in Wasser oder Kalilauge). Der  $PDI_{\text{Wasser}}$  von rohen Sojabohnen beträgt 80-90%; nach Behandlung sollte er 20% nicht unterschreiten.

Die hydrothermische Prozesse bei der Ölextraktion bewirken bereits eine starke Minimierung von Trypsininhibitoren, Glucosinolaten, Bitterstoffen und auch Alkaloiden. Dennoch empfiehlt sich von Fall zu Fall eine druckhydrothermische Nachbehandlung. Eine solche kann auch zusätzliche positive nutritive Effekte bewirken; z.B. infolge einer Beeinflussung der Faserfraktion.

Unverzichtbar ist eine hydrothermische Behandlung von Leguminosensaaten wie Sojasaat (Vollfett-Soja), Lupinen oder Erbsen, um diese zu größerem Anteil an Monogastrier verfüttern zu können. Ebenso müssen Rapssaat und Rapskuchen zur Eliminierung von Glucosinolaten hydrothermisch behandelt werden.

Eine gleichförmige Zerkleinerung der Saaten, wenn möglich per Brechwalzenstuhl, ist angeraten. Findet die hydrothermische Behandlung nicht chargenweise, sondern in einem kontinuierlichen Prozess statt, muss eine einheitliche Behandlungsdauer über die gesamte Charge hinweg gewährleistet sein. Hierzu sollte der Konditionierbehälter über eine gute *first-in-first-out*-Charakteristik verfügen.

Mit einem druckhydrothermischen Verfahren lässt sich gegenüber einem rein hydrothermischen Prozess die Behandlungsdauer verkürzen. Entsprechend kann der Konditionierbehälter kleiner gehalten, oder es kann eine höhere Durchsatzleistung gefahren werden.

**Tab. 1:** Einfluss verschiedener hydrothermischer Prozessvarianten auf die Eliminierungsraten von Trypsininhibitoren und Ureaseaktivität sowie auf die Proteinlöslichkeit in Wasser (PDI).

<b>Behandlung / Werte</b>	<b>A</b>	<b>D</b>	<b>G</b>	<b>H</b>
<b>Zerkleinerung</b>	<b>Brech-WS</b>	<b>Brech-WS</b>	<b>Hammermühle</b>	<b>Hammermühle</b>
<b>Konditionierung</b>	<b>40 min.</b>	<b>10 min.</b>	<b>10 min.</b>	<b>20 sec.</b>
<b>Konditioniertemp.</b>	<b>100 ° C.</b>	<b>100° C.</b>	<b>100° C.</b>	<b>90° C.</b>
<b>Dampfzugabe [kg/t]</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>50</b>
<b>Expander [kWh/t]</b>	<b>-</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>25</b>
<b>Expandier-Spitzen-temperatur</b>	<b>-</b>	<b>120° C.</b>	<b>120° C.</b>	<b>130 ° C.</b>
<b>TIU [TIU/mg TM]</b>	<b>&lt; 1</b>	<b>2,5</b>	<b>3</b>	<b>15</b>
<b>Urease [mg N/g min.]</b>	<b>0,03</b>	<b>0,12</b>	<b>0,22</b>	<b>0,8</b>
<b>PDI in Wasser [%]</b>	<b>25</b>	<b>21</b>	<b>20</b>	<b>40</b>

Quelle: OUMER AHMED (2002), verändert

Die Verwendung eines Expanders oder Extruders in Verbindung mit hydrothermischer Behandlung führt im allgemeinen zu nutritiven Vorteilen: Infolge der mechanischen Belastung und Expansion wird die Produktmatrix aufgeschlossen, so dass das enthaltene Öl für die Verdauungsenzyme besser zugänglich wird. Weitere Aufschlusseffekte kommen hinzu. – Außerdem bewirkt die zusätzliche Erwärmung des Prozessguts infolge des elektromechanischen Energieeintrags (d.h. ohne weiteren Dampfeintrag), dass bei Abkühlung des Produktes mehr Feuchtigkeit als nach einer rein hydrothermischen Behandlung verdunstet. Während bei letzterer eine hinreichende Rücktrocknung des Produktes meist nur durch Trocknung mit Warmluft erzielt wird, ist nach einer HTST-Behandlung hierfür ein guter Kühlprozess unter Verwendung von Umgebungsluft meist ausreichend.

Eine so genannte Trockenextrusion ohne vorherige Rohwaren-Konditionierung zeigt im allgemeinen unzureichende Eliminierungseffekte, kann Proteinschädigung verursachen und ist aufgrund eines hohen Antriebsenergiebedarfs, geringer Durchsatzleistung und hohen Maschinenverschleißes vergleichsweise unwirtschaftlich.

Die hydrothermische Behandlung ist zugleich sehr gut wirksam gegen Lipasen. Diese Enzyme werden bei mechanischen Einwirkungen auf Saaten aktiviert und leiten den Abbau von Fetten und Ölen durch Abspaltung freier Fettsäuren ein (Lipolyse). So verlängert sich infolge hydrothermischer Behandlung die Haltbarkeit und Lagerdauer von geschälten oder gebrochenen Saaten und insbesondere auch von Schalen und Schälkleien erheblich.

Insbesondere die druckhydrothermische Behandlung bewirkt eine sehr intensive Hygienisierung von Mischfutter und Komponenten und gewährleistet die Eliminierung der futterhygienisch relevanten Mikroorganismen (GOODARZI BOROOJENI et al. 2016; WECKE et al. 2014).

## 5. Schädigungen vermeiden: Aminosäuren und Vitamine

Bei hydrothermischen Verfahren gilt es, einerseits die gewünschte Aufschlusswirkung und/oder die erforderlichen Eliminierungseffekte gegenüber antinutritiven Substanzen zu erzielen, aber andererseits die Inhaltsstoffe der Futtermittel weitestgehend zu schonen, damit deren Verdaulichkeit erhalten bleibt. Nicht immer lässt sich das eine tun und hierbei das andere unterlassen. So sind Enzyme im allgemeinen zu temperaturempfindlich, um hydrothermische Behandlungen bei höheren Temperaturen zu überdauern. Aminosäuren und Vitamine jedoch sind allgemein beständiger auch gegenüber intensiveren HTST-Behandlungen. Voraussetzung ist stets eine gute Ausbalancierung des Prozesses durch optimale Einstellung der kinetischen Wirkungsparameter – Feuchtegehalt, Temperatur, Dauer, ggf. Überdruck und mechanische Belastung. - Siehe u.a. GOODARZI BOROOJENI et al. (2016).

Man ist geneigt, hinsichtlich Aminosäuren und Vitaminen eine HTST-Behandlung für schädlicher zu halten, als einen Dämpfungsprozess oder eine kombinierte Vorkonditionierung und Pelletierung. Jedoch ist innerhalb bestimmter Grenzbereiche die Eliminierungskinetik nicht nur von Einzelgrößen wie z.B. der Temperatur, sondern zugleich von deren Einwirkdauer sowie der dabei herrschenden Feuchte abhängig. – Bei HTST-Behandlungen lassen sich zwar hohe Temperaturspitzen erzielen, aber diese dauern nur wenige Sekunden lang an und sind von rascher Abkühlung gefolgt. Auch werden die beim Pelletieren durch Reibung entstehenden Spitzentemperaturen und deren Einwirkdauer unterschätzt. Die häufig erfolgende Dampffreisetzung in der Pelletpresse macht deutlich, dass im Produkt die Siedepunkttemperatur erreicht und überschritten wird - dies zumindest im Außenbereich der im Presskanal befindlichen Pellets. Die Pellettemperatur als Wärmesummenwert des überhitzten Pelletäußeren und des nur wenig erwärmten Kernbereichs verschafft einen nur unzureichenden Eindruck von dem tatsächlichen Hitzestress-Geschehen.

Verschiedene Untersuchungen z.B. bereits in den 90er Jahren von COELHO (1996) zeigten, dass Vitamine und Aminosäuren selbst bei kombinierter Behandlung - HTST-Prozess und Pelletierung – in

Tab. 2: Einfluss des Expandierens bzw. des Pelletierens mit verschiedenen Temperaturintensitäten auf die Wiederfindungsrate von Vitaminen

Vitamine	Wiederfindungsrate in %			
	Expander		Pelletpresse	
	101 – 105°C	111 – 115°C	86 – 90°C	91 – 95°C
<b>A (geschützt)</b>	<b>97</b>	<b>95</b>	<b>94</b>	<b>91</b>
<b>B<sub>1</sub> (Thiamin)</b>	<b>96</b>	<b>92</b>	<b>89</b>	<b>87</b>
<b>B<sub>2</sub> (Riboflavin)</b>	<b>92</b>	<b>88</b>	<b>89</b>	<b>87</b>
<b>B<sub>6</sub> (Pyridoxin)</b>	<b>94</b>	<b>91</b>	<b>87</b>	<b>85</b>
<b>B<sub>12</sub></b>	<b>97</b>	<b>96</b>	<b>96</b>	<b>96</b>
<b>D<sub>3</sub> (geschützt)</b>	<b>98</b>	<b>96</b>	<b>93</b>	<b>92</b>
<b>E (Acetat 50%)</b>	<b>97</b>	<b>95</b>	<b>93</b>	<b>92</b>
<b>Ca-Panthotenat</b>	<b>95</b>	<b>92</b>	<b>89</b>	<b>87</b>
<b>Folsäure</b>	<b>94</b>	<b>91</b>	<b>89</b>	<b>87</b>
<b>Biotin</b>	<b>94</b>	<b>91</b>	<b>89</b>	<b>87</b>
<b>Cholinchlorid</b>	<b>99</b>	<b>98</b>	<b>97</b>	<b>97</b>

Quelle: COELHO, 1996 (verändert)

geringerem Maße als bei einer üblichen Pelletierung abgebaut werden. - Die Vitamine unterscheiden sich in ihrer Empfindlichkeit; Vit. K<sub>3</sub> und auch einige Vitamine der B-Gruppe sind vergleichsweise labiler als z.B. die Vitamine A oder C.

Vitamine werden mittlerweile überwiegend in „geschützter“ Form vermarktet und sind gegenüber hydrothermischen Einflüssen beständiger als im Zustand ihres natürlichen Vorkommens.

Der beste Schutz für Zusatzstoffe ist, sie gar nicht erst einer hydrothermischen Behandlung auszusetzen. So lassen sich flüssige Zusatzstoffe prinzipiell auch *post pelleting* aufsprühen. Hierbei sind jedoch die applizierbaren Flüssigkeitsmengen limitiert, und überdies kann bei nachfolgendem Transport und mechanischer oder pneumatischer Förderung der Pellets eine Abriebbildung erfolgen. Dann finden sich einerseits in diesem Abrieb sehr hohe Zusatzstoffgehalte und andererseits verbleiben zu niedrige Gehalte in bzw. auf den Pellets. - Es wurden bereits Zudosierungsverfahren entwickelt, bei denen sich dem Prozessgut flüssige und pulverförmige Additive zwischen der hydrothermischen Behandlung und der nachfolgenden Pelletierung kontinuierlich zudosieren und einmischen lassen (GRAF v. REICHENBACH, 2005). Der Hitzestress für die Zusatzstoffe lässt sich hierdurch erheblich mindern, weil ihnen die Hochtemperaturbehandlung erspart bleibt und aufgrund dieser Vorbehandlung des Futters die anschließende Pelletierung bei nur niedriger Temperaturentwicklung erfolgt („Strangformung“). Allerdings ist dieses Zwischendosierverfahren prozess- und steuerungsseitig komplex und aufwendig, und es besteht Platzbedarf für Zusatzinstallationen.

## 5. Zusammenfassung

Druckhydrothermische Verfahren dienen sowohl zum Aufschluss von Futter und Einzelkomponenten - hier insbesondere zur Erzielung von Stärkeaufschluss, als auch zur Eliminierung von antinutritiven Faktoren in Futtermitteln, besonders in Leguminosensaaten und Rapsprodukten sowie zur Erhöhung der Pansenstabilität von Proteinen. Basis druckhydrothermischer Verfahren ist eine Vorkonditionierung (Befeuchtung und Erhitzung der Rohware mittels Dampfzugabe), gefolgt von einer Verweilphase unter Dampfüberdruck oder einer Kurzzeit-Hochdruckbehandlung in einem Expander oder Extruder. Letztere üben neben der Dampfüberdruckwirkung zusätzlich mechanische Druck, Knet- und Scherkräfte auf das Prozessgut aus, gefolgt von einer Expansion des Produktes infolge schlagartiger Verdampfung von überhitztem Wasser beim Austritt des Prozessguts aus der Maschine. Die Behandlungsparameter werden durch den Behandlungszweck und den gewünschten Wirkungsgrad einerseits sowie durch die Empfindlichkeit von thermolabilen Inhaltsstoffen wie den Vitaminen und Aminosäuren bestimmt. Eine gute druckhydrothermische Behandlung bewirkt eine umfassende sichere Hygienisierung von Futterkomponenten, Konzentraten und Alleinfuttermitteln.

## Literatur:

- COELHO, M., 1996: *Stability of vitamins affected by feed processing.* – Feedstuffs **29**
- DROUILLARD, J. S. and C. M. COETZER, 2003: *Method of manufacturing a ruminant feedstuff with reduced ruminal protein degradability.* – US-Patent US6506423 B2, Kansas State Univ. Research Foundation, USA
- GOODARZI BOROOJENI, F., B. SVIHUS, H. GRAF von REICHENBACH and J. ZENTEK, 2016: *The effects of hydrothermal processing on feed hygiene, nutrients availability, intestinal morphology and microbiota in poultry - a review.* – Anim. Feed Sci. Techn. (zur Publikation angenommen).
- GRAF von REICHENBACH, H. und H.-W. LUCHT, 2004: *Thermisches Verfahren zum Behandeln von Futtermitteln für Wiederkäuer.* – Europäisches Patent Nr. EP 1 417 893 A1, EP-Patentblatt auch veröff. unter DE 50307553 D1
- GRAF von REICHENBACH, H., 2005: *Protecting additives against heat damage – optimizing potential with the Interstage Process.* – Kraftfutter/Feed Magazine **6**, 24-9
- KLEINE KLAUSING, H., 2003: *Getreide für die Ferkelfütterung veredeln.* - Kraftfutter/Feed Magazine **11-12**, 358-365

- LEBERL P., L. GRUBER, H. STEINGAß und H. SCHENKEL, 2007: *Vergleich der Methoden Modifizierter Hohenheimer Futterwerttest (moHFT) und Proteinfractionierung nach dem Cornell-System zur Bestimmung des nXP-Gehaltes von Futtermitteln.* – Proceedings of the 16th International Science Symposium on Nutrition of Domestic Animals, Radency, 171-176
- OUMER AHMED, N., 2002: *Untersuchungen zur ernährungsphysiologischen Bewertung unterschiedlich behandelter Sojabohnen in der Broilerernährung.* – Dissertation, Univ. Göttingen
- SHANNAK, S., K.-H. SÜDEKUM und A. SUSENBETH, 2000: *Estimating rminal crude protein degradation with in situ and chemical fractionation procedures.* – Anim. Feed Sci. Tech. **85**, 185-214
- WECKE, C., H. GRAF von REICHENBACH, H. MIETKE-HOFMANN und F. LIEBERT, 2014: *Flüssigfütterung von Mastschweinen mit expandiertem Mischfutter und Nebenprodukten der Nahrungs- und Genussmittelherstellung.* – Rekasen Journal **21** | 41

#### **Autorenanschrift**

Dr. Heinrich Graf von Reichenbach  
Deutsche Tiernahrung Cremer GmbH & Co. KG,  
Weizenmühlenstraße 20  
40221 Düsseldorf  
Heinrich.Reichenbach@Deutsche-Tiernahrung.de

# FÜTTERUNGS- BERATUNG

Für gesunde und leistungsfähige Kühe

[www.lkv-beratung.bayern.de](http://www.lkv-beratung.bayern.de)



## Energiebewertung beim Schwein

### Andreas Susenbeth

Institut für Tierernährung und Stoffwechselphysiologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

### Einleitung

Die Bedeutung einer präzisen Bestimmung des Energielieferungsvermögens von Futtermitteln ergibt sich daraus, dass deren ökonomischer Wert überwiegend vom Energiegehalt abhängt und die Leistung eines Tieres in hohem Maße von der Energieversorgung beeinflusst ist. Bei Futtermitteln mit geringen Fettgehalten ist vor allem der Gehalt sowie die Verdaubarkeit der Nahrungsfaser für den energetischen Futterwert bestimmend, da Proteine, Stärke und Zucker in der Regel eine hohe präcaecale Verdaubarkeit aufweisen. Die bei der Fermentation der Faser auftretenden Verluste in Form von Methan, Fermentationswärme und mikrobieller Substanz verringern desweiteren den energetischen Wert faserreicher Futtermittel. Folgt man dem Postulat von Menke (1987), dass der energetischen Futterbewertung die Aufgabe zukommt, eine Schätzung der Verluste vorzunehmen, die bis zur Verfügbarkeit des Nährstoffs im Tierkörper auftreten, sind daher zusätzlich zu den Verlusten durch Ausscheidung unverdauter Bestandteile diejenigen über die Methanbildung und den Harn zu berücksichtigen (Umsetzbare Energie, ME). Wird darüber hinaus die Wärmebildung beim Umsatz der Nährstoffe im Stoffwechsel einbezogen, führt dies zur Nettoenergie (NE). Gegenstand des vorliegenden Beitrags ist es, den aktuellen Stand der energetischen Futterbewertung in Deutschland darzustellen und die Gründe aufzuzeigen, die zur Beibehaltung der Bewertung auf der Stufe der ME geführt haben. Aufgrund der aktuellen Diskussion sollen auch die erhofften Vorzüge sowie die Problematik einer Bewertung auf der Stufe der NE dargelegt werden.

### Die Bewertung auf der Stufe der Umsetzbaren Energie

Den energetischen Futterwert anzugeben als potentielle Energie, die ein Futtermittel dem Stoffwechsel des Tieres zur Verfügung stellt, und diesen aus den Gehalten an verdaulichen Nährstoffen zu berechnen, war der Leitgedanke des Ausschusses für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE, 2006). Dies führt notwendigerweise zu einer Bewertung auf der Stufe der ME. Die Voraussage der Leistungen ist zunächst nicht das Ziel der Futterbewertung, da neben der Energieaufnahme die Aminosäurenversorgung, das Leistungspotential und die Leistungsrichtung der Tiere auf die Verwertung ebenfalls Einfluss nehmen, so dass die Leistungsvorhersage allein aufgrund der Eigenschaften eines Futtermittels nur sehr begrenzt möglich ist (siehe auch die Ausführungen im Folgenden zu dieser Frage). Die NE berücksichtigt die bei der Umsetzung im Stoffwechsel je nach Nährstoff unterschiedlich hohen Wärmeverluste bei der Verwertung.

Die offizielle Formel zur Berechnung des Gehalts an ME lautet (GfE, 2006):

$$ME = 20,5 \text{ DXP} + 39,8 \text{ DXL} + 17,3 \text{ ST} + 16,0 \text{ ZU} + 14,7 \text{ DOR} \quad (\text{kJ bzw. g/kg TS}),$$

wobei DXP verdauliches Rohprotein, DXL verdauliches Rohfett, ST Stärke, ZU Zucker, DOR verdaulicher organischer Rest (=DOS – DXP – DXL – ST – ZU) bedeuten. Diese Formel basiert auf den umfangreichen Untersuchungen der Rostocker Arbeitsgruppe (Jentsch et al., 2001), lediglich der Faktor für DOR wurde gegenüber der ursprünglichen Formel modifiziert, mit diesem werden die Methanverluste und die Fermentationswärme berücksichtigt. Diese Berechnungsgleichung ist sehr

robust und sicher in ihrer Anwendung, da die Faktoren mit den theoretisch zu erwartenden Werten fast identisch sind. Der Faktor 20,5 für DXP entspricht einem ME-Wert für Protein, wenn dieses effizient im Stoffwechsel genutzt wird. Zu beachten ist, dass die Faktoren für ST und ZU sich nicht auf die verdaulichen Nährstoffe beziehen, sondern auf den Gesamtgehalt; aufgrund ihrer in der Regel sehr hohen praecaecalen Verdaulichkeit sind diese Faktoren jedoch nahezu mit dem Brennwert identisch.

Die Berücksichtigung des DOS als einer **Restfraktion**, die nicht analytisch, sondern rechnerisch ermittelt wird, führt dadurch zu einem erheblichen Vorteil hinsichtlich der Sicherheit bei der Anwendung dieser Gleichung. Analytische Fehler, insbesondere bei den Kohlenhydratfraktionen, wirken sich daher nur geringfügig auf den berechneten ME-Wert aus, da eine Über- oder Unterschätzung von Nährstoffgehalten quantitativ durch die DOR wieder aufgefangen wird. Die Faktoren für alle drei Kohlenhydratfraktionen unterscheiden sich nicht deutlich, so dass die Folge eines Analysenfehlers für den ME-Wert des Futters recht gering ist. Wird beispielsweise der Stärkegehalt um 5 %-Punkte zu niedrig bestimmt, nimmt der Gehalt an DOR notwendigerweise um 5 %-Punkte zu. Trotz dieses erheblichen analytischen Fehlers beträgt der daraus resultierende Fehler bei der Bestimmung des ME-Gehalts des Futtermittels jedoch nur  $(17,3 - 14,7) \cdot 50 = 0,13$  MJ/kg TS. Die GfE (2006) weist darauf hin, dass die Anwendung der Formel für Einzelfuttermittel, die nennenswerte Gehalte beispielweise an Pektinen oder Alkoholen aufweisen, zu Fehleinschätzungen führen kann. In diesen Fällen kann die Genauigkeit der Berechnung verbessert werden, wenn die Menge und der Energiewert des jeweiligen Stoffes gesondert berücksichtigt und die betroffene Nährstofffraktion entsprechend verringert wird.

Es dürfte noch notwendig sein, die naheliegende Frage zu beantworten, ob mit dem Faktor 14,7 für DOR, der nur um 2,6 MJ niedriger ist als der für Stärke, denn alle **mit einer Fermentation verbundenen Verluste** im erforderlichen Umfang berücksichtigt sind. Diese 2,6 MJ erfassen nur die Verluste über Fermentationswärme und Methanbildung. Die bei der Fermentation gebildete mikrobielle Substanz stellt eine weitere und auch größere Verlustquelle dar und beträgt ca. 20 % der fermentierten Energie. Dieser Verlust wird jedoch nicht mit dem Faktor für den Energiewert der DOR berücksichtigt, da im Verdauungsversuch eine Erfassung dieser Verluste beim Rohprotein schon erfolgt ist (erhöhte Ausscheidung von mikrobiellem Protein). Es wäre daher nicht richtig, aus der Formel abzuleiten, dass 1 g fermentierte Faser 14,7 kJ ME liefert; vielmehr beträgt der Energiewert von fermentierter Faser auch nach dieser Formel nur ca. 11,5 MJ ME, wenn alle durch Fermentation verursachten Verluste auch beim Faktor für DOR berücksichtigt werden.

## Die Leistungsvorhersage auf der Basis der Umsetzbaren Energie

Mit der Berechnungsgleichung der GfE (2006) für die ME gelingt es sehr gut, die aus dem Futter dem Stoffwechsel zur Verfügung gestellte Energie anzugeben. Eine kleinere Einschränkung ergibt sich aus der Variabilität der Harnenergie, die auch von anderen Faktoren wie der Proteinqualität und dem Proteinansatzvermögen des Tieres beeinflusst wird. Die Höhe der Harnenergieverluste kann daher einem Einzelfuttermittel nicht zugeordnet werden, sondern ist ein Ergebnis des Gehalts und der Qualität des Proteins sowie dem Wachstumspotential der Tiere.<sup>1</sup> Dennoch darf die energetische Futterbewertung nicht getrennt von den Fragen der Bedarfsermittlung bzw. Leistungsvorhersage vorgenommen werden, indem sie zwar die Leistungsvorhersage nicht selbst vornimmt, diese aber ermöglicht. Für die Voraussage des Energieansatzes in Form von Fett und Protein (RE) aus der ME können die von Jentsch et al. (2000) angegebenen und durch umfassende Experimente gut

---

<sup>1</sup> Von diesem Problem der Variabilität der Harnenergieausscheidung ist die NE in gleicher Weise betroffen.

abgesicherten Verwertungsfaktoren ( $k = RE/ME$ ) übernommen werden. Sie betragen für Stärke/Zucker, Protein und Fett 0,757, 0,623 bzw. 0,859, und wenn Stärke = 100 gesetzt wird, für Protein und Fett 82 bzw. 113 %. In praxi wird jedoch für die Voraussage der RE aus der ME als Stoffansatz im Körper und als Milchbildung ein mittlerer  $k_{pr}$ -Wert von 0,70 - 0,72 bzw.  $k_i$ -Wert von 0,72 verwendet (Susenbeth, 1996; GfE, 2006), wodurch die Unterschiede in der Effizienz der Verwertung zwischen den Nährstoffen nicht berücksichtigt werden. Dies bedeutet, dass die Voraussage der RE allein aus der ME ohne Kenntnis der Gehalte der jeweiligen Nährstoffe mit einer gewissen Ungenauigkeit verbunden sein muss. Dies ist der entscheidende Tatbestand, der als Argument für die Notwendigkeit der Bewertung auf der Stufe der NE dient. Die Ungenauigkeit, die man bei einer pauschalierenden Berechnung der RE aus der ME in Kauf nimmt (konstanter  $k$ -Wert, keine Berücksichtigung der Nährstoffunterschiede), ist für eine Situation bei bedarfsgerechter Proteinversorgung jedoch sehr gering. Ähnlich verhält es sich beim Fett: die Energieverwertung nimmt pro %-Punkt Fett in der Ration um nur 0,001 zu, was für praxisübliche Rationen ohne Belang sein dürfte.

Damit kann festgehalten werden, dass die Annahme einer konstanten Verwertung der ME eigentlich nur bei Rationen mit höheren Fettgehalten und gemessen am Bedarf überhöhten Proteingehalten die Genauigkeit der RE- Berechnung etwas einschränkt. Für eine präzisere Schätzung der RE, die jedoch auch die Kenntnis des Proteinansatzes des Tieres sowie des Gehalts und der Qualität des Proteins der Ration zur Voraussetzung hat, stellt die Bewertung der Energielieferung der Futtermittel nach ME keinerlei Hindernis dar, im Gegenteil sie kann auf dieser Grundlage erfolgen.

## Die energetische Bewertung auf der Stufe der Nettoenergie

Das zentrale Anliegen, die energetische Futterbewertung auf der Stufe der NE vorzunehmen, ist, wie oben erwähnt, die genauere Voraussage der retinierten Energie (RE) aufgrund der Berücksichtigung der unterschiedlichen Energieverwertungsfaktoren für die einzelnen Nährstoffe. Eine kritische Würdigung der NE ist daher zuerst auf dem Hintergrund dieser Zielstellung vorzunehmen:

1. Es ist unstrittig, dass mit der NE die RE für in ihrer Zusammensetzung variierende Rationen mit höherer Genauigkeit vorausgesagt werden kann als aufgrund der DE oder ME. Dies bestätigen auch neuere Untersuchungen (z. B. Noblet und van Milgen, 2004).
2. Es ist auf der anderen Seite offensichtlich, dass dieses Ziel nur teilweise zu erreichen ist. Dies betrifft vor allem das Protein. Es ist davon auszugehen, dass die Effizienz der Verwertung der ME aus Protein für den Proteinansatz ein andere ist als bei einer rein energetischen Nutzung mit vollständiger Desaminierung. Daher kann der energetische Wert von Protein durch Faktoren variieren, die für das Einzelfuttermittel nicht bekannt sein können. Erst die Kenntnis der Gesamtration, der Qualität des Proteins sowie des Leistungsvermögens des Tieres ermöglicht die Voraussage des Proteinansatzes und damit auch der Effizienz der Proteinverwertung. Auf diesen in NE-Systemen kritischen Punkt weist das Shorthorst Research Institute hin: „**Wir müssen daher sehr vorsichtig sein, einen einheitlichen Faktor für das Protein zu verwenden**, wenn wir nicht wissen, in welchem Umfang das Protein für die Proteinsynthese oder für die Energiegewinnung oder den Fettansatz verwendet wird.“<sup>2</sup> (Shorthorst Research Institute, 2016) In zwei international bedeutenden NE-Systemen (Rostocker Futterbewertungssystem, Beyer et al. 2003, basierend auf Jentsch et al., 2001; Französisches System (INRA 2004), basierend auf Noblet et al., 1994) scheint der Energiewert von Protein bei überwiegender Desaminierung, also für eine rein energetische Nutzung, angegeben zu werden.

---

<sup>2</sup> Relativ freie Übertragung aus dem englischen Originaltext durch den Autor.

Unabhängig von der Frage, ob mit der Bewertung der Einzelfuttermittel auch schon eine Voraussage der RE ermöglicht werden sollte oder ob diese nicht umfassend erfolgen müsste, wenn man sich am Begriff der Leistungsvorhersage orientiert, die ja die Zusammensetzung des Zuwachses sowie die Leistung einschließen müsste, sind noch weitere prinzipielle Probleme bei der Bewertung auf der Stufe der NE zu nennen:

3. Die NE ist zunächst nur für die Leistung als Stoffansatz gültig. Es ist zwar zutreffend, dass die **Milchbildung** eine ähnliche Effizienz (LE/ME) aufweist, für die Lactosebildung müsste aber in einem NE-System ein gesonderter Verwertungsfaktor eingeführt werden. Wenn jedoch die am Stoffansatz ermittelte NE auch für den Bedarf für die **Trächtigkeit** verwendet wird, ist diese Problematik wegen der deutlich geringeren Effizienz noch offensichtlicher.

4. Das größte Problem wird jedoch beim Bedarf für die **Erhaltung** hervorgerufen, da auch dieser in RE auszudrücken ist. Immerhin entfällt auch beim intensiv wachsenden Tier ungefähr ein Drittel des Gesamtbedarfs an Energie auf den Erhaltungsumsatz. Es ist bekannt, dass diese Effizienz von der für den Ansatz abweicht und vor allem dass auch die Verwertungsrelationen zwischen Nährstoffen andere sind (Chudy und Schiemann 1969; Blaxter, 1989). Dies betrifft insbesondere das Protein, das im Erhaltungsumsatz eine deutlich höhere Effizienz aufweist als für den Stoffansatz.

5. Der Bedarf für **körperliche Aktivität** und **Thermoregulation** kann nur in ME angegeben werden, da die hierfür erforderliche ME-Menge vollständig in Wärme umgewandelt wird und NE-Werte für einen solchen Bedarf gar nicht existieren können. Ein solcher Bedarf, der nicht auf Erhaltung und Wachstum entfällt, kann unter praktischen Haltungsbedingungen beim Mastschwein 15 % des Gesamtbedarfs ausmachen (Naatjes et al., 2014). Um dieses Problem noch deutlicher zu machen: Es wurde beobachtet, dass eine faserreiche Fütterung die körperliche Aktivität reduziert. Dadurch kommt es zu einer geringeren durch Aktivität verursachten Wärmeproduktion, die die erhöhte Fermentationswärme kompensiert (Rijnen, 2003). Sollte daher einem faserreichen Futtermittel ein höherer NE-Wert zugesprochen werden? Das würde sicherlich niemand für richtig halten.

6. Eine **experimentelle Überprüfbarkeit von NE-Werten ist nicht gegeben**. Zum einen, weil der im jeweiligen System festgelegte Wert für den Erhaltungs- bzw. Grundumsatz übernommen werden muss, also keinen Messwert darstellt, zum anderen, weil zur Zeit nur zwei Institutionen in Deutschland über Respirationskammern für landwirtschaftliche Großtiere verfügen. Die Nutzung solcher Anlagen dürfte anderen Zwecken als der Bestimmung von Futterwerten vorbehalten sein. Man kann davon ausgehen, dass der Verdauungsversuch am Tier zum Zwecke der Futterbewertung noch als vertretbar anzusehen ist (der durch eine Harnsammlung ergänzt werden könnte), während aufwendige Gesamtstoffwechselversuche hierfür ausscheiden.

[7. Es besteht zudem ein methodisches Problem bei der experimentellen Bestimmung des NE-Werts, das hier nur der Vollständigkeit halber genannt werden soll. Streng genommen müssen Respirationsmessungen als Zulageversuche durchgeführt werden. Da aufgrund des großen Aufwands darauf in der Regel verzichtet wird, muss eine Annahme für den Grundumsatz gemacht werden; dieser Wert wird zum gemessenen Ansatzwert addiert. Da dieser angenommene Wert für die verschiedenen NE-Systeme nicht identisch ist und der tatsächliche Bedarf auch durch Versuchsbedingungen beeinflusst sein kann, stellt dieses Problem einen entscheidenden Kritikpunkt an NE-Systemen dar. Dies hat auch zur Folge, dass sich NE-Werte zwischen verschiedenen NE-Systemen unterscheiden, wodurch eine Umrechnung erhebliche Schwierigkeiten bereitet. Sollten z.B. neuere Informationen zum Erhaltungsbedarf zur Verfügung stehen, könnten diese nicht bei den Versorgungsempfehlungen berücksichtigt werden, sondern müssten zu neuen NE-Werten der Futtermittel und zu einer Überarbeitung der Futterwerttabellen führen.]

## Aktuelle Nettoenergie-Systeme

Eine angemessene Beurteilung der energetischen Futterbewertung nach NE muss neben den allgemeinen Aspekten zur NE (siehe vorausgegangener Abschnitt) auch die Unterschiede zwischen den NE-Systeme ins Auge fassen. Es seien hier drei aktuelle NE-Systeme aufgeführt: INRA (2004), CVB (2016) und Rostocker NE-System (Beyer et al. 2003), letzteres weist die größte und beste Datenbasis auf. Die jeweiligen Formeln lauten:

Rostock (2003)

$$NE = 11,0 \text{ DXP} + 34,0 \text{ DXL} + 12,7 \text{ ST} + 11,6 \text{ ZU} + 12,0 \text{ DOR}$$

INRA (2004)

$$NE = 12,1 \text{ DXP} + 35,0 \text{ DXL} + 14,3 \text{ ST} + 11,9 \text{ ZU} + 8,6 \text{ DOR}$$

CVB (2004)<sup>3</sup>

$$NE = 11,70 \text{ DXP} + 35,74 \text{ DXL} + 14,14 \text{ ST} + 12,75 \text{ pcv ZU} + 9,74 \text{ fermentierte Kohlenhydrate}$$

Es sei hier auf einige zentrale Punkte dieser Gleichungen hingewiesen. Der Faktor für DXP unterscheidet sich etwas, zeigt aber doch eine beachtlich gute Übereinstimmung zwischen den NE-Systemen. Auch für DXL sowie für ZU kann diese Feststellung gemacht werden. Der höhere Wert für DOR im Rostocker-System gilt nur für Rationen, die eine Energieverdaulichkeit größer 80 % aufweisen; liegt jedoch die Energieverdaulichkeit beispielsweise bei 60 oder 65 %, beträgt der Faktor 9,2 bzw. 9,9 und zeigt damit keine grundsätzlich andere Bewertung dieser Fraktion. Aufgrund der hohen Gehalte an ST in vielen Futtermitteln kommt den Unterschieden im Faktor für ST jedoch die größte Bedeutung zu. Aufgrund von Respirationsversuchen, in denen der Effekt einer Zulage von reiner Stärke auf den Energieansatz gemessen wurde, sind NE-Werte über 14 kJ pro g ST als unrealistisch hoch anzusehen, vielmehr liegt die energetische Verwertung von ST übereinstimmend im Bereich von 75 - 76 %. Die häufig gemachte Aussage, dass im INRA-System Protein und fermentierte Kohlenhydrate unterbewertet werden, ist daher so nicht richtig. Vielmehr liegt eine deutliche Überbewertung der Stärke vor, die dann zu einer relativen Abwertung der anderen Nährstoffe führt. Für die Mischfutteroptimierung sind die absoluten Werte jedoch bedeutungslos, es sind nur die relativen Werte relevant.

## Zusammenfassende Bewertung

### 1. Kritische Wertung von NE-Systemen

Die Vorzüge und Grenzen der Bewertung von Futtermitteln aufgrund ihres NE-Gehalts lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Mit der NE wird die Energieretention bei fettreichen Futtermitteln sowie bei Rationen mit hohen (d.h. über den Minimalbedarf hinausgehenden) Proteingehalten genauer vorausgesagt.
2. Der Energiewert von Stärke wird ganz offensichtlich durch die NE nach INRA und CVB überbewertet.
3. Der Bedarf für Erhaltung, Trächtigkeit, Milchbildung, Bewegungsaktivität und Thermoregulation muss in NE-Wachstum umgerechnet werden, woraus sich Probleme ergeben.
4. Die verschiedenen NE-Systeme liefern unterschiedliche Futterwerte; diese können nicht umgerechnet werden. Daher ist eine Kompatibilität zwischen NE-Systemen nicht gegeben.

---

<sup>3</sup> Vereinfachte Formel; die umfassende Formel berücksichtigt noch weitere Inhaltsstoffe.

5. Eine experimentelle Überprüfung des Futterwerts ist nicht möglich, da hierzu Respirationsversuche erforderlich sind.

6. Eine Weiterentwicklung von NE-Systemen ist erschwert, da bei neueren Erkenntnissen zum Bedarf die Futterwerte geändert werden müssen.

## 2. Kritische Wertung des ME-Systems

Die Vorzüge und Grenzen der Bewertung von Futtermitteln aufgrund ihres ME-Gehalts lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Die ME beschreibt die dem Stoffwechsel zur Verfügung gestellte Energie. Eine kleine Einschränkung ist dadurch gegeben, dass die Energieverluste über den Harn auch von der Proteinqualität und dem Proteinansatz des Tieres abhängen. Davon ist nur ein System auf der Stufe der Verdaulichen Energie (DE) nicht betroffen, aber ebenfalls jedes NE-System.

Die ME verzichtet damit auf die Berücksichtigung von Unterschieden in der energetischen Verwertbarkeit der Nährstoffe. Der ME-Wert des Proteins gilt für Rationen, die eine hohe Proteinverwertung ermöglichen; dies ist durchaus zweckmäßig, da für die Praxis eine Absenkung des Proteingehalts der Ration erwünscht ist. Die geringere energetische Verwertbarkeit der ME aus fermentierten Kohlenhydraten beruht nach heutigem Kenntnisstand überwiegend auf der Fermentationswärme (Susenbeth, 2005). Wird diese beim Faktor für DOR berücksichtigt, weil sie sowohl konstant, als auch eine eindeutig dem Futter zuzurechnende Eigenschaft ist, sind alle durch Fermentation auftretenden Verluste über einen Verdauungsversuch ausreichend genau bestimmbar.

2. Die höhere energetische Verwertbarkeit von Energie aus Fett kann auf der Stufe der ME nicht berücksichtigt werden, und stellt damit aus Sicht des Autors das einzig ungelöste Problem bei der energetische Futterbewertung - nicht jedoch für die Leistungsvorhersage! – dar.

3. Die ME ist grundsätzlich für alle Leistungsrichtungen gültig. Darüber hinaus weist sie (wie auch die DE) die höchste Kompatibilität mit anderen Systemen auf, da die verschiedenen NE-Werte in der Regel aus der ME abgeleitet werden können.

4. Neuere Ergebnisse von Verdauungsversuchen von Futtermitteln können unabhängig vom Energiebewertungssystem in den verschiedenen Ländern übernommen und zur Erweiterung von Futterwerttabellen genutzt werden, wohingegen publizierte NE-Werte nur innerhalb des jeweiligen Systems verwendet werden können.

5. Bei der Bedarfsermittlung können im ME-System wesentlich leichter neue Erkenntnisse in die Praxis eingeführt werden, da sie nur die Empfehlungen zur Versorgung betreffen und Korrekturen in den Futterwerttabellen nicht erforderlich machen.

## 3. Aspekte hinsichtlich Futteroptimierung und Fütterungspraxis

1. Die Bewertung auf der Stufe der ME ist nicht ein System neben anderen, sondern kann als die gemeinsame Basis aller Energiesysteme angesehen werden. Die **ME ermöglicht** daher die **Umrechnung** von energetischen Futterwerten zwischen verschiedenen Systemen, insbesondere auch zwischen verschiedenen NE-Systemen.

2. Sollte der Fall eintreten, dass eine **experimentelle Überprüfung** eines Futterwerts erforderlich ist, kann dies auf der Basis eines Verdauungsversuchs mit Harnsammlung erfolgen, woraus sich ein ME-Wert ergibt. Der NE-Wert eines Futtermittels oder einer Futtermischung lässt sich hingegen nicht überprüfen, da hierzu Respirationskammern erforderlich wären.

3. Die **Leistungsvorhersage** muss eine Schlüsselstellung bei der Rationsgestaltung einnehmen. Diese kann jedoch nicht auf die Energieretention eingeschränkt werden, sondern muss die Zusammensetzung des Zuwachses in gleicher Weise berücksichtigen, was nur gelingen kann, wenn die Gehalte aller relevanten Inhaltsstoffe der Ration, vor allem die Proteinqualität, sowie die Eigenschaften der Tiere bekannt sind. Die energetische Bewertung der Futtermittel auf der Stufe der ME ermöglicht eine präzise und umfassende Leistungsvorhersage.

4. Es wurde die Vermutung geäußert, dass eine **Futteroptimierung** auf der Basis NE zu geringeren Proteingehalten in der Mischung und zu einer Reduktion des Preises führe, da im Gegensatz zur ME proteinarme und stärkereiche Futtermittel durch die NE energetisch günstiger und damit proteinreiche relativ abgewertet werden. Dies sei deshalb von zusätzlicher Bedeutung, weil damit eine Umstellung auf NE auch zu einer Reduktion der N-Emissionen beitrage. - Eine umfassende Studie zu dieser Frage wurde von einem großen deutschen Futtermittelhersteller in Zusammenarbeit mit dem Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie durchgeführt. Hieraus ergab sich, dass die Optimierung auf der Basis ME zu gleichen Futterkomponentenanteilen und damit zu identischen Proteingehalten und Preisen führt wie eine Optimierung nach NE. Nach beiden Systemen wurde das Optimum bzw. **Preisminimum** beim Mindestproteingehalt erzielt, wenn die Aminosäuregehalte auf der Basis der praecaecalen Verdaulichkeit verwendet werden. Das heißt, in beiden Systemen wird das Ziel der Reduktion der N-Ausscheidungen gleichermaßen erreicht. - Hierzu ist noch anzumerken, dass es eigentlich nicht Aufgabe des Energiebewertungssystems ist, den Proteingehalt zu bestimmen. Der Gehalt an Protein und Aminosäuren ist durch eine Vorgabe bei der Optimierung eindeutig festzulegen.

5. **Empfehlungen zur Versorgung** mit ME für die unterschiedlichen Wachstumsabschnitte, Geschlechter und Genotypen stehen zur Zeit nicht zur Verfügung. Auf die Notwendigkeit, beim wachsenden Schwein neben dem Bedarf für Erhaltung und Wachstum auch den Energiebedarf für Aktivität und Thermoregulation als dritter Bedarfskomponente zu berücksichtigen, wurde oben schon hingewiesen. Es sind Unterschiede in der körperlichen Aktivität z.B. zwischen Kastraten und Ebern vorhanden, aber auch die Haltungform hat hierauf einen Einfluss. Ein solcher Bedarf kann jedoch physiologisch sinnvoll nur auf der Stufe der ME angegeben werden.

6. Es gibt daher keinen Grund aus wissenschaftlicher Sicht noch aus der Sicht der landwirtschaftlichen Praxis, eine Umstellung von der ME auf eine der vorhandenen NE-Systeme vorzunehmen.

## Literatur

- Beyer M., Chudy A., Hoffmann L., Jentsch W., Laube W., Nehring K., Schiemann R. (2003). Rostock Feed Evaluation System. Plexus Verlag, Miltenberg-Frankfurt.
- Blaxter K.L. (1989). Energy metabolism in animals and man. Cambridge University Press, Cambridge.
- Chudy A., Schiemann, R. (1969). Zur energetischen Verwertung der Nähr- und Futterstoffe für Erhaltung und Fettbildung. Arch. Tierernährg. 19, 231-249.
- CVB Veevoedertabel 2016. [www.cvbdiervoeding.nl](http://www.cvbdiervoeding.nl).
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, 2006). Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main.
- INRA (Institut National de la Recherche Agronomique, 2004). Tables of composition and nutritional value of feed materials. Wageningen Academic Publishers.
- Jentsch W., Chudy A., Beyer M. (2000). Die Rostocker Arbeiten zur energetischen Futterbewertung und zum Energiebedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. 1. Mitteilung: Historischer Rückblick und die Arbeiten in Rostock zur energetischen Futterbewertung. Übers. Tierernährg. 28, 133-182.
- Jentsch W., Beyer M., Chudy A. (2001). Die Rostocker Arbeiten zur energetischen Futterbewertung und zum Energiebedarf landwirtschaftlicher Nutztiere. 2. Mitteilung: Zur Weiterentwicklung des Rostocker Futterbewertungssystems. Übers. Tierernährg. 29, 1-44.
- Menke K.H. (1987). Ernährungsphysiologische Grundlagen. In: Tierernährung und Futtermittelkunde. Menke K.H., Huss W. (eds.). Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 15-114.
- Naatjes, M., Susenbeth, A., 2014. Energy requirement of growing pigs under commercial housing conditions. Arch. Anim. Nutr. 68, 93–110.
- Noblet J., Fortune H., Shi X.S., Dubois S. (1994). Prediction of net energy value of feeds for growing pigs. J. Anim. Sci. 72, 344-345.
- Noblet J., van Milgen J. (2004). Energy value of pig feeds: Effect of pig body weight and energy evaluation system. J. Anim. Sci. 82, E229-E238.
- Rijnen, M. (2003). Energetic utilization of dietary fiber in pigs. Ph.D. Thesis, Wageningen University.
- Shorthorst Research Institute B.V. (2016). Adjustment of coefficients in the net energy equation for swine. Circular Letter SFR 2014-14, Lelystad.
- Susenbeth A. (1996). Verteilung und Verwertung der Umsetzbare Energie beim wachsenden Schwein. Advances in Animal Physiology and Animal Nutrition 23. Blackwell Science, Berlin.
- Susenbeth A. (2005). Bestimmung des energetischen Futterwerts aus den verdaulichen Nährstoffen beim Schwein. Übers. Tierernährg. 33, 1-16.

### Autorenanschrift

Prof. Dr. Andreas Susenbeth  
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel  
Institut für Tierernährung und Stoffwechselfysiologie  
Hermann-Rodewald-Str. 9  
24098 Kiel

# Fermentation von Getreide und deren Einfluss auf die Futterqualität

## Karl Schedle

Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie,  
Department für Agrarbiotechnologie, Universität für Bodenkultur, Wien

## Einleitung

Als Fermentation oder Fermentierung (lat. fermentum „Gärung“) bezeichnet man die Metabolisierung von organischen Substraten durch Bakterien, Pilze oder Zellkulturen (Madigan et al. 2003). Die bekannteste Form der Fermentation ist neben der Produktion von Ethanol die im landwirtschaftlichen Bereich weit verbreitete Konservierung von Futtermitteln durch Silierung. Des Weiteren wird aber auch mit Hilfe dieser biotechnologischen Prozesse eine breite Palette an Produkten wie Enzyme, Antibiotika, Aminosäuren oder Bioethanol produziert. In der Landwirtschaft wird die Fermentation für die Konservierung, die Hygienisierung oder auch zur Verbesserung der Verdaulichkeit von Nährstoffen in Futtermitteln eingesetzt. Neben der Lagerung von Getreide in der Form von Silierung, oder der Konservierung des ganzen Korns in gasdichten Silos, rückte in den letzten Jahren vor allem für Schweineproduzenten die Fermentierung von Allein- oder Einzelfuttermitteln in den Focus. Hierbei soll eine „mikrobielle Hydrolyse“ der Futterkomponenten eine Erhöhung des Futterwerts bewirken (Canibe & Jensen 2003; Jørgensen et al. 2010).

Die in den letzten Jahren gestiegenen Futterkosten beeinflussen maßgeblich die Wirtschaftlichkeit in der Tierproduktion. In Österreich und Bayern wird in der Mastschweineproduktion vor allem aus Kostengründen Mais in feuchter Form auf den Betrieben für die Lagerung konserviert. Diese Lagermöglichkeit von Feuchtgetreide findet zunehmend auch in der Legehennenhaltung Anwendung. In den Regionen mit hohen Maisanteilen an der Fruchtfolge, ist jedoch eine deutliche Reduktion in der Anbaufläche erkennbar. Die Hauptursache dafür scheint durch die Schäden des Maiswurzelbohrers (*Diabrotica virgifera virgifera*) erklärbar. Daher gilt es eine Alternative zu Körnermais zu finden, die sowohl aus Sicht des Pflanzenbaus, als auch für die Tierernährung den Eigenschaften von Mais ähnelt. Diese Anforderungen kann Körnerhirse (*Sorghum bicolor L. Moench*) größtenteils erfüllen. Aus diesem Grund soll im folgenden Beitrag vor allem der Einfluss der Konservierungsform von Mais und Sorghum auf deren Nähr- und Mineralstoffverdaulichkeit erörtert werden. Darüber hinaus sollen neue Einsatzmöglichkeiten des Fermentationsprozesses am Beispiel der Weizenkleie aufgezeigt werden.

## Fermentation und Nährstoffverdaulichkeit

Grundsätzlich sollte bei der Fermentierung von Futtermischungen oder Einzelfuttermitteln eine „gerichtete“ (= solid state) Fermentation, welche mittels Zusatz von bestimmten Milchsäurebakterien bei einem geregelten Temperatur/Feuchtigkeitsmilieu für eine bestimmte Zeitdauer erfolgt, einer „unkontrollierten“ Fermentation vorgezogen werden (Song et al. 2008). Des Weiteren zeigten Versuche, dass sich eine fraktionierte Fermentierung von Einzelfuttermitteln oder der Getreidefraktion positiver auf die zootechnischen Parameter der Tiere auswirkte, als eine Fermentation der gesamten Futtermischung (Canibe & Jensen 2007). Eine plausible Erklärung hierfür scheint die durch den Fermentationsprozess hervorgerufene Decarboxylierung der in der Futterration enthaltenen freien Aminosäuren zu sein. Der Abbau kann bis zu 40% der im Futter vorkommenden freien Aminosäuren

ausmachen (Canibe et al. 2007) In Folge kommt es zu einer nicht bedarfsgerechten Versorgung der Tiere mit Lysin (Canibe & Jensen, 2010). Weiters werden auch die beobachteten Rückgänge in der täglichen Futtermittelaufnahme durch die erhöhten Gehalte an biogenen Aminen wie Cadaverin und den damit verbundenen schlechteren Geschmack des Futters begründet (Canibe & Jensen, 2003; 2010).

Eine Fermentation von Einzelfuttermitteln kann auch in Form einer Silierung oder Konservierung durch Luftabschluss ohne Zugabe von Flüssigkeiten oder mittels thermischer Regulation erreicht werden. In Österreich und Bayern wird diese Art der Fermentation vor allem zur kostengünstigen Lagerung von Feuchtmais, in letzter Zeit aber auch von Feuchthirse herangezogen.

In einer Versuchsreihe unseres Institutes (Humer et al. 2013, 2014) wurden die Auswirkungen unterschiedlicher Konservierungsverfahren von Mais (Trocknung, Maiskornsilierung (MKS), Ganzkornsilierung (GKS)) mit und ohne Phytasezusatz auf die scheinbare Gesamttraktverdaulichkeit der Nährstoffe untersucht. Die Ergebnisse dieser Studien zeigen, dass die verdaulichkeitsverbesserten Effekte, hervorgerufen durch den Fermentationsprozess, bei geschroteten Maissilage im Vergleich zur Ganzkornsilage, stärker ausgeprägt waren. Zu beachten sei jedoch, dass es während des Fermentationsprozesses zu einer Veränderung des Aminosäuremusters im Futtermittel kommen kann. Aus diesen Gründen sollte eine Anpassung an den Aminosäurebedarf in Betracht gezogen werden. Weiters konnte gezeigt werden, dass ein höherer Trockenmassegehalt zum Zeitpunkt der Konservierung die Verdaulichkeit bestimmter Nährstoffe (Energie, TM, OM, Stärke, Asche) sowie die des Phosphors reduziert (Leitner 2016). Die Energieverluste hervorgerufen durch den Konservierungsprozess konnten aber durch die Verdaulichkeitsfördernden Effekte der Konservierung mehr als kompensiert werden (Leitner 2016). Ähnliche verdaulichkeitsverbessernde Effekte wie beim Mais oder der Hirse, konnten auch bei einer „solide state“ Fermentation von Weizenkleie erzielt werden (Kraler et al. 2014). Die Verwendung von Weizenkleie beschränkt sich derzeit vorwiegend auf den diätetischen Einsatz in der Humanernährung sowie als Futtermittel. Andere Einsatzbereiche konnten bisher aus ökonomischer und wissenschaftlicher Sicht nicht realisiert werden. Da Kleie jedoch über einige wertvolle Inhaltsstoffe (Protein, Mengen- und Spurenelemente) verfügt, ist eine effizientere Nutzung dieses Nebenstroms der Lebensmittelindustrie wünschenswert. Der verbesserte Futterwert von Weizenkleie, ermöglicht durch den Fermentationsprozess, kann somit einen weiteren Beitrag zur Reduktion der Nahrungskonkurrenz bei der Erzeugung von tierischen Lebensmittel leisten.

Die Literatur berichtet jedoch von widersprüchlichen Ergebnissen in Bezug auf Fermentation von Futtermitteln und deren Einfluss auf die zootecnischen Leistungsparameter. Liu et al. 2007 erreichten etwa ebenfalls eine verbesserte Tageszunahme und Futtermittelverwertung durch den Einsatz von fermentiertem Sojaschrot im Ferkelfutter. Im Gegensatz dazu stellten Canibe & Jensen (2007) eine numerische Verschlechterung der Futtermittelverwertung sowohl in einer fermentierten Ergänzungsfuttermischung (31% Gerste, 31% Weizen, 22% Sojaschrot, 8% Fischmehl, 5% Fett) als auch bei einem fermentierten Alleinfutter im Vergleich zu trocken gefütterten Schweinen fest. Canibe & Jensen (2003) berichten wiederum von einer verringerten täglichen Futtermittelaufnahme und einer dadurch bedingten schlechteren Tageszunahme bei gleichbleibender Futtermittelverwertung bei der Verfütterung von fermentiertem Flüssigfutter im Vergleich zu Trockenfutter. Die Autoren begründen die schlechtere Futtermittelaufnahme vor allem durch verringerte Schmackhaftigkeit des fermentierten Futters. Grundsätzlich kann die Fermentationstechnologie zu einer Verbesserung der Nährstoffverdaulichkeit bei Futtermitteln und somit zu höheren zootecnischen Leistungen führen. Dennoch besteht vor allem bei der Fermentation von flüssigem Futter noch erheblicher Forschungsbedarf, um diesen Prozess zu optimieren (Humer et al. 2015).

## Das Potential der Fermentation zur Steigerung der Calcium- und Phosphorverdaulichkeit in pflanzlichen Futtermitteln

Phosphor (P) liegt in Pflanzen Großteils als Phytat (*myo*-Inositol-Hexakisphosphat), einem Ester aus Phosphorsäure und Inositol, vor (Greiner & Egli, 2003). Im getrockneten Mais Korn wie auch im Sorghum liegen 60 bis 90% des enthaltenen P in dieser vom monogastrischen Tier kaum nutzbaren Form dar (Sauvant, 2004), wobei der Gehalt durch verschiedene Behandlungsverfahren minimiert werden kann (Blaabjerg et al. 2010). In zwei nach den Richtlinien der GfE (1994) durchgeführten Verdaulichkeitsversuchen mit drei unterschiedlichen Maiskonserven konnte wir einen positiven Einfluss des Fermentationsprozesses auf die scheinbare P-Verdaulichkeit beim Mastschwein feststellen (Humer et al. 2013). Die Konserven wiesen folgende Trockenmassegehalte auf: Mais 88%, MKS 78% und GKS 75%. Die Silierung von Mais erhöhte die P-Verdaulichkeit im Vergleich zum getrockneten Mais Korn, sowohl bei vorhergehender Vermahlung (MKS: +52%) als auch bei Ganzkornsilierung (GKS: +30%). Auch beim Parameter Calcium (Ca)-Verdaulichkeit konnte eine Steigerung um durchschnittlich 15% bei den fermentierten Maiskonserven verzeichnet werden. Eine Supplementierung mit 750 FTU/kg einer *E. coli* Phytase führte zu einer weiteren Erhöhung der P-Verdaulichkeit. Obwohl die Phytase-induzierte Steigerung im fermentierten Mais Korn mit +37% in MKS und +51% in GKS geringer war als im getrockneten Mais (+74%), wiesen dennoch die fermentierten Maiskonserven höhere absolute P-Verdaulichkeitswerte als der getrocknete Mais auf. Auch in diesem Versuch war eine 9% höhere Ca-Verdaulichkeit bei fermentiertem Mais erkennbar, der Phytasezusatz bewirkte hingegen keine signifikante Steigerung. Die positive Auswirkung auf die Phosphorverdaulichkeit, induziert durch den Fermentationsprozess konnte auch bei der Fermentation von Weizenkleie festgestellt werden (Kraler et al. 2014). Ein möglicher Grund für die Steigerung der Mineralstoffverdaulichkeit könnte in der Aktivierung der nativ im Maiskeimling enthaltenen Phytase in Folge der pH-Wert-Senkung liegen (Kozłowska et al. 1996; Konietzny & Greiner, 2002). Weiters sollen auch Milchsäurebakterien in der Lage sein den Gehalt an Phytat-P zu verringern (Lopez et al. 2000; Hotz & Gibson 2001; Skrede et al. 2007). Da in keiner der Maiskonserven Phytaseaktivität detektierbar war (<80 FTU/kg), scheinen vor allem die Milchsäurebakterien für den Abbau des Phytat-P bedeutend zu sein. Somit kann zusammengefasst werden, dass Zulagen an mineralischem Phosphor durch die in Folge der Silierung des Mais Kornes erhöhte P-Verdaulichkeit reduziert werden können. Darüber hinaus werden exzessive P-Ausscheidungen über den Kot reduziert und somit die Umwelt entlastet. Eine weitere Verbesserung ist durch den Zusatz mikrobieller Phytase erreichbar. Die durch den Fermentationsprozess entstandenen Vorteile bleiben jedoch weiterhin bestehen.

## Schlussfolgerungen/Ausblick

Die Fermentation von Einzelfuttermitteln kann zu einer Verbesserung der zootecnischen Leistungen infolge einer Verbesserten Nährstoffverdaulichkeit führen. Daraus ergeben sich wiederum ein geringerer Verbrauch an natürlichen Ressourcen wie Phosphor oder Protein. In weiterer Folge trägt das Verfahren der Fermentation von Futtermitteln somit zu einer Reduzierung der Umweltbelastung bei der Produktion von tierischen Lebensmitteln bei. Zukünftig scheint durch eine „gerichtete“ Fermentation die Möglichkeit gegeben, faserreichen Futtermitteln wie zum Beispiel Weizenkleie, eine größere Bedeutung als Futtermittel in Rationen für monogastrischen Nutztiere zukommen zu lassen.

## Literatur

- Blaabjerg, K., Jørgensen, H., Tauson, A.H., Poulsen, H.D., 2010. Heat-treatment, phytase and fermented liquid feeding affect the presence of inositol phosphates in ileal digesta and phosphorus digestibility in pigs fed a wheat and barley diet. *Animal* 4, 876-885.
- Canibe, N., Jensen, B. B., 2003. Fermented and nonfermented liquid feed to growing pigs: effect on aspects of gastrointestinal ecology and growth performance. *Journal of Animal Science*, 81(8), 2019–2031.
- Canibe, N., Jensen, B. B., 2007. Fermented liquid feed and fermented grain to piglets- effect on gastrointestinal ecology and growth performance. *Livestock Science*, 108(1-3), 198–201.
- Canibe, N., Virtanen, E., Jensen, B. B., 2007. Microbial and nutritional characteristics of pig liquid feed during fermentation. *Animal Feed Science and Technology*, 134, 108-123.
- Canibe, N., Jensen, B. B., 2010. Fermented liquid feed—Feed processing has a big impact on microbial degradation of free lysine during fermentation. *Livestock Science*, 133(1), 120–123.
- GfE, 1994. Die Bestimmung des verdaulichen Phosphors beim Schwein, In: Kirchgeßner, M. (Ed.), Mitteilung des Ausschusses für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, Proc. Soc. Nutr. Physiol., Weihenstephan, pp. 113-119.
- Greiner, R., Egli, I., 2003. Determination of the activity of acidic phytate-degrading enzymes in cereal seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51, 847-850.
- Hotz, C., Gibson, R.S., 2001. Assessment of home-based processing methods to reduce the phytate content and phytate/zinc molar ratio of white maize (*Zea mays*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49, 692-698.
- Humer, E., Wetscherek, W., Schwarz, C., Schedle, K., 2013. Effect of maize conservation technique and phytase supplementation on total tract apparent phosphorus, calcium and nutrient digestibility in growing pigs. *Journal of Feed Science and Technology*. 185,70-77.
- Humer, E., Wetscherek, W., Scharz, C., Schedle, K., 2014. Effects of maize conservation techniques on the apparent total tract nutrient and mineral digestibility and microbial metabolites in the faeces of growing pigs. *Journal of Feed Science and Technology*. 197, 176-184.
- Humer, E., Schwarz, C., Schedle, K., 2015. Phytate in pig and poultry nutrition. 99, 605-625.
- Jørgensen, H., Sholly, D., Pedersen, A. Ø., Canibe, N., & Knudsen, K. E. B., 2010. Fermentation of cereals—Influence on digestibility of nutrients in growing pigs. *Livestock Science*, 134(1), 56–58.
- Konietzny, U., Greiner, R., 2002. Molecular and catalytic properties of phytate-degrading enzymes (phytases). *International Journal of Food Science and Technology* 37, 791-812.
- Kozłowska H., Honke J., Sadowska J., Frias J., VidalValverde C., 1996. Natural fermentation of lentils: Influence of time, concentration and temperature on the kinetics of hydrolysis of inositol phosphates. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 71, 367-375.
- Kraler, M., Schedle, K., Domig, K., Heine, D., Michlmayr, H., Kneifel, W., 2014. Effects of fermented and extruded wheat bran on total tract apparent digestibility of nutrients, minerals and energy in growing pigs. *Journal of Feed Science and Technology*. 197, 121-129.
- Leitner, K., 2016. Einfluss des Trockenmassegehaltes der Hirseganzkornsilage auf die Nährstoffverdaulichkeit beim Mastschwein. Masterarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien.

Liu, X., Feng, J., Xu, Z., Lu, Y., & Liu, Y. (2007). The effects of fermented soybean meal on growth performance and immune characteristics in weaned piglets. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 31(5), 341.

Lopez, H.W., Ouvry, A., Bervas, E., Guy, C., Messenger, A., Demigne, C., Remesy, C., 2000. Strains of lactic acid bacteria isolated from sour doughs degrade phytic acid and improve calcium and magnesium solubility from whole wheat flour. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48, 2281-2285.

Madigan M.T., Marinko J.M., Parker J., 2003. *Brock Mikrobiologie*. Spektrum, Akad. Verl., Berlin. ISBN: 3-8274-0566-1, 116.

Sauvant D., Perez J.-M., Tran G. (2004): *Tables of composition and nutritional value of feed materials*. INRA Editions. Wageningen: Wageningen Academic Publishers.

Skrede, A., Sahlstrom, S., Ahlstrom, O., Connor, K.H., Skrede, G., 2007. Effects of lactic acid fermentation and gamma irradiation of barley on antinutrient contents and nutrient digestibility in mink (*Mustela vison*) with and without dietary enzyme supplement. *Archives of Animal Nutrition* 61, 211-221.

Song, Y. S., Frias, J., Martinez-Villaluenga, C., Vidal-Valverde, C., de Mejia, E. G., 2008. Immunoreactivity reduction of soybean meal by fermentation, effect on amino acid composition and antigenicity of commercial soy products. *Food Chemistry*, 108(2), 571–581.

#### **Autorenanschrift**

Priv.-Doz. Dr. Karl Schedle  
Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie  
Department für Agrarbiotechnologie  
Universität für Bodenkultur, Wien  
Muthgasse 11  
A-1190 Wien  
karl.schedle@boku.ac.at

## Futteruntersuchung: Was ist wichtig?

**Stephan Schneider, Eva-Maria Brunlehner, Stefanie Fuhrmann, Günther Propstmeier**

Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft

### Einleitung

Die Kenntnis über die Inhaltsstoffe der eingesetzten Futtermittel ist Grundlage einer Rationsgestaltung, welche den Bedarf für Erhalt und angestrebte Leistung der Tiere deckt (Lengerken 2004, S. 40). Allgemein ist zu beachten: Je höher die Leistung des Tieres, desto geringer ist die Toleranz gegenüber einer unangemessenen Nährstoffversorgung (Sundrum 2005, 11 f.). Stimmt die Futterration mit den Bedarfswerten des Tieres überein, führt dies zu einer Reduzierung der Auswirkungen der Nutztierhaltung: Der Stoffwechsel des Tieres wird entlastet und die Umweltverträglichkeit (Reduzierung der N-/P-Ausscheidungen) verbessert (Wecke und Liebert 2014, S. 146). Zudem haben die Futterkosten einen maßgeblichen Einfluss auf die Höhe der variablen Kosten der Schweinemast, da diese im Durchschnitt der letzten fünf Jahre bei einem hohen Leistungsniveau (820 g tägliche Zunahme) 45% der gesamten variablen Kosten betragen (LfL 2016a). Eine LSQ-Auswertung des LKV Bayern zum Wirtschaftsjahr 2014/2015 über 1.994.207 Mastschweine zur Häufigkeit der Futteranalyse ergab, dass die Direktkostenfreie Leistung (Dkfl) bei Betrieben, welche nie eine Futteruntersuchung durchführen um 7,56 € pro Mastplatz und Jahr unter dem Durchschnitt aller ausgewerteten Betriebe liegt (15% der Tiere). Bei Betrieben mit seltener Futteranalyse (65% der Tiere) liegt die Dkfl pro Mastplatz 1,99 € über dem Durchschnitt und Betriebe, welche grundsätzlich ihr Futter untersuchen (20% der Tiere) Erlösen 5,57 € mehr pro Mastplatz und Jahr (LKV Bayern 2016a). Jedoch führten nach LKV Bayern (2016b, S. 28) 381 schweinehaltende Betriebe mit insgesamt 478.033 geprüften Tieren im Wirtschaftsjahr 2014/2015 nie eine Futteranalyse durch. Dies entspricht 13% der beim LKV Bayern geprüften Tiere. Die Mehrheit von 967 Betrieben mit 2.263.971 Tieren (64%) führten selten und nur 17% (242 Betriebe mit 597.766 Tieren) grundsätzlich eine Futteranalyse durch. Bei 83 LKV-Betrieben (205.080 geprüfte Tiere) wurde die Häufigkeit der Futteranalyse nicht erfasst (LKV Bayern 2016b, S. 28).

Zwar können Rationsberechnungen auch anhand von Tabellenwerten erstellt werden, jedoch ist fraglich, ob diese Tabellenwerte mit den tatsächlichen Inhaltsstoffen der eingesetzten Futtermittel übereinstimmen. Denn Tabellenwerte sind langjährige Mittelwerte, welche durch die überregionale Datenherkunft und aufgrund verschiedener Anbauverfahren eine große Streuung aufweisen können.

Getreide stellt in Bayern den Hauptbestandteil der Schweinerationen dar (LKV Bayern 2016b, S. 29). Hohe Getreideanteile in der Gesamtration können einen erheblichen Beitrag zur Deckung des Rohprotein- und Aminosäurebedarfs der Tiere leisten (Myrie et al. 2008, S. 609). Rodehutsord et al. (2016) untersuchten die chemische Zusammensetzung von sechs Getreidearten verschiedener Genotypen. Bei den Getreidearten ergeben sich in allen Inhaltsstoffen Streuungen. Am Beispiel des Weizens wird dies beim Rohprotein mit durchschnittlich 137 g/kg TM (SD  $\pm$  9,3), Lysin mit 2,72 g/16 g N (SD  $\pm$  0,125) und Phosphor mit 3,67 g /kg TM (SD  $\pm$  0,25) deutlich (Rodehutsord et al. 2016, S. 92–100).

Der Wert und die Qualität eines Futtermittels lässt sich mit verschiedenen Verfahren bestimmen (Kamphues et al. 2014, S. 5). Oft wird vergessen, dass schon mithilfe der menschlichen Sinne, einer sensorischen Prüfung (Griff, Geruch, Geschmack und insbesondere das Aussehen), eine Vielzahl an

Informationen über den Futterwert und den Hygienestatus des Futtermittels geliefert wird (Kamphues et al. 2009, S. 146). Ziel der Futtermittelanalytik muss es sein, den Futterwert mit möglichst einfachen Mitteln zu erfassen. Neben den chemischen Verfahren kommen heute vermehrt physikalische, wie die Infrarotspektroskopie (NIR), zur Anwendung, da bei diesen der Zeit- und Sachaufwand sowie die Umweltbelastung geringer ist (Wiesemüller und Leibetseder 1993, 14 f.). Beispielsweise kann der Gehalt an Aminosäuren für die wichtigsten Getreidearten und Eiweißfutter im Futtermittellabor des LKV in Grub mittels der Schnellanalyse AminoNIR durchgeführt werden (Lindermayer 2012, S. 18).

Da die bedarfsgerechte Fütterung von Schweinen aus tiergesundheitsfördernden, umweltverträglichen und ökonomischen Gesichtspunkten zunehmend eine Rolle spielt, werden in diesem Beitrag die wichtigsten Aspekte der Futteruntersuchung anhand folgender Fragen dargestellt: (i) Welche Untersuchungshäufigkeit ist für einen schweinehaltenden Betrieb sinnvoll, (ii) welche Parameter sollen untersucht werden, (iii) was ist bei einer repräsentativen Probenziehung zu beachten und (iv) wie sind die Untersuchungsergebnisse zu interpretieren und welcher Handlungsbedarf ergibt sich hieraus?

## Material und Methoden

Zur Beantwortung der oben dargestellten Fragen wird auf die Auswertungen der Fleischleistungsprüfung 2015 des LKV Bayern (LKV Bayern 2016b) sowie die Futteruntersuchungsergebnisse des LKV-Labors in Grub (LfL 2016b) zurückgegriffen. Die Prüfdichte des LKV Bayern betrug im Wirtschaftsjahr 2014/2015 bei der Ferkelerzeugung 70,1% und in der Schweinemast 62,5% des Durchschnittsbestandes laut InVeKos (LKV Bayern 2016b, S. 16, 48). Zum 1.7.2016 sind im Bereich der Ferkelerzeugung 1.285 Betriebe mit 144.270 Zuchtsauen und 1.606 Schweinemastbetriebe mit 1.235.963 Mastplätzen im LKV Bayern organisiert (LKV Bayern 2016d). Die Rationsberechnungen wurden mit dem Zifo2 Zielwert-Futteroptimierung-Programm durchgeführt (LfL 2016c).

## Ergebnis und Diskussion

Im WJ 2015/2016 wurden in Bayern von den schweinehaltenden Ringbetrieben insgesamt 2.240 Futtermittelproben auf Roh Nährstoffe untersucht. Hier sind sowohl die nasschemischen als auch die NIR-Untersuchungen beinhaltet (Abbildung 1).

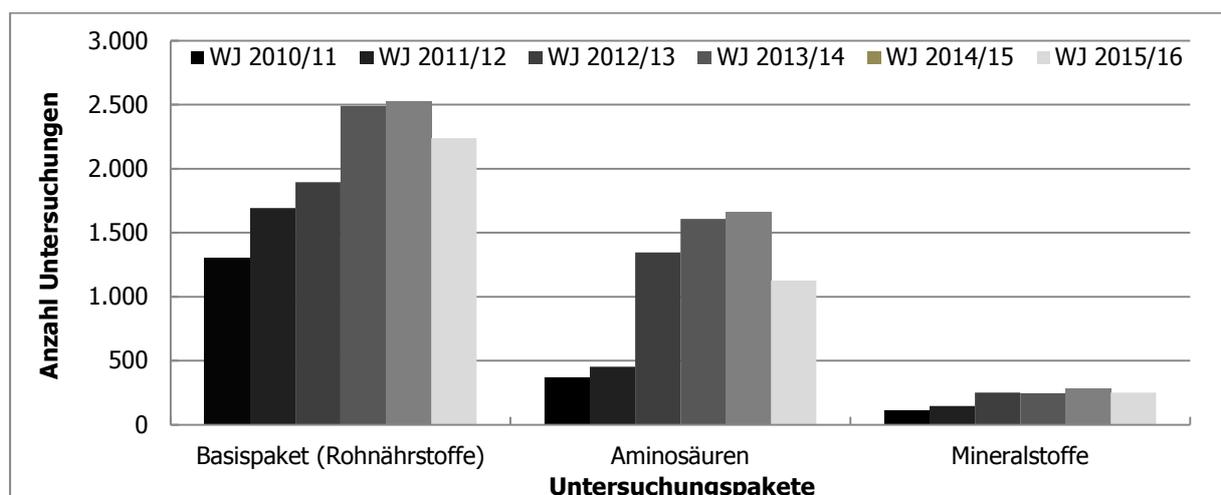


Abbildung 1: Anzahl der Futteruntersuchungen im LKV-Labor in Grub nach Untersuchungspaketen. [Quelle: LfL 2016b]

Bedenklich ist der starke Rückgang der Untersuchungen auf Aminosäuren im abgelaufenen Wirtschaftsjahr, da deren Kenntnis für eine bedarfsgerechte Rationsformulierung unabdingbar ist. Der Rückgang könnte durch den Anstieg der Untersuchungskosten für AminoNIR von 5 auf 9 € pro Probe erklärt werden. Bei der Analyse der Häufigkeit der Futtermitteluntersuchungen (Abbildung 1) ist zu beachten, dass diese nur auf der Anzahl der im LKV-Labor in Grub untersuchten Futtermittel basiert. Die Daten spiegeln somit nicht alle Futteruntersuchungen der bayerischen Ringbetriebe wieder, da Futteruntersuchungen in anderen Laboren nicht erfasst wurden. Ferner beeinflussen einzelne Betriebe, welche beispielsweise im Rahmen von Meisterarbeitsprojekten deutlich mehr Untersuchungen durchführen, das Gesamtergebnis. Die Verteilung der untersuchten Futtermittel in Bezug auf die einzelnen Untersuchungspakete zeigt, dass die Ringbetriebe insbesondere Weizen und Gerste untersuchen lassen und Alleinfutter selten analysiert wird (Tabelle 1).

Tabelle 1: Anzahl Proben ausgewählter Futtermittel im Wirtschaftsjahr 2015/16, LKV-Labor Grub. [Quelle: LfL 2016b]

Produkt	Anzahl der untersuchten Proben			
	Rohnährstoffe <sup>a</sup>	Aminosäuren 1 <sup>b</sup>	Aminosäuren 2 <sup>c</sup>	Mineralstoffe 1 <sup>d</sup>
Weizen	457	1	274	17
Gerste	550		336	22
Körnermais	33		14	2
Maiskornsilage	100	30	4	2
Ackerbohnen	16	1	20	
Erbsen	50	1	3	
Süß-Lupinen	10		2	
SES	205		74	3
RES	23		7	1
Alleinfutter				
- säugend	47	20	6	27
- tragend	56	25	5	21
- Mast	100	36	34	25

SES, Sojaextraktionsschrot; RES, Rapsextraktionsschrot.

<sup>a</sup> NIR und nasschemische Untersuchung (Weender); <sup>b</sup> Lysin; <sup>c</sup> Lysin, Methionin, Threonin, Tryptophan (nasschemisch und AminoNIR); <sup>d</sup> Mineralstoffpaket 1: Ca, P, Na, K, Mg, Cu, Zn.

Im Wirtschaftsjahr 2015/2016 ließen die 2.891 schweinehaltenden Ringbetriebe 1.319 Getreideproben inklusiv Körnermais und Maiskornsilage untersuchen. Dies entspricht einer Futteranalysehäufigkeit von 0,46 Proben pro LKV-Betrieb. Bei Aminosäuren ergibt sich eine Futteranalysehäufigkeit von 0,25 Proben, bei Mineralstoffen von 0,02 Proben pro Betrieb. Die Untersuchungshäufigkeit bei Alleinfutter ist noch niedriger und liegt beispielsweise bei Schweinemastbetrieben bei 0,06 Rohnährstoff-, 0,04 Aminosäure- und 0,02 Mineralstoffuntersuchungen pro LKV-Betrieb.

Aufgrund der getreidebasierten Schweinemastrationen in Bayern werden die Ergebnisse der Futteruntersuchungen von Weizen und Gerste der Ernten 2011 bis 2014 mit dem Tabellenwert verglichen (Tabelle 2). Neben der Untersuchung der Rohnährstoffe, Aminosäuren und Mineralstoffe für eine bedarfsgerechte Versorgung der Tiere, gewinnen die Kenntnisse über den Rohprotein- und Phosphorgehalt im Futter zusätzlich für die Einhaltung rechtlicher Vorgaben, wie die Düngeverordnung (DüV) oder die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft), zunehmend an Bedeutung.

Tabelle 2: Tabellenwert und Futteruntersuchungsergebnisse Weizen und Gerste, Mittelwerte (Min-Max), der Ernten 2011-2014 (88% TM).  
[Quelle: LfL 2014, LfL 2016b]

Futtermittel	Anzahl Untersuchungen Rohnährstoffe/Amino- säuren/Mineralstoffe	ME MJ/kg TF	XF g/kg TF	XP g/kg TF	Lysin g/kg TF	Phosphor g/kg TF
<b>Weizen</b>						
Tabellenwert LfL		13,77	26	121	3,4	3,3
WJ 2014/2015 - Ernte 2014	581/479/32	13,90 (13,2-14,1)	24 (16-51)	112 (79-153)	3,1 (2,6-4,0)	3,0 (1,9-3,9)
WJ 2013/2014 - Ernte 2013	507/436/54	13,85 (13,7-14,0)	24 (16-31)	115 (78-170)	3,2 (2,7-4,0)	3,1 (2,1-4,2)
WJ 2012/2013 - Ernte 2012	360/314/7	13,78 (13,3-13,9)	25 (21-35)	120 (82-166)	3,3 (2,6-4,2)	2,8 (2,6-3,2)
WJ 2011/2012 - Ernte 2011	262/43/6	13,83 (13,5-14,0)	27 (21-32)	125 (95-158)	3,5 (3,0-4,4)	2,4 (2,2-2,7)
<b>Gerste</b>						
Tabellenwert LfL		12,68	44	110	3,9	3,5
WJ 2014/2015 - Ernte 2014	628/537/70	12,70 (11,9-13,1)	40 (19-60)	105 (75-136)	3,7 (3,0-4,5)	3,3 (1,8-4,0)
WJ 2013/2014 - Ernte 2013	638/538/70	12,70 (11,5-13,3)	41 (15-85)	110 (73-150)	3,9 (3,0-6,7)	3,2 (2,2-4,7)
WJ 2012/2013 - Ernte 2012	474/392/7	12,74 (12,4-13,3)	42 (13-71)	110 (71-162)	3,8 (3,0-5,0)	2,9 (2,6-3,2)
WJ 2011/2012 - Ernte 2011	321/55/8	12,79 (12,4-13,4)	39 (14-68)	116 (91-149)	3,8 (2,8-4,8)	2,8 (2,3-3,2)

Da Lysin die erstlimitierende Aminosäure beim Schwein darstellt und Weizen häufig in bayerischen Rationen eingesetzt wird, erfolgt eine Analyse des Lysingehaltes der Weizenernte der Jahre 2013-2015. Hierbei wird ersichtlich, dass dieser starken Schwankungen unterliegt und die Mehrzahl der Proben, insbesondere der Ernte 2014, unter dem LfL-Tabellenwert von 3,4 g/kg TF liegt (Abbildung 2). Der Mittelwert des Lysingehaltes liegt im Erntejahr 2013 bei 3,20 (SD  $\pm$  0,21), im Erntejahr 2014 bei 3,12 (SD  $\pm$  0,21) und im Erntejahr 2015 bei 3,29 g/kg TF (SD  $\pm$  0,20).

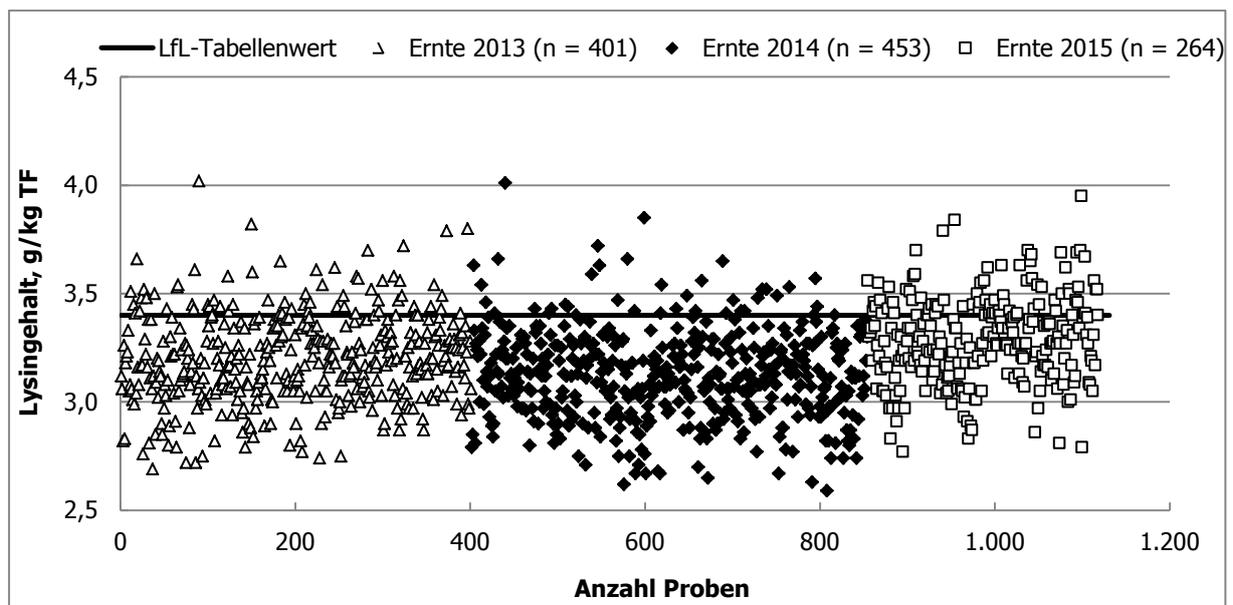


Abbildung 2: Lysingehalt Weizen der Erntejahre 2013-2015.  
[Quelle: LfL 2016b, LfL 2014]

In Schweinemastrationen sind mindestens 5% bis max. 6,5% Lysin im Rohprotein anzustreben, da bei höheren Werten die Gefahr einer Unterversorgung mit den Folgeamino-säuren besteht. Je höher dieser Wert, desto geringer ist die Umweltbelastung und desto genauer wird am Bedarf des Tieres gefüttert (DLG 2010, 27 f.). Bei der Auswertung des Weizens der Erntejahre 2013-2015 (n = 1.118) wird deutlich, dass mit steigenden Rohproteingehalten der Lysingehalt im Rohprotein fast linear abnimmt (Tabelle 3).

Tabelle 3: Rohprotein- und Lysingehalt sowie Lysin/16 g N von Weizen der Ernten 2013-2015.  
[Quelle: LfL 2016b]

Rohprotein, g/ kg TF	n	Lysin, g/ kg TF	Lysin/16 g N
> 150	4	3,93	2,50
141-150	7	3,72	2,57
131-140	85	3,53	2,62
121-130	260	3,35	2,68
111-120	381	3,19	2,77
101-110	253	3,04	2,87
91-100	105	2,87	2,98
<= 90	23	2,73	3,14

Aufgrund der gezeigten Schwankungen der Inhaltsstoffe sowie der Wichtigkeit der Lieferung an wertbestimmenden Inhaltsstoffen einzelner Futtermittel, ergeben sich unterschiedliche Untersuchungshäufigkeiten und auszuwählende Untersuchungsparameter (Tabelle 4).

Tabelle 4: Untersuchungsempfehlung für einzelne Futtermittel pro Jahr.  
[Quelle: DLG 2010, S. 48; LfL 2014, S. 97, verändert]

Futtermittel	Wichtige Parameter	Analyse	Anzahl pro Jahr
Energiefuttermittel (z. B. Weizen)	TM, XP, XF Lys/Met/Thr/Trp P	Rohnährstoffe, Aminosäuren, Mineralstoffe	1
Nebenprodukte (z. B. Molke)	TM, XP, XF, XA Lys/Met/Thr/Trp	Rohnährstoffe, Aminosäuren	2
Eiweißfutter (z. B. SES)	TM, XP, XF Lys/Met/Thr/Trp	Rohnährstoffe, Aminosäuren	2
Ergänzungsfutter	TM, XP, XF, XA Lys/Met/Thr/Trp Ca, P, Na	Rohnährstoffe, Aminosäuren, Mineralstoffe	2
Mineralfutter	TM, XA Lys/Met/Thr/Trp Ca, P, Na	(Rohnährstoffe), Aminosäuren, Mineralstoffe	1
Alleinfutter/Rationen	TM, XP, XF, XA Lys/Met/Thr/Trp Ca, P, Na	Rohnährstoffe, Aminosäuren, Mineralstoffe	1

SES, Sojaextraktionsschrot.

Insbesondere bei Getreidezukauf ist eine häufigere Untersuchung sinnvoll, da die Bezahlung weg von der reinen Mengenbetrachtung hin zu einer Bezahlung nach wertbestimmenden Inhaltsstoffen erfolgen sollte. Bei Futtermitteln wie Molke oder Bierhefe schwanken die Gehalte, insbesondere die Trockenmassegehalte, stark (LfL 2016b). Somit ist hier eine regelmäßige Bestimmung der Trockenmassegehalte angezeigt. Da Sojaextraktionsschrot (SES) auf den meisten Schweinemastbetrieben das wichtigste Eiweißfuttermittel darstellt, kann es einzelbetrieblich sinnvoll sein, auch diesen häufiger zu untersuchen. Bei Bedarf ist eine Keim- und/oder Mykotoxinuntersuchung nach einer obligatorischen sensorischen Prüfung durchzuführen. Auf eine Untersuchung von wissenschaftlich noch abzusichernden Parametern, für die derzeit noch keine Ziel- bzw. Referenzwerte vorliegen, kann der Landwirt verzichten. Beispielhaft ist hier aNDFom und ADFom zu nennen. Aufbauend auf der Untersuchungsempfehlung (Tabelle 4) wird ein Beprobungsplan für die jährlichen Futteruntersuchungen, beispielhaft für einen Schweinemastbetrieb (1.000 Mastplätze), mit einer Kostenkalkulation entwickelt (Tabelle 5).

Tabelle 5: Beprobungsplan und Kostenkalkulation für die jährlichen Futteruntersuchungen eines Schweinemastbetriebes mit 1.000 Mastschweineplätzen, Kosten lt. LKV Bayern 2016c.

Futtermittel	Häufigkeit pro Jahr	Jährliche Untersuchungskosten, € zzgl. 19% USt		
		Rohnährstoffe	Aminosäuren (Lys/Met/Thr/Trp)	Mineralstoffe (Ca, P, Na, K, Mg, Cu, Zn)
Weizen	1	26	9 <sup>a</sup>	20
Gerste	1	26	9 <sup>a</sup>	20
Körnermais	1	26	9 <sup>a</sup>	20
Sojaextraktionsschrot	2	52	18 <sup>a</sup>	-
Mineralfutter	1	39	39	20
Alleinfutter/Rationen	1 (3 Phasen)	78	117	60
Summe	9	247	201	140

<sup>a</sup> AminoNIR.

Für den Beispielsbetrieb mit 1.000 Schweinemastplätzen ergeben sich jährliche Futteruntersuchungskosten von 588 € zzgl. 19% USt (Tabelle 5). Dieser Betrag mag auf den ersten Blick hoch erscheinen, jedoch werden bei einigen Fleischerzeugerringen in Bayern Futteruntersuchungen mit bis zu 50% bezuschusst. Bei einer jährlichen Futtermenge von ca. 8.064 dt und anhand aktueller Preise kalkulierten Futterkosten von ca. 160.600 € ergeben sich Analysekosten von 0,09 €/dt bzw. 0,22 € pro erzeugtem Mastschwein. Gegebenenfalls könnte bei der Untersuchung des Mineralfutters eingespart werden, da bei Ringmineralausschreibungen eine zentrale Beprobung und somit Qualitätskontrolle stattfindet. Wie in vielen anderen Bereichen gibt es auch hier eine Größendegression, da sich Futteruntersuchungskosten als Fixkosten mit zunehmender Betriebsgröße auf immer mehr Tiere verteilen.

Bei Erstellung einer repräsentativen Probe ist darauf zu achten, dass die Anzahl der Einzelproben sowie die Menge der Endprobe futtermittel- und lagerungsabhängig ist. Folgende Probenahmeregeln sind hierbei zu beachten (DLG 2010, S. 49, verändert):

- Erstellung eines Futterprobenplans für den gesamten Betrieb und Jahr
- Rechtzeitige Probenziehung (nach der Ernte: „Eimermethode“ bei Einlagerung, bei Futterlieferung bzw. -herstellung)
- Aussagekräftige Einzelproben (5-10) zu Sammelproben zusammenfassen (repräsentativ, reproduzierbar)
- Sammelprobe gut durchmischen (Entmischen vermeiden!) und Teilmuster ziehen (Versandprobe und Rückstellprobe)
- Probemengen: Trockenfutter (Getreide/SES) 0,5 kg; Flüssigfutter (Molke) 2 l
- Endproben in saubere, trockene, luftdichte Behältnisse abfüllen
- Flüssigfutter am besten einfrieren oder zumindest kühlen
- Identität der Proben durch eindeutige Beschriftung sicherstellen.

**Cave:** Futterproben nicht nach der Wochenmitte ziehen und ins Labor schicken, da die Gefahr besteht, dass die Probe das Wochenende über bei der Post unter nicht optimalen Bedingungen gelagert wird.

Um die Auswirkungen unterschiedlicher Rohprotein- und Lysingehalte des Weizens auf die Rationsgestaltung zu untersuchen, wurden zwei Rationsberechnungen durchgeführt. Der Mittelwert des Rohproteingehaltes der Futteruntersuchungen von Weizen der Erntejahre 2013-2015 beträgt 115 g/kg TF (SD  $\pm$  11,79). Bei Variante 1 (V1) wird ein Weizen mit einem unterdurchschnittlichen Rohproteingehalt angenommen, indem der Mittelwert um die Standardabweichung reduziert wird, sodass bei V1 der Rohproteingehalt 103 g/kg TF beträgt. Zur Berücksichtigung eines Weizens mit einem überdurchschnittlichen Rohproteingehalt wurde bei Variante 2 (V2) der Mittelwert um die Standardabweichung erhöht. Hierdurch ergibt sich für V2 ein Rohproteingehalt von 127 g/kg TF. Die angenommenen Lysin- und Methioningehalte entsprechen den Mittelwerten der untersuchten Proben mit einem XP-Gehalt von 103 g/kg TF (n = 25, Lysin 2,97 g/kg TF, Methionin 1,61 g/kg TF) bzw. 127 g/kg TF (n = 21, Lysin 3,38 g/kg TF, Methionin 1,93 g/kg TF). Anhand dieser Werte wurde die Rationsberechnung für V1 und V2 durchgeführt (Tabelle 6).

Der erhöhte Rohprotein- und Lysingehalt des Weizens in V2 gegenüber V1 führt bei gleichem Weizenanteil und demselben Mineralfutter in der Ration zu einem verringerten SES-Bedarf in den drei Mastabschnitten. Dadurch ergibt sich für V2 ein geringerer Preis der einzelnen Mastmischungen und somit auch je dt mittlerer Mastmischung. Jedoch stehen dem ökonomischen Vorteil von V2 im Vergleich zu V1 (0,25 €/dt TF mittlere Mastmischung) ein erhöhter mittlerer Rohproteingehalt (+ 8 g Rohprotein/kg TF mittlere Mastmischung) und damit verbunden auch höheren N-Ausscheidungen entgegen (+ 8%).

Nach Hiller et al. (2014, S. 71) entspricht V1 einer stark N-/P-reduzierten Fütterung, wohingegen V2 nur die Werte einer N-/P-reduzierte Fütterung erreicht. Somit entsteht in diesem Beispiel ein Widerspruch zwischen Ökonomie und Ökologie.

Tabelle 6: Zusammensetzung, Inhaltsstoffe und Preis der Rationen sowie N-/P-Ausscheidung der Variante 1 und Variante 2.  
[Quelle: LfL 2016b, LfL 2016c]

Gewichtsabschnitte, kg LG	V1 (Weizen - 103 g XP/kg TF)					V2 (Weizen - 127 g XP/kg TF)				
	30,0 - 60,5	60,5 - 90,6	90,6 - 119,9	Mittlere Mastmischung	30,0 - 60,5	60,5 - 90,6	90,6 - 119,9	Mittlere Mastmischung		
Zusammensetzung										
Weizen	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
Gerste	20	25,5	31	31,5	21,5	26,5	31,5	26,5	31,5	
Körnermais	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
SES, 44% XP	19,5	14	8,5	8	18	13	8	13	8	
Mineralfutter 10/3/3,5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Fasermix, 20% XF	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Rapsöl	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
Inhaltsstoffe										
Umsetzbare Energie	13,09	13,07	13,04	13,08	13,12	13,10	13,08	13,10	13,08	
Rohprotein (XP)	169	151	133	149	175	159	142	159	157	
Lysin	10,65	9,39	8,13	9,23	10,49	9,35	8,20	9,35	9,20	
Methionin	3,34	3,12	2,89	3,03	3,45	3,24	3,03	3,24	3,03	
Rohfaser (XF)	38	38	37	37	38	37	37	37	37	
Calcium (Ca)	6,4	6,3	6,2	6,2	6,4	6,3	6,2	6,3	6,2	
Phosphor (P)	4,1	3,9	3,8	3,9	4,0	3,9	3,8	3,9	3,9	
Verdaulicher P (Phytase)	2,7	2,6	2,5	2,5	2,7	2,6	2,5	2,6	2,5	
Preis	21,56	20,11	18,65	19,92	21,17	19,84	18,52	19,84	19,67	
N-/P-Ausscheidung				Summe				Summe		
N-Ausscheidung/Tier	1,07	1,24	1,4	3,71	1,13	1,33	1,54	1,33	4,00	
P-Ausscheidung/Tier	0,12	0,17	0,23	0,52	0,12	0,17	0,23	0,17	0,52	
N-Ausscheidung/Tierplatz	3,44	3,96	4,48	11,88	3,63	4,26	4,93	4,26	12,82	
P-Ausscheidung/Tierplatz	0,39	0,55	0,74	1,68	0,38	0,54	0,73	0,54	1,66	

SES, Sojaextraktionsschrot.

Preisansätze Futtermittel (€/dt): Weizen 14,50; Gerste 13,50; Körnermais 15,00; SES 44% XP 40,00; Mineralfutter 70,00; Fasermix 22,00; Rapsöl 100,00.

Dies ist hinsichtlich der sich verschärfenden ordnungsrechtlichen Vorschriften, wie die DüV und TA Luft, insbesondere für flächenknappere Betriebe kritisch zu sehen. In beiden Rechtsvorschriften sind in den Entwürfen zur Novellierung Regelungen hinsichtlich einer nährstoffreduzierten Fütterung (N und P) enthalten, welche zukünftig für die benötigte Fläche oder den Stallneubau entscheidend sein werden. Der scheinbare Widerspruch von Ökonomie und Ökologie kann aufgelöst werden, indem durch eine Anpassung des Mineralfutters (kristalline Aminosäuren) der Anteil an SES auch bei einem niedrigen Lysingehalt des Weizens, wie in V1, reduziert werden kann (Rosenfelder et al. 2015, S. 1142).

Die ersten Untersuchungsergebnisse der Ernte 2016 zeigen sowohl für Gerste (n = 157) mit 105 g XP/kg TF als auch für Weizen (n = 33) mit 116 g XP/kg TF Gehalte, die unter den Tabellenwerten liegen. Insbesondere zeichnen sich beim Weizen geringe Lysingehalte von derzeit 3,18 g/kg TF ab (Lfl 2016b).

## Fazit und Ausblick

Für eine tiergesundheitsfördernde, umweltverträgliche und ökonomische Schweinehaltung werden am Bedarf des Tieres optimierte Futtermitteln benötigt. Somit ist eine fortlaufende analytische Kontrolle durch Futteruntersuchungen für einen zukunftsfähigen Betrieb unabdingbar. Wie die Ergebnisse und Kalkulationen zeigen, wird zukünftig einerseits ein an den Bedarf der Tiere angepasster Pflanzenbau und andererseits eine an die Futteruntersuchungsergebnisse angepasste Mineralfutterauswahl, insbesondere in Bezug auf die Aminosäurezusammensetzung, einen größeren Stellenwert einnehmen.

Rechtliche Vorgaben werden zukünftig verstärkt die Notwendigkeit von Futteruntersuchungen und die Dokumentation der Fütterung fordern. Sowohl die Forschung und Lehre als auch die Beratung müssen den Landwirten die Notwendigkeit von Futteruntersuchungen aufzeigen und somit gemeinsam mit den Landwirten einen Beitrag zum Gemeinwohl leisten.

## Literaturverzeichnis

DLG - Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e. V. (2010): Erfolgreiche Mastschweinefütterung. Frankfurt am Main: DLG-Verlag.

Hiller, P.; Linder Mayer, H.; Lüpping, W.; Meyer, A.; Pohl, C.; Pries, M. et al. (2014): Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere. Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e. V. (Hg.). 2. Aufl. Frankfurt am Main: DLG-Verlag.

Kamphues, J.; Coenen, M.; Iben, C.; Kienzle, E.; Pallauf, J.; Simon et al. (2009): Supplemente zu Vorlesungen und Übungen in der Tierernährung. Begründet von Helmut Meyer. 11. Aufl. Hannover: M. & H. Schaper.

Kamphues, J.; Coenen, M.; Wolf, P.; Liesegang, A.; Eder, K.; Männer, K. et al. (2014): Supplemente zur Tierernährung. Für Studium und Praxis. Begründet von Helmut Meyer. 12. Aufl. Hannover: M. & H. Schaper.

Lengerken, J. von (2004): Qualität und Qualitätskontrolle bei Futtermitteln. Methodik - Analytik - Bewertung. Frankfurt am Main: Deutscher Fachverlag.

Lfl - Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2014): Futterberechnung für Schweine. 21. Aufl. Freising: Lfl.

Lfl - Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2016a): Lfl-Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten - Schweinemast. <https://www.stmelf.bayern.de/idb/schweinemastkonv.html> (28.08.2016).

Lfl - Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2016b): webFuLab. Onlineanwendung zur Futteruntersuchung für LKV-Betriebe. <https://www.stmelf.bayern.de/neofulab/;jsessionid=9341294A5AF5D308B639E2EFF5713C9B?0> (28.08.2016).

Lfl - Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2016c): Zifo2 Zielwert-Futteroptimierung. Version 2: Lfl.

Linder Mayer, H. (2012): Die bayerische Eiweißinitiative. In: Carmen Fahn und Wilhelm Windisch (Hg.): 50. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e. V. Perspektiven einer ressourcenschonenden und nachhaltigen Tierernährung. Freising, 4. Oktober 2012. Freising: Bayerische Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e. V., S. 14–23.

LKV Bayern - Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e. V. (2016a): Einfluss der Häufigkeit der Futteranalyse auf die Direktkostenfreie Leistung im Wirtschaftsjahr 2014/2015 (LSQ-Auswertung). Unveröffentlicht.

LKV Bayern - Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e. V. (2016b): Fleischleistungsprüfung in Bayern 2015. Ergebnisse und Auswertungen. München: LKV Bayern.

LKV Bayern - Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e. V. (2016c): Gebührenordnung LKV Bayern. Futteruntersuchung. <http://www.lkv.bayern.de/kopfUndFussZeile/gebuehrenordnung.html>, zuletzt aktualisiert am 2016 (01.09.2016).

LKV Bayern - Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e. V. (2016d): Situationsberichte. Aktueller Umfang der Leistungsprüfung. Stand der Leistungsprüfung Juli 2016. <http://www.lkv.bayern.de/lkv/medien/Situationsberichte/situation1607.pdf> (28.08.2016).

Myrie, S. B.; Bertolo, R. F.; Sauer, W. C.; Ball, R. O. (2008): Effect of common antinutritive factors and fibrous feedstuffs in pig diets on amino acid digestibilities with special emphasis on threonine. In: *Journal of animal science* 86 (3), S. 609–619. DOI: 10.2527/jas.2006-793.

Rodehutscord, M.; Ruckert, C.; Maurer, H. P.; Schenkel, H.; Schipprack, W.; Bach Knudsen, K. E. et al. (2016): Variation in chemical composition and physical characteristics of cereal grains from different genotypes. In: *Archives of animal nutrition* 70 (2), S. 87–107. DOI: 10.1080/1745039X.2015.1133111.

Rosenfelder, P.; Mosenthin, R.; Spindler, H. K.; Jorgensen, H.; Bach Knudsen, K. E.; Sauer, N. et al. (2015): Standardized ileal digestibility of amino acids in eight genotypes of soft winter wheat fed to growing pigs. In: *Journal of animal science* 93 (3), S. 1133–1144. DOI: 10.2527/jas.2014-8079.

Sundrum, A. (2005): 4 Fütterung und Tiergesundheit. In: A. Striessel (Hg.): Leitfaden zur Nutztiergesundheit. Ganzheitliche Prophylaxe und Therapie. Stuttgart: Sonntag.

Wecke, C.; Liebert, F. (2014): 37 Bedarfsangepasste und umweltrelevante Aminosäurenversorgung von Mastschweinen nach dem Konzept des Idealproteins. In: Verband der Landwirtschaftskammern und DLG e. V. (Hg.): Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. Tagungsunterlagen: Beiträge der Veranstaltung vom 1. und 2. April 2014 in Fulda. Verband der Landwirtschaftskammern, S. 146–149.

Wiesemüller, W.; Leibetseder, J. (1993): Ernährung monogastrischer Nutztiere. Jena, Stuttgart: G. Fischer.

#### **Autorenanschrift**

Stephan Schneider  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)  
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft (ITE)  
Prof.-Dürrwaechter-Platz 3  
85586 Poing  
Tel. 089 99141 420  
[Stephan.Schneider@LfL.bayern.de](mailto:Stephan.Schneider@LfL.bayern.de)

## Stärken-/Schwächen-Profil Fütterung – Futterdatencontrolling im Verbund

**Eva-Maria Brunlehner<sup>1</sup>, Stefanie Fuhrmann<sup>1</sup>, Dr. Stephan Schneider<sup>1</sup>  
Dr. Josef Bergermeier<sup>2</sup>, Dr. Dorette Sprengel<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft

<sup>2</sup> Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e.V.

### Hinführung

Das Forschungsprojekt „Bayerische Eiweißinitiative – Schweinefütterung“ hat die qualitative und quantitative Optimierung der Eiweiß- bzw. Aminosäureversorgung in der Schweinefütterung zum Ziel. Im Rahmen des Projektes wird die Frage bearbeitet, wie die N-/P-reduzierte Fütterung als effizientes Mittel zur Eiweißeinsparung noch besser in der Praxis Anwendung finden kann und welche Beratungsmodule notwendig sind, um die Beratung hierbei zu unterstützen. Somit liegt der Schwerpunkt dieses Projektes vor allem auf der Umsetzung und dem Wissenstransfer in die Praxis.

Die Art und Weise der Fütterung bestimmt maßgeblich den Nährstoffanfall aus der Tierhaltung und stellt auf einzelbetrieblicher Ebene gleichzeitig den größten Posten bei den variablen Kosten in der Schweinefleischproduktion dar. Um die Nährstoffeffizienz der Fütterung zu betrachten und das Futtercontrolling im Betriebsablauf besser integrieren zu können, wurde vom Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft (ITE) der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft zusammen mit dem Landeskuratorium für tierische Veredelung in Bayern (LKV Bayern) ein Verbundprojekt initiiert. Die Kooperationspartner haben ein Beratungsmodul entwickelt, welches es ermöglicht, die Fütterung von den Futtermittelrohstoffen über die Futterplanung bis hin zur Mastauswertung mit einer detaillierten Futterdatenauswertung zu vernetzen.

Durch dieses Beratungsmodul „Stärken-/Schwächen-Profil Fütterung“ sollen LKV-Mitgliedsbetriebe in der Verbundberatung für das Thema „nährstoffeffiziente und umweltschonende Fütterung“ stärker sensibilisiert werden. Effektives Fütterungscontrolling beinhaltet den Vergleich von berechneten und analysierten Rationsgehalten sowie das Vermeiden von Über- und Unterversorgung mit Nährstoffen und letztendlich hieraus resultierende Rationsoptimierung. Weiterhin gilt es, hierbei auch Einsparungs- und Optimierungsmöglichkeiten aufzudecken (DLG, 2010).

Die Grundidee im Verbundprojekt war es, vorhandene Programme und Daten zu integrieren, vernetzen und darauf aufbauend neue Fütterungs-Kennzahlen zu generieren. Dabei sollen nicht nur die bekannten wirtschaftlichen Gesichtspunkte betrachtet werden, sondern vielmehr die Fütterung von den Rohstoffen bis hin zu den Ausscheidungen überprüft werden.

Ziel dieses Beitrags ist es, die Entwicklung des Beratungsmoduls „Stärken-/Schwächen-Profil Fütterung“ in der Schweinemast vorzustellen und erste Ergebnisse zu diskutieren.

### Entwicklungsschritte

Zu Beginn des Projektes wurde 2012 eine detailliertere Futterdatenauswertung im Rahmen der routinemäßig durchgeführten Wirtschaftsjahrauswertung angestoßen. Hierfür wurden bislang die Gesamtfuttermengen und deren Kosten erhoben. Für die umfangreichere Futteranalyse wurden durch

die betreuenden Ringberater zusätzlich die Einzelfuttermittel mit ihren Mengen, Preisen und die Rationsgehalte in ein eigens dafür konzipiertes Erfassungsprogramm eingegeben. Diese Daten wurden zentral gesammelt und am ITE ausgewertet. Von dort wurden die Ergebnisse an die LKV-Zentrale zur Weitergabe an die Berater geschickt. Konzipiert und durchgeführt wurde diese Auswertung sowohl für die Schweinemast als auch für die Ferkelerzeugung. In den Wirtschaftsjahren 2012 bis 2015 wurden insgesamt 1.310 solcher Auswertungen erstellt (Lindermayer, 2014).

Die Projektverlängerung und Mittelbereitstellung für Programmierarbeiten im Jahr 2015 ermöglichten es, die Vernetzung von bereits bestehenden Programmen und vorhandenen Daten zu realisieren. Dies konnte bereits in der Schweinemast erfolgreich umgesetzt werden, während es in der Zuchtsauen- und Ferkelfütterung bislang bei einer Wirtschaftsjahrbetrachtung bleibt. In der Schweinemast ist es nun möglich, auf Basis der Durchgangsauswertung, das „Stärken-/Schwächen-Profil Fütterung“ auf neue Füße zu stellen.

## Datenbasis

Einzelfuttermittel und deren Inhaltsstoffe sind die Basis für die Rationsplanung. Eine Rationsberechnung mit Tabellenwerten (Lfl, 2014) ist für eine bedarfsorientierte Futterplanung nicht ausreichend. Insbesondere im Hinblick auf eine nährstoffeffiziente Fütterung und Vermeidung einer Über- oder Unterversorgung. Um beispielsweise die Höhe der durch das Mineralfutter zu ergänzenden Aminosäuren zu bestimmen, müssen die Gehalte in den jeweiligen Einzelfuttermitteln bekannt sein. Da in bayerischen Betrieben zu einem großen Teil betriebseigenes Getreide in der Schweinefütterung eingesetzt wird, ist eine Laboruntersuchung unerlässlich. Bei Zukauffuttermitteln sollten vor allem Eiweißfuttermittel wie Sojaextraktionsschrot oder gegebenenfalls Ergänzter untersucht werden. Diese Futteruntersuchungen können Ringbetriebe im LKV-Futtermittelabor in Grub durchführen lassen.

Basierend auf den Laborergebnissen der Einzelfuttermittel werden die Rationen durch die Ringberater geplant, welchen die Empfehlungen des ITE zugrunde liegen (Lfl, 2014). Im Rahmen der Fütterungsberatung fertigen die Ringberater eine Mischanweisung der Ration mit Ziel- und Gehaltswerten je Kilogramm Trockenfutter an.

Am Ende der Mastperiode wertet der Berater im Rahmen der LKV-Leistungsprüfung die Mastergebnisse aus. Hierbei werden biologische Leistungswerte, wie z.B. Zuwachs aus Anfangs- und Endgewicht in Kilogramm, das mittlere Zunahmenniveau in Gramm und der Fleischanteil in Prozent ermittelt und ausgewertet. Im Rahmen dieser Datenerfassung werden auch die tatsächlich gefressenen Futtermengen aus den Fütterungsanlagen übernommen und verrechnet. Schwerpunkt bildet hierbei die wirtschaftliche Betrachtung mit der Direktkostenfreien Leistung als Maßeinheit für den wirtschaftlichen Erfolg je Durchgang.

## Vernetzung von Programmen und Daten

Die beschriebenen Daten aus Futteruntersuchung (Futtermittelinhaltsstoffe), Rationsberechnung (Gehaltswerte der Ration) und Mastauswertung (biologische und wirtschaftliche Leistungswerte) müssen miteinander verknüpft werden. Abbildung 1 zeigt am Beispiel der Schweinemast eine schematische Darstellung der Programmvernetzung zwischen ITE und dem Verbundpartner LKV.

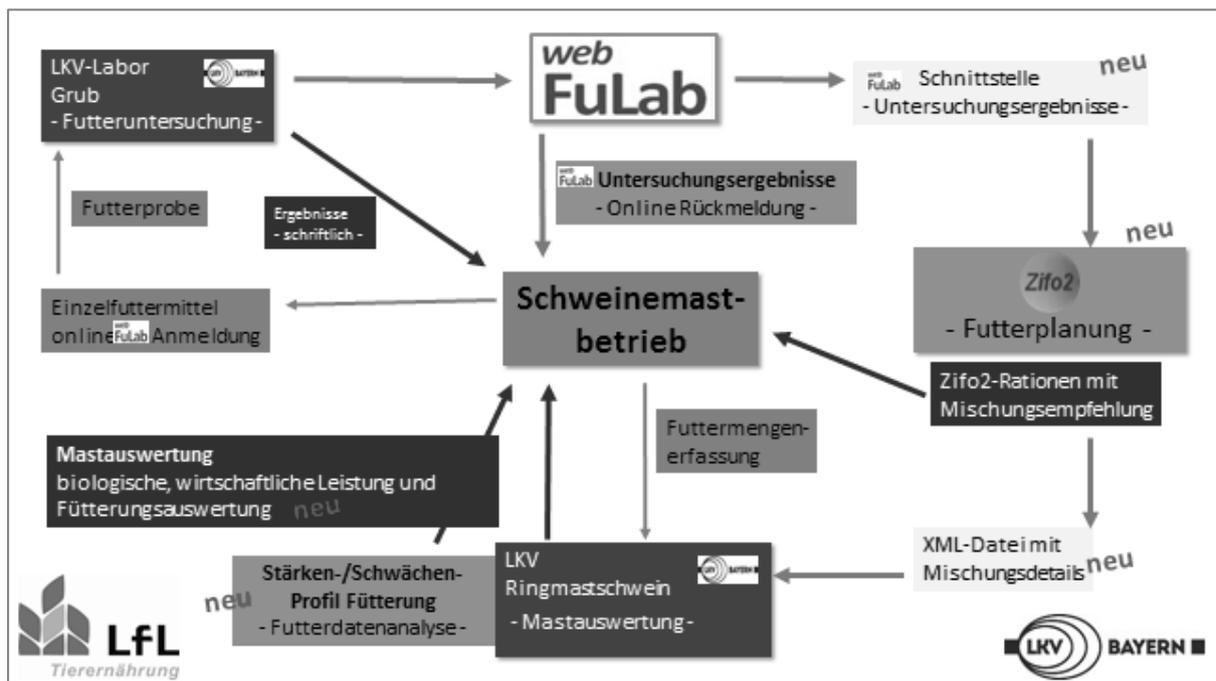


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Programmvernetzung

**webFuLab** Futteruntersuchungen können Ringbetriebe im LKV-Futtermittellabor in Grub durchführen lassen. Wie häufig Futtermittel untersucht werden sollen und welche Untersuchungspakete dabei empfohlen werden, ist dem Beitrag „Futteruntersuchung – was ist wichtig?“ zu entnehmen (Schneider et al., 2016). Durch die LfL-Online-Anwendung webFuLab können die Betriebe und deren Berater nach der Probenziehung die Futterprobe online im Labor anmelden, Untersuchungspakete auswählen, die Probe per Kurier oder per Post verschicken und kurz darauf die Untersuchungsergebnisse, oder auch bereits fertige Teilergebnisse online einsehen und z.B. mit den Ernteergebnissen der Region vergleichen.

**Zifo2** Die Untersuchungsergebnisse können aus webFuLab mit Hilfe einer neuen Schnittstelle direkt zum Rationsberechnungsprogramm Zifo2 übertragen werden. Seit dem Programmstart im Juli 2016 können die Ringberater durch die neue webFuLab-Schnittstelle mit Hilfe ihrer Mitbenutzerdaten die Untersuchungsergebnisse ihrer Beratungsbetriebe in das überarbeitete Futterberechnungsprogramm Zifo2 (Nachfolger von ZifoWin) laden. Eine genauere Beschreibung von Zifo2 und dieser Verknüpfung findet sich in dem Beitrag, „webFuLab und Zifo2 – ein gutes Team zur Rationsbewertung“ (Fuhrmann et al, 2016).

Basierend auf den Laboruntersuchungsergebnissen der im Betrieb vorhandenen Einzel Futtermittel werden die Rationen durch den Ringberater geplant. Die dem Beratungsbetrieb empfohlene Ration mit Mischangabe wird nun nicht mehr nur ausgedruckt, sondern kann im Programm durch bewusstes Auswählen als XML-Datei auf dem Rechner lokal abgelegt werden.

**Ringmastschwein (RMS)** Im LKV-Programm Ringmastschwein (RMS) verfügen Ringberater über Eingabemaschinen und Auswertungsmodule, um die Leistungsprüfung bzw. die wirtschaftliche Abrechnung der Mastdurchgänge durchzuführen. Um die Futterdaten hier abbilden zu können, wurden die wichtigsten Gehalte der Rationen (MJ ME, Rohprotein, Rohfaser, Lysin, Kalzium und Phosphor je Kilogramm Trockenfutter) bisher vom Berater per Hand von ZifoWin übertragen und den Mastdurchgängen zugeordnet.

Für einen in Zukunft vereinfachten Ablauf wird derzeit die Schnittstelle von Zifo2 zu RMS fertiggestellt. So wird eine Übernahme der bisher geforderten Daten und eine Erweiterung um zusätzliche Gehaltswerte der eingesetzten Einzelfuttermittel mit ihren Anteilen und Preisen aus Zifo2 ermöglicht. Die lokal abgelegte XML-Datei wird in einer Datenbank gespeichert. Der Berater kann aus RMS heraus darauf zugreifen, die jeweilige Ration auswählen und den Tieren zuordnen. Bei der programmtechnischen Konzeption war es Voraussetzung, dass die Verknüpfung des LfL-Fütterungsprogramms Zifo2 und dem LKV-Programm Ringmastschwein offline funktionieren muss. Dies ist insbesondere im ländlichen Raum von Belang, da hier eine mobile Internetverbindung nicht immer verfügbar ist.

Die tatsächlich gefressenen Futtermengen aus den Fütterungsanlagen werden vom Landwirt angegeben, für die weiterführenden Auswertungen übernommen und im RMS verrechnet.

Im sogenannten RMS-Betriebsprotokoll werden durch das „Stärken-/Schwächen-Profil Fütterung“ nun die Futterdaten mit Hilfe von Kennzahlen analysiert. Dadurch können die bereits jetzt im RMS vorhandenen Fütterungsdaten stärker genutzt werden. Ein Stärken- und Schwächen-Balkendiagramm zeigt die wichtigsten Werte, wie beispielsweise die Gehalte des tatsächlich verfütterten mittleren Mastfutters. Die betriebseigenen Ergebnisse werden hierbei mit dem Mittel, den oberen und unteren 25 Prozent der Betriebe Bayerns oder der jeweiligen Verwaltungsstelle verglichen, um so die neu gewonnenen Erkenntnisse bewerten zu können.

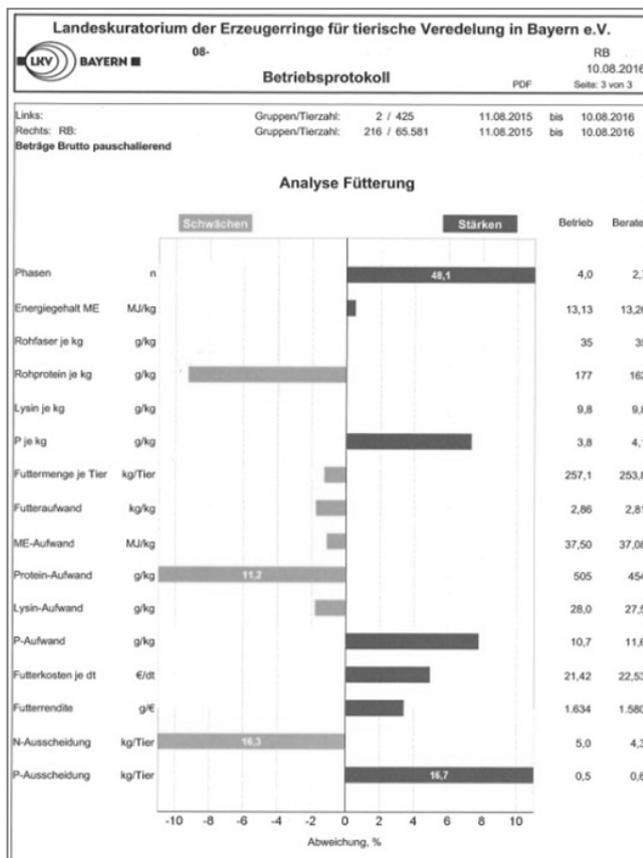
In einem weiteren Schritt folgen ergänzende Kennzahlenseiten, die es ermöglichen, die Fütterung tiefgreifender zu analysieren. Formeln und fachliche Bewertungen der Kennzahlen basieren auf Vorgaben des ITE.

## Ergebnis

Im oberen Teil des Balkendiagramms sind die Futterzusammensetzung mit der Anzahl an gefütterten Phasen und der mittlere Gehalt je Kilogramm Trockenfutter dargestellt (Abbildung 2). Der Begriff des „Mittleren Mastfutters“ ist definiert als das gewogene Mittel der wichtigsten Futterinhaltsstoffe. Die vom Fütterungscomputer gespeicherten, tatsächlich gefressenen Futtermengen je Phase werden mit den Gehalten an Energie (MJ ME), Gramm (g) Rohfaser, g Rohprotein, g Lysin, g Kalzium und g Phosphor je Phase multipliziert und durch die Gesamtfuttermenge geteilt. Dadurch gibt die Auswertung Auskunft darüber, ob es sich bei der realisierten Fütterung um eine (stark) N-/P-reduzierte oder um eine Standardfütterung handelt. Die Richtwerte dazu finden sich in DLG-Heft 199 (DLG 2015, S. 71). Bei den Standardnährstoffausscheidungen sind die Gehalte der unterstellten Mischungen hinterlegt. Sie definieren die Grenzen an Rohprotein und Bruttosphosphor, mit denen die betriebseigenen Werte verglichen werden können. Im Beispiel ergibt das „Mittlere Mastfutter“ Werte von 177 g Rohprotein und 3,8 g Phosphor pro kg Trockenfutter (Abbildung 2). Der niedrige Phosphorgehalt würde die Richtwerte für eine stark N-/P-reduzierte Fütterung erfüllen (bei 850 g wären das maximal 4,3 g P). Bei über 171 g Rohprotein erfüllt diese Ration jedoch die N-Grenzen nicht. Da beide Inhaltsstoffe gleichermaßen erfüllt werden müssen, ist diese Fütterung nur als Standard- bzw. Universalfutter einzustufen.

Im Diagramm wird außerdem die Futtermenge je Tier weiter in Effizienzkennzahlen aufgeschlüsselt, so z.B. vom Futteraufwand in Kilogramm pro Kilogramm Lebendmassezuwachs weiter zum Einsatz der wichtigsten Inhaltsstoffe pro erzeugtem Kilogramm Lebendmassezuwachs (LM-Zuwachs).

Neben der Betrachtung der eingesetzten Nährstoffe wird auch deren wirtschaftliche Relevanz berücksichtigt. Die Futterkosten aller Phasen sind anteilig verrechnet je dt Futter inklusive der angegebenen Mahl- und Mischkosten berechnet. Die Futterrendite ist ebenfalls der Futterdatenanalyse zu entnehmen. Diese gibt an, wieviel Gramm LM-Zuwachs durch einen Euro in der Fütterung realisiert werden konnte (im Beispiel 1.634 g). Dieser Wert kann in der Praxis aber auch einen Widerspruch zur nährstoffoptimierten Fütterung darstellen. Wenn z.B. eine nicht optimal ausgewogene Fütterung wirtschaftlich interessanter ist und beispielsweise dadurch sehr kostengünstige Futtermittel eingesetzt werden können. Ein solches Ergebnis bedarf immer einer fachlichen Bewertung. Die wirtschaftliche Effizienz der Fütterung kann im Einzelfall ernährungsphysiologischen und umweltrelevanten Gesichtspunkten konträr laufen. Das Beispiel in Abbildung 2 zeigt einen solchen Fall. Wie bereits erwähnt, schlagen im „Mittleren Mastfutter“ 177 g Rohprotein pro kg Trockenfutter zu Buche, wodurch die Grenzen für eine (stark) N-/P-reduzierte



Fütterung nicht eingehalten werden (siehe oben) (DLG 2015, S. 14). Jedoch zeigen die Futterkosten je dt bzw. die Futterrendite, dass dieser Betrieb die Leistung günstiger erfüllt. Die grafische Darstellung wird mit den Kennzahlen zur Nährstoffausscheidung abgeschlossen. Die N- und P-Ausscheidung pro Tier berechnet sich aus dem Nährstoff-Input durch die Fütterung, also verfütterte Menge mit angegebenem Rohprotein- und Phosphor-Gehalt und dem Nährstoffansatz durch die Höhe des LM-Zuwachses und mit den darin standardmäßig enthaltenen Stickstoff- und Phosphorwerten. Standardmäßig werden hier die Ansatzwerte für Stickstoff und Phosphor nach DLG, 2015 verwendet. Für Stickstoff wird ein Wert von 25,6 g pro kg LM-Zuwachs, für Phosphor 5,1 g pro kg LM-Zuwachs unterstellt (DLG 2015, S. 14).

Abbildung 2: Grafik zur Futterdatenanalyse im RMS

Auf Praxisbetrieben fehlt in der täglichen Routinearbeit oft die Zeit, um die betriebliche Fütterungsstrategie zu analysieren und zu hinterfragen. Da jedoch die Fütterung nicht nur die Höhe der variablen Kosten, sondern auch die Tiergesundheit, das Tierwohl und die Umwelt wesentlich beeinflusst, ist die Fütterungsberatung fester Bestandteil der Verbundberatung. Berater benötigen Beratungsunterlagen, anhand derer sie die Stärken und Schwächen der einzelbetrieblichen Schweinefütterung bewerten, Reserven bzw. Optimierungspotentiale aufzeigen und die einzelbetrieblichen Produktionszahlen mit denen anderer Ringbetriebe vergleichen können. Das „Stärken-/Schwächen-Profil Fütterung“ gibt den Ringberatern in einfacher Form diese Kenngrößen zur Fütterung und den damit verbundenen Bereichen Wirtschaftlichkeit, Umwelt und Tiergesundheit eines Beratungsbetriebes an die Hand.

In der Auswertung wird der Bogen von den Nährstoffgehalten im Futter über die gefressenen Mengen und die Verwertung (entspricht den Zunahmen und Fleischansatz) weiter bis hin zu den Ausscheidungswerten von Stickstoff und Phosphor in Kilogramm pro Tier ausgegeben. Die Höhe der Ausscheidungen wird wie bereits genauer beschrieben durch den Zuwachs der Tiere, aus den

Rohprotein- und Phosphor-Gehalten im Futter und den gefressenen Futtermengen berechnet. Das Beispiel aus Abbildung 2 kann folgendermaßen interpretiert werden:

Der überhöhte Rohprotein-Gehalt im Futter spiegelt sich trotz des guten Zunahmeniveaus (= Ansatz) in den N-Ausscheidungen pro Tier wider und stellt bei z.B. flächenschwachen Betrieben eine Schwäche dar. Das kann unter Berücksichtigung der umweltpolitischen Rahmenbedingungen als Risiko gesehen werden.

Ziel des „Stärken-/Schwächen-Profiles Fütterung“ ist es, zukünftig in der Fütterungsberatung nicht mehr nur ernährungsphysiologische und wirtschaftliche Gesichtspunkte, sondern auch die umweltrelevanten Ausscheidungen routinemäßig mit zu betrachten. Die Relevanz der stickstoff- und phosphorreduzierten Fütterung steigt unter den Eindrücken der sich verändernden fachrechtlichen Rahmenbedingungen. Einerseits verringert eine effiziente Fütterung den Zukauf teurer Eiweißfuttermittel, wodurch die Kosten gesenkt werden; andererseits wird auch die Nährstoffausscheidung der Tiere maßgeblich durch die Fütterung beeinflusst. Die Fütterung ist ein entscheidender Hebel, wenn es um die Nährstoffströme im Betrieb geht. Diesen Gesichtspunkt beleuchtet die Auswertung. Vor allem für flächenschwache Betriebe bzw. intensive Veredlungsbetriebe wird diese Thematik immer wichtiger.

Da in der Schweinemast zünftig diese Futterdaten regulärer Bestandteil der LKV-Durchgangsauswertung sind, werden belastbare Praxisdaten generiert. Diese zeigen ein genaueres Bild der praktischen Schweinefütterung in Bayern auf. Die praxisangewandte Forschung hat somit die Möglichkeit, besser abschätzen zu können, wo die Beratung ansetzen muss. Dass hier noch enormer Beratungsbedarf besteht, zeigen erste Auswertungen der Daten. Auf einzelbetrieblicher Ebene sind teilweise hohe Optimierungspotentiale erkennbar, was durch stark schwankende N- und P-Ausscheidungen verdeutlicht wird. Die Spannweite der N-/P-Frachten aus dem Stall sind jedoch bei vielen Landwirten noch nicht im Fokus bei der Düngeplanung.

## Fazit und Ausblick

Die Vernetzung der LfL-Anwendungen webFuLab und Zifo2 mit dem Mastauswertungsprogramm RMS des Verbundpartners LKV ist wegweisend für alle weiteren Bereiche der Fütterungsberatung, auch für den Bereich der Zuchtsauen- und Ferkelfütterung.

Im Bereich der Schweinefütterung sind eine digital verknüpfte Datenauswertung und ein solches Futtercontrolling einzigartig. Das Alleinstellungsmerkmal ist vor allem durch den Vergleich mit anderen Betrieben gegeben. Erst hier ist es möglich, die eigenen Kennwerte einzuordnen und Stärken bzw. Schwächen der eigenen Fütterung zu erkennen.

Durch die Themen wie z.B. „Mittlere Mastmischung“ und den rechnerischen N- und P-Ausscheidungen pro Tier wird dem Landwirt die Möglichkeit geboten, bereits jetzt Chancen und Risiken seines Fütterungsmanagements hinsichtlich der sich ändernden Anforderungen bei den Fachvorgaben einzuschätzen.

Zukunftsfähige Betriebe werden hinsichtlich der Beratungsleistung immer anspruchsvoller und fordern tiefgreifende Auswertungen. Die Verbundberatung greift diese Entwicklung auf und wird mit dem „Stärken-/Schwächen-Profil Fütterung“ konkurrenzstark und leistungsfähig.

## Literatur

Fuhrmann, S.; Schäffler, M. (2016): webFuLab und Zifo2 – ein gutes Team zur Rationsbewertung. In: Bolduan, C. und Windisch, W. (Hrg): 54. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V. Tagungsband. Futterqualität – Bewertung, Auswertung, Wertschöpfung. Freising, 26. September 2016. Freising: Bayerische Arbeitsgemeinschaft Tierernährung (BAT) e.V.

DLG (2015): Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere. DLG-Heft 199. 2. Auflage. DLG-Verlag, Frankfurt a. Main.

DLG (2010): Erfolgreiche Mastschweinefütterung. In: DLG-Kompakt. DLG-Verlag, Frankfurt a. Main.

LfL (2014): Futterberechnung für Schwein. 21. Auflage. Freising: LfL.

Lindermayer, H. (2014): Emissionen von N und P aus der Schweinehaltung in Bayern. In: Bolduan, C. und Windisch, W. (Hrg): 52. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V. Tagungsband. " Tierernährung und Umwelt " Freising, 16. Oktober 2014. Freising: Bayerische Arbeitsgemeinschaft Tierernährung (BAT) e.V.

Schneider, S.; Brunlehner, E.; Fuhrmann, S. (2016): Futteruntersuchung – was ist wichtig? In: Bolduan, C. und Windisch, W. (Hrg): 54. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V. Tagungsband. Futterqualität – Bewertung, Auswertung, Wertschöpfung. Freising, 26. September 2016. Freising: Bayerische Arbeitsgemeinschaft Tierernährung (BAT) e.V.

### Autorenanschrift

Eva-Maria Brunlehner  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)  
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft (ITE)  
Prof.-Dürrwaechter-Platz 3, 85586 Poing  
Tel. 089 99141 445  
Eva-Maria.Brunlehner@LfL.bayern.de

# Your partner for Feed Additives

Our Expertise - Your success



Visit us online at  
[www.btc-europe.com](http://www.btc-europe.com)

BTC for Nordic/Baltics  
Tel. +45 32 66 07 50

BTC for UK/Ireland  
Tel. +44 161 488 52 23

BTC for Poland  
Tel. +48 225 709 724

BTC for Germany/  
Austria/Eastern  
Europe/Switzerland  
Tel. +49 9843 98280

BTC for Benelux  
Tel. +32 2373 22 18

BTC for Italy  
Tel. +39 0362 51 21

BTC for Iberia  
Tel. +34 93 521 42 99

BTC for Greece  
Tel. +30 210 686 02 05

A brand of

 **BASF**

We create chemistry

## Sicherung der Futterqualität bei Grobfutter

### Martin Gierus

Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie, Interuniversitäres Department für Agrarbiotechnologie, IFA-Tulln, Universität für Bodenkultur, Wien, Österreich

### Einleitung

Die steigende Produktion durch Wegfall der Milchquoten in Verbindung mit einer statischen Nachfrage resultiert in einer Überproduktion und sorgt für einen Preisdruck auf die Milcherzeugung. Durch die Ausdehnung der Biogasproduktion auf der Basis von Silomais und der damit induzierten Verknappung der Ackerflächen in den Futterbauregionen, steigt die relative Vorzüglichkeit des Grünlands für die Milchproduktion. Problematisch bei der Grobfuttererzeugung auf dem Grünland sind die hohen Kosten, welche durch die Notwendigkeit von vier bis sechs Schnittnutzungen pro Jahr mitverursacht werden, um ausreichende Energiedichten für Hochleistungskühe zu ermöglichen. Daneben bereiten hohe Abbaubarkeitsraten des Proteins im Pansen und damit verbunden eine geringe N-Verwertungseffizienz dieses physiologisch jungen Materials Probleme im Hinblick auf die N-Bilanzen der Betriebe. Spezialisierte Milchvieh/Futterbaubetriebe sind trotz bedarfsorientierter Düngung durch hohe Stickstoff(N)-Bilanzüberschüsse im deutschsprachigen Raum gekennzeichnet. Den am stärksten limitierenden Faktor stellt hierbei die Konversion des Futter-Stickstoffs in Milch-Stickstoff über die Milchkuh dar, während die N-Nutzungseffizienz der pflanzlichen Produktion über deutlich höhere Effizienzen verfügt. Im Folgenden werden die einzelnen Funktionsgruppen (Gras, Leguminosen) in der Grobfutterproduktion und deren Potential, im Hinblick auf eine Sicherung der Futterqualität in der Grobfutterproduktion betrachtet.

### Bestimmung der Proteinqualität von Grobfutter im Labor

Weltweit hat sich zur Schätzung des UDP-Anteils am Rohprotein die Nylonsäckchenmethode (*in situ* Methode) durchgesetzt. Trotz erheblicher Variationen zwischen Laboratorien, die in der Literatur mehrfach dokumentiert sind, wird diese Methode in den unterschiedlichen Proteinbewertungssystemen verwendet, zumal die meisten Systeme die Einschätzung der Futtermittel aufgrund seiner Anteile an abbaubarem und unabbaubarem Rohprotein als unabdingbar erkannt haben.

Mit der Bestimmung der UDP-Fraktion bei am Duodenum fistulierten Kühen wird im deutschen Proteinbewertungssystem das nutzbare Rohprotein (nXP) im Zusammenhang mit der DOM oder ME errechnet (GfE, 2001).

### *In vitro* Methoden

Alternativ zur *in situ* Methode stehen *in vitro* Methoden zur Schätzung der Proteinabbaubarkeit zur Verfügung. *In vitro* Methoden haben den Vorteil, dass gleichzeitig viele Proben mit unterschiedlicher Zielsetzung in der Schätzung analysiert werden können. Hier zu nennen sind die Bestimmung der Abbaurrate in Anlehnung an die *in situ* Methode (in %/h), die Bestimmung des nXP-Gehaltes mittels erweiterter Hohenheimer Futtertest (Steingäß et al., 2001), oder die Schätzung des UDP-Gehaltes

mittels Proteinfractionierung (Shannak et al., 2000). In vitro Methoden machen eine Validierung der Schätzwerte am Tier notwendig, bzw. die Schätzformeln werden mittels exakter Fütterungsversuche validiert (Gierus et al., 2016).

Die große Variation im Nährwert von Grünlandaufwuchs und -Produkten, macht eine zeitnahe Überprüfung der Inhaltsstoffe erforderlich. Im Hinblick auf die Pflanzenzüchtung, sind genauere Messungen notwendig, welche als Zuchtziel eine Anwendung finden sollen. Das „Cornell Net Carbohydrate and Protein System“ (CNCPS) ermöglicht eine detaillierte Modellierung der dynamischen Umsetzung von Zellwand- und Reservekohlenhydraten, sowie Proteinen in den Vormägen und im postruminalen Verdauungstrakt und kann somit die Rationskontrolle unterstützen. Unter Verwendung von chemischen Standard-Analysen wird der Umfang der biologisch signifikanten Kohlenhydrat- und Proteinfractionen geschätzt. Das Protein wird dabei in 3 Fraktionen unterteilt, entsprechend ihrer Verfügbarkeiten: Nicht-Protein-N (= Fraktion A, sofort verfügbar), true protein (= Fraktion B), und unverfügbares Protein (= Fraktion C). Fraktion B wird darüber hinaus in 3 Unterfraktionen [B1 (schnell im Pansen abbaubar), B2 (potentiell vollständig abbaubar), B3 (langsam, nicht unbedingt vollständig abbaubar)] differenziert. Eine analoge Klassifizierung erfolgt für die Kohlenhydrate, diese umfasst bei Fraktion A: die sofort verfügbaren wasserlöslichen Kohlenhydrate, Pektine und organischen Säuren, Fraktion B1: die etwas langsamer verfügbare Stärke und löslichen Zellwandbestandteile, Fraktion B2: die unlöslichen, verfügbaren Zellwandbestandteile und Fraktion C die unverfügbaren Zellwandbestandteile (Lignin).

Eine Quantifizierung der Protein- und KH-Fractionen erfolgte bereits für verschiedene Futterpflanzen und Standorte (Grabber et al., 2009; Gierus et al., 2012; Simili da Silva et al., 2014). Erwünscht sind, was Proteinfractionen betrifft, Varianten der Grünlandnutzung mit geringen Anteilen der Fraktion A. Potentielle N-Verluste im Tier sind weniger umweltwirksam wenn sie in Form von Fraktion C (N in der Zellwand) über den Kot ausgeschieden werden, der eine langsamere Mineralisierung aufweist. Im Gegensatz zum Protein, ist bei den KH-Fractionen ein größerer Anteil der Fraktion A und ein geringerer Anteil an Fraktion C wünschenswert. Was die KH-Fractionen betrifft, wurde im letzten Jahrzehnt in Großbritannien eine gezielte Züchtung auf wasserlösliche Kohlenhydrate (Fraktion A) bei Deutschem Weidelgras durchgeführt. Diese Bemühungen zielten darauf ab, das Angebot von N und Energie im Pansen für die mikrobielle Proteinsynthese zu synchronisieren (Humphreys, 1989). Miller et al. (2001) zeigen, dass bei Verfüttern von Hochzuckersorten des Deutschen Weidelgrases lediglich 25% des Futter-N über Urin ausgeschieden werden, während in der Kontrolle 35% des Stickstoffs ungenutzt bleiben. Weiterhin wird aus dieser Untersuchung deutlich, dass mehr Stickstoff für die Milchproteinsynthese genutzt wird (0,30 g vs. 0,23 g Milch-N/ g Futter-N). Fütterungsversuche belegen erhöhte Gewichtszunahmen für Lämmer als auch eine gesteigerte Milchleistung sowie N-Retention in der Milch bei spätlaktierenden Milchkühen (Lee et al., 2001; Miller et al., 2001). Eine gesteigerte Effizienz der mikrobiellen Proteinsynthese konnte nicht immer nachgewiesen werden (Lee et al., 2002a, b). Zudem scheinen solch zuckerreiche Deutsche Weidelgras-Sorten unter hiesigen klimatischen Bedingungen keine ausreichende Winterhärte und Resistenz gegenüber Frühsommertrockenheit aufzuweisen (Martens und Greef, 2003).

*In vitro* Methoden scheinen zur Charakterisierung der Proteinqualität in Grünlandaufwüchsen und deren Produkten geeigneter zu sein, da sie weniger arbeitsaufwändig sind als die *in situ* Methode. Im Folgenden werden die Protein- und Kohlenhydratfractionierungen für Gräser und Leguminosen getrennt vorgestellt.

## Gräser

An einen Beispiel wurde das CNCPS zur Überprüfung des Sortenspektrums bei Deutschem Weidelgras eingesetzt. In Tabelle 1 und 2 werden die Daten zur Protein- bzw. Kohlenhydratfractionierung bei einer Auswahl von 20 diploiden Deutschen Weidelgras-Sorten des mittelfrühen Sortimentes

dargestellt. Trotz der Nutzung neusten Zuchtmaterials, erwies sich die Genotyp-bedingte Variation der untersuchten Parameter als gering. Allerdings konnte einen Unterschied von 8% im nXP-Gehalt der Gräser beobachtet werden. Ob Sorten selektiert werden können, die aufgrund der Zusammensetzung der Proteinfractionen potentiell höhere N-Nutzungseffizienzen in der Wiederkäuerernährung aufweisen könnten, zeigt sich für die Hochzuckersorten. Aus dem Versuch konnte abgeleitet werden, dass weniger die Proteinfractionen, sondern eher der hohe Anteil an abbaubaren Kohlenhydraten für den günstigen nXP-Gehalt verantwortlich waren (Salama et al., 2010; Lösche et al., 2010). Hohe Energieerträge je Hektar aus dem Grünland sind daher ein Garant für hohen nXP-Gehalt.

Aktuelle Ergebnisse aus einem Versuch im Dauergrünland zeigen, wo bereits fast 50 Jahre lang die gleiche N-Düngungsintensität angewandt wird, dass mit zunehmender mineralischer N-Düngung der Anteil an Fraktion A (NPN-Verbindungen) von 123 g N/kg N in der Kontrolle (keine Düngung) auf bis zu 170 g N/kg N bei 180 kg N/ha auf Kosten der Fraktion B (wahres Protein) im Mischbestand anstieg (Gierus et al., 2016). Die Düngungsintensität hatte jedoch keinen wesentlichen Einfluss auf das unverdauliche Protein (Fraktion C), welches sich im unteren Wertebereich von durchschnittlich 11,2 g N/kg N befindet (Abbildung 1) befand.

Tabelle 1. Einfluss des Genotyps auf den Gehalt an XP-Fraktion im 1. Aufwuchs im Jahresmittel (Mittel aus 2 Jahren). Sorte Nr. 9 kennzeichnet die Hochzuckersorte.

Genotypen	Proteinfractionen (g kg <sup>-1</sup> N)				
	A	B1	B2	B3	C
1	276.1 ab	93.1 abc	354.8 a	245.0 fg	31.0 abcde
2	285.8 ab	95.5 abc	333.7 abc	253.4 defg	31.7 abcde
3	278.7 ab	104.3 abc	322.7 abc	264.5 abcde	29.8 abcde
4	256.1 b	117.0 a	323.5 abc	273.7 abc	29.7 abcde
5	277.3 ab	89.1 bc	349.4 abc	251.7 efg	32.6 ab
6	286.6 a	84.1 c	353.2 ab	243.1 g	33.0 a
7	263.1 ab	102.9 abc	338.7 abc	267.3 abcde	28.1 e
8	269.0 ab	104.1 abc	322.6 abc	274.5 ab	29.8 abcde
9	277.6 ab	104.0 abc	314.8 bc	275.4 ab	28.2 de
10	263.1 ab	105.6 abc	348.2 abc	253.9 defg	29.2 abcde
11	270.3 ab	99.4 abc	342.5 abc	257.4 bcdefg	30.3 abcde
12	270.8 ab	95.1 abc	333.8 abc	271.4 abcd	28.9 bcde
13	265.8 ab	109.1 ab	330.4 abc	264.2 abcdef	30.5 abcde
14	285.7 ab	90.8 bc	331.1 abc	260.0 abcdefg	32.4 abc
15	277.6 ab	103.3 abc	312.6 c	277.0 a	29.6 abcde
16	264.5 ab	103.6 abc	329.0 abc	273.8 ab	29.1 bcde
17	277.8 ab	92.7 bc	341.3 abc	258.8 abcdefg	29.4 abcde
18	272.9 ab	109.6 ab	313.3 c	275.8 ab	28.6 cde
19	275.5 ab	102.7 abc	340.2 abc	249.5 edf	32.1 abcd
20	292.0 a	90.6 bc	331.2 abc	254.5 cdefg	31.8 abcde
Variation	<b>35.9</b>	<b>32.9</b>	<b>42.2</b>	<b>33.9</b>	<b>4.9</b>
SE	6.1	4.7	9.0	4.7	0.8

Mittelwerte mit verschiedenen Buchstaben innerhalb einer Spalte sind statistisch signifikant (P<0,05)

Eine Steigerung der N-Nutzungseffizienz durch den Wiederkäuer kann prinzipiell auf zwei Wegen erreicht werden. Zum einen ist bei einem reduzierten Proteingehalt durch eine verringerte N-Düngung oder einem späteren Nutzungstermin eine Verminderung des ruminalen N-Überschusses zu erwarten. Zum anderen kann eine Synchronisation des Protein- und Kohlenhydratabbaus im Pansen durch gezielte züchterische Bearbeitung der Futtergräser die exzessiven N-Ausscheidungen eindämmen, z.B. die Hochzuckersorten des D. Weidelgrases (Salama et al., 2010).

Tabelle 2. Einfluss des Genotyps auf den Gehalt an Kohlenhydrat-Fraktion im 1. Aufwuchs im Jahresmittel (Mittel aus 2 Jahren). Sorte Nr. 9 kennzeichnet die Hochzuckersorte.

Genotypen	Kohlenhydratfraktionen (g kg <sup>-1</sup> CHO)			
	A	B1	B2	C
1	370.5 cdef	3.1 a	572.0 abcd	54.5 abc
2	379.6 cde	2.7 a	565.8 bcde	51.9 bcde
3	378.4 cde	3.0 a	568.4 bcd	50.3 bcde
4	398.7 abc	3.5 a	555.0 def	42.7 fg
5	362.9 ef	3.5 a	579.1 abc	54.6 abc
6	344.5 f	2.8 a	593.3 a	59.3 a
7	372.0 cdef	3.9 a	574.1 abcd	50.1 bcde
8	376.6 cde	3.4 a	573.5 abcd	46.6 defg
9	411.2 a	3.4 a	542.6 f	41.2 g
10	409.5 ab	3.0 a	544.2 ef	44.9 efg
11	377.1 cde	3.3 a	568.5 bcd	51.1 bcde
12	379.8 bcde	3.0 a	567.5 bcd	49.7 bcdef
13	392.1 abcd	3.2 a	557.7 cdeg	46.0 defg
14	368.3 def	2.6 a	575.4 abcd	53.7 abc
15	362.5 ef	2.7 a	581.6 ab	53.2 abcd
16	388.4 abcde	2.8 a	561.3 bcdef	47.5 cdefg
17	366.7 def	3.4 a	575.2 abcd	54.5 abc
18	379.9 bcde	3.2 a	567.5 bcd	49.9 bcdef
19	384.3 abcde	3.3 a	563.0 bcdef	49.2 cdef
20	359.0 ef	2.7 a	581.8 ab	56.6 ab
Variation	66.7	1.3	50.7	18.1
SE	5.8	0.2	4.5	1.4

Mittelwerte mit verschiedenen Buchstaben innerhalb einer Spalte sind statistisch signifikant (P<0,05)

## Leguminosen

Durch den verringerten Einsatz von mineralischem N in intensiven Grünlandregionen ist ein höherer Anteil an Futterleguminosen zu erwarten. Daraus lässt sich folgern, dass der Beitrag des Grobfutters an der Proteinversorgung von Milchkühen zunehmen wird. Wie bereits erwähnt, ist dabei eine N-Nutzungseffizienz der Milchkühe erstrebenswert, die eine auf die Leistung abgestimmte Fütterung voraussetzt. Besonders eine geringe N-Nutzungseffizienz, die durch hohe Proteinabbauraten im Pansen hervorgerufen wird, ist im Hinblick auf die N-Bilanzen der Betriebe als problematisch zu sehen.

Die Ermittlung der Futterqualität durch zuverlässige Qualitätsanalysen und -schätzungen ist daher eine grundlegende Voraussetzung für die leistungsgerechte und steuerbare Fütterung von Milchkühen und die Steigerung der N-Nutzungseffizienz im Milchvieh-Futterbaubetrieb.

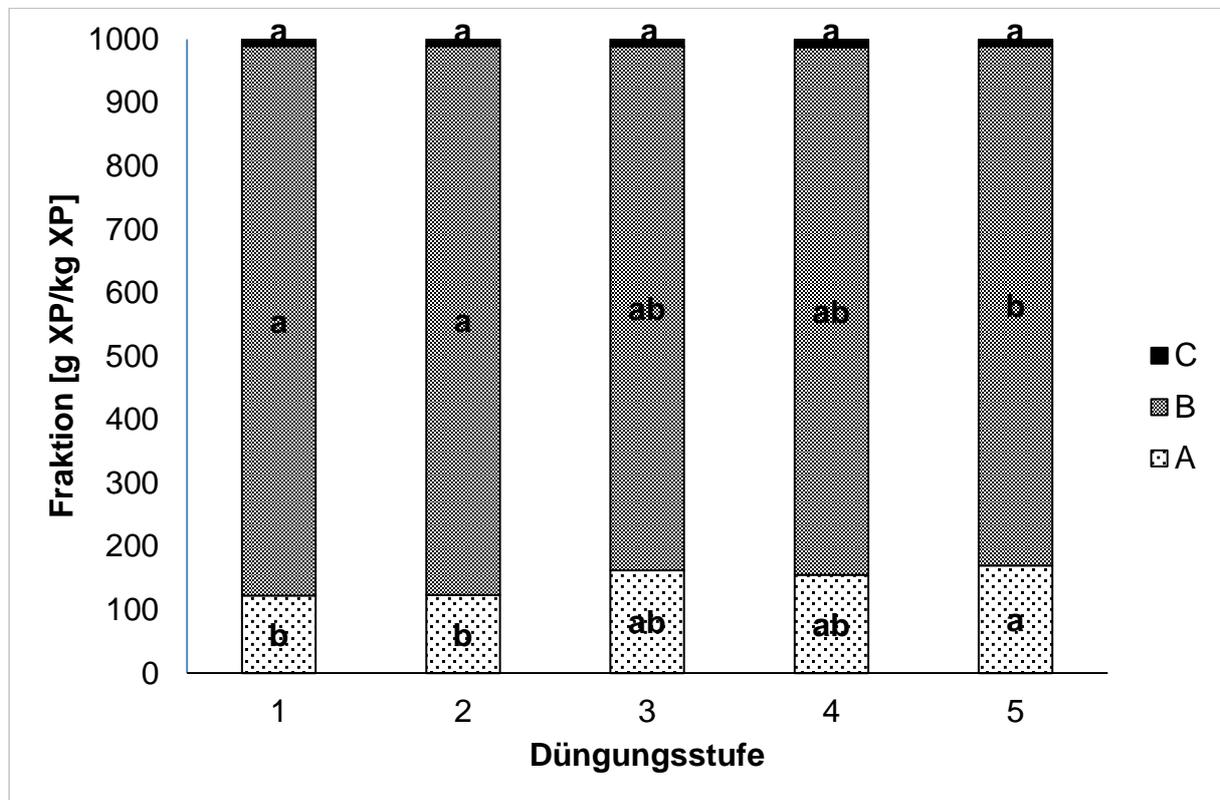


Abbildung 1: Proteinfraktionen A, B und C im Mischbestand in den Varianten eins bis fünf (Verschiedene Hochbuchstaben zeigen signifikante Unterschiede ( $P < 0,10$ ) der Fraktionen zwischen den Varianten). Düngungsstufe (DS) 1: ungedüngt; DS 2: PK dynamisch (= PK-Düngung auf Basis des Vorjahresertrages); DS 3: PK dynamisch + 80 kg N; DS 4: PK dynamisch + 120 kg N; DS 5: PK dynamisch + 180 kg N

Untersuchungen belegen, dass in einigen Leguminosenarten enthaltene sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe (Tannine in Hornklee, Polyphenoloxidase in Rotklee) die N-Nutzungseffizienz verändern, aber auch einen Einfluss auf Pansenmikroorganismen haben können, die dazu führen können, dass die Verdaulichkeit der Faserkomponenten negativ beeinflusst wird (Ahnert et al., 2015). Diese Unterschiede können zudem in Abhängigkeit von Pflanzenart und Pflanzenalter je nach Nutzungssystem und Termin im Jahresverlauf durch variierende Nährstoff- und Fasergehalte verstärkt auftreten. So könnten sich bei den genannten *in vitro*-Methoden, Abweichungen durch die unterschiedliche Empfindlichkeit der eingesetzten Enzyme bzw. Mikroorganismen zeigen, welche in Fehlschätzungen der Energiegehalte der Futtermittel resultieren. Ansatzpunkte für Anpassungen sind sowohl bei der Methodik selbst als auch bei der Auswertung mittels Schätzformeln gegeben (Gierus et al., 2016). Es sind weitere *in vivo*-Studien zur Entwicklung und Verbesserung von Schätzformeln erforderlich, die spezifisch für bestimmte Leguminosen angepasst sind. Damit könnte dem steigenden Interesse an Futterleguminosen in der Tierernährung besser Rechnung getragen werden.

Der Einsatz von Futterleguminosen in der Wiederkäuerernährung trägt zur Rationsgestaltung insbesondere durch die Proteinzufuhr aus dem Grobfutter bei. Einerseits besitzen Weißklee, Luzerne und Rotklee einen wichtigen Stellenwert in der Weidenutzung bzw. in der Schnittnutzung im Grünland. Andererseits blieben Leguminosen wie Hornschotenklee, Espарsette und Kaukasischer Klee (*Trifolium ambiguum*) im Grünland weitestgehend unberücksichtigt. Da Leguminosen einen wichtigen Beitrag für die Proteinversorgung leisten können, ist es nicht auszuschließen, dass bei der Fütterung von Leguminosen durch unterschiedliche Arten oder Einfluss des Nutzungsregimes auf die botanische Zusammensetzung, eine beträchtliche Variation im UDP-Gehalt vorkommen kann.

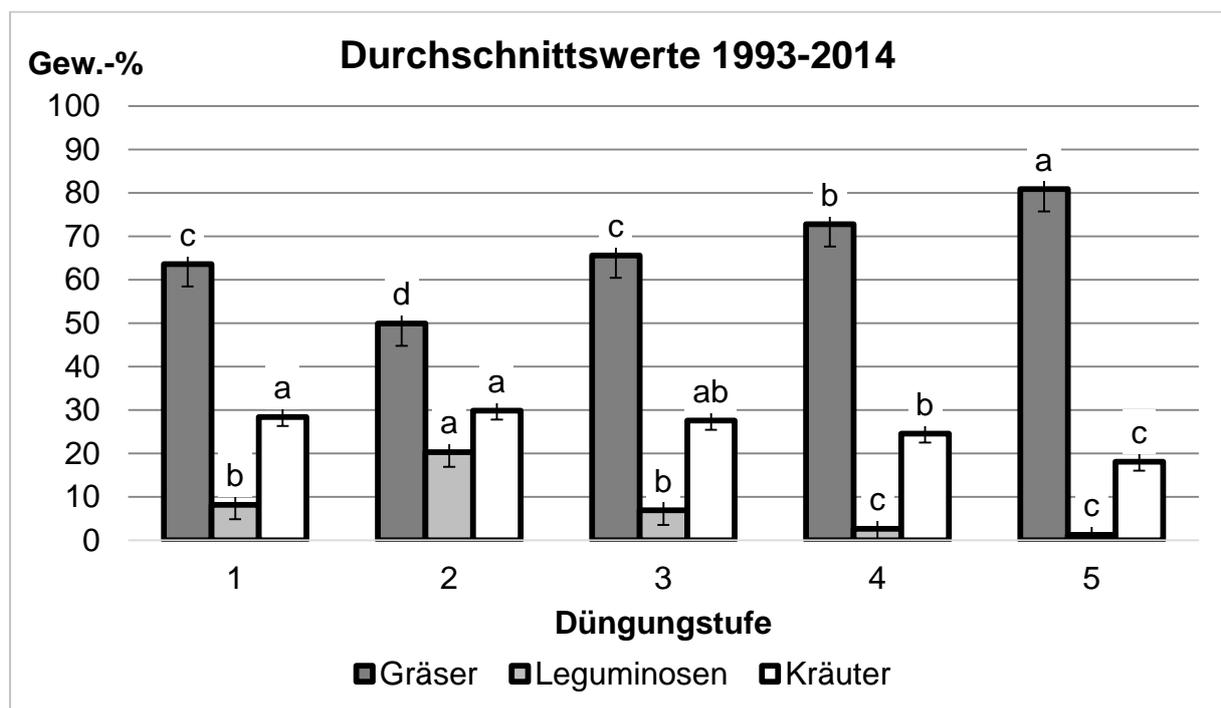


Abbildung 2: Anteile der Artengruppen Gräser, Leguminosen und Kräuter des ersten Aufwuchses (Durchschnittswerte von 1993-2014)

Ergebnisse aus dem oben genannten Dauergrünlandversuch zeigen, dass eine alleinige Zufuhr von Phosphor und Kalium (Variante 2) zu einem signifikanten Anstieg im Leguminosenanteil führte. Bereits eine mineralische N-Düngung von 80 kg/ha verdrängte die Leguminosen auf ein Niveau, wie es in der ungedüngten Variante (Kontrolle) beobachtet werden kann. Von der zunehmenden Düngungsintensität profitierten die Gräser am stärksten, wie man auch am signifikanten Anstieg von Variante zwei bis fünf erkennen kann (Abbildung 2). Kommt es durch eine unterschiedliche Düngung zu einer Veränderung in den Proteinfractionen des Mischbestandes, so lässt sich dies durch eine verändernde botanische Zusammensetzung, und in weiterer Folge, durch die unterschiedlichen Gehalten der einzelnen Fraktionen der Artengruppen, erklären. Dafür ist offensichtlich die Artengruppe der Gräser hauptsächlich verantwortlich für den Anstieg an Fraktion A gewesen, welche anteilmäßig im Mischbestand mit intensiverer N-Düngung am meisten zugenommen hat.

Analog zur Proteinabbaubarkeit im Pansen ist der Ablauf im Silo zu bezeichnen. Als Bestandteil des Abwehrsystems der Pflanze, wird die Freisetzung der sekundären Pflanzeninhaltsstoffe durch die Zerstörung des Pflanzengewebes durch die Mahd bzw. durch Konditionierung des Pflanzengutes für

die Anwelkung hervorgerufen. Somit werden für die Silagevorbereitung durch die Ernte und Anwelkung, die Vorgänge der Proteinabbaubarkeit im Silo und im Verdauungstrakt der Wiederkäuer beeinflusst (Krawutschke et al., 2013). Während positive Auswirkungen auf eine effiziente N-Nutzung auf die sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe zurückzuführen sind, kann die Freisetzung durch Proteolyse zu negativen Auswirkungen hervorrufen. Die Gärung im Silo ist auch durch die Pufferkapazität und durch den geringen Gehalt an löslichen Kohlenhydraten der Leguminosen erschwert. Allerdings sind die Verknüpfungen zwischen positiven Auswirkungen von sekundären Pflanzeninhaltsstoffen der Leguminosenarten, in Folge der Silierung und die effiziente N-Nutzung in der Wiederkäuerernährung, weiterhin unklar.

## Forschungsbedarf

Eine integrierende Forschungstätigkeit, in dem die Prozesskette abgebildet ist, fehlt bislang. Aus Sicht der Tierernährung, sind einige Schwerpunkte zu berücksichtigen:

- 1) **Pflanzenzüchtung:** die Charakterisierung des Merkmals „Futterqualität“ für den Pflanzenzüchter endet zumeist bei vergleichsweise einfachen Parametern wie dem XP-Gehalt, dem ADF-Gehalt oder der in vitro Verdaulichkeit. Der Gehalt an Proteinfractionen, Kohlenhydratfraktionen, ggf. UDP- oder nXP-Gehalt stellen neben agronomischen Parametern wie Ertragsleistung, Blattflächenindex, Blatt/Stängel Verhältnis, N-Fixierungsleistung oder Ausprägung der unterirdischen Biomasse Zuchtziele im Hinblick auf eine Steigerung der Persistenz dar, werden aber kaum als Zuchtziel angeführt.
- 2) **Nährstoffnutzungseffizienz** in der Grobfutter-basierten Fütterung. Der für die Leistung notwendige UDP-Anteil wird in der Futtermittelration durch den Einsatz von Kraftfutter gesteuert. Im Vergleich zur Futterkonservierung, gestaltet sich bei Beweidung die gezielte Steigerung des UDP-Anteils bei vergleichbarer Energiedichte als äußerst schwierig. Hier können z.B. tanninhaltige Futterpflanzen wie Hornklee, Esparsette oder Pflanzen mit einer hohen Aktivität des Enzyms Polyphenoloxidase, wie z.B. Rotklee, an einer effizienten N-Nutzungseffizienz mitwirken.
- 3) **Integrierte Systemanalyse** der Milch- und Fleischproduktion: Die Erfassung des „carbon footprint“ bzw. „ökologischen Rucksacks“ je kg FCM in Abhängigkeit vom Futter- bzw. Milchproduktionssystem ist seit einigen Jahren Forschungsgegenstand mehrerer Gruppen weltweit. Derartige Studien sind notwendig, um den politischen Akteuren Hinweise auf umwelteffiziente Landnutzungssysteme zu geben. So zeigen Arbeiten von Susenbeth (2009), dass bezüglich der Nährstoffnutzungseffizienz maximale Einzeltierleistungen jenseits der 10.000 kg FCM nicht dem Optimum entsprechen, sondern dass dazu Leistungen von 8000-9000 kg FCM/Kuh/Jahr ausreichend sind, eine Größenordnung, die mit dem alleinigen Grobfutter Gras erreicht werden kann.

## Fazit

- Alle Ansätze benötigen aussagekräftige Methoden, die am Tier mittels geeigneter Fütterungsversuche zu validieren sind. Auf dieser Basis ist die Prozesskette von der Pflanzenbauforschung (Morphologie Pflanze) über die Konservierung, die Futteraufnahme, Abbaukinetik, bis zur Umweltbelastung abzubilden.
- Potentielle genotypbedingte Unterschiede im Sortenspektrum von Deutschem Weidelgras wurden, insbesondere für die Proteinfractionen, bislang nicht systematisch untersucht. Es besteht deutlicher Bedarf, die genetische Variation bei Gräsern zu erweitern.

- Die Steigerung der Nutzungseffizienz ist nicht alleine eine zunehmende Einzeltierleistung der Milchkuh zu widmen, sondern vor- und nachgeschaltete Ereignisse sind zu berücksichtigen. Da wäre die Abbaukinetik von Proteinen und Kohlenhydraten und die daraus resultierende Nährstoff- und Energieverfügbarkeit im Dünndarm aus Futterpflanzen zu berücksichtigen. Die Konsequenzen für Futterproduktion und Umweltbelastung werden nicht ausreichend genau abgebildet. Daraus ist abzuleiten, dass die Pflanzenzüchtung Selektionsmerkmale identifizieren muss, die den spezifischen Ansprüchen der Milchkuh, im Bezug zu einer erhöhten Nährstoffnutzungseffizienz, entsprechen. Somit ist es möglich, eine Prozesskette von der Grünland- und Futterbauforschung, über die Konservierung, Futteraufnahme, bis hin zur prozessorientierten Bewertung der Abbaukinetik und tierischen Leistung abzubilden. Solch integrierte Ansätze kommen in der Forschung selten vor.

## Literatur

- Ahnert, S., Dickhoefer, U., Schulz, F., Susenbeth, A. (2015): Influence of ruminal quebracho tannin extract infusion on apparent nutrient digestibility, nitrogen balance, and urinary purine derivatives excretion in heifers. *Liv. Sci.* 177, 63-70.
- Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE), Ausschuss für Bedarfsnormen (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. DLG-Verlag, 136pp.
- Gierus, M., Kleen, J., Loges, R. and F. Taube (2012): Forage legume species determine the nutritional quality of binary mixtures with perennial ryegrass in the first production year. *Anim. Feed Sci. Technol.* 172, 150–161.
- Gierus, M., Eickler, B., Resch, R., Loges, R., Taube, F., Pötsch, E.M. (2016): Using in vitro methods to estimate metabolizable energy content of five forage legumes harvested under different defoliation systems. *Die Bodenkultur: J. Land Manag. Food Environ.* 67, 1-11. DOI: 10.1515/boku-2016-0011
- Gierus, M., Pötsch, E.M., Weichselbaum, F. (2016): Influence of nitrogen fertilization on the crude protein fractions of grassland forage. *Grassl. Sci. Eur.* (in press).
- Grabber, J.H., Coblenz, W.K., (2009): Polyphenol, conditioning, and conservation effects on protein fractions and degradability in forage legumes. *Crop Sci.* 49, 1511-1522.
- Humphreys, M.O., 1989. Water-soluble carbohydrates in perennial ryegrass breeding. II. Cultivar and hybrid progeny performance in cut plots. *Grass Forage Sci.* 44, 237-244.
- Krawutschke, M., Weiher, N., Thaysen, J., Loges, R., Taube, F., Gierus, M. (2013): The effect of cultivar on the changes in protein quality during wilting and ensiling of red clover (*Trifolium pratense* L.). *J. Agric. Sci.*, 151, 506-518.
- Lee, M.R.F., Brooks, A.E., Moorby, J.M., Humphreys, M.O., Theodorou, M.K., MacRae, J.C., and N.D. Scollan, 2002a. In vitro investigation into the nutritive value of *Lolium perenne* bred for an elevated concentration of water-soluble carbohydrate and the added effect of sample processing: freeze-dried and ground vs. frozen and thawed. *Anim. Res.* 51, 269-277.
- Lee, M.R.F., Harris, L.J., Moorby, J.M., Humphreys, M.O., Theodorou, M.K., MacRae, J.C., and N.D. Scollan, 2002b. Rumen metabolism and nitrogen flow to the small intestine in steers offered *Lolium perenne* containing different levels of water-soluble carbohydrate. *Anim. Sci.* 74, 587-596.
- Lee, M.R.F., Jones, E.L., Moorby, J.M., Humphreys, M.O., Theodorou, M.K., MacRae, J.C., and N.D. Scollan, 2001. Production responses from lambs grazed on *Lolium perenne* selected for an elevated water-soluble carbohydrate concentration. *Anim. Res.* 50, 441-449.

- Lösche, M., Salama, H., Gierus, M., Herrmann, A., Taube, F. (2010): Insights into carbohydrate and protein fractionation in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) genotypes using the Cornell Net Carbohydrate and Protein System. 1. Carbohydrate and protein fractionation. *Grassl. Sci. Eur.* 15, 521-523.
- Martens, S.D. und J.M. Greef, 2003. SWEETGRASS – Der Anbau von zuckerreichen Deutschen Weidelgräsern. *Mitt. AG Grünland u. Futterbau* 5, 229-230.
- Miller, L.A., Moorby, J.M., Davies, D.R., Humphreys, M.O., Scollan, N.D., MacRae, J.C. and M.K. Theodorou, 2001. Increased concentration of water-soluble carbohydrate in perennial ryegrass (*Lolium perenne*): milk production from late-lactation dairy cows. *Grass Forage Sci.* 56, 383-394.
- Salama, H., Lösche, M., Herrmann, A., Gierus, M., Taube, F. (2010): Insights into carbohydrate and protein fractionation in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) genotypes using the Cornell Net Carbohydrate and Protein System. 2. Ruminal kinetics. *Grassl. Sci. Eur.*, 15, 551-553.
- Shannak, S., Südekum, K.-H., Susenbeth, A. (2000): Estimating ruminal crude protein degradation with in situ and chemical fractionation procedures. *Anim. Feed Sci. Technol.* 85, 195-214.
- Simili da Silva, M., Tremblay, G.F., Bélanger, G., Lajeunesse, J., Papadopoulos Y.A., Fillmore, S.A.E., Jobim, C.C. (2014): Forage energy to protein ratio of several legume–grass complex mixtures. *Anim. Feed Sci. Technol.* 188, 17-27.
- Steingaß, H., Nibbe, D., Südekum, K.-H., Lebzien, P., Spiekers H. (2001): Schätzung des nXP-Gehaltes mit Hilfe des modifizierten Hohenheimer Futterwerttests und dessen Anwendung von Raps - und Sojaextraktionsschroten. 113 VDLUFA - Kongress, Berlin, Kurzfassungen der Vorträge, 114.
- Susenbeth, A. (2009): Effizientere Energie- und Nährstoffverwertung durch Tiere mit höherem genetischem Leistungspotential? Schriftenreihe zur 59. Öffentlichen Hochschultagung der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der CAU Kiel.

**Autorenanschrift**

Univ. Prof. Dr. Martin Gierus  
Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie (TTE)  
Interuniversitäres Department für Agrarbiotechnologie, IFA-Tulln  
Universität für Bodenkultur Wien - BOKU  
1190 Wien, Austria

## Was kostet Grobfutter?

**Martin Heim**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Agrarökonomie

### Einleitung

Die Fütterung hat in der Nutztierhaltung einen bedeutenden Anteil an den Erzeugungskosten, wobei beim Wiederkäuer das Grobfutter (z.B. Grassilage, Maissilage, Heu) eine erhebliche Rolle spielt. Wichtige Hinweise dazu gibt der bayerische Milchreport, in dem auch die Futterwirtschaft ausgewertet wird (DORFNER und HOFMANN, 2016). Demnach tragen im Wirtschaftsjahr 2014/2015 die Grobfutterkosten für die Milchkuh mit Nachzucht 23 % zu den gesamten Erzeugungskosten bei. Die teilnehmenden Betriebe sind u.a. nach der Höhe der Produktionskosten für Grassilage geschichtet, wobei die Spanne zwischen den Gruppen bei über 900 €/ha liegt. Dies verdeutlicht den großen Einfluss des Grobfutters auf die Kostenstruktur in der Milcherzeugung.

Andererseits liegen in der landwirtschaftlichen Praxis meist nur wenige Informationen über die Grobfutterkosten vor, weil das Futter im Allgemeinen innerbetrieblich in der Milch- oder Fleischerzeugung Verwendung findet, wo dann auch die eigentliche Wertschöpfung erfolgt. Gerade im Zusammenhang mit der Biogaserzeugung wird zwar auch Grobfutter gehandelt, jedoch existieren dazu keine allgemein zugänglichen, belastbaren und regional differenzierten Preisnotierungen.

### Methode und Material

Das internetgestützte Kalkulationsprogramm der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) kann auch im Futterbau für verschiedene Fragestellungen eine Antwort anbieten. Die kostenlose Anwendung „Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten“, abrufbar unter <https://www.stmelf.bayern.de/idb/>, basiert auf einer Leistungs-Kosten-Rechnung, wie sie auch in der landwirtschaftlichen Ausbildung vermittelt wird. Die wichtigsten Ertrags-, Preis- und Kostenpositionen sind dabei über Datenbanken an aktuelle Preis- und Ertragsentwicklungen angebunden. Zur Auswahl stehen Verfahren aus dem Ackerbau, dem Futterbau und der Tierhaltung.

Die Vorbelegung entspricht durchschnittlichen bayerischen Verhältnissen, wie Tabelle 1 am Beispiel Gras- und Maissilage zeigt.

<b>Tabelle 1: LfL-Internet-Deckungsbeitrag, vorbelegte Ertragskennwerte im Futterbau</b>							
Ertragskennwert	Einheit	Grassilage - Schnitthäufigkeit					Silomais
		2	3	4	5	6	
Trockensubstanz (Silage zur Entnahme)	dt/ha	53	71	85	105	125	164
Energiedichte	MJ NEL/kg TM	5,2	5,7	5,9	6,3	6,3	6,7
Eiweißdichte	g RP/kg TM	140	150	165	175	175	82

Die Vorbelegung lässt sich jederzeit mit eigenen Daten überschreiben. Für eine möglichst genaue Ertrageinschätzung auf dem Grünland werden Faktoren wie Standort, Düngung, Schnitthäufigkeit

und Schnitzeitpunkt abgefragt. Deren betriebsindividuelle Anpassung entscheidet wesentlich über die Genauigkeit der Kalkulation.

Mit diesem Recheninstrument soll nun beispielhaft die Kostensituation bei gängigen Grobfuttermitteln beleuchtet werden.

## Ergebnisse und Diskussion

### Vergleich Grassilage und Heu

Als typische Grünfütterkonserven werden in einem ersten Schritt die Erzeugungskosten von Grassilage und Heu verglichen. Dabei sind folgende Annahmen getroffen:

4 Schnitte, volles Rispenschieben, Ernte mit Feldhäcksler (Silage) bzw. Rundballen (Heu), Schlaggröße 2 ha, Durchschnitt 2013-2015, incl. Mehrwertsteuer, ohne Prämien.

Die variablen Kosten sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

	Einheit	Grassilage	Heu
Saatgut	€/ha	29	29
Dünger	€/ha	554	508
Pflanzenschutz	€/ha	7	7
Silounterhalt	€/ha	30	0
Variable Maschinenkosten	€/ha	453	679
Summe	€/ha	1.073	1.223
	€/dt FM	4,40	13,05

Die Berechnung der Düngekosten basiert auf einer Düngung nach Entzug zu Reinnährstoffkosten, unabhängig vom ausgebrachten Wirtschaftsdünger. Dieser wird in der LfL-Anwendung dem Deckungsbeitrag des jeweiligen tierischen Verfahrens (z.B. der Milchviehhaltung) als „Düngewert“ gutgeschrieben und senkt damit bei einer gesamtbetrieblichen Betrachtung die Kosten für den Mineraldünger.

Bei den Maschinenkosten erfolgen im Beispiel die Häckselkette sowie das Pressen und der Transport der Heuballen überbetrieblich, während für die restlichen Arbeiten Eigenmechanisierung unterstellt wird.

In Tabelle 3 wird der Vergleich der Futtermittel auf die Vollkosten erweitert.

	Einheit	Grassilage	Heu
Variable Kosten	€/ha	1.073	1.223
Zusatzkosten Arbeitserledigung	€/ha	229	382
Lagerraum	€/ha	100	446
Flächenkosten	€/ha	130	130
Sonstige Festkosten	€/ha	115	115
Kalkulatorische Faktorkosten: Ansatz für Zinsen, Pacht, Lohn	€/ha	170	187
Summe	€/ha	1.817	2.483
	€/dt FM	7,45	26,50

Für die Vollkostenbetrachtung der Arbeitserledigung werden jeweils Maschinenringsätze verwendet, die sich in den Tabellen 2 und 3 aus der Summe „Variable Maschinenkosten“ und „Zusatzkosten Arbeitserledigung“ ergeben.

Für die Lagerung der Heuballen wird vom Bau einer Bergehalle ausgegangen, was zu jährlichen Kosten von 446 €/ha führt.

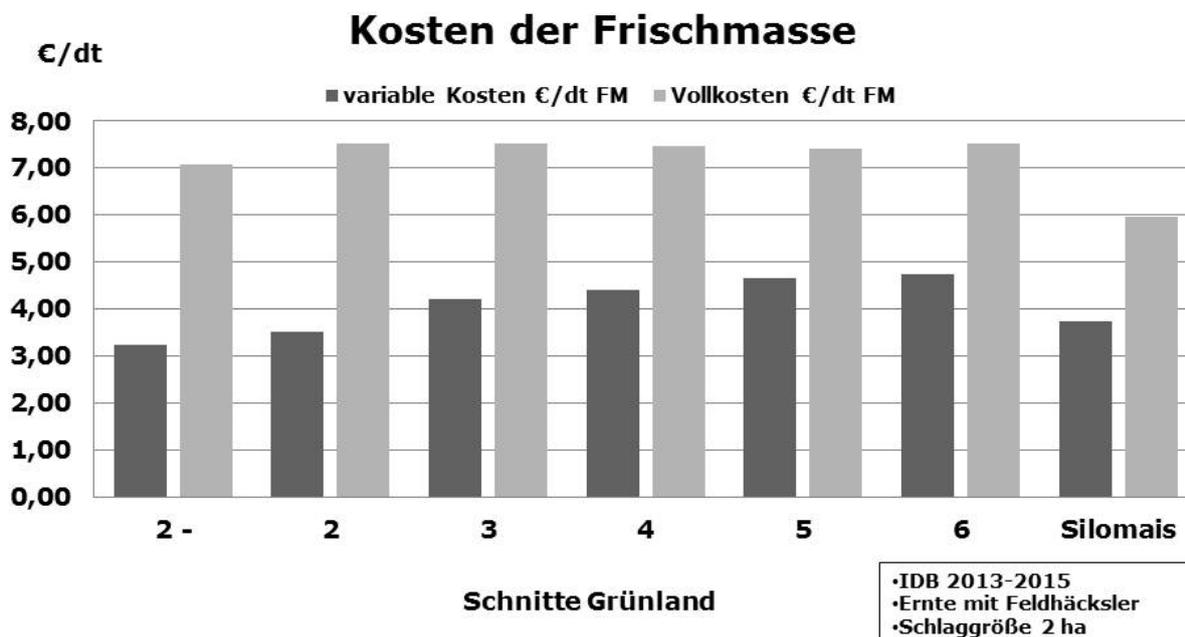
Die Flächenkosten für das Grünland werden mit 200 €/ha angesetzt, bei einem Pachtanteil von 60 %.

Unter diesen Annahmen ergeben sich Vollkosten von 7,45 €/dt Frischmasse (FM) bei Grassilage und 26,50 €/dt FM bei Bodenheu. Der letztgenannte Wert liegt deutlich über dem Orientierungspreis für Wiesenheu, wie er im Bayerischen Landwirtschaftlichen Wochenblatt veröffentlicht wird (Durchschnitt 2013-2015: 10,13 €/dt FM, brutto).

## Vergleich verschiedener Intensitäten beim Grünland

In einer Modellkalkulation werden nachfolgend die Stückkosten bei unterschiedlichen Intensitäten der Grünlandnutzung ermittelt und mit den entsprechenden Werten der Maissilage verglichen. Die Bandbreite reicht von zwei Schnitten auf einem ungünstigen Standort (2-) bis zu sechs Schnitten. Der Berechnung liegen die Ertragskennwerte aus Tabelle 1 und folgende Annahmen zu Grunde: 35 % TM (Silage), Ernte mit Feldhäcksler, Schlaggröße 2 ha, Durchschnitt 2013-2015, incl. Mehrwertsteuer, ohne Prämien.

**Abbildung 1: Kosten je nach Anzahl der Schnitte**

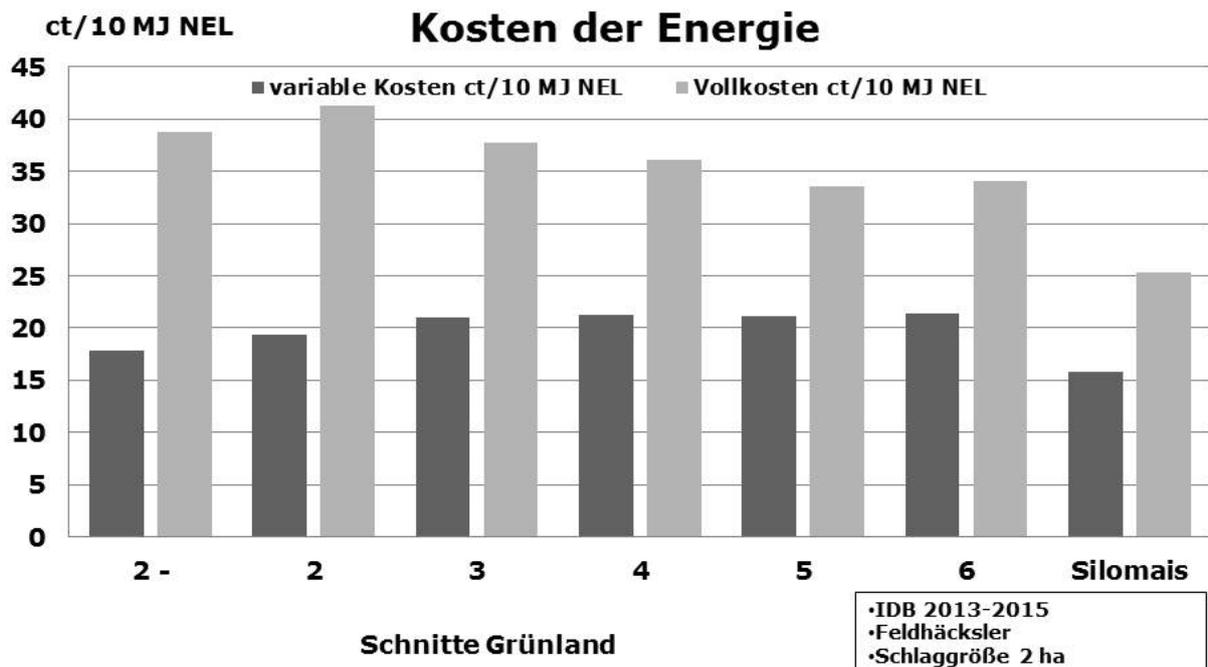


Bei intensiverer Bewirtschaftung steigen beim Grünland die variablen Kosten, v.a. für die Düngung und wegen der häufigeren Bearbeitungsgänge für die Arbeitserledigung. Die Festkostendegression führt jedoch dazu, dass die Vollkosten bezogen auf die Frischmasse im Gegensatz zu den variablen Kosten in etwa konstant bleiben (Abb. 1). Die Größenordnung der hier kalkulierten Vollkosten stimmt in etwa mit den Ergebnissen aus dem Milchreport Bayern 2015 überein, der die Produktionskosten für Grassilage mit 6,91 €/dt FM beziffert, mit einer enormen Bandbreite von 4,60 bis 10,59 € (DORFNER und HOFMANN, 2016).

Silomais liefert hohe Erträge, die mit wenigen Arbeitsgängen erzeugt werden können, so dass die Stückkosten hier entsprechend niedriger liegen.

Ganz ähnlich ist die Situation bei Betrachtung der Energieerträge. Der mit der höheren Bewirtschaftungsintensität unterstellte Anstieg der Energiedichte (Tab. 1) führt sogar zu sinkenden Vollkosten pro Energieeinheit (Abb. 2).

**Abbildung 2: Kosten je nach Anzahl der Schnitte**



Die Ergebnisse dieser Modellrechnung könnten nun zu dem Fehlschluss verleiten, als sei eine intensivere Grünlandnutzung in jedem Fall ökonomisch sinnvoll. Stattdessen ist vielmehr die Notwendigkeit einer standortgerechten Bewirtschaftung in Abhängigkeit von Klima, Boden und Gelände zu betonen, weil dem erhöhten Aufwand auch ein adäquater Mehrertrag entgegenstehen muss. Aber auch betriebsspezifische Gesichtspunkte wie die Hof-Feld-Entfernung oder der vorgesehene Verwendungszweck des Ernteguts bestimmen maßgeblich die Intensität der Futterwirtschaft. Entscheidend sind also die individuellen Gegebenheiten vor Ort.

## Verzicht auf Mineraldünger

Gleiches gilt auch für die Frage, ob es wirtschaftlich sinnvoll ist, sich an Agrarumweltmaßnahmen zu beteiligen. Die Datengrundlage für die folgende Vergleichsberechnung (Tab. 4) stammt aus einem N-Steigerungsversuch, den Diepolder und Schröpel von 1995 bis 2000 am Spitalhof durchführten (DIEPOLDER, 2012). Dabei wurde die ausschließliche Gülledüngung mit verschiedenen Niveaus der mineralischen N-Ergänzungsdüngung verglichen. Die Kostenkalkulation erfolgte wieder mit dem Internet-Deckungsbeitrag (IDB) der LfL unter folgenden Annahmen:

4 Schnitte, Ernte mit Feldhäcksler, Schlaggröße 2 ha, Durchschnitt 2013-2015, incl. Gülleausbringung, Pacht 300 €/ha, incl. Mehrwertsteuer.

Das bayerische Kulturlandschaftsprogramm (KULAP) honoriert im Verpflichtungszeitraum 2015-2019 den Verzicht auf Mineraldünger mit der Maßnahme „Extensive Grünlandnutzung durch

### Raufutterfresser (B 21) (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN, 2016).

Die „Nur Gülle“-Variante brachte gegenüber „Gülle + 2x40 N/ha“ bei der Frischmasse 38 dt/ha weniger Ertrag, während sich Energie- und Eiweißgehalt nur geringfügig unterschieden. Der Verzicht auf mineralische Düngung führt im Beispiel zu niedrigeren Kosten pro Hektar, aber bezogen auf den Ertrag steigen die Vollkosten von 7,99 auf 8,42 €/dt FM. Dieser Anstieg wird derzeit durch die KULAP-Maßnahme B 21 in Höhe von 120 €/ha und Jahr wieder ausgeglichen. Allerdings besteht nach wie vor der o.g. Ertragsausfall, der ggf. durch Flächenzupacht oder Futterzukauf bzw. durch Anpassung der Viehhaltung (z.B. Extensivierung) egalisiert werden muss.

	Einheit	Gülle (4x20 m <sup>3</sup> /ha verd.) + mineralisch (2x40 kg N/ha)	Nur Gülle (4x20 m <sup>3</sup> /ha verd.)	Differenz
Frischmasse	dt/ha	289	251	- 38
Energie	MJ NEL/kg TM	6,14	6,18	+ 0,04
Eiweiß	g RP/kg TM	155	155	+/- 0
Variable Kosten	€/ha	1.460	1.294	- 166
Vollkosten	€/ha	2.311	2.113	- 198
Vollkosten	€/dt FM	7,99	8,42	+ 0,43
Vollkosten mit KULAP B 21	€/dt FM	--	7,94	

### Vergleich verschiedener Futterbauverfahren

In einer weiteren Vergleichsberechnung werden die Erzeugungskosten für gängige Futterbauverfahren gegenübergestellt. Als Kalkulationsbasis dienen die Angaben aus Tabelle 5. Die Gehalte an Energie und Eiweiß stammen aus Analysen des LKV-Labors in Grub, wie sie jeden Herbst im Bayerischen Landwirtschaftlichen Wochenblatt veröffentlicht werden. Zusätzlich werden folgende Annahmen getroffen:

Durchschnitt 2013-2015, brutto, ohne Prämien/Vorfruchtwert, Hof/Feld 5 km, 2 ha-Schlag, Pacht Acker 450 €/ha/Wiese 300 €/ha, Unter-Dach-Trocknung (UDT) mit Entfeuchter, Weiderest 30 %, Klee gras Blanksaat im Herbst/2 Nutzungsjahre

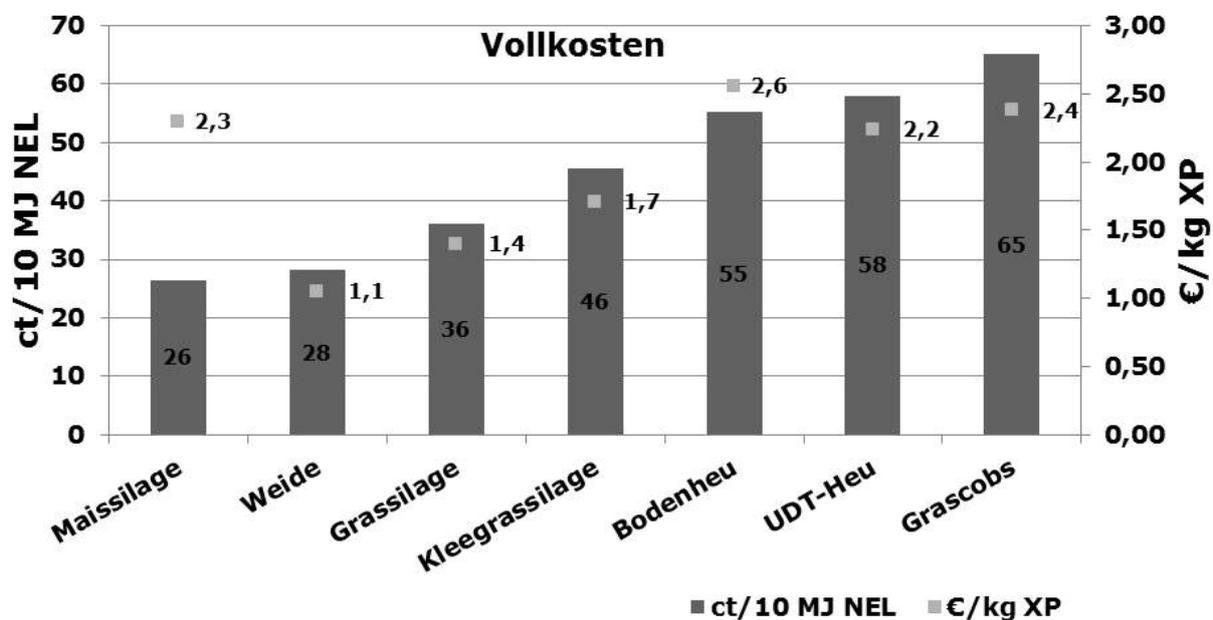
	Einheit	Gras-silage	Boden-heu	UDT-Heu	Gras-cobs	Weide	Silo-mais	Klee gras-silage
Schnitte	n	5	4	5	5		1	4,5
Ernteverfahren		FH	RB	LW	Abholen		FH	FH
Ertrag ab Lager	dt/ha TM	105	81	102	108	71	142	86
Energie NEL	MJ/kg TM	6,1*	5,8*	6,1	6,2*	6,1	6,7*	5,9*
Eiweiß XP	g/kg TM	158*	125*	158	170*	164	78*	157*

\*LKV-Labor Grub, Ø Bayern, Ø 2009 bzw. 2011 bis 2015, veröffentlicht im Bayerischen Landwirtschaftlichen Wochenblatt

Wie die Untersuchungsergebnisse zeigen, bleibt die Verbesserung der Qualität eine Daueraufgabe der Grobfuttererzeugung.

Die Vollkosten, bezogen auf die Energie- bzw. Eiweißeinheit, sind in Abbildung 3 zusammengefasst. Demnach liefert die Weide bei guter Produktionstechnik das kostengünstigste Grobfutter. Gleiches gilt bei den Futterkonserven für Grassilage (Eiweiß) und Maissilage (Energie). Beim Bodenheu wirken sich die häufigen Bearbeitungsgänge und die hohen Bröckelverluste kostensteigernd aus, während beim UDT-Heu und bei den Grascobs die Belüftungs- bzw. die Trocknungskosten negativ zu Buche schlagen. Allerdings sind mögliche Sondereffekte bei Grascobs (hinsichtlich der Gehalte an im Pansen unabgebautem Protein – UDP - und an  $\beta$ -Carotin) sowie bei UDT-Heu (höhere Futteraufnahme) hier nicht berücksichtigt. Diese Aspekte müssen ggf. bei der Kostenkalkulation der Gesamtration einfließen, z.B. durch Einsparung von Kraft- und Mineralfutter. Bei Leguminosen sind der Vorfruchtwert und mögliche Anbauprämien (Greening, KULAP) in der Berechnung ebenfalls nicht berücksichtigt; diese Gesichtspunkte sind nur bei Betrachtung der gesamten Fruchtfolge ökonomisch zu fassen.

**Abbildung 3: Kostenvergleich verschiedener Futterbauverfahren**



## Schlussfolgerungen

- Die Grobfutterkosten haben großen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Tierhaltung.
- Die Anwendung „Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten“ der LfL erlaubt die Beantwortung umfangreicher Fragestellungen auf der Basis von variablen Kosten und auf der Vollkostenebene. Die Genauigkeit der Berechnungen steigt mit der Verwendung exakt erhobener betrieblicher Daten.
- Die Kalkulation der Stückkosten im Futterbau setzt Informationen über den Ertrag und den Energie- und Eiweißgehalt voraus, die in der Praxis häufig nicht vorliegen.
- Die Intensität der Grünlandnutzung sollte sich am Standort, in Abhängigkeit von Klima, Boden und Gelände, orientieren.

- Bei der Beteiligung an Agrarumweltmaßnahmen müssen neben ökonomischen Gesichtspunkten auch die langfristigen Auswirkungen beim Ertrag, bei den Inhaltsstoffen und beim Pflanzenbestand berücksichtigt werden.
- Gute Futterqualitäten vorausgesetzt, liefert die Weidehaltung und die Silagewirtschaft das kostengünstigste Grobfutter.

## Literatur

BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT: LfL-Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten; im Internet: <https://www.stmelf.bayern.de/idb/> (Stand 15.08.2016).

BAYERISCHES LANDWIRTSCHAFTLICHES WOCHENBLATT: Jahrgänge 2009 bis 2015.

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN: Merkblatt AUM für den Verpflichtungszeitraum 2015-2019; Internet: [http://www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/agrarpolitik/dateien/m\\_aum\\_verpflichtung\\_2015\\_2019.pdf](http://www.stmelf.bayern.de/mam/cms01/agrarpolitik/dateien/m_aum_verpflichtung_2015_2019.pdf) (Stand: 23.08.2016).

DIEPOLDER, M.: Standortgerechte Grünlandbewirtschaftung. Möglichkeiten und Grenzen der Intensivierung. 39. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Raumberg-Gumpenstein, 25.04.2012; Vortragsfolien im Internet (Folie 39): <http://www.raumberg-gumpenstein.at/cm4/de/forschung/publikationen/downloadsveranstaltungen/viewdownload/555-viehwirtschaftstagung-2012/4961-standortgerechte-gruenlandbewirtschaftung-moeglichkeiten-und-grenzen-der-intensivierung-vortrag.html> (Stand 23.08.2016).

DORFNER, G. und G. HOFMANN: Milchreport Bayern 2015. Ergebnisse der Betriebszweigabrechnung Milchproduktion 2014/15; Internet: <http://www.lfl.bayern.de/iba/tier/020223/index.php>, 2016.

### Autorenanschrift

Martin Heim  
Menzinger Str. 54  
80638 München  
[martin.heim@lfl.bayern.de](mailto:martin.heim@lfl.bayern.de)

## Verwendung von Zusatzstoffen und Kraftfutter bei knappen Margen

### Dr. Martin Pries

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen

Im Kalenderjahr 2014 wurden in Deutschland knapp 24,5 Millionen Mischfutter in 308 Mischfutterwerken hergestellt. Von der Gesamtproduktion entfielen 10 Mio. t auf Futter für Schweine und 7,4 Mio. t auf Rindermischfutter einschließlich Kälberfutter. Knapp 590.000 t Mineralfutter wurden erstellt.

Der Mischfutterverbrauch bei den Rindern ist regional sehr unterschiedlich, wie der Tabelle 1 zu entnehmen ist. Die Konzentration an Mischfutterwerken ist im Norden am höchsten. Je gehaltenem Rind werden hier 8,8 dt Rindermischfutter produziert. In den südlichen Regionen und in den neuen Bundesländern ist die Mischfuttererzeugung je gehaltenem Rind wesentlich niedriger.

**Tabelle 1: Rinderhaltungen und Mischfutterproduktion in verschiedenen Regionen Deutschlands im Jahr 2014**

Region	Anzahl Rinder in Mio.	Mischfutterwerk (Anzahl)	Mischfutter- produktion (Mio. t)	Mischfutter pro Rind (dt)
Nord (SH, NI, NW)	5,2	184	4,6	8,8
Süd (BW, BY)	4,2	58	1,3	3,1
Ost (neue BL)	2,3	58	0,5	2,1

Quelle: Futtermitteltabellarum 2015, verändert

Die Rinderhalter in den nördlichen Bundesländern haben demnach die Mischfuttererzeugung zu großen Teilen aus ihren Betrieben ausgelagert und verlassen sich weit mehr auf den Kraftfutterzukauf aus gewerblichen Mischfutterherstellern, womit ein höherer Grad der Arbeitsteilung gegeben ist. Im Süden und in den neuen Bundesländern dominieren dagegen die Hofmischer, wenn gleiche Kraftfutterverbräuche je Rind unterstellt werden.

In der Milchkuhfütterung ist in Deutschland ein dreigeteiltes Vorgehen weit verbreitet. Dabei wird das betriebseigene Grobfutter mit einem Ausgleichsfutter so ergänzt, dass eine ausgewogene Milchbildung nach Energie (NEL) und nutzbarem Rohprotein (nXP) einschließlich des Erhaltungsbedarfs sichergestellt ist. Mengen- und Spurenelemente sowie Vitamine werden über geeignete Mineralfutter zugegeben. In der dritten Stufe werden Milchleistungsfutter eingesetzt, um die Nährstoffversorgung für höhere Milchleistungen sicherzustellen. Je nach Verwendungszweck variieren die Proteingehalte in den Futtern häufig zwischen 16 und 24 %. Bei höheren Proteinwerten wird von Ausgleichfuttern gesprochen.

Betriebe mit Mischwagen füttern zunehmend eine totale Mischration (TMR). Die Kraftfutterergänzung wird entweder über Einzelkomponenten oder Kraftfuttermischungen vorgenommen. Aus arbeitswirtschaftlicher Sicht ist die Verwendung von Mischungen vorteilhaft. Kommt eine proteinreiche

neben einer energiereichen Mischung zum Einsatz, kann der Betrieb kurzfristig auf Grobfutteränderungen durch Verschieben der Futtermengen reagieren.

Hinsichtlich der optimalen Einsatzmenge von Kraftfutter gibt es immer wieder Diskussionen, die unter physiologischen und ökonomischen Gesichtspunkten geführt werden. Insbesondere in Zeiten niedriger Milchpreise wird der Kraftfuttereinsatz kritisch gesehen und Forderungen nach Reduktion gewinnen an Bedeutung. Getragen wird diese Forderung von der Tatsache, dass in Ländern mit dauerhaft niedrigen Milchpreisen, wie z. B. Neuseeland und Australien, Milchproduktionssysteme mit sehr geringem Input etabliert sind. Es dominieren dort Weidehaltungen mit saisonaler Abkalbung bei fast völligem Verzicht auf Konzentratgaben. Auch bei niedrigen Milchpreisen werden so ansehnliche Margen erzielt. Demgegenüber ist Deutschland eher ein Hochpreisland, in dem ein hoher Faktoreinsatz mit entsprechend hohen Milchleistungen bisher die höchste Rentabilität verspricht.

Aus physiologischer Sicht ist zu berücksichtigen, dass der Einsatz von Kraftfutter immer mit einer Verdrängung von Grobfutter verbunden ist. Diese Grobfutterverdrängung ist in Abhängigkeit der Kraftfuttermenge nicht linear, sondern folgt eher einer Exponentialfunktion, wie eindrucksvoll von Baum (1984), Engelhard u. a. 2009 sowie Pries u. a. 2009 gezeigt werden konnte. In den genannten Versuchen führte die zusätzliche Gabe von einem kg TM Kraftfutter zu einer Erhöhung der Grobfutter- bzw. Mischrationenaufnahme von 0,4 bis 0,7 kg TM. Die Steigerung der Milchmenge je zusätzlichem kg Kraftfutter variierte zwischen 0,3 und 1,5 kg ECM. Die Kraftfutterwirkung ist umso geringer, je höher die verfütterte Kraftfuttermenge bereits ist, was mit der zunehmenden Grobfutterverdrängung erklärt wird. Ein weiterer bedeutsamer Einfluss auf Grobfutterverdrängung ist nach Gruber u. a. (2004) der Laktationsstand der Kuh. Demnach ist die Verdrängung zu Laktationsbeginn wesentlich geringer als im letzten Drittel der Laktation. Unter Berücksichtigung der Kraftfutterwirkung im Hinblick auf zusätzliche Milchbildung kann bei Kenntnis des Milch- und Kraftfutterpreises eine ökonomische Beurteilung des Kraftfuttereinsatzes erfolgen. Wenn beispielsweise das letzte kg Kraftfutter eine Milchbildung von lediglich 0,7 kg ECM ermöglicht und Milch- und Kraftfutterpreis bei 22 ct/kg liegen, ist der Kraftfuttereinsatz ökonomisch nicht zu rechtfertigen.

Im Rahmen der Fütterungsberatung und des Controllings auf einzelbetrieblicher Ebene hat sich die Größe Gramm Kraftfutter je kg ECM bewährt, um den Kraftfutterverbrauch in sinnvollen Grenzen zu halten. Gefordert wird, den KF-Aufwand auf etwa 250 g/kg ECM einzustellen. Betriebe, die hiervon deutlich nach oben abweichen, haben etwa 3 ct/kg ECM höhere Produktionskosten ohne Vorteile in der Milchmenge (27. Milchviehreport NRW).

Neben dem primären Ziel einer gesteigerten Energieversorgung soll Kraftfutter darüber hinaus den zusätzlichen Bedarf an Mengen- und Spurenelementen sowie Vitaminen sicherstellen. Aus diesem Grund finden sich in allen industriell hergestellten Milchleistungsfuttern entsprechende Wirkstoffvormischungen wieder. Häufig anzutreffende Gehalte in Milchleistungsfuttern und Bullenmastfuttern sind in Tabelle 2 dargestellt.

**Tabelle 2: Schwankungsbereich bei Zusatzstoffen im Milchleistungsfutter und Bullenmastfutter (n = 20)**

Futterart	Vit. A (i. E.)*	Vit. D (i. E.)*	Vit. E (mg)	Cu (mg)	Se (mg)	Zn (mg)
Milchleistungsfutter	8 – 15	1 – 1,9	10 – 50	9 – 25	0,17 – 0,60	34 – 115
Rindermastfutter	9 – 24	1,8 – 3	50 – 100	13 – 150	0,2 – 1,0	29 – 131
Versorgungsempfehlung GfE (2001) (je kg TM)	5	0,5	25	10	0,2	50

\*in Tausend

Zur besseren Einordnung sind die Versorgungsempfehlungen der GfE (2001) ebenfalls angegeben. Die Gehalte in den Mischfuttern liegen zum Teil deutlich oberhalb der Empfehlungen, insbesondere in den Mischungen für die Rindermast. Bei üblichen Einsatzmengen wird der Tagesbedarf an Vitaminen und Spurenelementen häufig gänzlich gedeckt, so dass eine weitere Supplementierung der Grobfuttermation unterbleiben kann. Vor diesem Hintergrund sind Preisvergleiche ausschließlich auf Basis Energie- und Proteinlieferung nur bedingt zulässig.

Beim Handel mit Mischfuttern wird der Energiegehalt in aller Regel auf Basis der vereinbarten Energiestufen (2 = 6,2 MJ NEL/kg; 3 = 6,7 MJ NEL/kg; >3 ab 7,0 MJ NEL/kg) deklariert, wobei eine gesetzliche Pflicht zur Energieangabe nicht besteht. Die Deklarationsangaben werden seitens des Vereins Futtermitteltest (VFT) regelmäßig im Rahmen eines Warentests geprüft und die Ergebnisse in den regionalen Fachzeitschriften veröffentlicht. Daneben gibt es in NRW bereits seit 1978 eine energetische Futterwertprüfung für Wiederkäuermischfutter. Hierbei wird das Prüffutter einer Verdaulichkeitsmessung an je fünf Hammeln unterzogen, anschließend aus den verdaulichen Nährstoffen der Energiegehalt sehr genau ermittelt und mit den Deklarationsangaben verglichen. Wiederum werden die Prüfergebnisse in Fachzeitschriften publiziert. In der Tabelle 3 sind die Befunde der letzten fünf Jahre bezüglich der Prüfung von Milchleistungsfuttern in Abhängigkeit der Energiestufen wiedergegeben.

**Tabelle 3: Ergebnisse der Energetischen Futterwertprüfung von Milchleistungsfuttern der letzten 5 Jahre**

Jahr	geprüfte Milchleistungs-futter	davon Deklaration bestätigt %	geprüfte Energiestufen (Anzahl Futter)					
			2		3		>3	
			+*	-*	+	-	+	-
<b>2015</b>	<b>52</b>	<b>90</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>35</b>	<b>4</b>
2014	46	100	1	0	14	0	31	0
2013	51	98	5	0	19	0	26	1
2012	56	88	1	1	20	2	28	4
2011	52	94	4	0	13	0	32	3

\*) + = Deklaration bestätigt; - = Deklaration nicht bestätigt

Futter der Energiestufe >3 wurden am häufigsten geprüft, was deren zunehmende Verbreitung am Markt Rechnung trägt. Im Durchschnitt der Prüfungen beträgt die Bestätigungsquote bei 94 %, worin eine hohe Qualität der angebotenen Futter und eine gute Deklarationstreue zum Ausdruck kommen. Seitens der neutralen Beratung werden Futter solcher Firmen bevorzugt, die in mehrjährigen Prüfungen keine Beanstandungen aufzuweisen haben. Wünschenswert sind Angaben zu den Kohlenhydraten auf den Begleitpapieren, da diese Größen für eine umfängliche Rationsberechnung benötigt werden. Für die Vorhersage der Fermentationsvorgänge im Pansen sind die Stärke- und Zuckergehalte der Ration und auch die Stärkeherkunft von größter Relevanz.

## Literatur

Baum, Michael (1984): Langfristige Untersuchungen an Milchkühen über Grundfutter-Verzehr und Milchleistung bei Zuteilung unterschiedlicher Kraftfuttermengen. Diss Universität Bonn

Deutscher Verband Tiernahrung (2015): Futtermitteltabellarum 2015, 46. Ausgabe, Bonn

DLG (2006): Schätzung der Futteraufnahme bei der Milchkuh. DLG-Information 1/2006, DLG, Frankfurt/Main

Engelhard, T.; Meyer, A.; Buland, M. (2009): Fütterung von Totalen Mischrationen mit unterschiedlichen Grob- und Kraftfutteranteilen an Kühe mit hohem Milchleistungspotenzial. Tagungsband Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda 2009

GfE (2001): (Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder

GRUBER, L.; SCHWARZ, F.J.; ERDIN, D.; FISCHER, B.; SPIEKERS, H.; STEINGAB, H.; Meyer, U.; CHASSOT, A.; JILG, T.; OBERMAIER, A.; GUGGENBERGER, T. (2004): Vorhersage der Futteraufnahme von Milchkühen – Datenbasis von 10 Forschungs- und Universitätsinstitutionen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. VDLUFA-Schriftenreihe 60 (Kongressband 2004), 484 – 504

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (2016): 27. Milchviehreport Betriebszweigauswertung 2014/2015

Pries, M.; van de Sand, H.; Benninghoff, J.; Tholen, E.; Südekum, K.-H. (2009): Einfluss variierender Kraftfuttermengen auf Leistungsparameter in der Milchviehhaltung. Tagungsband Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda 2009

### Autorenanschrift

Dr. Martin Pries  
Landwirtschaftskammer NRW  
Versuchs- und Bildungszentrum Landwirtschaft Haus Düsse  
Ostinghausen  
59505 Bad Sassendorf

# Aktuelle Herausforderungen zur Biosicherheit und Tiergesundheit

## Dr. Andreas Randt

Tiergesundheitsdienst Bayern e.V.

Die landwirtschaftlichen Tierhalter stehen vor immer neuen Herausforderungen. Neben den Verbrauchererwartungen zur Weiterentwicklung des Tierwohls und der Reduzierung des Antibiotikaeinsatzes, sind es vor allem die Vermeidung von Krankheiten und die Entwicklung der Bestandshygiene.

Krankheiten können heute auf Grund des zunehmenden Reiseverkehrs, des Handels mit Lebensmitteln und durch Vektoren (Insekten) innerhalb der Inkubationszeit jeden Ort dieser Welt erreichen.

Die zunehmende Veränderung des globalen Klimas führt in unseren Breiten zu veränderten Bedingungen. Im Jahr 2012 wurde zum Beispiel in Nordrhein- Westfalen und Rheinland-Pfalz die Asiatische Buschmücke (eine Gnitzenart) erstmalig nachgewiesen. Gnitzen sind Überträger einer Reihe von – in Europa erstmalig aufgetretenen – Krankheiten. Das Auftreten der Blauzungenkrankheit (2006), der Besnoitiose (2009), des Schmallenbergvirus (2011) und ganz aktuell der Lumpy skin disease (2016) ist ein Beleg dafür, dass vektorgebundene Krankheiten an Bedeutung gewinnen. Durch die Veränderung der klimatischen Bedingungen werden Insekten, Parasiten und Bakterien in ihrer Entwicklung begünstigt. In den milderen Wintermonaten gelingt es den Schädlingen zunehmend, die kalte Zeit unbeschadet zu überstehen. Dies führt unter anderem zu einem erhöhten parasitären Infektionsdruck in den Frühjahrsmonaten auf der Weide.

Die weitere Entwicklung des Tierwohls, in Form der modernen tiergerechten Haltungsformen, ist mit einer Zunahme an Risiken verbunden. Krankheitserreger können über Vögel, Schadnager oder Gnitzen leicht in die offenen Milchviehställe gelangen.

Das Thema Biosicherheit wird daher künftig in den Rinder haltenden Betrieben eine größere Rolle spielen als bisher. Biosicherheit, darunter versteht man die Analyse der bestehenden Gefahren einer Erregereinschleppung in Tierhaltungen, sowie die Entwicklung von Maßnahmen um dieses Risiko zu verringern oder zu verhindern.

Krankheitserreger können auf vielen verschiedenen Wegen übertragen werden. Für viele Krankheitserreger sind die Infektionswege spezifisch. Man unterscheidet dabei grundsätzlich zwischen direkter und indirekter Infektion.

Bei der direkten Infektion gelangt der Krankheitserreger ohne Zwischenschritte von Tier zu Tier. Beispiele für diese Art der Erregerübertragung sind die aerogenen Tröpfcheninfektionen oder Kontaktinfektionen. Eine Übertragung von Keimen via ausgeschiedener Se- und Exkrete erfolgt teilweise auch auf direktem Wege. Direkte Infektionen durch Tierkontakte sind die häufigste Ursache der Übertragung von Tierseuchen.

Voraussetzung für eine indirekte Übertragung von Krankheitserregern ist die Existenz von Überträgern oder Vektoren. Man unterscheidet zwischen belebten Vektoren (Personen, Tiere anderer Arten, Wildtierpopulationen, Schadnager, Zecken, Stechmücken etc.) und unbelebten Vektoren (Fahrzeuge, Geräte und Instrumente, Futter und Wasser).

Neben dem Personen- und Viehverkehr ist das Tiergesundheitsmanagement ein wichtiger Bestandteil der Biosicherheitsmaßnahmen.

In Zusammenarbeit mit dem Tierarzt setzt der Landwirt wichtige Hygienemaßnahmen im Betrieb um. Dazu gehören unter anderem:

- eine optimale Stall- und Haltungshygiene
- Grundsätzliche Reinigung der Stiefel vor dem Betreten des Stallabteils
- Einstellungsuntersuchungen
- Rein-Raus-Prinzip
- regelmäßige Reinigung und Desinfektion
- Schädnerbekämpfung
- Fliegenbekämpfung

Für Besucher sollte eine betriebseigene Schutzkleidung bereitgestellt werden.

Diese genannten Hygienemaßnahmen werden durch die Stallhygiene, die Melkhygiene, die Geburtshygiene und die Futterhygiene komplettiert.

Qualitativ hochwertige Futtermittel zählen zu den wesentlichen Voraussetzungen für eine wirtschaftliche und somit erfolgreiche Tierhaltung. Dabei ist insbesondere auch die Futterhygiene von entscheidender Bedeutung. Die gute fachliche Praxis beim Futterbau, bei der Ernte, bei der Lagerung und der Sicherheit des Futterlagers, ist entscheidend für die Qualität der Futtermittel.

#### **Autorenanschrift**

Dr. Andreas Randt  
Tiergesundheitsdienst Bayern e.V.  
Senator-Gerauer-str. 23  
85586 Poing  
gf@tgd-bayern.de



# Kühe mit **Ketoserisiko**

## Achten Sie auf 3 einfache Zeichen ...

### Überkondition:<sup>1</sup>

Überkonditionierte Kühe  
(BCS  $\geq$  4)  
in der Trockenstehperiode

### Krankeschichte:<sup>2</sup>

Kühe mit einer Vorgeschichte mit  
energiebezogenen Erkrankungen  
(einschließlich Ketose, Metritis,  
Nachgeburtsverhaltung  
und Labmagenverlagerung)

### Alter:<sup>3</sup>

Ältere Kühe: Parität 3+

Ketose ist ein verborgenes Problem auf vielen Milchviehbetrieben. Es ist eine verbreitete Herausforderung, die oft unterschätzt wird. Ketose schädigt die Gesundheit der Kuh, die Fruchtbarkeitsleistung<sup>4</sup> sowie die Milchproduktion.<sup>5</sup>

Zusätzlich können weitere Folgeerkrankungen noch mehr kranke Kühe und weitere Abgänge verursachen. Lassen Sie es nicht so weit kommen – sprechen Sie mit Ihrem Tierarzt für weitere Informationen über Ketose, die Diagnostik und Möglichkeiten des Ketosemanagements.

**Referenzen:** 1 Duffield 2000. Subclinical ketosis in lactating dairy cattle. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 16: 231–253. 2 Mulligan, O.Grady, Rice, Doherty 2006. A herd health approach to dairy cow nutrition and production diseases of the transition cow. *Anim. Repr. Sci.* 96: 331–353. 3 Rajala-Schultz, Grahn, McCulloch 1999. Effect of milk fever, ketosis and lameness on milk yield of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82: 288–294. 4 Walsh 2007. The effect of subclinical ketosis in early lactation on reproductive performance of postpartum dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90: 2788–2796. 5 Ospina 2010. Association between the proportion of sampled transition cows with increased nonesterified fatty acids and  $\beta$ -hydroxybutyrate and disease incidence, pregnancy rate and milk production at the herd level. *J. Dairy Sci.* 93: 3595–3601.

Elanco™, The Vital 90™ Days und der diagonale Balken sind Handelsmarken, die Eli Lilly and Company, deren Tochtergesellschaften oder verbundenen Unternehmen gehören oder unter deren Lizenz geführt werden. © 2016 Elanco Deutschland GmbH. DEDRYKTO00008c(3)



Elanco Deutschland GmbH, Werner-Reimers-Str. 2-4, 61352 Bad Homburg  
Tel.: 0800/4 534 847, Fax: 0800/7 234 083, kundenbetreuung@elanco.com, www.elanco.de

Elanco Animal Health Österreich – Eli Lilly Regional Operations Ges.m.b.H.  
Kölblgasse 8-10, 1030 Wien, Österreich, Tel.: 01/711 78-0; elanco\_vienna@lilly.com



# Einfluss des Trockenmassegehaltes von Hirseganzkornsilage auf die Nährstoffverdaulichkeit beim Mastschwein

**Wolfgang Wetscherek, Karin Leitner und Karl Schedle**

Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie,  
Interuniversitäres Department für Agrarbiotechnologie, Universität für Bodenkultur  
Wien, Österreich

## 1. Einleitung

Die Art *Sorghum bicolor* (L.) zählt zur Gattung *Sorghum* und der Familie der Süßgräser (*Gramineae*, *Poaceae*). Sie ist auch unter der Bezeichnung Mohrenhirse, Körnerhirse oder Zuckerhirse bekannt. Sorghumarten ohne Spelzen werden auch Milocorn genannt. Die Pflanze stammt aus Afrika. Wegen ihrer Hitze- und Trockenheitsresistenz wird diese Hirse vor allem in heißen und ariden Gebieten geschätzt (Fuller et al., 2004). In den letzten Jahren gewann der Anbau von *Sorghum bicolor* in Österreich als Alternative zum Mais zunehmend an Bedeutung, da Mais auf Mais Fruchtfolgen wegen der Ausbreitung des Maiswurzelbohrers nicht mehr tragbar sind.

Tanninarme Züchtungen von Sorghum können dem Nährwert von Körnermais nahe kommen (Jeroch et al., 1999). Anderen Quellen zufolge ist der Nährwert etwas geringer als bei Mais (Fuller et al., 2004; Kling und Wöhlbier, 1983). Allerdings hat das Protein in den Sorghumhirschen den geringsten Lysinanteil unter den Getreideproteinen (Jeroch et al., 1999). Sauvant et al. (2004) geben einen Lysingehalt von 2,2 g/kg in Körnerhirse bei einer standardisierten ilealen Verdaulichkeit von 74 % an. Im Vergleich dazu enthält Körnermais 2,4 g/kg Lysin und weist eine standardisierte illeale Verdaulichkeit von 80 % auf (Sauvant et al., 2004).

Der Energiegehalt von Sorghum ist dem Energiegehalt von Mais ähnlich bzw. liegt der Gehalt an umsetzbarer Energie (ME) etwas unter dem Energiegehalt von Körnermais (Sauvant et al., 2004; Tokach et al., 2010; Wetscherek 2015). Daher ist in der Regel die Futtermittelverwertung bei Hirse 1 bis 2 % schlechter als bei Mais. Der niedrigere Energiegehalt von *Sorghum bicolor* im Vergleich zum Mais scheint durch den geringeren Fettgehalt in Sorghum begründbar (Tokach et al., 2010).

Ältere Quellen beschränken den Einsatz für monogastrische Nutztiere mit rund 20 bis 30 % in der Ration (Jeroch et al., 1999). Wetscherek (2015) testete neben einer Kontrollgruppe mit Mais als Getreidekomponente eine Gruppe mit 40 % Hirse sowie eine Gruppe mit Hirse als alleiniger Getreidekomponente mit ca. 70% in der Ration, ohne dass es zu einer Verschlechterung der Mast- und Schlachtleistung kam. Laut Tokach et al. (2010) kann Sorghum andere Getreidearten wie Weizen, Gerste und Mais vollständig in der Ration für alle Altersgruppen und Nutzungsformen von Schweinen ersetzen. Dabei ist bei der Formulierung einer Ration stets der etwas niedrigere Energie- und Lysingehalt von Sorghum im Vergleich zu Mais zu berücksichtigen (Tokach et al., 2010). Zudem sollte die Berechnung auf Basis der standardisierten ilealen Verdaulichkeit von Aminosäuren und verfügbarem Phosphor erfolgen (Schedle 2016).

Nachdem österreichische Landwirte um Trocknungskosten zu sparen Mais in Form einer Silage konservieren und hier die Ganzkornsilage(GKS) aus betriebswirtschaftlichen Gründen bevorzugen, stellt sich die Frage, ob die gleiche Technologie auch für die Hirse einsetzbar ist. Diese Untersuchung soll die Fragestellung klären, welchen Einfluss hat der Trockenmassegehalt der Hirseganzkornsilage auf die Verdaulichkeit von Nährstoffen und somit den Energiegehalt beim Mastschwein.

## 2. Versuchsdurchführung

Der Versuch wurde mit neun männlichen, kastrierten Mastschweinen der Dreirassenkreuzung (Duroc x Landrasse) x Piétrain durchgeführt. Die Lebendmasse der Tiere zum Zeitpunkt des Zukaufs betrug im Durchschnitt  $34,6 \pm 1,8$  kg. Jeweils drei Vollgeschwister von drei verschiedenen Sauen wurden den drei Wiederholungen zugeteilt. Der Fütterungsversuch wurde mit neuen Stoffwechsellkäfigen der Universität für Bodenkultur, Wien im lateinischen Quadrat durchgeführt.

Die Tiere wurden während des Versuchs einzeln in Stoffwechsellkäfigen gehalten, die im lateinischen Quadrat angeordnet waren. Ein Tierversuchsantrag (Nr. 60016/4-WF/V/3b/2015) wurde beim Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft eingereicht und wurde am 6. Mai 2015 nach §26 TVG 2012, BGBl. I Nr. 114/2012 genehmigt.

Die Fütterung erfolgte mit drei verschiedenen Hirse-GKS der Sorte Targga (RAGT). Die Hirse-GKS wurden in luftdicht verschließbaren Kunststoffbehältern mit einem Volumen von sechs Litern gelagert. Vor der Fütterung wurden die Silagen mit einer Hammermühle bei einer Siebgröße von 4,5 mm vermahlen. Die drei Hirse-GKS unterschieden sich im Zeitpunkt der Ernte und folglich im TM-Gehalt. Hirse 1 (H1) wurde am 24. September 2014 geerntet und hatte einen TM-Gehalt von 70,1%. Die Ernte von Hirse 2 (H2) erfolgte am 2. Oktober 2014 und wies als GKS einen TM-Gehalt von 73,8% auf. Hirse 3 (H3) wurde am 10. Oktober 2014 siliert und hatte einen TM-Gehalt von 80,9%.

Die Eingewöhnungsphase zur Akklimatisierung der Tiere dauerte vier Tage. Während dieser Zeit erhielten die Tiere ein Alleinfutter für Mastschweine. Die drei Versuchsperioden gliederten sich jeweils in eine siebentägige Vorphase sowie eine fünftägige Hauptphase (Sammelperiode).

Die Energieversorgung der Schweine lag bei dem 2,5-fachen Erhaltungsbedarf (GfE, 1994, 2006). Zusätzlich zur Hirse-GKS erhielten die Tiere eine Vitamin- und Mineralstoffmischung sowie Aminosäuren als Ergänzung (4,95 % der Hirseration auf TM-Basis), sodass die Nährstoffempfehlungen der GfE bis auf Phosphor erfüllt waren. Die tägliche Ration der Tiere wurde anhand der vor Beginn der jeweiligen Versuchsperiode ermittelten Lebendmasse für die Dauer der folgenden Versuchsperiode berechnet. Die Futtervorlage erfolgte zweimal pro Tag. Wasser stand den Tieren zu jedem Zeitpunkt ad libitum zur Verfügung.

Eine Wiegung der Tiere erfolgte zu Beginn der ersten Versuchsperiode und vor jedem weiteren Futterwechsel. Außerdem wurde die pro Tier und Tag verzehrte Futtermenge dokumentiert. Quantitative Kotproben wurden während der Sammelperioden zweimal täglich aus allen Verdauungskäfigen entnommen. Die gesammelten Kotproben wurden in Kunststoffbeuteln vakuumiert und bei rund  $-20^{\circ}\text{C}$  gelagert.

Sämtliche Kotproben wurden nach Tier und Sammelperiode gepoolt, aufgetaut und in einem Tischkutter (robot coupe® R3 V.V.) homogenisiert. Rund 50 g frischer Kot wurden für eine spätere Bestimmung des Stickstoffgehaltes nach Kjeldahl in Flachbeuteln gefüllt und tiefgekühlt gelagert. Die restliche Probe wurde bei  $50^{\circ}\text{C}$  im Trockenschrank getrocknet. Nach der Trocknung wurden die Kotproben mit einer Zentrifugalmühle (*Retsch ZM 200*) bei einer Siebgröße von 1 mm gemahlen.

Von den tiefgefrorenen Kotproben wurden jeweils rund 25 g frischer Kot entnommen und für die anschließende Bestimmung des Bruttoenergiegehaltes mit dem Gefrietrockner *VirTis AdVantage Plus* gefriergetrocknet. Der Gehalt an Bruttoenergie wurde sowohl in den Hirse-GKS als auch in den Kotproben mit dem Verbrennungskalorimeter *IKA® C 200* in doppelter Ausführung bestimmt.

### 3. Ergebnisse und Diskussion

#### 3.1. Ergebnisse der Futtermittelanalysen

Die Ergebnisse der Futtermittelanalysen sind in Tabelle 1 dargestellt. Es ist zu erkennen, dass mit ansteigendem Trockenmassegehalt der Gehalt an Bruttoenergie (GE) in der Hirse-GKS zunimmt. Mit zunehmendem Reifegrad nimmt der Gehalt an XZ ab. Je später die Hirse geerntet wurde, desto höher ist der Stärkegehalt. Die Gehalte an OM, NfE, GXL, XA, P und Ca sind weitestgehend konstant. Für die XP-Gehalte lässt sich kein Trend erkennen.

**Tabelle 1: Inhaltsstoffe der Hirseganzkornsilagen**

Inhaltsstoffe	Hirse 1	Hirse 2	Hirse 3
TM, g/kg FM	701	738	809
OM, g/kg TM	980	980	980
XP, g/kg TM	96	93	98
GXL, g/kg TM	36	36	35
XF, g/kg TM	27	28	25
NfE, g/kg TM	820	822	822
XS, g/kg TM	752	761	763
XZ, g/kg TM	14	14	5
XA, g/kg TM	20	20	20
P, g/kg TM	4,4	4,3	4,5
Ca, g/kg TM	1,5	1,6	1,5
GE, MJ/kg TM	18,5	18,8	18,9

#### 3.2. Ergebnisse der Verdaulichkeitsberechnung

In der Tabelle 2 sind die Ergebnisse der Verdaulichkeitsberechnung der einzelnen Nährstoffe aufgelistet. Es zeigte sich, dass eine geringere Trockenmasse bei der Ernte die Verdaulichkeit von TM, OM, NfE, XS, und P signifikant verbessert. Keinen Einfluss hatte die Trockenmasse bei der Ernte auf die Verdaulichkeit von XP, GXL und XF.

Dieses Ergebnis stimmt mit den Erkenntnissen von Humer et al. 2014 mit Maiskornsilage, Maisganzkornsilage und getrockneten Mais überein. Auch hier war die Verdaulichkeit mit geringeren Trockenmassegehalt höher.

Da in der Literatur keine Angaben über die Verdaulichkeit von Hirseganzkornsilagen vorhanden sind werden Vergleiche mit Körnerhirse durchgeführt.

Cervantes-Pahm et al. (2014) ermittelten für trockene Körnerhirse eine XP-Verdaulichkeit von 77,8 % bei Mastschweinen, was den Ergebnissen des vorliegenden Versuchs entspricht. In der aktuellen Futterwerttabelle für Schweine beträgt die XP-Verdaulichkeit für Hirse 74 % (DLG, 2014). Bei Kling und Wöhlbier (1983) ist die XP-Verdaulichkeit mit  $76 \pm 5$  % bzw. bei DLG (1991) mit  $75 \pm 7$  % oder mit 75% bei Sauvant et al. (2004) etwas geringer als in den vorliegenden Versuch.

**Tabelle 2: Nährstoffverdaulichkeit (in %) der Hirseganzkornsilagen**

Nährstoff	Hirse 1	Hirse 2	Hirse 3	SEM	P-Wert
TM	91,4 <sup>a</sup>	90,8 <sup>ab</sup>	89,7 <sup>b</sup>	0,26	0,0210
OM	92,9 <sup>a</sup>	92,3 <sup>ab</sup>	91,7 <sup>b</sup>	0,18	0,0204
XP	80,0	76,9	77,5	1,11	0,4427
GXL	49,2	46,1	47,3	1,09	0,4902
XF	76,3	75,9	73,8	1,09	0,4597
NfE	97,3 <sup>a</sup>	96,7 <sup>(b)</sup>	96,3 <sup>b</sup>	0,12	0,0033
XS	99,7 <sup>a</sup>	99,6 <sup>a</sup>	99,5 <sup>b</sup>	0,02	<0,0001
P	62,9 <sup>a</sup>	55,9 <sup>b</sup>	48,0 <sup>c</sup>	1,59	0,0002

Bei Cervantes-Pahm et al. (2014) betrug die Stärke-Verdaulichkeit der Hirse 99,4 %. Rooney und Pflugfelder (1986) behaupteten, dass Körnerhirse unter den Getreidearten die niedrigste Stärke-Verdaulichkeit aufweist. Diese Behauptung widerspricht sich eindeutig mit den Ergebnissen des vorliegenden Versuches.

Im Vergleich mit den Verdaulichkeiten der meisten anderen Nährstoffe ist die GXL-Verdaulichkeit mit Werten von rund 46 bis 49 % gering. Bei Cervantes-Pahm et al. (2014) lag die GXL-Verdaulichkeit von Hirse bei 69,9 % und war damit um rund 20 % höher als im eigenen Versuch. Sauvant et al. (2004) geben eine GXL-Verdaulichkeit von 55 % an. Der aktuellen Futterwerttabelle für Schweine zufolge beträgt die XL-Verdaulichkeit der Hirse 56 % (DLG, 2014). Große Schwankungsbreiten gibt die DLG mit  $56 \pm 18$  % bei der XL-Verdaulichkeit an (DLG, 1991). Die im Versuch erhobene GXL-Verdaulichkeit liegt damit in diesem Schwankungsbereich.

Des Weiteren wurde die Verdaulichkeit der organischen Masse (VOM) ermittelt, die alle Fraktionen des Futtermittels mit Ausnahme der XA umfasst. Die VOM der Hirse-GKS lag bei rund 91,7 bis 92,9 %. Dabei war die VOM in der feuchtesten Hirse-GKS (H1) signifikant höher als in der trockensten Variante (H3). Bei Cervantes-Pahm et al. (2014) betrug die VOM der Hirse 92,3 %. Einer älteren Quelle zufolge beträgt die VOM der Hirse 90 % (DLG, 1991). Ähnlich hoch war die VOM mit 90 % bei Sauvant et al., 2004. Kling und Wöhlbier (1983) geben eine VOM von 92 % für Hirse in der Schweinefütterung an.

Die P-Verdaulichkeit lag im vorliegenden Versuch zwischen 48 und 63 %, wobei ein statistisch signifikanter linearer Effekt zu beobachten war. Dabei nahm die P-Verdaulichkeit mit zunehmendem TM-Gehalt der Hirse-GKS ab. Ein Vergleich mit Tabellenwerken zeigt die für unverarbeitete Hirsekörner (88 % TM) eine P-Verdaulichkeit von 30 % angeben (DLG, 2014). Auch Sauvant et al. (2004) erhoben eine vergleichsweise niedrige P-Verdaulichkeit von 25 %. Möglicherweise war Phosphor in den feuchteren Hirseganzkornsilagen weniger an das Phytat gebunden, sodass der Phosphor im Tier besser verfügbar war.

## 3.2. Energiegehalt in den Hirseganzkornsilagen

Die berechneten Werte für die einzelnen Energiestufen sind in der Tabelle 3 angeführt. Die geschätzten Werte für ME basieren auf den im Rahmen des Versuchs ermittelten Verdaulichkeiten. Die Gehalte an GE, DE und ME unterscheiden sich nicht signifikant zwischen den drei Hirseganzkornsilagen. Die Energieverdaulichkeit reduzierte sich tendenziell mit steigendem Trockenmassegehalt.

**Tabelle 3: Gehalte an GE, DE und ME in den Hirseganzkornsilagen (in MJ/kg TM)**

Merkmal	Hirse 1	Hirse 2	Hirse 3	SEM	P-Wert
GE, n=1	18,5	18,8	18,9		
DE, n=9	16,6	16,8	16,8	0,04	0,0980
ME, n=9	16,2	16,1	16,1	0,04	0,2009
Verdaulichkeit der Energie, %	90,3 <sup>(a)</sup>	89,5 <sup>(ab)</sup>	88,9 <sup>(b)</sup>	0,24	0,0530

Da Getreide in der Schweinemast häufig als Hauptenergieträger eingesetzt wird, ist die Verdaulichkeit der Bruttoenergie (GE) von Bedeutung. Im dargestellten Versuch betrug die Verdaulichkeit der GE rund 89 bis 90 %. Dabei war die Energie-Verdaulichkeit in der feuchtesten Hirse-GKS (H1) tendenziell besser als in der trockensten Hirse-GKS (H3). Die Verdaulichkeit der GE ist mit den Ergebnissen von Cervantes-Pahm et al. (2014) vergleichbar, die für Hirse eine GE-Verdaulichkeit von 89,3 % ermittelten. Lin et al. (1987) erhoben eine Gesamttraktverdaulichkeit der GE von 91,9 %. In Abhängigkeit vom Tanningehalt der Hirse beobachteten Cousins et al. (1981) Energie-Verdaulichkeiten von etwa 80 bis 90 %. Dabei wiesen tanninarme Sorten eine höhere Verdaulichkeit der GE auf. Sauvant et al. (2004) erhoben eine Energie-Verdaulichkeit von 87 %. Die Ergebnisse für die Verdaulichkeit der Bruttoenergie stimmen damit im dargestellten Versuch mit der Literatur überein.

## Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass eine feuchtere Silierung der Hirse mit rund 70 % TM Vorteile bezüglich der Nährstoffverdaulichkeit beim Schwein hat. Besonders stark ist der Effekt bei der Verfügbarkeit von Phosphor.

## Literatur

- Cervantes-Pahm S.K., Liu Y und Stein H.H. (2014): Comparative digestibility of energy and nutrients and fermentability of dietary fiber in eight cereal grains fed to pigs. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 94, 841-849.
- Cousins B.W., Tanksley T.D., Knabe D.A. und Zebrowska T. (1981): Nutrient digestibility and performance of pigs fed sorghums varying in tannin concentration. *Journal of Animal Science* 53 (6), 1524-1537.
- DLG (1991): DLG Futterwerttabellen - Schweine. 6. Auflage. Frankfurt am Main: DLG-Verlag.
- DLG (2014): DLG Futterwerttabellen - Schweine. DLG-Verlag: Frankfurt am Main.
- GfE, 1994. Die Bestimmung des verdaulichen Phosphors beim Schwein, In: Kirchgeßner, M. (Ed.), Mitteilung des Ausschusses für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie, *Proceedings of the Society of Nutrition Physiology*, Weihenstephan, pp. 113-119.
- GfE, 2006. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen. DLG Verlag, Frankfurt am Main.
- Fuller M.F. (Hrsg.), Benevenga N.J., Lall S.P., McCracken K.J., Omed H.M., Axford R.F.E. und Phillips C.J.C. (2004): *The Encyclopedia of Farm Animal Nutrition*. Wallingford, Cambridge: CABI.
- Humer E., Wetscherek W., Schwarz C. und Schedle K. (2014): Effects of maize conservation techniques on the apparent total tract nutrient and mineral digestibility and microbial metabolites in the faeces of growing pigs. *Animal Feed Science and Technology* 197, 176-184.
- Jeroch H., Drochner W. und Simon O. (1999): *Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere*. Stuttgart: Eugen Ulmer.
- Jeroch H., Drochner W. und Simon O. (2008): *Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere*. Stuttgart: Eugen Ulmer.
- Kling M. und Wöhlbier W. (1983): *Handelsfuttermittel 2A - Band 2, Teil A*. Stuttgart: Eugen Ulmer.
- Lin F.D., Knabe D.A. und Tanksley T.D. (1987): Apparent digestibility of amino acids, gross energy and starch in corn, sorghum, wheat, barley, oat groats and wheat middlings for growing pigs. *Journal of Animal Science* 64, 1655-1663.

Rooney L.W. und Pflugfelder R.L. (1986): Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. Journal of Animal Science 63, 1607-1623.

Sauvant D., Perez J.-M. und Tran G. (2004): Tables of composition and nutritional value of feed materials. 2. Auflage. Wageningen Academic Publishers.

Schedle, K. (2016): Sustainable pig and poultry nutrition by improvement of nutrient utilisation – A review. Journal of Land Management, Food and Environment, 67, 45-60.

Tokach, M., Goodband, B., DeRouchey, J. (2010): Sorghum in Swine Production Feeding Guide. Verfügbar: [https://www.grains.org/sites/default/files/technical-publications/pdfs/Sorghum\\_Swine\\_Feeding\\_Handbook.pdf](https://www.grains.org/sites/default/files/technical-publications/pdfs/Sorghum_Swine_Feeding_Handbook.pdf) (Letzter Zugriff am 09.07.2016).

Wetscherek, W. (2015): Einsatz von Körnerhirse in der Schweinefütterung. ALVA-Tagungsband, 2015, 105 – 107.

#### **Autorenanschrift**

Ao Univ.- Prof. Dr. Wolfgang Wetscherek  
Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie,  
Universität für Bodenkultur Wien  
Muthgasse 11  
1190 Wien  
Wolfgang.Wetscherek@boku.ac.at



# Ätiologische Studie zur Klärung chronischer Krankheitsgeschehen in Milchviehbetrieben: Vergleich der Rationen und des Fütterungsmanagements auf Fall- und Kontrollbetrieben

**Katrin Gollub<sup>1\*</sup>, Theresa Scheu<sup>2\*</sup>, Anika Kaiser-Wichern<sup>3</sup>, Katharina Charlotte Jensen<sup>1</sup>, Martina Hoedemaker<sup>1</sup>**

\* beide Autoren sind zu gleichen Teilen an der Erstellung des Manuskriptes beteiligt

<sup>1</sup>Klinik für Rinder, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover,  
Bischofsholer Damm 15, 30173 Hannover

<sup>2</sup>Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung, Hofgut Neumühle, Neumühle 1,  
67728 Mückweiler an der Alsenz

<sup>3</sup>Farm Management Support, Lely Deutschland, Industriestraße 8, 89367 Waldstetten

## Einleitung:

Seit etwa zwanzig Jahren wird von einem Krankheitsgeschehen in Milchviehbetrieben berichtet, welches mit vielfältigen, z.T. unspezifischen klinischen Symptomen, insbesondere bei hochleistenden Milchkühen in der Früh lactation, einhergeht. Letztendlich führt es zu chronischem Siechtum oder Tod der erkrankten Tiere und verursacht in den betroffenen Betrieben erhebliche wirtschaftliche Verluste. Da mit gängigen Untersuchungsprotokollen keine Klärung der Ursachen dieses chronischen Krankheitsbildes erzielt wurde, aber bei mikrobiologischen Untersuchungen Botulinumneurotoxin (BoNT) im Gastrointestinaltrakt und in den Organen erkrankter oder gestorbener Tiere gefunden wurde, wurde eine Toxikoinfektion (5) mit *Clostridium (C.) botulinum* postuliert und die Krankheitssymptomatik mit der Toxinwirkung in Zusammenhang gebracht. Das Krankheitsbild wurde als „chronischer“ oder „viszeraler“ Botulismus bezeichnet und vom klassischen Botulismus abgegrenzt (3). Laut der aufgestellten Hypothese der erstbeschreibenden Autoren nehmen die Tiere zunächst Clostridien sporen über das Futter auf. Diese scheinen dann den Pansen und den Dünndarm zu passieren und in den Dickdarm zu gelangen. Nach Auskeimung werden dort kontinuierlich kleinste Toxinmengen freigesetzt, die dann nach Resorption für die verschiedensten Krankheitssymptome verantwortlich sein sollen und letztendlich eine chronische Krankheitssymptomatik hervorrufen (3). Bisher ist noch nicht bekannt, welche Faktoren das Auskeimen und die Toxinbildung begünstigen sollen. Aufgrund bis dato fehlender, wissenschaftlich fundierter Untersuchungen zu diesem postulierten Krankheitsbild gilt der sog. "viszerale" Botulismus bisher nicht als eigenständige Krankheit oder gar als Tierseuche. Die wichtigsten Gründe hierfür sind:

1. Es fehlt eine klare Falldefinition aufgrund der vielen unspezifischen klinischen Symptome auf Tier- und Herdenebene. Daten über eine systematische Erhebung der Betriebsgegebenheiten in Verbindung mit einer gründlichen Einzeltierdiagnostik in einer statistisch auswertbaren Größenordnung wurden bisher nicht publiziert.

2. Die Tatsache, dass *C. botulinum* sowohl im Darmtrakt von gesunden als auch von kranken Tieren gefunden wird (6), führt zu Unsicherheiten in der Bewertung von positiven mikrobiologischen Befunden. Bisher wurde überwiegend nur in Problembetrieben auf *C. botulinum* untersucht, es fehlen epidemiologische Daten aus unverdächtigen Betrieben und von klinisch gesunden Tieren.

3. Für ein chronisches Krankheitsgeschehen in Milchviehbetrieben gibt es mehr als 20 Differentialdiagnosen, die berücksichtigt werden müssen.

Um die Zusammenhänge zwischen dem chronischen Krankheitsgeschehen in Milchviehbetrieben und *C. botulinum* oder seinen BoNT zu klären, wurde vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft unter der Trägerschaft der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung ein Forschungsprojekt gefördert. Hierbei handelte es sich um eine epidemiologische Studie, die in Form einer Fall-Kontroll-Studie durchgeführt wurde. Es wurden mögliche Risiko- oder Expositions-faktoren analysiert (z.B. Vorkommen von *C. botulinum*, andere Infektionskrankheiten, andere mögliche Differentialdiagnosen, Haltungs-, Fütterungs- und Managementfaktoren). In der hier durchgeführten Studie galt der Nachweis von *C. botulinum* oder seinen BoNT als Hauptexpositions-faktor. Zusätzlich wurden viele andere mögliche Faktoren aus dem Bereich der Differentialdiagnosen, der Haltung, der Fütterung und dem Management, die in irgendeiner Weise mit dem chronischen Krankheitsgeschehen in Verbindung stehen könnten, untersucht (11).

Vorausgreifend ist an dieser Stelle zu sagen, dass in dieser Studie kein Zusammenhang zwischen dem Nachweis von *C. botulinum* oder seinen BoNT und dem Auftreten von chronischem Krankheitsgeschehen nachzuweisen war (11). In keinem einzigen Fall wurde aus dem Kot der ca. 1390 untersuchten Tiere freies Toxin nachgewiesen. Die mikrobiologische Anzucht von *C. botulinum* aus Kot gelang nur in einem einzigen Fall bei einem gesunden Tier aus einem Problembetrieb. Lediglich Toxin Gen wurde aus Pansensaft und Kot der Tiere isoliert, jedoch bestanden keine statistischen Unterschiede zwischen Fall- und Kontroll-Betrieben bzw. zwischen den untersuchten kranken (Verdachtstieren) und gesunden Tieren (Kontrollen; 14).

Damit rückte die Auswertung der möglichen anderen Risikofaktoren für ein chronisches Krankheitsgeschehen in den Fokus. In der initialen Beschreibung berichten die Autoren unter anderem, dass die betroffenen Milchkühe, hauptsächlich in der Phase der Früh-laktation ( $\leq 100$  Tage post partum), trotz ungestörter Futteraufnahme und ausgeglichenen Rationen, zunehmend abmagern (3). Gerade jedoch diese Ausgeglichenheit und Wiederkäuergerechtheit einer Ration für hochleistende Tiere, mit den ab Hof zur Verfügung stehenden Futtermitteln zu gewährleisten, stellt eine tägliche Herausforderung im Fütterungsmanagement da. So zählt die zu Beginn der Laktation einsetzende Negative-Energie-Bilanz (NEB) zu dem größten Problem in der Fütterung von Milchkühen. Übersteigt doch die für die Milchproduktion benötigte Menge an Energie zu diesem Zeitpunkt bei weitem die Futteraufnahmekapazität der Tiere und damit die Versorgung mit Nährstoffen. So kommt es in der Folge zur Mobilisierung körpereigener Reserven. Die daraus resultierenden möglichen Erkrankungen wie Ketose oder Lipomobilisationssyndrom, Labmagenverlagerung oder Azidosen des Pansens sind hinreichend beschrieben (1,8,9,10). Somit ist es für die Rationsbeurteilung essentiell, zunächst alle zur Verfügung stehenden Futtermittel in Bezug auf Ihre Inhaltsstoffe zu analysieren, um daraus eine geeignete Ration zu berechnen. Fehlt dieser Schritt in der Gestaltung der Ernährung von Milchkühen, ist eine Überwachung der Herdengesundheit von der Basis an nicht möglich.

Sollen in einem nächsten Schritt die Rationen einzelner Betriebe miteinander verglichen werden, kann dies aufgrund der unterschiedlichen Rationstypen zu Schwierigkeiten führen. Die beiden am häufigsten in Deutschland angewendeten Rationstypen sind die Fütterung einer Totalen-Misch-Ration (TMR) und einer Aufgewerteten-Misch-Ration (AMR). Während bei ersterer alle Komponenten aufgrund besserer Verdaulichkeit in einer Ration vermischt werden, bekommen in zuletzt genannter Ration die Tiere zunächst alle eine Grundration, die durch individuelle Zuteilung von Kraftfutter aufgewertet wird. Beide Rationstypen bieten Vor- und Nachteile, welche an anderer Stelle bereits hinreichend beschrieben wurden (12,15).

Ziel der hier vorgestellten Arbeit war:

- 1) Ein Modell zu entwickeln, anhand dessen eine Vergleichbarkeit von einer AMR mit einer TMR rechnerisch möglich ist.
- 2) Rationen von Betrieben mit Problemen (Fall-Betriebe) mit den Rationen von Betrieben ohne Probleme (Kontroll-Betriebe) hinsichtlich etablierter Kennzahlen zu vergleichen, um mögliche Unterschiede bereits bei der Rationsberechnung zu erkennen und zu benennen.

## Material und Methoden:

Insgesamt sollten 150 Betriebe, davon 50 Kontroll- und 100 Fall-Betriebe untersucht werden. Aufgrund regionaler Spezifitäten hinsichtlich der Behandlungsstrategien in Form von polyvalenten Clostridien-Impfungen gegen das vermutete Krankheitsbild, wurden die Fall-Betriebe nochmals unterteilt. Die sogenannten Fall-1-Betriebe impften gar nicht gegen Clostridien. Die Fall-2-Betriebe hingegen setzten eine polyvalente Clostridien-Toxoid-Vakzine ein, welche jedoch keine Toxoide gegen *Clostridium botulinum* beinhaltete.

Aufgrund der Tatsache, dass es keine klare und reproduzierbare Beschreibung der Krankheitssymptome auf Herden- und Einzeltierebene gab, wurden Auswahlkriterien generiert, die die Charakterisierung einer chronisch kranken Milchviehherde ermöglichen sollten. Definiert wurden schließlich fünf Kriterien, von denen für die Teilnahme als Fallbetrieb mindestens drei erfüllt sein mussten. Kontrollbetriebe durften keines dieser Kriterien erfüllen.

1. Auffälliger Milchleistungsrückgang der Herde (>15 %) über einen Zeitraum von mindestens 3 Monaten innerhalb der letzten drei Jahre.
  2. Erhöhte Verluste durch Todesfälle und Euthanasie (>5 %) innerhalb der letzten 12 Monate.
  3. Auffällig erhöhte Abgangsraten (>35 % oder >10 % Zunahme) exklusive der Verkäufe von Zuchtvieh innerhalb der letzten 12 Monate.
  4. Vermehrt festliegende Tiere (> 10 %) innerhalb der letzten 12 Monate.
- Grundlage zur Berechnung der Einschlusskriterien stellte die durchschnittliche Anzahl der laktierenden und trockenstehenden Kühe gemäß den Daten der Milchleistungsprüfung (MLP) aus den letzten 12 Monaten da. Jungtiere wurden nicht in die Berechnung mit einbezogen.
5. Insgesamt deutlich erhöhtes Aufkommen verschiedener Erkrankungen oder der Eindruck chronisch kranker Tiere ohne spezifische Auffälligkeiten.

Dieses Kriterium wurde vom Landwirt selbst oftmals zusammen mit seinem Hoftierarzt subjektiv eingeschätzt. Wichtige Grundlage war die Beschreibung einer gewissen Form der Therapieresistenz dahingehend, dass offensichtliche Standardbehandlungen in der tierärztlichen Routine keine oder nur noch unvollständige Wirkung zeigten. Auch der Eindruck des Landwirtes, dass die Herde beispielsweise träge und lustlos wirke, wurde mitberücksichtigt.

Als Studienregion galt die Norddeutsche Tieflandebene (Schleswig-Holstein, Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen mit der BAB 2 als südliche Grenze), weil dort eine Konzentrierung von Botulismusfällen zu finden war (2) und zudem ähnliche Betriebsstrukturen vorhanden waren (13). Weiterhin mussten wenigstens 30 MLP-geprüfte Tiere in Laufstallhaltung vorhanden sein und die Erlaubnis zur Dateneinsicht in die MLP erteilt werden.

Mittels Fragebogen wurden alle an die frühlaktierenden Kühe der Herde verfütterten Komponenten und deren Mengenanteile an der Ration erfasst. Weiterhin wurden alle Analysen dieser Komponenten möglichst vollständig vom Betrieb mitgenommen. Diese Komponenten und ihre Analysenwerte wurden in das Rationsberechnungsprogramm Futter-R (Firma dsp agrosoft Kretzin, Germany) eingepflegt. Fehlende Analysewerte wurden mit Hilfe der Nährwerttabellen der deutschen landwirtschaftlichen Gesellschaft (DLG, 7) ersetzt. Mit dem Programm wurde in einem ersten Schritt die sogenannte Grobfuttermischung berechnet. Diese besteht in der Regel aus Gras- und Maissilage, Heu, Stroh, Luzerneheu und Frischgras in Form von Weide oder frischem Schnitt. Auf dieser ersten Ebene sind

AMR- und TMR-Fütterung ohne Einschränkungen hinsichtlich ihrer Kennzahlen (TS, Ra, Rp, nRp, RNB, Rfa, str\_Rfa, NEL, Zucker+uSt, Milch\_NEL, Milch\_nRp; 12) miteinander vergleichbar. Zusätzlich wurde noch der prozentuale Anteil an Maissilage in der Grobfuttermitteln bezogen auf den TS-Gehalt ermittelt. Im zweiten Schritt wurde eine Ration, die für eine durchschnittliche Milchleistung ausgelegt ist, berechnet. Neben den Grobfuttermitteln werden hier die Komponenten der Ausgleichsfuttermittel (Raps, Soja), sowie Mineralfuttermittel und Kraftfutter mit einberechnet. Für TMR fütternde Betriebe stellt diese Ration bereits die vollständige Ration mit allen Komponenten inklusive der Kraftfuttermenge für die durchschnittliche Milchleistung der Frühlaktierenden dar. Für AMR fütternde Betriebe ist ein Vergleich mit TMR-Betrieben nur möglich, wenn der Anteil an Kraftfutter zum Erreichen der Durchschnittsleistung mit in die Grundration ein gerechnet wird. Durch das Rationsberechnungsprogramm ist die Erstellung einer sogenannten Kraftfuttermitteltabelle möglich. Mit Hilfe der durchschnittlichen Milchleistung laut MLP kann man in dieser Kraftfuttermitteltabelle die theoretisch notwendige Menge an Kraftfutter ermitteln, die es zusätzlich zur Grundration zum Erreichen der Milchleistung noch braucht. Damit ist die Vergleichbarkeit zwischen TMR und AMR gewährleistet. In einem letzten Schritt wurde lediglich für die AMR fütternden Betriebe die Grundration mit der maximal verfütterten Kraftfuttermenge berechnet, die höherleistende Tiere zusätzlich individuell zugeteilt bekommen. Hierzu hatten die Landwirte zuvor im Fragebogen angegeben, wie hoch die maximale Kraftfuttermenge für die Kühe mit der höchsten Milchleistung angesetzt ist.

Weiterhin wurde in einem separaten Fragebogen verschiedene Aspekte zum Fütterungsmanagement (Einsatz eines Futtermischwagens, Frequenz der Futtervorlage, Frequenz des Futter Nachschiebens, etc.) erfasst. Diese Parameter wurden getrennt nach Betriebstyp (Kontroll- oder Fallbetrieb) ausgewertet.

## Ergebnisse:

Insgesamt wurden 47 Kontroll-(K), 45 Fall1-(F1) und 47 Fall2 (F2)-Betriebe besucht. Berücksichtigt wurden Daten zu insgesamt 3586 frühlaktierenden Tieren (K: 1360; F1: 1092; F2: 1134 Tiere) mit verfügbaren Angaben zur Anzahl der Tage post partum aus den MLP-Daten. Die durchschnittliche tägliche Milchleistung pro Kuh lag bei den frühlaktierenden Kühen auf K bei rund 37 kg, auf F1 bei rund 32 kg und auf F2 bei ca. 31 kg ( $p < 0,001$ ). In etwa 82 % aller Fälle lagen Analysen für die aktuell verfütterten Silagen vor.

Auf Kontrollbetrieben wurde rechnerisch bereits in der Grobfuttermitteln deutlich, dass diese signifikant mehr Grobfutter (ca. 1 kg mehr TS) zur Vorlage veranschlagten. Zudem enthielt die Grobfuttermitteln der Kontrollen deutlich mehr Energie sowie unbeständige Stärke und Zucker im Vergleich zu den Fallbetrieben ( $p < 0,05$ ). Im Gegensatz dazu waren die Gehalte an Rohasche, Rohfaser, Rohprotein sowie die RNB (Ruminale Stickstoffbilanz) signifikant geringer. Keine Unterschiede ergaben sich bezüglich der Gehalte an strukturierter Rohfaser und nutzbarem Rohprotein ( $p > 0,05$ ). Fall-Betriebe versuchten mit durchschnittlich 1 kg mehr Kraftfutter die Defizite der Ration hinsichtlich Energie auszugleichen, was in der Gesamtkalkulation jedoch keinen statistischen Effekt hatte.

Im Fütterungsmanagement wurde deutlich, dass Kontrollbetriebe häufiger Futter vorlegten und dieses häufiger nach schoben. Außerdem fütterten Kontrollbetriebe häufiger eine TMR im Vergleich zu dem Fall-Betrieben, wenngleich die AMR-fütterung die häufigste Rationsform auf allen Betriebskategorien war. Die Rationen der Kontroll-Betriebe (AMR und TMR) enthielten häufiger einen Maissilage-Anteil von über 50% in der Grobfuttermitteln.

Tabelle 1: Vergleich der Rationskennzahlen der berechneten Rationen für Milchkühe ( $\leq 100$  Tage post partum) unter Berücksichtigung des Betriebsstatus (Kontrolle [K], Fallbetriebe [F1 und F2

zusammengefasst]. Die Pfeile (↑↓) bedeuten, dass die Kennzahl in K-Betrieben höher bzw. niedriger waren, ± bedeutet kein Unterschied (11).

	Grobfuttermation	Grundration mit Kraftfutter bei durchschnittlicher Milchleistung	Grundration mit Kraftfutter bei maximaler Milchleistung
TS <sup>1</sup> Vorlage kg	↑	↑	↑
Rohasche g/kg TS	↓	nicht berechnet	nicht berechnet
Energie NEL/kg TS	↑	↑	↑
Rohfaser g/kg TS	↓	↓	±
Strukturierte Rohfaser %	±	↓	±
Stärke u. Zucker g/kg TS	↑	↑	↑
Rohprotein g/kg TS	↓	±	±
Nutzbares Rohprotein (nXP) g/kg TS	±	↑	±
RNB <sup>2</sup> g	↓	±	±
Milch kg aus NEL	↑	↑	↑
Milch kg aus nXP	↑	↑	↑
Individuelles Kraftfutter (kg)	trifft nicht zu	±	±

<sup>1</sup>TS = Trockensubstanz

<sup>2</sup>RNB = ruminale Stickstoffbilanz

## Diskussion

Es wurde insgesamt deutlich, dass Kontrollbetriebe rechnerisch eine höhere Milchleistung sowohl aus der Grobfuttermation als auch aus den Rationen für Durchschnittsleistung und bei maximaler Kraftfuttergabe erreichten. Es gilt festzuhalten, dass dieses nicht über den höheren Anteil an Kraftfutter erreicht wurde, sondern über die vermehrte Vorlage und das höhere Energieniveau der Grobfuttermation. Der höhere Energiegehalt lässt sich nicht zuletzt durch eine bessere Silagequalität, sondern auch durch einen größeren Maissilageanteil in der Grobfuttermation der Kontrollbetriebe erklären. Außerdem wurden die Rationen am Futtertisch besser gemanagt, was vor allem in einer erhöhten Frequenz des Futter Nachschiebens deutlich wurde. Durch die Etablierung eines Modells zum Vergleich von TMR mit AMR inklusive Kraftfuttermenge bei durchschnittlicher Milchleistung lässt sich die heterogene Fütterung auf alle Betrieben vergleichend beurteilen.

## Schlussfolgerung

Defizite bei der Gestaltung der Grobfuttermation lassen sich durch die Zugabe von Ausgleichsfuttermitteln und Kraftfuttermitteln nur marginal korrigieren. Ziel muss eine Grobfuttermation aus energetisch hochwertigen Silagen sein, wobei sich ein höherer Maissilageanteil hinsichtlich des Energiegehalts günstig auf die Kennzahlen der Ration auswirkt. Oberstes Ziel sollte immer sein, möglichst viel Milch aus dem Grundfutter produzieren zu können.

In Bezug auf die Fragestellung hinsichtlich eines Zusammenhangs zu einem chronischen Krankheitsgeschehen gilt festzuhalten, dass die aufgezeigten Defizite über einen längeren Zeitraum zu einer Unterversorgung solcher Herden führen können. Einschränkend ist jedoch zu sagen, dass es sich bei dieser Untersuchung um eine einmalige Erhebung handelte und die Rationen nur theoretisch

überprüft wurden. In weiteren Untersuchungen sollten neben der rechnerischen Kalkulation auch das Anmischen und die Vorlage der Rationen, sowie die tatsächliche Menge und Art der Futtermittelaufnahme über einen längeren Zeitraum kontrolliert werden.

## Literatur

1. Baird DG (1982): Primary ketosis in the high-producing dairy cow: Clinical and subclinical disorders, treatment, prevention, and outlook. J Dairy Sci 65: 1-10.
2. Böhnel, H. u. F. Gessler (2012): Hinweise zum Vorkommen von Rinderbotulismus in Deutschland anhand von Laboruntersuchungen der Jahre 1996-2010. Tierärztl. Umsch., 67, 251-256
3. Böhnel, H., B. Schwagerick u. F. Gessler (2001): Visceral botulism – A new form of bovine *Clostridium botulinum* toxication. J. Vet. Med. 48, 373-383
4. Brade W, and Brade E (2015): Die Futtermittelaufnahme von Milchkühen im ersten Laktationsdrittel. Prakt Tierarzt 96: 280-290.
5. EVSA (2005): Opinion of the scientific panel on biological hazards on the request from the Commission related to *Clostridium spp.* in foodstuff. The EFSA Journal 199, 1-65
6. Dahlenborg M, Borch E, and Rådström P (2003): Prevalence of *Clostridium botulinum* types B, E and F in faecal samples from Swedish cattle. Int J Food Microbiol 82: 105-110.
7. DLG (2012): Datenbank Futtermittel der DLG mit wichtigen Daten zur Futtermittelqualität [Zugriffsdatum: 19.08.2016]: <http://www.dlg.org/futtermitteldatenbank.html>
8. Drackley JK (1999): Biology of Dairy Cows During the Transition Period: the Final Frontier? J Dairy Sci 82: 2259-2273.
9. Goff JP (2006): Major advances in our understanding of nutritional influences on bovine health. J Dairy Sci 89: 1292-1301.
10. Grummer RR, Mashek DG, and Hayirli A (2004): Dry matter intake and energy balance in the transition period. Vet Clin North Am Food Anim Pract 20: 447-470.
11. Hoedemaker, M (2014) Abschlussbericht: Bedeutung von *Clostridium botulinum* bei chronischem Krankheitsgeschehen und Teilprojekt: Mikrobiologisches Risikopotenzial von Biogasanlagen unter besonderer Berücksichtigung von Hühnertrockenkot als Gärsubstrat: [www.rinder-botulismus.de](http://www.rinder-botulismus.de)
12. Kamphues J, Wolf P, Coenen M, Eder K, Iben C, Kienzle E, Liesegang A, Männer K, Zebeli Q, and Zentek J (2014): Supplemente zur Tierernährung für Studium und Praxis. Verlag M&H Schaper, 12. Aufl., Hannover.
13. Merle, R., M. Busse, G. Rechter u. U. Meer (2012): Regionalisierung Deutschlands anhand landwirtschaftlicher Strukturdaten. Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 8, 52-59
14. Seyboldt, C., S. Discher; E. Jordan, H. Neubauer K. C. Jensen, A. Campe, L. Kreienbrock, T. Scheu A. Wichern, F. Gundling, P. DoDuc S. Fohler, A. Abdulmawjood, G.Klein, M. Hoedemaker (2015): Occurrence of *Clostridium botulinum* Neurotoxin in chronic disease of dairy cows. . Vet Microbiol 177: 398-402.
15. Spiekers H, Nußbaum H, and Potthast V (2009): Erfolgreiche Milchviehfütterung. DLG-Verlag, 5. Aufl., Frankfurt am Main.

Weitere Informationen zu den Ergebnissen finden sie im Abschlussbericht des Projektes: Bedeutung von *Clostridium botulinum* bei chronischem Krankheitsgeschehen und Teilprojekt: Mikrobiologisches Risikopotenzial von Biogasanlagen unter besonderer Berücksichtigung von Hühnertrockenkot als Gärsubstrat: Link zum Bericht unter: [www.rinder-botulismus.de](http://www.rinder-botulismus.de)

### Korrespondenzadresse

TÄ Katrin Gollub; [katrin.gollub@tiho-hannover.de](mailto:katrin.gollub@tiho-hannover.de)

Klinik für Rinder, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Bischofsholer Damm 15, 30173 Hannover Tel: +49 511-856-7716

Dr. Theresa Scheu; [T.Scheu@neumuehle.BV-Pfalz.de](mailto:T.Scheu@neumuehle.BV-Pfalz.de)

Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung Hofgut Neumühle, Neumühle 1, 67728 Münchweiler an der Alsenz Tel: +49 6302-603-16

# Mycofix®



Führend. Bewährt. Zugelassen



**Mycofix®**

**Die erste und einzige in der EU zugelassene\* Lösung gegen Mykotoxine.**

Ein weiterer Beleg für die Pionierrolle von BIOMIN im Bereich Mykotoxin-Risiko-Management.

BIOMIN Additive Deutschland GmbH  
37627 Stadtoldendorf  
Tel.: +49 5532 90 16 0  
office.stadtoldendorf@biomin.net

\*Biomin® BBSH 797, Mycofix® Secure & FUMzyme®

[mycofix.biomin.net](http://mycofix.biomin.net)

Natürlich im Futter.

≡ **Biomin®** ≡

## **Ätiologische Studie zur Klärung chronischer Krankheitsgeschehen in Milchviehbetrieben: Ergebnisse der sensorischen, chemischen und mikrobiologischen Beschaffenheit von Silagen im Zusammenhang mit der Futterwerbung und Lagerung.**

**Theresa Scheu<sup>1</sup>, Franziska Schönherr<sup>2</sup>, Katrin Gollub<sup>2</sup>, Katharina Charlotte Jensen<sup>2</sup>, Petra Wolf<sup>3</sup>, Martina Hoedemaker<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung, Hofgut Neumühle, Mückweiler/Alsenz

<sup>2</sup>Klinik für Rinder, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover,

<sup>3</sup>Institut für Ernährungsphysiologie und Tierernährung, Universität Rostock

### **Einleitung:**

Seit etwa zwanzig Jahren wird von einem Krankheitsgeschehen in Milchviehbetrieben berichtet, welches mit vielfältigen, z.T. unspezifischen klinischen Symptomen, insbesondere bei hochleistenden Milchkühen in der Früh lactation, einhergeht. Letztendlich führt es zu chronischem Siechtum oder Tod der erkrankten Tiere und verursacht in den betroffenen Betrieben erhebliche wirtschaftliche Verluste. Da mit gängigen Untersuchungsprotokollen keine Klärung der Ursachen dieses chronischen Krankheitsbildes erzielt wurde, aber bei mikrobiologischen Untersuchungen Botulinumneurotoxin (BoNT) im Gastrointestinaltrakt und in den Organen erkrankter oder gestorbener Tiere gefunden wurde, wurde eine Toxikoinfektion (3) mit *Clostridium (C.) botulinum* postuliert und die Krankheitssymptomatik mit der Toxinwirkung in Zusammenhang gebracht. Das Krankheitsbild wurde als „chronischer“ oder „viszeraler“ Botulismus bezeichnet und vom klassischen Botulismus abgegrenzt (2). Laut der aufgestellten Hypothese der erstbeschreibenden Autoren nehmen die Tiere zunächst Clostridien sporen über das Futter auf. Diese scheinen dann den Pansen und den Dünndarm zu passieren und in den Dickdarm zu gelangen. Nach Auskeimung werden dort kontinuierlich kleinste Toxinmengen freigesetzt, die dann nach Resorption für die verschiedensten Krankheitssymptome verantwortlich sein sollen und letztendlich eine chronische Krankheitssymptomatik hervorrufen (2). Bisher ist noch nicht bekannt, welche Faktoren das Auskeimen und die Toxinbildung begünstigen. Aufgrund bis dato fehlender, wissenschaftlich fundierter Untersuchungen zu diesem postulierten Krankheitsbild gilt der sog. "viszerale" Botulismus bisher nicht als eigenständige Krankheit oder gar als Tierseuche. Die wichtigsten Gründe hierfür sind:

1. Es fehlt eine klare Falldefinition aufgrund der vielen unspezifischen klinischen Symptome auf Tier- und Herdenebene. Daten über eine systematische Erhebung der Betriebsgegebenheiten in Verbindung mit einer gründlichen Einzeltierdiagnostik in einer statistisch auswertbaren Größenordnung wurden bisher nicht publiziert.
2. Die Tatsache, dass *C. botulinum* sowohl im Darmtrakt von gesunden als auch von kranken Tieren gefunden wird (4), führt zu Unsicherheiten in der Bewertung von positiven mikrobiologischen Befunden. Bisher wurde überwiegend nur in Problembetrieben auf *C. botulinum* untersucht, es fehlen epidemiologische Daten aus unverdächtigen Betrieben und von klinisch gesunden Tieren.
3. Für ein chronisches Krankheitsgeschehen in Milchviehbetrieben gibt es mehr als 20 Differentialdiagnosen, die berücksichtigt werden müssen.

Um die Zusammenhänge zwischen dem chronischen Krankheitsgeschehen in Milchviehbetrieben und *C. botulinum* oder seinen BoNT zu klären, wurde vom Bundesministerium für Ernährung,

Landwirtschaft unter der Trägerschaft der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung ein Forschungsprojekt gefördert. Hierbei handelte es sich um eine epidemiologische Studie, die in Form einer Fall-Kontroll-Studie durchgeführt wurde. Es wurden mögliche Risiko- oder Expositionsfaktoren analysiert (z.B. Vorkommen von *C. botulinum*, andere Infektionskrankheiten, andere mögliche Differentialdiagnosen, Haltungs-, Fütterungs- und Managementfaktoren). In der hier durchgeführten Studie galt der Nachweis von *C. botulinum* oder seinen BoNT als Hauptexpositionsfaktor. Zusätzlich wurden viele andere mögliche Faktoren aus dem Bereich der Differentialdiagnosen, der Haltung, der Fütterung und dem Management, die in irgendeiner Weise mit dem chronischen Krankheitsgeschehen in Verbindung stehen könnten, untersucht (11).

Vorausgreifend ist an dieser Stelle zu sagen, dass in dieser Studie kein Zusammenhang zwischen dem Nachweis von *C. botulinum* oder seinen BoNT und dem Auftreten von chronischem Krankheitsgeschehen nachzuweisen war (6). In keinem einzigen Fall wurde aus dem Kot der ca. 1390 untersuchten Tiere freies Toxin nachgewiesen. Die mikrobiologische Anzucht von *C. botulinum* aus Kot gelang nur in einem einzigen Fall bei einem gesunden Tier aus einem Problembetrieb. Lediglich Toxin Gen wurde aus Pansensaft und Kot der Tiere isoliert, jedoch bestanden keine statistischen Unterschiede zwischen Fall- und Kontroll-Betrieben bzw. zwischen den untersuchten kranken (Verdachtstieren) und gesunden Tieren (Kontrollen; 13).

Damit rückte die Auswertung der möglichen anderen Risikofaktoren für ein chronisches Krankheitsgeschehen in den Fokus. In der initialen Beschreibung berichten die Autoren unter anderem, dass die betroffenen Milchkühe, hauptsächlich in der Phase der Früh-laktation (< 100 Tage post partum), trotz ungestörter Futteraufnahme und ausgeglichenen Rationen, zunehmend abmagern (2). Gerade jedoch diese Ausgeglichenheit und Wiederkäuergerechtheit einer Ration für hochleistende Tiere, mit den ab Hof zur Verfügung stehenden Futtermitteln zu gewährleisten, stellt eine tägliche Herausforderung im Fütterungsmanagement da. So müssen eben diese betriebseigenen Futtermittel, zu denen im Wesentlichen Gras- und Maissilagen, aber auch Heu und Stroh zählen unter bestmöglichen Bedingungen geworben, verarbeitet und gelagert werden. Die Produktion qualitativ hochwertiger Futtermittel beginnt mit der optimalen Pflege der Grünland- und Ackerflächen, der jahreszeitlich angepassten Mahd, dem zügigen Einbringen des Erntegutes, der optimalen Verdichtung, Abdeckung und Lagerung, sowie einem guten Management nach der Öffnung während der Verfütterung. All diese Punkte stellen im Ernteprozess Risiken dar, die sich nachteilig auf die Qualität des Futtermittels auswirken (12). Gras sollte bei einem Rohfasergehalt von 22-24 % der Trockenmasse (TM) etwa 5-7 cm über der Grasnarbe gemäht, auf 3-4 cm gehäckselt sowie zweimalig gewendet werden. Mais sollte bei der Ernte einen Kolbenanteil von 50-55 % aufweisen und etwa 30-40 cm über dem Boden gemäht, und auf eine Länge von 0,4-0,8 cm gehäckselt werden (5,11,14). Das ausreichende Festfahren des Erntegutes in Fahrtilos mit Bodenplatte und Seitenwänden und das luftdichte Abdecken, mit einer Unterziehfolie, einer Abdeckfolie, ausreichender Beschwerung und einem Schutznetz sind essentiell für den Siliererfolg (11). Die resultierende Milchsäuregärung unter anaeroben Bedingungen mit einer pH-Wert Absenkung  $\leq 4,5$  sollte mindestens 3 (Maissilage) besser 6 bis 8 Wochen (Grassilage) andauern (10). Nach Öffnung ist von einem Futtermittelverderb auszugehen, wenn der Nachweis von Schimmelpilzen, aeroben Keimen und Hefen die festgelegten Kennzahlen überschreitet (7). Zur Qualitätsbeurteilung hat die VDLUFA eine Einteilung durch Bestimmung von Leitkeimen und deren Einordnung in sieben Keimgruppen (KG) sowie deren Quantifizierung in Keimzahlstufen (KZS) eingeführt. Damit ist die Einordnung in vier Qualitätsstufen (QS) und die Einschätzung über die Tauglichkeit zur Verfütterung möglich (9,12).

Ziel der hier aufgeführten Auswertungen war es, einen Überblick zur Qualität silierter Futtermittel in Bezug auf mikrobiologische, chemische und sensorische Parameter zu erhalten und einen Vergleich zwischen Betrieben mit und ohne chronische Krankheitsgeschehen zu erlangen.

## Material und Methoden:

Insgesamt sollten 150 Betriebe, davon 50 Kontroll- und 100 Fall-Betriebe untersucht werden. Aufgrund regionaler Spezifitäten hinsichtlich der Behandlungsstrategien in Form von polyvalenten Clostridien-Impfungen gegen das vermutete Krankheitsbild, wurden die Fall-Betriebe nochmals unterteilt. Die sogenannten Fall-1-Betriebe impften gar nicht gegen Clostridien. Die Fall-2-Betriebe hingegen setzten eine polyvalente Clostridien-Toxoid-Vakzine ein, welche jedoch keine Toxoide gegen *Clostridium botulinum* beinhaltet.

Aufgrund der Tatsache, dass es keine klare und reproduzierbare Beschreibung der Krankheitssymptome auf Herden- und Einzeltierebene gab, wurden Auswahlkriterien generiert, die die Charakterisierung einer chronisch kranken Milchviehherde ermöglichen sollten. Definiert wurden schließlich fünf Kriterien, von denen für die Teilnahme als Fallbetrieb mindestens drei erfüllt sein mussten. Kontrollbetriebe durften keines dieser Kriterien erfüllen.

1. Auffälliger Milchleistungsrückgang der Herde (>15 %) über einen Zeitraum von mindestens 3 Monaten innerhalb der letzten drei Jahre.
  2. Erhöhte Verluste durch Todesfälle und Euthanasie (>5 %) innerhalb der letzten 12 Monate.
  3. Auffällig erhöhte Abgangsraten (>35 % oder >10 % Zunahme) exklusive der Verkäufe von Zuchtvieh innerhalb der letzten 12 Monate.
  4. Vermehrt festliegende Tiere (> 10 %) innerhalb der letzten 12 Monate.
- Grundlage zur Berechnung der Einschlusskriterien stellte die durchschnittliche Anzahl der laktierenden und trockenstehenden Kühe gemäß den Daten der Milchleistungsprüfung (MLP) aus den letzten 12 Monaten da. Jungtiere wurden nicht in die Berechnung mit einbezogen.
5. Insgesamt deutlich erhöhtes Aufkommen verschiedener Erkrankungen oder der Eindruck chronisch kranker Tiere ohne spezifische Auffälligkeiten.

Dieses Kriterium wurde vom Landwirt selbst oftmals zusammen mit seinem Hoftierarzt subjektiv eingeschätzt. Wichtige Grundlage war die Beschreibung einer gewissen Form der Therapieresistenz dahingehend, dass offensichtliche Standardbehandlungen in der tierärztlichen Routine keine oder nur noch unvollständige Wirkung zeigten. Auch der Eindruck des Landwirtes, dass die Herde beispielsweise träge und lustlos wirke, wurde mitberücksichtigt.

Als Studienregion galt die Norddeutsche Tieflandebene (Schleswig-Holstein, Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen mit der BAB 2 als südliche Grenze), weil dort eine Konzentrierung von Botulismusfällen zu finden war (1) und ähnliche Betriebsstrukturen vorhanden waren (9). Weiterhin mussten wenigstens 30 MLP-geprüfte Tiere in Laufstallhaltung vorhanden sein und die Erlaubnis zur Dateneinsicht in die MLP erteilt werden.

Mittels Fragebogen wurden zu allen aktuell verfütterten Silagen für Milchkühe und Trockensteher Angaben hinsichtlich Futterwerbung (z. B. Dauer der Mahd, Dauer des Befüllens des Silos, Art und Abdeckung des Silos, etc.) erfragt. Weiterhin sollten Angaben zu Auffälligkeiten beim Öffnen der Silagen sowie zum Vorschub und dem Management am Silo gemacht werden.

Im nächsten Schritt wurden alle aktuell verfütterten Silagen für Milchkühe und Trockensteher durch einen der vier Studientierärzte aufgesucht und sensorisch beurteilt. Dabei wurden der Geruch, die Farbe, mögliche Beimengungen sowie der Befall mit Schimmel oder Fäulnis in drei verschiedenen Graden (unauffällig- geringgradig- und hochgradig auffällig) beurteilt. Außerdem wurde von jeder Silage eine Probe von fünf bis acht unterschiedlichen Stellen von der Anschnittfläche entnommen. Dazu wurde etwa 10 cm tief in die Anschnittfläche manuell eingegangen, das Material zu einer ca. 1 kg schweren Probe vermengt und diese luftdicht verschlossen und gekühlt verpackt.

Die Proben wurden am nächsten Tag zur Analytik in das Institut für Tierernährung und das Institut für Mikrobiologie der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover gegeben. Neben der Bestimmung des pH-Wertes, der Trockensubstanz (Gras- und Maissilagen) sowie Rohasche, Rohprotein und Reineiweiß

(Grassilagen), wurde die Bestimmung der Gesamtkeimzahl aerober Bakterien, Schimmelpilze und Hefen durchgeführt. Anhand dieser Angaben wurden die Silagen gemäß VDLUFA in Qualitätsstufen klassifiziert.

## Ergebnisse:

Insgesamt wurden 47 Kontroll-(K), 45 Fall1-(F1) und 47 Fall2 (F2)-Betriebe besucht. Auf diesen Betrieben wurden 409 Silagen beurteilt und untersucht (Tabelle 1). Bei der Beurteilung der Abdeckung der Silagen konnten auf rund 38 % der K-Betriebe, auf 64 % der F1- Betriebe und auf 50 % der F2- Betriebe mindestens eine Silage mit unzureichender Abdeckung pro Betrieb identifiziert werden ( $p < 0,05$ ). In Folge dessen sind auf Fallbetrieben mehr als die Hälfte aller Grassilagen mangelhaft durchsiliert (pH  $>4,7$ ; K: 29,8 %; F1: 52,4 %, F2: 52,2 %;  $p < 0,05$ ). Optisch und sensorisch waren bei rund 30 % aller Gras- und Maissilagen auf Fall-Betrieben deutlicher Schimmelbefall und/oder Anzeichen von Fäulnis im Anschnitt zu erkennen ( $p < 0,05$ ). Basierend auf der Keimzahlbestimmung lag die mittlere Prävalenz verdorbener (QS 4) Gras- und Maissilagen auf Fall-Betrieben bei etwa 40 % im Vergleich zu K-Betrieben mit rund 25 % ( $p < 0,05$ ).

Tabelle 1: Ausgangsmaterial der 409 untersuchten Silagen auf Kontroll (K)- Fall1 (F1)- und Fall2 (F2)-Betrieben.

Ausgangsmaterial	F1		F2		K		Gesamt
	N	%	N	%	N	%	N
Gras 1. Schnitt	32	31,4	35	34,3	35	34,3	102
Gras 2. Schnitt	18	29,5	22	36,1	21	34,4	61
Gras 3. Schnitt	16	31,4	19	37,3	16	31,4	51
Gras 4. Schnitt	5	25,0	10	50,0	5	25,0	20
Mais	43	30,7	49	35,0	48	34,3	140
Sonstige*	13	37,1	6	17,1	16	45,7	35

\*Die sonstigen Silagen hatten als Ausgangsmaterial Grünroggen (2), Feuchtroggen (1), Feldgras (2), Ackergras (5), Biertreber (11), Pressschnittel (6), Getreidepressschlempe (1), Roggen und Zuckerrüben (1), Corn-Cob-Mix (1), Feucht-mais (1), Lieschkolben und Nassschnittel (1), Ganzpflanzensilage mit 65% Hafer, 19% Gras, 15% Wicke und Erbsen und 1% Sonnenblumen (1), Gras vom 5. Schnitt (3) und Zitrustrester (1). Sie wurden in der weiteren Auswertung nicht weiter berücksichtigt.

## Schlussfolgerung

Die Ergebnisse hinsichtlich Lagerung und der damit verbundenen mikrobiologischen Beschaffenheit der Silagen verdeutlichen, dass gerade auf Betrieben mit Problemen in der Herdengesundheit die Qualität der Grundfuttermittel oftmals unbefriedigend ist und verdorbene Grundfuttermittel als ein Risikofaktor für chronische Krankheitsgeschehen angesehen werden können. Die Produktion hochwertiger Futtermittel stellt jedoch eine Schlüsselfunktion in der Gesunderhaltung und Leistungsfähigkeit von Milchvieherden dar. Daher sollte bei der Überprüfung der Herdengesundheit immer eine Untersuchung der Futtermittel durchgeführt werden.

## Literatur

1. Böhnel, H. u. F. Gessler (2012): Hinweise zum Vorkommen von Rinderbotulismus in Deutschland anhand von Laboruntersuchungen der Jahre 1996-2010. Tierärztl. Umsch., 67, 251-256
2. Böhnel, H., B. Schwagerick u. F. Gessler (2001): Visceral botulism – A new form of bovine *Clostridium botulinum* toxication. J. Vet. Med. 48, 373-383
3. EVSA (2005): Opinion of the scientific panel on biological hazards on the request from the Commission related to *Clostridium spp.* in foodstuff. The EFSA Journal 199, 1-65
4. Dahlenborg M, Borch E, and Rådström P (2003): Prevalence of *Clostridium botulinum* types B, E and F in faecal samples from Swedish cattle. Int J Food Microbiol 82: 105-110.
5. Galler, J. (2001) : Silagebereitung von A-Z, Landwirtschaftskammer Salzburg
6. Hoedemaker, M (2014) Abschlussbericht: Bedeutung von *Clostridium botulinum* bei chronischem Krankheitsgeschehen und Teilprojekt: Mikrobiologisches Risikopotenzial von Biogasanlagen unter besonderer Berücksichtigung von Hühner trockenkot als Gärsubstrat: [www.rinder-botulismus.de](http://www.rinder-botulismus.de)
7. Jeroch, H.; Drochner, W.; Simon, O., (2008): Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere - Ernährungsphysiologie, Futtermittelkunde, Fütterung, 2. Auflage; Ulmer UTB
8. Merle, R., M. Busse, G. Rechter u. U. Meer (2012): Regionalisierung Deutschlands anhand landwirtschaftlicher Strukturdaten. Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 8, 52-59
9. Methodenbuch Band III. Futtermittel VDLUFA (2012): 3. Aufl. 1976 Gesamtwerk einschl. 1.-8. Ergänzungslieferung, 2190 S., SBN 978-3-941273-14-6
10. Nußbaum, H., Spiekers, H. Potthast, V. (2009): „Silageproduktion“, Erfolgreiche Milchviehfütterung, S. 120-182, DLG-Verlag
11. Nußbaum, H. (2012): „Fahrsilo“; Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung 8. Aufl., DLG-Verlag, S. 99-120
12. Scheu, T. (2015): Klärung chronischer Krankheitsgeschehen in Milchviehbetrieben: Beschaffenheit von Silagen im Zusammenhang mit der Futterwerbung und Lagerung; Kompaktvet; 7-2015 Rinder
13. Seyboldt, C., S. Discher; E. Jordan, H. Neubauer K. C. Jensen, A. Campe, L. Kreienbrock, T. Scheu A. Wichern, F. Gundling, P. DoDuc S. Fohler, A. Abdulmawjood, G.Klein, M. Hoedemaker (2015): Occurrence of *Clostridium botulinum* Neurotoxin in chronic disease of dairy cows. . Vet Microbiol 177: 398-402.
14. Thaysen (2011): „Grassilage – vom Feld bis in den Trog“, aid

Weitere Informationen zu den Ergebnissen finden sie im Abschlussbericht des Projektes: Bedeutung von *Clostridium botulinum* bei chronischem Krankheitsgeschehen und Teilprojekt: Mikrobiologisches Risikopotenzial von Biogasanlagen unter besonderer Berücksichtigung von Hühner trockenkot als Gärsubstrat: [Link zum Bericht unter: www.rinder-botulismus.de](http://www.rinder-botulismus.de)

### Korrespondenzadresse

Dr. Theresa Scheu; [T.Scheu@neumuehle.BV-Pfalz.de](mailto:T.Scheu@neumuehle.BV-Pfalz.de)

Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung Hofgut Neumühle, Neumühle 1, 67728 Münchweiler/Alsenz Tel: +49 6302-603-16

TÄ Katrin Gollub; [katrin.gollub@tiho-hannover.de](mailto:katrin.gollub@tiho-hannover.de)

Klinik für Rinder, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, Bischofsholer Damm 15, 30173 Hannover Tel: +49 511-856-7716



# RONOZYME® RumiStar™ ist ein Enzym und...



- optimiert die Faser- und Stärkeverdaulichkeit im Pansen und im Dünndarm
- bewirkt höhere Milchleistung
- und verbessert die Futtereffizienz.

# Untersuchungen zum Austausch von Weizen gegen Körnermais auf das Wiederkauverhalten, den Pansen-pH-Wert und die Futteraufnahme in der Intensivmast von Fleckviehbullen

**A. Linse<sup>1</sup>, A. Obermaier<sup>1</sup>, W. Windisch<sup>2</sup>, T. Etle<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft; <sup>2</sup>Technische Universität München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Lehrstuhl für Tierernährung

## Einleitung

Frühere Versuchsergebnisse (ETTLER ET AL., 2016) zeigen, dass auch eine starke Absenkung der Faserversorgung bzw. Erhöhung des Kraftfutteranteils der Ration bei vergleichbarer Versorgung mit (pansenabbaubarer) Stärke bei Fleckviehbullen eher geringe Auswirkungen auf die Leistung, aber auch auf den Pansen-pH-Wert haben. Daher sollte mit vorliegender Untersuchung geklärt werden, wie sich unterschiedliche Gehalte an pansenabbaubarer Stärke und Zucker bei vergleichbarer Faserversorgung (Variation des „Strukturindex“ (SI), RUTZMOSEK UND ETTLE, 2011) auf die Futteraufnahme, den Pansen-pH-Wert und das Wiederkauverhalten von Fleckviehbullen auswirkt.

## Material und Methoden

Für den Versuch standen 72 Bullen der Rasse Fleckvieh an der Versuchsstation Grub der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) zur Verfügung. Die Aufteilung auf die Buchten bzw. sechs Versuchsgruppen erfolgte bei einem Gewicht von 256±20 kg nach einer vierwöchigen Eingewöhnungsphase unter Berücksichtigung von Alter, Lebendmasse und Abstammung. Die Tiere wurden im Kaltstall in sechs Buchten mit je 12 Tieren auf Spaltenboden mit Gummimattenaufgabe gehalten. Die Bullen aller sechs Gruppen wurden mit Totalmischrationen (TMR) versorgt, die gleiche Gehalte an Grassilage (17,1 % der TM), Maissilage (38,15 % der TM), Kraftfutter (42,3 % der TM) und Gerstenstroh (2,2 % der TM) hatten. Zur Variation des Strukturindex (SI) wurde Körnermais gegen Weizen und Gerste im Kraftfutter ausgetauscht. Hierfür wurden zwei Ausgangsmischungen, „SI 51“ mit Körnermais und „SI 39“ mit Weizen und Gerste verwendet. Zur Staffelung des Index wurden die beiden Ausgangsmischungen in den Verhältnissen 100:0 (SI 51), 75:25 (SI 47), 50:50 (SI 44), 25:75 (SI 42) und 0:100 (SI 39) verschnitten. Dadurch sollte eine Variation in den Gehalten an pansenabbaubarer Stärke und Zucker erreicht werden. Die Gehalte an strukturwirksamer Faser sollten in den verschiedenen Rationen vergleichbar gehalten werden. Den Tieren der sechsten Versuchsgruppen wurden die TMR SI 51 und SI 39 zur freien Auswahl vorgelegt.

Die täglichen Futteraufnahmen wurden tierindividuell anhand der Daten der Wiegetröge im Stall ermittelt. Für die Berechnung der täglichen Nährstoffaufnahme wurden die Ergebnisse aus der Futteraufnahme und die Energie- und Nährstoffgehalte der TMR verwendet. Diese wurden auf Basis der Rationszusammensetzung und den Gehalten der Rationskomponenten ermittelt. Für die Einschätzung der Gehalte an beständiger Stärke und den löslichen Kohlenhydraten in der TMR wurden Werte der DLG (2001, 2008) für die Beständigkeit der Stärke herangezogen.

Die Kalkulation des Strukturindex erfolgte nach RUTZMOSEK UND SCHUSTER (2012).

Von den einzelnen Rationskomponenten (Maissilage, Grassilage, Kraftfutter) sowie der TMR wurden wöchentlich je eine Probe gezogen und diese entsprechend des vierwöchigen Wiegerhythmus zu Sammelproben vereinigt. Diese wurden im Futtermittellabor der LfL Bayern in Grub nasschemisch nach der erweiterten „Weender Analyse“ (VDLUF A 1976) untersucht.

Das Gewicht der Bullen wurde in einem vierwöchigen Rhythmus erfasst, die Messung des Pansen-pH-Werts erfolgte mit Sensoren der Firma „SMAXTEC“ bei 28 Bullen über einen Zeitraum von 50 Tagen. Außerdem wurde das Fress- und Wiederkauverhalten visuell und mittels Nasebandsensor der Firma „ITIN+HOCH“ erfasst.

Für die statistische Auswertung wurde das Statistikprogramm SAS (einfaktorielle Varianzanalyse mit Tiermittelwerten) verwendet. Signifikante Unterschiede ( $P < 0,05$ ) wurden mit Hochbuchstaben markiert.

Tabelle 1: Roh Nährstoff- und Energiegehalte der TMR der Versuchsgruppen

TMR	ME	XP	XS	XZ	bXS	pabKH*	aNDFom	peNDF
	MJ/kg TM							
SI 51	11,6	122	346	35	113	268	327	276
SI 47	11,5	124	339	34	97	276	330	293
SI 44	11,4	127	333	33	81	285	333	297
SI 42	11,3	129	327	32	64	294	336	302
SI 39	11,2	131	320	30	48	303	339	303

\*pabKH=Stärke + Zucker – beständige Stärke

## Ergebnisse und Diskussion

Die tägliche TM-Aufnahme sowie die Aufnahme der Nährstoffe XP, nXP, ME, bXS, pab KH, aNDFom und aNDFom GF unterschieden sich signifikant voneinander. Es wurde jedoch kein gerichteter Effekt der Rationsgehalte auf die Futteraufnahme beobachtet, insbesondere nicht bei den versuchsrelevanten Nährstoffen (aNDFom und pab KH) sowie bei weiteren Nährstoffen (XP, nXP und ME).

Tabelle 2: Futteraufnahme und Nährstoffversorgung

	Versuchsgruppe					Wahlgruppe
	SI 51	SI 47	SI 44	SI 42	SI 39	
<b>TM, kg/Tag</b>	8,80±0,84 <sup>b</sup>	9,29±0,81 <sup>ab</sup>	8,58±0,87 <sup>b</sup>	9,80±0,76 <sup>a</sup>	9,66±0,67 <sup>a</sup>	9,31±0,74 <sup>ab</sup>
<b>XP, g/Tag</b>	1073±102 <sup>b</sup>	1155±101 <sup>b</sup>	1084±110 <sup>b</sup>	1266±98 <sup>a</sup>	1267±88 <sup>a</sup>	1180±96 <sup>ab</sup>
<b>nXP, g/Tag</b>	1309±125 <sup>bc</sup>	1376±120 <sup>abc</sup>	1268±129 <sup>c</sup>	1447±112 <sup>a</sup>	1422±99 <sup>ab</sup>	1377±110 <sup>abc</sup>
<b>ME, MJ/Tag</b>	102±10 <sup>ab</sup>	107±9 <sup>ab</sup>	97,6±9,9 <sup>b</sup>	110±9 <sup>a</sup>	108±8 <sup>a</sup>	106±8 <sup>ab</sup>
<b>bXS, g/Tag</b>	997±96 <sup>a</sup>	900±79 <sup>b</sup>	692±70 <sup>d</sup>	630±49 <sup>e</sup>	464±33 <sup>f</sup>	771±61 <sup>c</sup>
<b>pabKH*, g/Tag</b>	2355±226 <sup>c</sup>	2569±224 <sup>cb</sup>	2449±248 <sup>cb</sup>	2879±224 <sup>a</sup>	2921±206 <sup>a</sup>	2660±218 <sup>b</sup>
<b>aNDFom, g/Tag</b>	2881±275 <sup>b</sup>	3067±268 <sup>ab</sup>	2859±290 <sup>b</sup>	3290±254 <sup>a</sup>	3272±226 <sup>a</sup>	3101±250 <sup>ab</sup>
<b>aNDFom GF,g/Tag</b>	2368±226 <sup>b</sup>	2499±218 <sup>ab</sup>	2310±234 <sup>b</sup>	2636±204 <sup>a</sup>	2599±179 <sup>a</sup>	2504±200 <sup>ab</sup>

\*pabKH=Stärke + Zucker – beständige Stärke

In Anbetracht der Literatur wären auf Grund der Rationsgestaltung zum einen eine höhere Futteraufnahme mit steigendem Körnermaisanteil zu erwarten gewesen. Diesen Zusammenhang stellte SCHWARZ ET AL. (1991) fest. Nach Untersuchungen von ZEBELI ET AL. (2008, 2012) wirkt eine Steigerung des Gehaltes an pNDF dagegen eher mindernd auf die Futteraufnahme. Die Bullen in der Wahlgruppe nahmen täglich 9,3 kg TM auf. Es konnte keine Präferenz für eine der beiden Rationen festgestellt werden.

Die Messungen des pH-Werts zeigten mit Ausnahme von Gruppe „SI 47“ einen gerichteten Effekt entsprechend der Staffelung des Strukturindex (vgl. Abbildung 1).

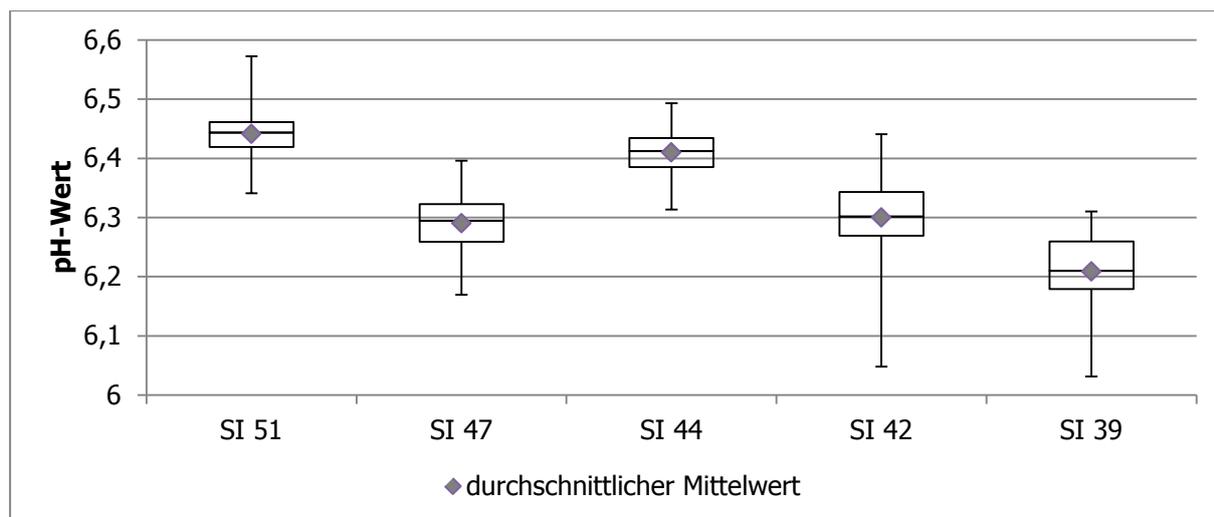


Abbildung 1: Spannweite des durchschnittlichen Tages-pH-Werts der Versuchsgruppen (Klammern geben Minimum bzw. Maximum der Gruppe an; Box: 1. Quartil (25 %), Median, 3. Quartil (75 %))

Damit wurden die Erwartungen erfüllt, dass mit abnehmendem Gehalt an beständiger Stärke bzw. mit zunehmendem Gehalt an pansenabbaubarer Stärke+Zucker in der Ration der ruminale pH-Wert sinkt. Insgesamt liegen die pH-Werte tendenziell höher als vermutet. Dies könnte durch die hohen Gehalte an aNDFom aller Rationen begründet werden. Andererseits ist zu berücksichtigen, dass die Pansenfermentation beim Mastbullen nicht uneingeschränkt mit der der Milchkuh zu vergleichen ist. Weiterhin wird mit der vorliegend verwendeten Messtechnik der pH-Wert im Netzmagen erfasst, was einen Vergleich mit Literaturdaten erschwert. Für die Interpretation der gemessenen pH-Werte eignete sich am besten die tägliche Aufnahme der pansenabbaubaren Stärke+Zucker, da hier die größten Übereinstimmungen zu finden waren. Mit steigender Aufnahme sank der Tagesdurchschnitts-pH-Wert. Dies stimmt mit den Ergebnissen von ZEBELI ET AL. (2008) überein, die einen negativen Zusammenhang zwischen dem Gehalt an pansenabbaubarer Stärke in der Ration und dem pH-Wert feststellten.

Zur Beurteilung der grundlegenden Eignung des verwendeten Sensors zur Messung des ruminalen pH-Wertes ist in Abbildung 2 der Tagesverlauf des pH-Wertes abgebildet. Hier traten Schwankungen zwischen 0,29 und 0,39 pH-Einheiten auf, die in etwa bei allen Gruppen gleich stark ausgeprägt waren. Der stärkste pH-Wert-Abfall konnte im Zeitraum nach der Futtervorlage bzw. einer großen Futteraufnahme beobachtet werden. Diesen Zusammenhang stellten auch KRAUSE UND OETZEL (2006) in ihrer Untersuchung fest. Demnach ist der Tagesverlauf des pH-Werts nicht von der Rationsgestaltung abhängig, sondern sollte in Zusammenhang mit der Fressaktivität und dem Fütterungsmanagement gesehen werden. Die im Tagesverlauf schwankende Intensität der Futteraufnahme bedingt einen im Tagesverlauf variierenden ruminalen pH-Wert. Die verwendeten Pansen-Boli sind in der Lage, diese erwarteten Schwankungen im Tagesverlauf abzubilden.

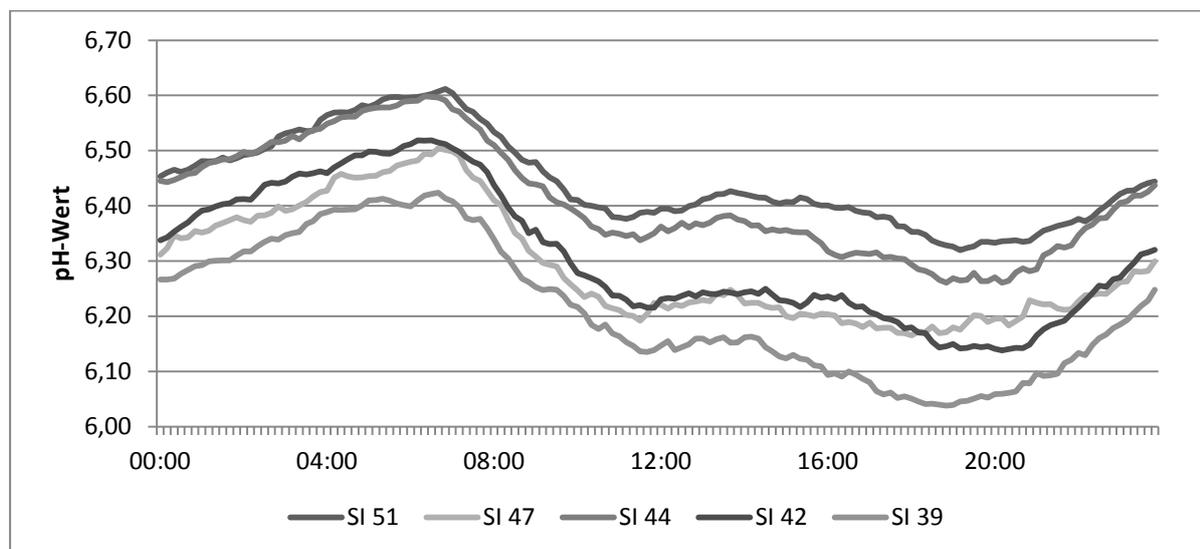


Abbildung 2: Reticuloruminaler pH-Wert im Tagesverlauf

Die Gruppen zeigten weder beim Wiederkauverhalten (visuelle Erfassung) noch beim Fressverhalten einen signifikanten Unterschied (vgl. Tabelle 3). Außerdem konnte kein gerichteter Effekt des Strukturindex bzw. Strukturwerts festgestellt werden. Dem widersprechen die Ergebnisse von DE CAMPENEERE ET AL. (2004a, b). Diese stellten bei abnehmenden Strukturwert (SW=0,69 bis SW=0,2 bzw. SW=0,55 bis SW=0,2) einen Rückgang der Wiederkaudauer um bis zu 64 % bei Bullen fest. Die Strukturwerte der Rationen lagen in dieser Untersuchung jedoch deutlich unter denen des aktuellen Versuchs (SW=1,50 bis SW=1,41) und wurden durch eine Abnahme des Grobfutteranteils (25 % bis 0 % bzw. 12 % bis 0 %) erreicht. Wohingegen im aktuellen Versuch das Kraftfutter zu Grobfutter-Verhältnis mit 42,3 % zu 57,7 % über alle Gruppen hinweg konstant war und der Grobfutteranteil deutlich höher als bei allen Rationen in den Untersuchungen von DE CAMPENEERE ET AL (2004a, b). Daher ließe sich das relativ einheitliche Wiederkauverhalten der Bullen im aktuellen Versuch über den identischen Gehalt an Grobfutter und der annähernd gleichen Partikelverteilung über die Rationen erklären. Dies bestätigen auch die Ergebnisse von ZEBELI ET AL. (2007), die in einem Versuch mit Milchkühen einen signifikanten Rückgang der Wiederkaudauer bei abnehmender Partikellänge und zunehmendem Kraftfutteranteil feststellten. Ein Einfluss der Kraftfutterzusammensetzung bzw. einzelner Nährstoffgehalte auf das Wiederkauverhalten kann nicht ausgeschlossen werden, da sich in den Versuchen von DE CAMPENEERE ET AL. (2004a, b) die Kraftfuttermischungen sowie die Wiederkaudauer bei reiner Kraftfutttergabe unterschieden. Die vorliegend mit dem Nasenbandsensor erfassten Daten zur Wiederkauaktivität deckten sich weitgehend mit den visuellen Beobachtungen. Da der Sensor jedoch nicht an die Kopfform vom Mastbullen angepasst ist, ist das System in der verwendeten Form nicht für den Einsatz bei Bullen zu empfehlen.

Tabelle 3: Wiederkau- und Fressdauer im Zeitraum von 8 Uhr bis 20 Uhr

	Versuchsgruppe					Wahlgruppe
	SI 51	SI 47	SI 44	SI 42	SI 39	
Wiederkaudauer, min	144±24	144±24	136±26	154±30	149±16	129±17
Fressdauer, min	72,5±17,0	80,2±17,3	68,8±14,3	68,9±18,1	73,3±14,6	81,7±15,9

## Fazit

In vorliegender Untersuchung wurden die Effekte des Austausches von Weizen gegen Körnermais auf das Wiederkauverhalten, den Pansen-pH-Wert und die Futteraufnahme in der Intensivmast von Fleckviehbullen überprüft. Zwischen den Gruppen ergaben sich Unterschiede in der TM- und Nährstoffaufnahme, die jedoch weitgehend unabhängig von den Gehalten der TMR an im Pansen abbaubarer Stärke und Zucker bzw. vom Strukturindex der Rationen waren. Daher sind weitere Untersuchungen bei stärkerer Differenzierung des Gehaltes an abbaubarer Stärke und Zucker (SI) und die Überprüfung des Strukturindex beim Mastbullen notwendig. Der Tagesverlauf des ruminalen pH-Wertes folgte der Tagesrhythmik in der Futteraufnahme, in den absoluten Werten spiegelt sich die Staffelung des Strukturindex wieder. Dies spricht grundsätzlich für die Eignung der eingesetzten Messtechnik zur Beurteilung des Pansen-pH-Wertes. Es konnte kein signifikanter Unterschied in der Fress- und Wiederkaudauer zwischen den Versuchsgruppen festgestellt werden. Dies deckt sich mit der geringen Variation an strukturwirksamer Faser in den Rationen der vorliegenden Untersuchung.

## Literatur

- DE CAMPENEERE, S., VAN HERCK, A., FIEMS, L.O. & DE BRABANDER, D.L. (2004 a): Effect of double-muscling and of removing straw, fed besides concentrates, on the chewing behaviour of bulls, *Journal of Animal and Feed Sciences*, 13, Suppl. 1, 627–630
- DE CAMPENEERE, S., VAN HERCK, A., FIEMS, L.O. & DE BRABANDER, D.L. (2004 b): Effect of double-muscling and of removing maize silage, fed besides concentrates, on the chewing behaviour of bulls, *Journal of Animal and Feed Sciences*, 13, Suppl. 1, 631–634
- DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft) (2001): Struktur- und Kohlenhydratversorgung der Milchkuh, DLG-Information 2/2001
- DLG (Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft) (2008): Stärkebeständigkeit für silierte Maisprodukte, Struktur- und Kohlenhydratversorgung der Milchkuh, Ergänzung zur Broschüre Struktur- und Kohlenhydratversorgung der Milchkuh, Kapitel 4, Vorgaben zur Rationsplanung
- ETTLER, T., WINDISCH, W., SPIEKERS, H., OBERMAIER A. (2016): Effects of a varying structural value of diets for fattening bulls on feed intake and fattening performance, *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 25, 132
- KRAUSE, K.M. & OETZEL, G.R. (2006): Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: A review, *Animal Feed Science and Technology*, 126, 215–236
- RUTZMOSER, K. & SCHUSTER, H. (2012): Bewertung der Strukturversorgung bei Mastbullen mit einem Strukturindex, *VDLUFA-Schriftenreihe* 68, 703-709
- SCHWARZ F.J., KIRCHGESSNER M., AUGUSTINI CH. & TEMISAN V. (1991): Mastleistung, Schlachtkörper- und Fleischqualität von Jungbullen der Rasse Fleckvieh nach unterschiedlicher Weizen- oder Körnermaiszulage in der Endmast, *Züchtungskunde* 63, S. 317-327, Eugen Ulmer Verlag GmbH Co., Stuttgart
- VDLUFA (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten) (1976): Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, Methoden 3.1; 5.1.1; 8.1; 6.1.1; 4.1.2; 6.5.1; 6.5.2. In: *Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch)*, Band III, 3. Aufl. incl. 1.-8. Ergänzungslieferung, Herausgeber VDLUFA, VDLUFA-Verlag, Darmstadt
- ZEBELI, Q., TAJAJ, M., WEBER, I., DIJKSTRA, J., STEINGASS, H. AND DROCHNER, W. (2007): Effects of Varying Dietary Forage Particle Size in Two Concentrate Levels on Chewing Activity, Ruminal Mat Characteristics, and Passage in Dairy Cows, *Journal of Dairy Science* 90,1929–1942
- ZEBELI Q., DIJKSTRA, J., TAJAJ, M., STEINGASS, H., AMETAJ, B.N. & DROCHNER, W. (2008): Modeling the Adequacy of Dietary Fiber in Dairy Cows Based on the Responses of Ruminal pH and Milk Fat Production to Composition of the Diet, *Journal of Dairy Science*, 91, 2046–2066
- ZEBELI, Q., ASCHENBACH, J. R., TAJAJ, M., BOGUHN, J., AMETAJ, B. N., & DROCHNER, W. (2012): Invited review: Role of physically effective fiber and estimation of dietary fiber adequacy in high-producing dairy cattle, *Journal of Dairy Science*, 95, 1041-1056

**Autorenanschrift**

Thomas Ettle  
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft Grub  
Prof.-Dürrwachter-Platz 3, 85586 Poing  
Thomas.Ettle@LfL.bayern.de



# PANSIN<sup>®</sup> pro

Der neue natürliche Wirkstoffkomplex aus Pflanzenextrakten



**PANSIN pro** ist ein natürlicher Wirkstoffkomplex aus unterschiedlichen Pflanzenextrakten für die Fütterung von Hochleistungskühen.

**PANSIN pro** mit seinem würzigen Kräuteraroma

- reduziert die Ammoniak- und Methanproduktion
- verbessert die Futtermittelverwertung
- verringert das Ketosiserisiko

**Mit dem Einsatz von PANSIN pro erreichen Sie:**

- Pansenstimulierung und Stoffwechsellastung (geringere Einschmelzung von Körperfettreserven)
- Unterstützung der Tiere in Hitzeperioden durch stärkere antioxidative Wirkung
- Reduktion der Ammoniak- und Methanproduktion bei gleichzeitig höherer Propionatbildung (Futtermittelfizienz)



# Untersuchungen zur Beurteilung der Strukturwirksamkeit von Rationen für Milchkühe bei unterschiedlichem Niveau des Kraftfuttereinsatzes

**T. Ettle, A. Obermaier, P. Edelmann**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft

## Einleitung

Die Höhe des Kraftfuttereinsatzes bestimmt –bei einheitlicher Kraftfutterzusammensetzung– maßgeblich die Höhe des Gehaltes an ((schnell) abbaubarer) Stärke und Zucker sowie an strukturwirksamen Faserbestandteilen in der Ration bzw. den Strukturwert der Ration. Diese Parameter beeinflussen wiederum den Pansen-pH-Wert und damit eine wiederkäuergerechte und „tierwohlgerechte“ Fütterung. Die gängige Fütterungspraxis bewegt sich häufig in einem Bereich, der im Ruf steht, lediglich eine „subakute ruminale Acidose“ hervorzurufen, die über ein Absinken des pH-Wertes charakterisiert ist. Dieser ist in der Praxis jedoch nicht nachzuweisen. Als System zur Beurteilung der „Strukturwirksamkeit“ von Milchrationen wurde deshalb die peNDFom vorgestellt (GfE, 2014). Die in diesem System abgeleiteten Grenzwerte für die Ration wurden aus Literaturdaten mit direktem Bezug zum Pansen-pH-Wert abgeleitet (Zebeli et al., 2008). Da der Gehalt an peNDFom aus den mit der Schüttelbox ermittelten Siebfraktionen in Verbindung mit dem aNDFom-Gehalt der Gesamtration errechnet wird, ergeben sich in der Praxis Limitationen bei der Rationsplanung und der Beurteilung von Rationen, die nicht in Form von Totalen Mischrationen vorgelegt werden. Daher wurde von Rutzmoser et al. (2011) mit dem Strukturindex ein Maßstab entwickelt, der diese Limitationen umgeht und zeitgleich die Faktoren „Struktur“ und „pansenabbaubare Stärke + Zucker“ beurteilt. Da dieser Strukturindex bislang nur wenig evaluiert ist, wurde zur Überprüfung ein Milchviehfütterungsversuch mit gezielter Variation der Einflussgrößen durch unterschiedliche Höhe des Kraftfuttereinsatzes durchgeführt.

## Material und Methoden

Für den 12-wöchigen Milchviehfütterungsversuch wurden 48 Brown-Swiss und Fleckviehkühe ausgewählt, die unter Berücksichtigung von Rasse, Laktation, Laktationsstand, Futteraufnahme, Milchleistung und Milchinhaltsstoffen gleichmäßig auf die Gruppen „150 g Kraftfutter/kg ECM“ und „250 g Kraftfutter/kg ECM“ (Gruppen 150 g KF und 250 g KF) aufgeteilt wurden. In jeder Gruppe waren 8 Brown Swiss- und 16 Fleckviehkühe vertreten. In jeder Gruppe befanden sich 4 Erstlingskühe, im Mittel befanden sich die Tiere zu Versuchsbeginn am 110.±54 Laktationstag der 3. Laktation.

Tabelle 1: Zusammensetzung der Teilmischration

Futtermittel	Anteil, % der TM
Grassilage	26,6
Maissilage	56,7
Heu	5,2
Rapsextraktionsschrot	10,9
Mineralfutter	0,6

Tabelle 2: Rohrnährstoff- und Energiegehalte der Futtermittel

	TM	XA	XP	XL	aNDF <sub>om</sub>	XS+XZ	nxP	NEL
	g/kg				g/kg TM			MJ/kg TM
Maissilage	339	30	72	34	396	368	134	6,90
Grassilage	309	134	176	48	454	33	132	5,68
Rapsextraktionsschrot	888	82	380	43	350	88	250	7,15
Leistungskraftfutter	875	72	191	34	279	367	176	7,76
Heu	888	61	62	13	596	89	105	5,03

Die Kühe wurden in einem Offenfrontstall mit Liegeboxen gehalten. Die Futterraufnahme wurde tierindividuell über Wiegetröge gemessen. Die Milchleistung wurde täglich erfasst, Milchproben wurden einmal je Woche vom Morgen- und Abendgemelk eines Tages gezogen. Die Körperkondition wurde zu Versuchsbeginn und zu Versuchsende erfasst. Dabei wurde der Body Condition Score (BCS) auf einer 5-stufigen Skala nach den Angaben von Edmonson et al. (1989) und Jilg und Weinberg (1998) beurteilt. Die Rückenfettdicke (RFD) wurde mit einem Ultraschallgerät (Tringa Linear Vet, Esaote Europe BV, Maastricht, Niederlande) nach der Methode von Staufenbiel (1992) gemessen. Zusätzlich wurden die Kühe zu Versuchsbeginn und zum Versuchsende gewogen. Zehn Kühe jeder Versuchsgruppe wurden mit Boli zur Erfassung des reticulo-ruminalen pH-Wertes (smaxtec<sup>®</sup>) ausgestattet. Diese Pansenboli haben etwa die Größe eines Käfigmagnets und werden mit Hilfe eines Boluseingebers im Netzmagen der Tiere abgelegt. Der pH-Wert wird über eine garantierte Messperiode von 50 Tagen alle 10 Minuten erfasst und kann dann über eine Ausleseinheit abgerufen werden. Die Erfassung des Wiederkauverhaltens erfolgte über Nasenbandsensoren (Rumiwatch), die den mit Pansenboli ausgestatteten Tieren über einen Zeitraum von 13 Tagen angelegt wurden. Die Nasenbandsensoren zeichnen mit Hilfe von Druckschläuchen über den Nasenrücken Drucksignale auf, die in einer zeitlichen Auflösung von 1 min bis 24 h ausgelesen werden können. Die hier dargestellten Daten wurden mit der Software RumiWatch Converter (0.7.3.2) ausgewertet, die zeitliche Auflösung betrug 1 min.

Von den Kraft- und Grobfuttermitteln wurden monatliche Mischproben erstellt, an denen die Rohrnährstoffgehalte nach Standardmethoden (VDLUF, 1976) bestimmt wurden. Die Energiegehalte der Futtermittel wurden nach den Vorgaben der GfE (2008) und DLG (2011) berechnet. Der Strukturindex der Rationen wurde nach Ettle et al. (2014) berechnet. Die Beständigkeitskoeffizienten der Stärke wurden DLG (2001) entnommen. Als Alternative zur Berechnung der peNDFom wurde die peNDF aus dem Grobfutter (GfE, 2014) kalkuliert. Die Rohrnährstoff- und Energiegehalte der TMR wurden aus den Analysenwerten der Einzelkomponenten und den über den Mischwagen erfassten tatsächlich täglich eingewogenen Mengen errechnet.

Die Auswertung der Daten erfolgte mit dem Statistikpaket SAS (Version 9.2, SAS Institut, Cary, NC, USA) unter Verwendung der ProcMIXED mit dem Testtagsmodell. Die Daten zur Körperkondition, reticuloruminalen pH-Wert und Wiederkauaktivität wurden einer einfaktoriellem Varianzanalyse unterzogen.

## Ergebnisse und Diskussion

Die tägliche TM-Aufnahme lag in der Gruppe 250 g Kraftfutter deutlich höher als in der Gruppe 150 g Kraftfutter (Tabelle 2). Diese höhere Gesamtfutterraufnahme ergibt sich durch eine höhere Kraftfutterraufnahme. Dadurch wurde gegenläufig Grobfutter aus der Ration verdrängt, so dass die Grobfutterraufnahme bei höherer Kraftfutterzulage um 1,5 kg TM/Tag erniedrigt war. Die tägliche Aufnahme an nxP und Energie lag in der Gruppe 250 g Kraftfutter deutlich höher als in der Gruppe

150 g Kraftfutter. Gleichzeitig erhöhte sich aber auch die Aufnahme an im Pansen abbaubarer Stärke und Zucker deutlich. Die Versorgung mit peNDF aus dem Grobfutter, sank dagegen ab. Im Mittel der ersten vier Versuchswochen wurde in den Tagesrationen der Gruppen 150 g KF und 250 g KF ein Strukturindex von 56 und 46, ein Gehalt an peNDF aus dem Grobfutter von 31 und 26 % der TM und ein Strukturwert von 1,6 und 1,4 erreicht. In der Gruppe 150 g Kraftfutter ist damit in diesem Zeitraum der Strukturindex nach den Angaben von Ettle et al. (2015) und die peNDFom aus dem Grobfutter nach den Angaben der GfE (2014) als erniedrigt einzuordnen. Gemessen an den Parametern Strukturindex und Strukturwert wurde in der Gruppe 250 g Kraftfutter zwar zu Versuchsbeginn im Mittel eine kritische Versorgung erreicht, auf Grund der sinkenden Kraftfuttermengen jedoch nicht im Mittel des Versuches. Der Strukturwert ist nach DLG (2001) zu jedem Zeitpunkt des Versuches auch für hohe Milchleistungen als unkritisch einzustufen.

Tabelle 2: Tägliche Futter- Energie- und Nährstoffaufnahme der Kühe nach Fütterung von 150 oder 250 g Kraftfutter/kg ECM

	Versuchsgruppe		s.e.	P
	150 g KF lsmean	250 g KF lsmean		
TM-Aufnahme, kg/Tag	21,8 <sup>b</sup>	23,4 <sup>a</sup>	0,3	0,001
Grobfutteraufnahme, kg TM/Tag	16,6	15,1	0,3	0,001
Kraftfutteraufnahme, kg TM/Tag	5,21	8,29	0,09	0,001
nXP-Aufnahme, g/Tag	3219	3545	49	0,001
NEL-Aufnahme, MJ/Tag	144	158	2	0,001
Stärke+ Zucker-Aufnahme, g/Tag	5118	5947	76	0,001
Aufnahme an pansenabbaubare Stärke + Zucker, g/Tag	4440	5163	66	0,001
peNDF Grobfutter, g/Tag	7142	6487	129	0,001
Strukturindex aNDFom	65,4	50,2	1,0	0,001
Strukturwert	1,68	1,44	0,01	0,001

Die natürliche und die energiekorrigierte Milchleistung erhöhten sich durch die höhere Kraftfutterzulage um etwa 2 kg/Tier und Tag, auch der Milcheiweißgehalt stieg sichtbar an. Der Milchfettgehalt, der bei stark erniedrigten Werten auf acidotische Bedingungen hinweist (Spiekers et al., 2009), unterschied sich zwischen den Gruppen jedoch nicht. Die absolute Höhe des Milchfettgehaltes von 3,6 % liegt im Vergleich zu früheren Untersuchungen in derselben Herde (Ettle et al., 2014) relativ niedrig.

Tabelle 3: Milchleistungskriterien der Kühe nach Fütterung von 150 oder 250 g Kraftfutter/kg ECM

	Versuchsgruppe		s.e.	P
	150 g KF lsmean	250 g KF lsmean		
Milchleistung, kg/Tag	36,0	38,0	0,9	0,095
Milchfettgehalt, %	3,63	3,62	0,06	0,932
Milcheiweißgehalt, %	3,36	3,48	0,05	0,071
Milchlaktosegehalt, %	4,79	4,78	0,03	0,720
Zellzahl	170,4	162,8	39,4	0,887
Milchharnstoffgehalt, mg/l	222	224	7	0,858
ECM, kg/Tag	34,3	36,5	0,8	0,051
Milchfett, kg/Tag	1,30	1,37	0,04	0,160
Milcheiweiß, kg/Tag	1,20	1,32	0,03	0,001

Der BCS, die Rückenfettdicke und das Gewicht der Kühe waren kein Einteilungskriterium und waren bereits bei Versuchsbeginn zwischen den Gruppen leicht uneinheitlich. Allerdings ist ersichtlich, dass diese Parameter bei den Kühen der Gruppe 150 g Kraftfutter von Versuchsbeginn bis zum Versuchsende abnahmen, in der Gruppe 250 g Kraftfutter blieben die entsprechenden Werte stabil. Es zeigt sich, dass die Kühe bei einem Kraftfutterniveau von 150 g/kg Milch trotz geringerer Leistung zusätzlich Körperfettreserven mobilisiert haben.

Tabelle 4: Body Condition Score (BCS), Rückenfettdicke (RFD) und Gewicht der Kühe nach Fütterung von 150 oder 250 g Kraftfutter/kg ECM (Mittelwert±Standardabweichung)

	Versuchsgruppe	
	150 g Kraftfutter	250 g Kraftfutter
BCS, Versuchsbeginn	3,84±0,62	4,04±0,50
BCS, Versuchsende	3,70±0,82	4,08±0,54
RFD, Versuchsbeginn, cm	2,09±0,82	2,28±0,78
RFD, Versuchsende, cm	1,87±0,85	2,24±0,79
Gewicht, Versuchsbeginn	759±102	753±82
Gewicht, Versuchsende	740±96	753±74

Der Pansen pH-Wert lag bei den Kühen der Gruppe 150 g Kraftfutter im Durchschnitt bei 6,06, in der Gruppe 250 g Kraftfutter bei 6,13, was den Erwartungen widerspricht. Wichtiger als die mittleren täglichen pH-Werte sind aber die Schwankungen im Tagesverlauf (Seemann und Spohr, 2007) bzw. die Zeitdauer der Unterschreitung von pH-Wert-Minima (Steingass und Zebeli, 2008). An Hand dieser Kriterien wird eine subklinische Pansenacidose vom „Normalzustand“ abgegrenzt. Als Grenze gelten bei der Milchkuh ein Unterschreiten eines Pansen-pH von 6,15 im Mittel des Tages und ein Unterschreiten eines pH-Wertes von 5,8 über mehr als 5,2 Stunden. In vorliegendem Versuch wurden solche Bedingungen kaum festgestellt, was am Messort und der Messtechnik, aber auch an den Fütterungsbedingungen liegen könnte. Unabhängig davon wurden solche pH-Wert-Unterschreitungen allerdings eher bei niedrigerer Kraftfutterzulage gemessen. Im Gegensatz dazu lag die Wiederkauaktivität an jedem Messtag in der Gruppe mit höherer Kraftfutterzulage niedriger als in der Gruppe mit reduzierter Kraftfutterzulage. Im Mittel lag die Wiederkauaktivität in den Gruppe 150 g KF

mit 590 min/d tendenziell ( $P=0,082$ ) höher als in der Gruppe 250 g KF mit 544 min/d. Auch wenn die absolute Höhe der mit dem verwendeten Messsystem ermittelten Wiederkauaktivität noch weiter überprüft werden muss (Schneider et al., 2016), lassen sich im Durchschnitt der Versuchsgruppen doch Unterschiede darstellen, die den Erwartungen in Bezug auf die unterschiedliche Faserversorgung entsprechen. Die mittlere Wiederkaudauer je kg TM-Aufnahme betrug in den Gruppen 150 g KF und 250 g KF  $32\pm 5$  min und  $27\pm 4$  min ( $p<0,05$ ).

Für eine differenziertere Betrachtung wurden lineare Regressionen zwischen der Aufnahme an peNDF aus dem Grobfutter und dem Strukturindex aNDFom und der mittleren Wiederkaudauer der Kühe berechnet. Der Zusammenhang zwischen Strukturindex und Wiederkaudauer (min/d) war positiv ( $y = 0,67x + 528$ ), was den Erwartungen entspricht. Das Bestimmtheitsmaß der Beziehung von  $R^2 = 0,03$  zeigt jedoch, dass bei vorliegender Tierzahl eine Betrachtung auf Einzeltierbasis kaum möglich ist. In ähnlicher Weise stieg die durchschnittliche Wiederkaudauer (min/d) mit steigender Aufnahme an peNDFom aus dem Grobfutter (kg/d) an ( $y = 26,1x + 428$ ). Das Bestimmtheitsmaß war jedoch mit  $R^2 = 0,13$  auch für diesen Zusammenhang sehr niedrig. Neben den grundsätzlichen Fragen zur Güte der verschiedenen Bewertungssysteme sowie der Genauigkeit der Messtechnik muss berücksichtigt werden, dass die Anzahl der auswertbaren Datensätze zur Wiederkaudauer mit  $n=19$  gering ist. Der Zusammenhang zwischen der Aufnahme an (pansenabbaubarer) Stärke und Zucker und der täglichen Wiederkaudauer war negativ, allerdings bei noch geringerem Bestimmtheitsmaß.

## Fazit

An Hand von Daten aus einem Fütterungsversuch mit abgestufter Kraftfutterzulage sollte die Eignung unterschiedlicher Bewertungssysteme zur Versorgung der Milchkühe mit strukturwirksamer Faser und (abbaubarer) Stärke und Zucker überprüft werden. Weiterhin sollten Systeme zur Messung des reticuloruminalen pH-Wertes und der Wiederkauaktivität bewertet werden. Das geprüfte System zur automatisierten Messung des Wiederkauverhaltens ist in der Lage, eine abgestufte Versorgung mit strukturwirksamer Faser darzustellen, die absolute Höhe der Messwerte muss jedoch weiter überprüft werden. Weitere Untersuchungen mit höherer Tierzahl sind anzustreben, wobei sich bei dem verwendeten System Rumiwatch auf Grund der derzeit noch hohen Kosten Begrenzungen ergeben. Die Beziehung zwischen Wiederkauverhalten bzw. reticuloruminalen pH-Wert und dem Strukturindex der Ration oder der Aufnahme an peNDF aus dem Grobfutter war vor allem auf Einzeltierbasis gering. Daraus ergibt sich wiederum die Forderung nach weiteren Untersuchungen mit höherer Tierzahl aber auch mit stärkerer Abstufung in der Versorgung der Kühe.

## Literatur

DLG (2001): Struktur- und Kohlenhydratversorgung der Milchkühe, DLG-Information 2/2001 des DLG-Arbeitskreises Futter und Fütterung, incl. Ergänzung von 2008, DLG Frankfurt a.M.

DLG (2011): Leitfaden zur Berechnung des Energiegehaltes bei Einzel- und Mischfuttermitteln für die Schweine- und Rinderfütterung.

Edmondson, A.J., Lean, I.J., Weaver, L.D., Farver, T., Webster, U.G. (1989): A body condition scoring chart of Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72, 68-78.

Ettle, T., Obermaier, A., Spiekers, H. (2014): Einsatz von Grascobs in Rationen hochleistender Milchkühe. *Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung*, 98 - 101

Ettle, T., Schuster, H., Rutzmoser, K. (2015): Bewertung der Strukturversorgung beim Rind. *Schule und Beratung (SUB)*, 4/5, 63 - 67

GfE (2008): New equations for predicting metabolisable energy of grass and maize products for ruminants. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 17, 191-197.

GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) (2014): Communications of the committee for requirement standards of the society of nutrition physiology: Evaluation of structural effectiveness of mixed rations for dairy cows – status and perspectives. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 23, 165-179.

Jilg, T., Weinberg, L. (1998): Konditionsbewertung jetzt auch beim Fleckvieh. top agrar 6, R12-R15.

Rutzmoser, K., Ettle, T., Obermaier, A., Schuster, H. (2011): Ein Strukturindex als Fortführung zur Beschreibung der Strukturwirkung mit der physikalisch effektiven NDF. In: Tagungsband 10. BOKU-Symposium Tierernährung, 231-236

Schneider, M., Obermaier, A., Edelmann, P., Ettle, T. (2016): Überprüfung von Nasenbandsensoren (RumiWatch) zur Erfassung von Wiederkauverhalten und Fressdauer bei Milchkühen. Tagungsband Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, 35-38

Seemann, G., Spohr, M. (2007): Untersuchungen zur Häufigkeit der subklinischen Pansenazidose und zur Zuverlässigkeit üblicher Diagnostika. Proc. 32. Fortbildungsveranstaltung Labordiagnostik in der Bestandsbetreuung, 22. Juni.2007, Tierklinik Leipzig, 16–19

Spiekers, H., Ettle, T., Preißinger, W., Pries, M. (2009): Häcksellänge und Strukturwert von Silomais. Landbauforschung — vTI Agriculture and Forestry Research, Sonderheft 331, 47-62

Staufenbiel, R. (1992): Energie- und Fettstoffwechsel des Rindes – Untersuchungskonzept und Messung der Rückenfettdicke. Mh. Vet.-Med. 47, 467-474.

Steingass, H., Zebeli, Q. (2008): Strukturbewertung von Rationen für Milchkühe. 35. Viehwirtschaftliche Fachtagung, LVFZ Raumberg- Gumpenstein, 19-25

Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) (Hrsg.) (1976): Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch), Bd. III Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, 3. Aufl. incl. 1.-8. Ergänzungslieferung, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

Zebeli Q., Dijkstra, J., Tafaj, M., Steingass, H., Ametaj, B.N., Drochner, W. (2008): Modeling the Adequacy of Dietary Fiber in Dairy Cows Based on the Responses of Ruminal pH and Milk Fat Production to Composition of the Diet, Journal of Dairy Science, 91, 2046–2066

#### **Autorenanschrift**

Thomas Ettle  
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft Grub  
Prof.-Dürrewechter-Platz 3, 85586 Poing  
Thomas.Ettle@LfL.bayern.de



Erhältlich als  
Kupfer >54%  
und Zink >55%

# IntelliBond<sup>®</sup>, Hydroxyspurenelemente

... die neue Generation in der Spurenelementversorgung

- Pansenstabil da im neutralen pH nicht löslich
- Hohe Bioverfügbarkeit weil
  - langsame Freisetzung aus kristalliner Struktur
  - nicht hygroskopisch und nicht reaktiv mit anderen Futterbestandteilen (Vitamine und Fette werden nicht angegriffen)
- Hohe Homogenität der Partikel → gleichmäßigere Verteilung im Futter
- Sichere Produkte durch die Auswahl hochreiner Rohwaren und einem einzigartigen Herstellungsprozess

 IntelliBond<sup>®</sup> C

 IntelliBond<sup>®</sup> Z

Orffa (Deutschland) GmbH  
Lübecker Str. 29, 46485 Wesel  
T +49 (0)281 33 92 00 F +49 (0)281 33 92 023  
E info@orffa.com I www.orffa.com

  
**ORFFA**

Your Key to a world of ingredients...

## Dairy cows' flavor preferences

**J. Faugeron**

Pancosma S.A., Switzerland

### Introduction

Flavors' main purpose is to confer an attractive smell and taste to a feed in order to improve attraction and to stimulate intake of the animal. One may expect that a better intake will lead to improved performances and thus higher return on investment, thus the interest of such additives. Livestock animals, and more particularly some ruminants, have effectively shown sensitivity to the smell of their feed, influencing their feeding behavior<sup>1</sup>. In the case of dairy cows, a higher feed intake should lead to improved energy balance in early lactation, and higher milk yield in mid lactation. Farmers usually choose flavors based on their belief or experience regarding cows' favorite tonalities, even though they do not all agree on the aforementioned notes. Preference tests or choice experiments are a way to assess animal's preferences. A preference trial was therefore set up in order to evaluate dairy cows' preference regarding flavors, and the results will be presented in this article.

### Design and methodology of preference tests: key parameters

By definition, a preference test is an experiment where animals have access to several environments differing in one or more variants. This kind of test is often used to compare different feeds and the consumption and preference of the animals for each of them. The selection of the feed by the animal is obviously driven by preference, but one has to bear in mind that it is limited to the options available. This means that in a test where several flavoured feeds are offered, higher consumption of one of the feeds does not imply that the animal loves the feed, but that it is preferred to the other ones. Here is a non-exhaustive list of key parameters to take into account while setting up such a trial.

To get exploitable results, the trial has to be carefully set up, taking into account many parameters. First of all, the measured parameters should be relevant. In most cases the feed intake is measured for tests with flavors. Depending on the conditions (indoor or outdoor trial), it might also be interesting to measure the time spent eating. For other types of products (sweeteners, bioactives, etc.), one may pay more attention to secondary response variables such as metabolism, milk yield, milk composition, etc. Flavor preference tests are mostly run indoor. For such trials, different techniques can be used to assess the feed intake and the animal behavior: direct observation, video or photographic recording. In any case, one must ensure that the animal is not disturbed by the measurement.

The design of the place where the feeds are offered is also important<sup>2</sup>. Lack of space around some of the trays could distort results. To alleviate any position bias on the results, a proper rotation of the feeds between the different positions should be planned. This would also avoid the natural preference of animals for one side<sup>3</sup>. Size of the bins should also be adapted to the size of the animal's muzzle. Undersized bowls would thus make it difficult or even impossible for cows to eat.

Hunger of the animals is a disruptive factor for preference tests as hungry animals tend to eat whatever is given to them, without real preference. Therefore it is advised to run the trials once the animals have been already fed. Adaptation of the animals to the conditions of the experiment is also

recommended. For palatability assessments, an adaptation period to the feed of more than 1 day is necessary<sup>4</sup>. In case of preference tests with different flavors and a neutral control, the feed should not be the one the animals are used to eating. Previous experience with a feed has indeed influence on the preference and intake<sup>5</sup>. The number of animal replicates is often between 6 and 8 per treatment for indoor experiments<sup>2</sup>. The number of treatments generally varies from 2 to 10 for indoor trials.

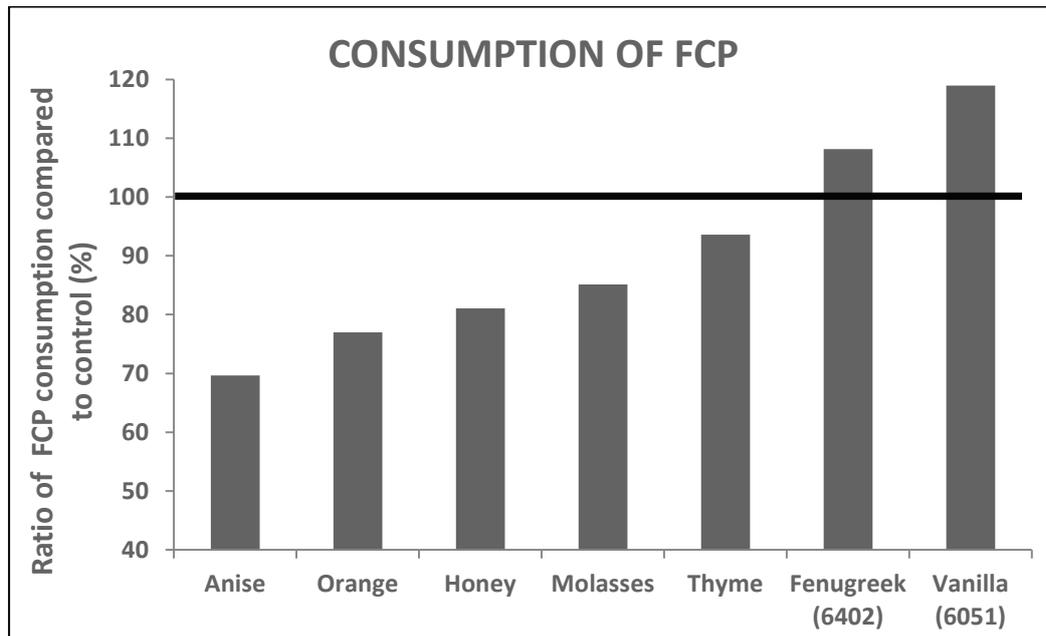
## Protocol of the trail

A flavor preference test trial was conducted at Pennsylvania State University<sup>6</sup>. The study evaluated the preference of dairy cows towards several flavor tonalities. The test involved 16 lactating Holstein cows averaging  $197 \pm 32$  DIM,  $1.9 \pm 0.8$  lactations,  $27.8 \pm 4.2$  kg/d DMI, and  $41.5 \pm 7.4$  kg/d milk yield. Cows were housed in a tie-still barn. They were offered 4 different flavored concentrate premixes (FCP) at once, at a level of 1 kg each placed in front of the animal in plastic bins. The experiment was conducted on 6 consecutive days, 2 hours after the morning feeding.

Seven distinct aromatic notes were tested: Vanilla, Fenugreek, Thyme, Honey, Orange, Molasses, Anise, and neutral feed acted as a control. Cows were not adapted to flavors prior to the test, and the control was not their usual feed. In order to avoid any bias due to smell strength, flavor dosages were fixed so as to have similar intensity outcomes for all the products. The inclusion rates of the flavors, all between 250 – 300 g/t as-is basis, were validated by Pancosma trained panel prior to the trial. Flavors and positions in front of the cows were randomized. Cows had access to the FCP for 5 minutes from the moment they started eating. Eating times were recorded; consumed FCP and consumption rates were analyzed.

## Results

Cows were more prone to eating vanilla and fenugreek FCP as compared to the other flavor options. These 2 feeds were indeed consumed the most, with respectively 408 and 371 g eaten per 5 min offering. In contrast, the cows did not seem to appreciate orange nor anise which were consumed the least (264 and 239 g respectively). According to these results, cows liked more the following flavor tonalities, in order of preference: Vanilla, Fenugreek, Thyme, Molasses, Honey, Orange and then Anise. Flavor had no effect on the consumption rate.



Interestingly, despite the preference for some tonalities, the results also showed that cows did not like eating in the side trays. Consumption of the FCP was indeed significantly lower ( $P < 0.001$ ) in trays 1 and 4 than in the middle ones. A preliminary test using the same cafeteria design had led to similar observations. There was no significant effect of flavor by bin position interaction for the amount consumed.

## Conclusion

Many parameters have to be carefully controlled when setting up tests on animals. A good preference trial should therefore be carefully prepared.

The free choice trial identified specific vanilla and fenugreek flavours which were clearly preferred, with consumption increased up to 19% compared to the control, and up to 50% compared to the other flavours tested.

The flavour profile of feed is an important parameter that affects the feeding behaviour of dairy cows, and has significant implications on feed intake, animal performance, and milk yield. Designing the most suitable palatant requires a thorough understanding of animal preferences, and is crucial in providing an economical and reliable solution for farmers to obtain the best results for their animals.

## References

- <sup>1</sup>Dulphy J.P., Michalet-Doreau B., Demarquilly C., 1984. Etude comparée des quantités ingérées et du comportement alimentaire et mérycique d'ovins et de bovins recevant des ensilages d'herbe réalisés selon différentes techniques. *Annales de zootechnie*, 1984, 33 (3), pp 291-320.
- <sup>2</sup>Meier, J.S., Kreuzer, M., Marquardt, S., 2012. Design and methodology of choice feeding experiments with ruminant livestock. *Applied Animal Behavior Science*.149, 105-120.
- <sup>3</sup>Forbes, J.M., 2007. *Feeding behaviour, Voluntary Food Intake and Diet Selection in Farm Animals*, 2nd ed. CAB International, Wallingford, Oxfordshire, UK.
- <sup>4</sup>Kaitho, R.J., Umunna, N.N., Nsahlai, I.V., Tamminga, S., Van Bruchem, J., Hanson, J., Van De Wouw, M., 1996. Palatability of multipurpose tree species: effect of species and length of study on intake and relative palatability by sheep. *Agrofor. Syst.* 33, 249-261.
- <sup>5</sup>Parsons, A.J., Newman, J.A., Penning, P.D., Harvey, A., Orr, R.J., 1994. Diet preferences of sheep: effects of recent diet, physiological state and species abundance. *J. Anim. Ecol.* 63, 465-478.
- <sup>6</sup>Harper, M.T., Oh, J., Giallongo, F., Hopes J.C., Weeks, H.L., Hristov, A.N., Faugeron, J., 2015. Preference of flavored concentrate premixes by dairy cows. Abstract presented at 2015 ADSA – ASAS Joint annual meeting. Article published in *Journal of Dairy Science* – August 2016.

### Autorenanschrift

G. Johanterwage  
PANCOSMA SA  
voie des traz 6  
1218 Le Grand Saconnex  
Switzerland

Abstract presented at 2015 ADSA – ASAS joint annual meeting, USA, july 2015

# **Einfluss der Partikelgröße und Extruderbehandlung der Einzelkomponente Mais auf die Retention ausgewählter Nährstoffe, sowie die innere Eiqualität bei Legehennen**

**Reinhard Puntigam, Karl Schedle, Gabriela Wetscherek-Seipelt, Mariella Liebl, Martin Gierus, Wolfgang Wetscherek**

Interuniversitäres Department für Agrarbiotechnologie, IFA-Tulln, Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie (TTE), Universität für Bodenkultur, Wien

## **Einleitung**

Mais stellt weltweit eine der bedeutendsten Stärke- und somit Energiequellen in Futtermitteln von Legehennen dar und deckt mit Rationsanteilen von bis zu 50% ca. zwei Drittel des Bedarfes an umsetzbarer Energie sowie 20% der erforderlichen Proteinmenge. Zusätzlich ermöglicht der Einsatz von Mais in der Legehennenfütterung, über die Anreicherung von Linolsäure (Omega-6), sowie Antioxidantien (Lutein und Zeaxanthin), den Nährwert des Eies positiv zu beeinflussen (Sittiya und Yamauchi, 2014). Auf Basis einer Vielzahl an Futtermittelverarbeitungsverfahren besteht die Möglichkeit, die chemische wie auch die physikalische Beschaffenheit von Mais zu modifizieren (Aziz Ur Rahman et al, 2015). Als Grundvoraussetzung der bedarfsgerechten Nährstoffversorgung muss hierbei unter Anbetracht der Wirkungsweise angewandter Verfahren das Maß der Nährstoffverfügbarkeit und -verdaulichkeit kalkulierbar in die Rationsberechnung einbezogen werden (Schedle, 2016). Sowohl die Anwendung von Vermahlungstechniken und -intensitäten, wie auch der Einsatz von druckhydrothermischen Verfahren sind mit maßgeblichen Veränderungen der Futterstruktur und den erzielbaren tierischen Leistungen verbunden. Der Begriff der Futterstruktur umfasst dabei einerseits die Partikelgröße und deren -verteilung, wie auch andererseits die Form der Vorlage (Ruhnke et al., 2015). Abhängig von der Intensität des spezifischen Energieeintrages (in kWh/t) lässt sich hierbei pelletiertes und expandiertes, wie auch extrudiertes Einzel- oder Mischfutter in mehlförmiger und agglomerierter Form unterscheiden. Unter den genannten „high temperature short time“ (HTST) Technologien stellt vor allem die Extrusion unter hoher Temperatur- und Druckeinwirkung (160°C, 150 bar) ein hoch wirksames Verfahren zur Futtermittelhygienisierung, wie auch Reduktion von antinutritiven Inhaltsstoffen (Trypsininhibitor) dar. Neben der Temperatur bewirken weitere Parameter wie Feuchte, Druck, Scherkraft und Verweilzeit, ebenfalls über den Aufschlusseffekt der Stärke und Faser eine gesteigerte Nährstoffverfügbarkeit, wie auch -verdaulichkeit. Speziell die Ruptur enzymatisch schwer zugänglicher Zellwandbestandteile resultiert in gesteigerter Fettverdaulichkeit und kann sich in der Fettsäurezusammensetzung des tierischen Produkts niederschlagen (Lichovnikova et al., 2000; Dänicke et al., 1998). Neben genannten erwünschten Effekten kann die Anwendung von HTST Technologien je nach Intensität der Verarbeitung die Verdaulichkeit hitzelabiler Inhaltsstoffe reduzieren und sich so ebenfalls in einer verringerten tierischen Leistung, wie auch Produktqualität niederschlagen. Neben der Proteinschädigung im Zuge der Maillard Reaktion und der Denaturierung von Enzymen (Phytase), sind hierbei speziell die Komplexbildung von Fettsäuren im Zuge der Amylose:Lipidkomplex- Bildung und der Abbau von Antioxidantien und Farbpigmente (Vitamine, Carotinoide etc.) zu nennen (Camire et al., 1990; Wanzenböck, 2015; Goodarzi Boroogeni et al., 2016). Auch die Partikelgrößenverteilung kann auf Grund der Präferenz der Legehenne für größere Partikel die Eiqualität maßgeblich beeinflussen. Neben einer Steigerung der Verdaulichkeit bei geringeren Partikelgrößen auf Grund der

Oberflächenvergrößerung konnte Swiatkiewicz et al. (2015) nachweisen, dass Futtermischungen mit homogenen größeren Partikeln zu einer erhöhten Muskelmagenausprägung und gesteigerten tierischen Leistungen beitragen.

Auf Basis genannter Literatur stellen sich somit die Forschungsfragen, ob sowohl die Vermahlungsstufe, wie auch die Extruderbehandlung der Einzelkomponente Mais positiven Einfluss auf die Nährstoffverdaulichkeit üben, wie auch negativ in einer möglichen Carotinoidschädigung resultieren. Zur Klärung hierfür wurde ein Fütterungsversuch mit 24 Legehennen durchgeführt, um neben der Nährstoffverdaulichkeit, die innere Eiqualität bei Legehennen zu untersuchen.

## Material und Methoden

Für den vorliegenden Fütterungsversuch wurden 24 Legehennen (Lohmann braun classic) nach Erreichen einer 90%-igen Legeleistung einer der 4 Versuchsgruppen zufällig zugeteilt. Zur Erfassung der individuellen Legeleistung und zur quantitativen Erhebung des Futtermittelsverbrauchs und der Exkremente wurden die Tiere 3 Wochen in ausgestatteten (0,25 m<sup>2</sup> Fläche pro Tier, Sitzstange und Nest) Stoffwechselläufigen der Universität für Bodenkultur- Wien gehalten. Die Versuchsmischungen beinhalteten konventionell getrockneten Mais derselben Herkunft, welcher mittels Hammermühle (Awila, Deutschland) zerkleinert wurde (2 bzw. 4mm Rundlochsiebgröße) und in extrudierter (Amandus Kahl GmbH & Co KG, OEE 8) bzw. unbehaltener Form mit weiteren Rationsbestandteilen bedarfsgerecht (GfE, 1999) zu einer Alleinfuttermischung für Legehennen gemischt wurde. Die Tiere hatten *ad libitum* Zugang zu Futter und Trinkwasser.

Die beiden Versuchsgruppen KF (Vermahlung 2mm - fein) und KG (Vermahlung 4mm - grob) erhielt ausschließlich vermahlene Mais, wohingegen in den weiteren Versuchsgruppen (EXTF (fein) und EXTG (grob)) diese Einzelkomponente durch druckhydrothermisch aufbereiteten Mais quantitativ ersetzt wurde. Die Rationen wiesen neben Mais (53,7%), Sojaextraktionsschrot HP, Trockenschlempe (Actiprot®) eine Mineralstoff-, Vitamin- und Spurenelementeergänzung auf. Neben dem Versuchsdesign werden die techn. Parameter der Extruderbehandlung in Tabelle 1 veranschaulicht.

Tabelle 1: Versuchsdesign und Parameter der technischen Aufbereitung von Mais

Versuchsgruppe	KF	KG	EXTF	EXTG
Mais	unbehandelt	unbehandelt	extrudiert	extrudiert
Vermahlungsintensität (mm Siebgröße)	2	4	2	4
Vorkonditionierdauer (sec.)	-	-	90	90
Vorkonditionierungstemperatur (°C)	-	-	80	80
Spez. Energieeintrag, (kWh/t)	-	-	51,6	51,6
Temperatur (°C)/Druck (bar) Extruder	-	-	133/144	129/144
Mais – Schüttdichte, g/dm <sup>3</sup>	600	610	460	430
Tiere, n	6	6	6	6
Boxen, n	6	6	6	6

KF, 2mm Siebgröße unbehandelt; KG, 4mm Siebgröße unbehandelt; EXTF, 2mm Siebgröße extrudiert; EXTG, 4mm Siebgröße extrudiert

Während der 21 tägigen Sammelperiode wurde neben dem täglichen Futtermittelverbrauch, die tägliche Eimasse erhoben. Innerhalb der letzten Versuchswoche wurde ebenfalls zweimal pro Tag eine vollständige quantitative Sammlung der Exkremente vorgenommen. Die Exkremente und Futtermittelproben wurden bis zur weiteren Analyse nach den Methoden der VDLUFA (Naumann und Bassler, 2012) bei -20 °C vakuumiert aufbewahrt. Zusätzlich erfolgte eine Siebanalyse zur Feststellung der Partikelgrößenverteilung (Analysette 3 pro, Deutschland). Zur Erhebung der inneren Eiqualität (Dotterfarbe) und Abschätzung der Carotinoidgehaltes wurde eine Farbmessung (Color Reader CR-10 Minolta, Japan) vollzogen. Statistisch wurden die aufbereiteten Daten (Microsoft Excel) mittels

zweifaktorieller Varianzanalyse mit den Faktoren: Vermahlungsgrad (fein/grob) und extrudiert (ja/nein) sowie deren Interaktion ausgewertet (SAS® Version 9.4). Als Signifikanzniveau wurde ein  $p \leq 0,05$  herangezogen.

## Ergebnisse

In Tabelle 2 werden die Ergebnisse der Siebanalyse der behandelten Maisvarianten dargestellt. Im Vergleich zur Feinvermahlung (2mm, KF) resultiert die Grobvermahlung (4mm, KG) in einem deutlichen Anstieg der Partikelgröße. Demgegenüber stieg der prozentuelle Feinpartikelanteil sowohl bei fein (EXTF), als auch grobvermahlenden (EXTG) Maisextrudaten in Vergleich zu ausschließlich vermahlenem Mais sehr stark an (KF vs. EXTF: + relativ ca. 500%; KG vs. EXTG: + relativ ca. 300%).

Tabelle 2: Partikelgrößenverteilung (%) der behandelten Maisvarianten

Siebgröße (µm)	Versuchsgruppen			
	KF	KG	EXTF	EXTG
>1400	1,42	4,47	2,17	2,24
>500 ≤ 1400	34,67	49,36	39,14	37,91
>250 ≤ 500	61,96	42,08	47,36	46,84
≤250	1,96	4,10	11,33	13,01

KF, 2mm Siebgröße unbehandelt; KG, 4mm Siebgröße unbehandelt; EXTF, 2mm Siebgröße extrudiert; EXTG, 4mm Siebgröße extrudiert

Anhand der in Tabelle 3 veranschaulichten Verdaulichkeitsergebnisse konnte nachgewiesen werden, dass eine druckhydrothermische Futtermittelverarbeitung der Einzelkomponente Mais, in einer signifikanten Steigerung der Fett- und der Faserverdaulichkeit ( $p \leq 0,05$ ) resultiert. Demgegenüber konnte durch einen intensiveren Vermahlungsgrad (2mm Sieb) ausschließlich eine signifikante Verbesserung der Stärkeverdaulichkeit erzielt werden ( $p \leq 0,05$ ). Bei allen untersuchten Verdaulichkeitsparametern konnte keine Interaktion zwischen Vermahlung und Extruderbehandlung festgestellt werden. Ebenfalls konnte bei der Futteraufnahme (FA) über den gesamten Versuchszeitraum kein statistisch erkennbarer Einfluss der unterschiedlichen Futtermittelverarbeitung nachgewiesen werden ( $p > 0,1$ ).

Tabelle 3: Gesamttraktverdaulichkeit ausgewählter Nährstoffe (%) und Futteraufnahme (g)

	Versuchsgruppen				SEM	Verm.	P-Wert	
	KF	KG	EXTF	EXTG			Extr.	Verm.*Extr.
TM	78,57	78,2	78,32	77,99	0,273	0,5536	0,6941	0,9831
OM	81,07	80,94	80,92	80,71	0,242	0,7485	0,7121	0,9357
XA	57,64	55,29	54,85	57,41	0,777	0,9472	0,8332	0,1338
XP	55,47	55,12	55,07	55,4	0,586	0,9950	0,9619	0,7894
EEh	89,97	88,83	91,08	90,96	0,356	0,3412	0,0215	0,4405
XS	85,14	90,24	88,56	92,48	1,044	0,0282	0,1530	0,7571
Nfe	79,42	79,44	78,50	77,78	0,401	0,6686	0,1229	0,6527
XF	37,85	38,72	46,5	44,8	1,606	0,8917	0,0244	0,6759
FA	2441	2467	2509	2419	29,32	0,8673	0,6022	0,3507

KF, 2mm Siebgröße unbehandelt; KG, 4mm Siebgröße unbehandelt; EXTF, 2mm Siebgröße extrudiert; EXTG, 4mm Siebgröße extrudiert;  $p > 0,1$ , nicht signifikant;  $p > 0,05 \leq 0,1$ , Tendenz,  $p \leq 0,05$ , signifikant, FA; Futteraufnahme

In Tabelle 4 werden die Ergebnisse der Farbmessung der Maisverarbeitungen, wie auch der Dotter dargestellt. Bereits mit freiem Auge konnte eine deutliche Braunfärbung des fein- wie auch grobvermahlenden Maisextrudates erkannt werden, welche ebenfalls mit dem L\* und a\* Wert sowie durch die Berechnung der Farbabstandes ( $\Delta E$ ; >10 deutlich wahrnehmbar; Gall, 2009; Neubauer, 2009) gezeigt werden konnte (KF vs. EXTF: 10,93; KG vs. EXTG: 8,23).

Zusätzlich konnte mittels Farbmessung des Etherextraktes eine deutliche Reduktion des Rottons (a\*) der extruderbehandelten Maisvarianten im Vergleich zu ausschließlich vermahlenem Mais festgestellt werden. Beim Helligkeitswert L\*, als auch Gelbton (b\*) konnte kein Einfluss der Behandlung auf die Dotterfarbe nachgewiesen werden, jedoch wurde der Rotton (a\*) der Dotter auf Grund der Extruderbehandlung statistisch signifikant beeinflusst. Feinvermahlendes Maisextrudat (EXTF) unterschied sich statistisch signifikant sowohl von grob- als auch feinvermahlenem Mais.

Tabelle 4: Farbmessung der Maisvarianten<sup>1</sup>, deren Etherextraktes<sup>2</sup>, sowie der Dotter<sup>3</sup>

	Versuchsgruppen				SEM	Verm.	P-Wert	
	KF	KG	EXTF	EXTG			Extr.	Verm.*Extr.
L* <sup>1</sup>	74,12	72,12	68,09	66,05	-	-	-	-
a* <sup>2</sup>	-0,37	-0,26	-0,82	-0,56	-	-	-	-
L* <sup>3</sup>	60,14	60,25	60,22	59,83	0,136	0,3652	0,9701	0,2290
a* <sup>3</sup>	2,76 <sup>a</sup>	1,82 <sup>b</sup>	1,39 <sup>c</sup>	1,57 <sup>bc</sup>	0,084	0,1694	<,0001	0,0035
b* <sup>3</sup>	46,16	45,25	45,19	44,98	0,203	0,9784	0,0026	0,6784

KF, 2mm Siebgröße unbehandelt; KG, 4mm Siebgröße unbehandelt; EXTF, 2mm Siebgröße extrudiert; EXTG, 4mm Siebgröße extrudiert; p>0,1, nicht signifikant; p>0,05≤0,1, Tendenz, p≤0,05, signifikant  
L\*, hell-dunkel, 0 bis 100; a\*, grün/rot-Achse, -60 bis 60; b\*, blau/gelb-Achse, -60 bis 60

## Diskussion

Auch Medel et al. (2004) konnte nach der druckhydrothermischen Behandlung (50 min., 99°C) der Einzelkomponente Mais eine deutliche Reduktion der Partikelgröße feststellen. Demgegenüber konnte Anguita et al. (2006) in seiner Studie ausschließlich bei weiteren Getreidearten (Weizen, Gerste, Hafer) eine Partikelgrößenverringern im Vergleich zu Mais feststellen. Giuberti et al. (2014) beschreibt die Zunahme an Feinpartikeln in Folge einer druckhydrothermischen Behandlung mit der Zunahme der Glasigkeit des Endosperms die Vergleichbar mit Hartweizen in einer reduzierten Verdaulichkeit resultiert (Carré et al., 2005). Somit kann die Steigerung im Feinanteil vermutlich durch die Bruchanfälligkeit des getrockneten Korns in Folge des Extrusionsprozesses erklärt werden.

Wie veranschaulicht nahmen die Vermahlungsintensität und Extruderbehandlung von Mais Einfluss auf die Nährstoffverdaulichkeit und innere Eiqualität. Eine Interaktion konnte jedoch nur bei einem Parameter der inneren Eiqualität nachgewiesen werden.

Sowohl die Partikelgröße als auch die thermische Behandlung ließen in einer Studie von Hafeez et al. (2014) keinen Einfluss auf die Futtermittelverwertung und Gewichtszunahme der Tiere erkennen. Dieses Ergebnis können ebenfalls von Lichovnikova et al. (2000) bestätigt werden, wo sich die Futtermittelverwertung von unbehandeltem (1,95 ± 0,042) und extrudiertem Mais (1,83 ± 0,034) statistisch nicht unterschied. Amornthewaphat et al. (2005) unterzog 25% des Maisanteils einer Broilerration einer Extruderbehandlung und konnte eine Verbesserung der Futtermittelverwertung um 2,0% (p<0,01) feststellen. Ebenfalls wurde die Futteraufnahme, wie auch im vorliegenden Versuch, nicht beeinflusst. Demgegenüber zeigten Legehennen in einem Versuch von Röhe (2014), die mit Schrot gefüttert wurden, signifikant höhere Futteraufnahmen, als jene die vermahlene Expandate erhielten. Lichovnikova et al. (2004) extrudierte eine Mischung von Weizen, Erbsen und Rapssamen (137°C, 16

sec., 12 – 18% Feuchtigkeit) und konnte eine signifikante Steigerung der Fettverdaulichkeit (von 80,7 auf 93,7%;  $p < 0,001$ ) und eine Verbesserung der N Retention (von 62,9 auf 58,4%) feststellen. Auch die Gesamtraktverdaulichkeit der essentiellen Aminosäuren, mit Ausnahme von Lysin, Methionin und Histidin, konnte tendenziell gesteigert werden. Auch Muley et al. (2007) konnte keinen Einfluss auf die ileale Lysinverdaulichkeit auf Grund der Extrusion erkennen. Durch die Behandlung konnte die Verdaulichkeit von Methionin in diesem Versuch signifikant gesteigert (von 85 auf 91,8%,  $p < 0,01$ ) werden. Die Trockenmasseverdaulichkeit blieb im Versuch von Lichovnikova et al. (2004) unbeeinflusst und bestätigt dargestellte Ergebnisse. In einem Versuch von Muley et al. (2007) konnte mittels Konditionierung (81°C) und Extrusion (143°C) ebenfalls die ileale TM- Verdaulichkeit signifikant im Vergleich zu unbehandelt gesteigert werden (von 77,9 auf 82,5%). Dänicke et al. (1998) konnte durch die Verringerung der Partikelgröße von Raps gesteigerte Verdaulichkeit der organischen Masse und der  $AME_N$  nachweisen. Ebenfalls wurde die Fettverdaulichkeit leicht gesteigert, wohingegen mit steigenden Temperaturen der Futtermittelbehandlung die Proteinverdaulichkeit stark reduziert wurde. Dieser Umstand, dass sich eine zu starke Temperaturanwendung innerhalb des Extrusionsprozesses auch negativ auf die Leistungen von Legehennen auswirken kann wurde von Henry et al. (2001) nachgewiesen. Bei gleichen Futteraufnahmen konnten signifikant schlechteren Tageszunahmen und reduzierter Futtermittelverwertung festgestellt werden. Eine Reduktion der Temperatur von 150 auf 125°C beim Extrusionsprozess führte zu einer signifikanten Verbesserung der Futtermittelverwertung. Al-Rabadi et al. (2009) konnte in seinen Studien nachweisen, dass sich die in vitro Stärkeverdaulichkeitsrate gegensätzlich proportional zur Partikelgröße verhält. Als Grund hierfür wird die reduzierte enzymatische Angriffsfläche der *alpha*-Amylase genannt (Amerah et al., 2007). Demgegenüber konnte Svihus et al. (2002) die Vorteile größerer Futterpartikel in längeren Verweildauern im Magen nachweisen, dessen gesteigerte Kontraktion laut Röhe (2014) in höheren Muskelmagengewichten der Legehennen resultiert. Ebenfalls trägt der Extrusionsprozess stark zur Gelatinisierung der Stärke bei, welche ebenfalls die enzymatische Angriffsfläche steigert. Neben dem antioxidativen- ist vor allem der farbgebenden Effekt von Carotinoiden (Mais, 11-30 mg/kg; rot, gelb und orange) zu nennen (Moros et al. 2002). Wanzenböck (2014) konnte unter Anwendung von Maisexpandaten in der Broilerfütterung eine signifikante Reduktion des Gelbtones im Brustmuskel von Broilern nachweisen, welcher schlussendlich mittels reduziertem  $b^*$  Wert des Etherextraktes der Maisproben (Mais - unbehandelt: 6,84; Expandiert: 3,28) erklärt werden konnte. Auch de O Fonseca et al. (2008) konnte den Effekt der druckhydrothermischen Behandlung auf den Gehalt an Carotinoiden nachweisen. Mit zunehmender Behandlungsintensität der Extruderbehandlung resultierte eine um bis zu 60% starke Reduktion an Carotinoiden. Ebenfalls konnte Hafeez et al. (2015) mittels Interaktion zwischen thermischer Behandlung und Partikelgröße einen signifikant ( $p < 0,05$ ) negativen Effekt auf die Farbe des Eigelbes nachweisen. Li et al. (2014) stellte neben einer deutlichen Braunfärbung von Mais ab einer Temperatur von über 120°C eine Reduktion der Partikelgröße nach einer Vermahlung fest. González-Vega et al. (2011) führt diese Braunfärbung auf die Bildung von Melanoidine zurück, welche im Zuge der Maillard Reaktion gebildet werden und in einer deutlichen Reduktion an reaktivem Lysin resultieren. Dieser Umstand ließ sich mittels N Retention im veranschaulichten Versuch nicht bestätigen.

## Schlussfolgerung

Mit dargestelltem Versuch konnte nachgewiesen werden, dass...

- die Extrusion den Primärpartikel, wie an der Partikelgrößenverteilung ersichtlich, unabhängig vom Vermahlungsgrad (2 oder 4mm) eindeutig reduziert.
- die feinere Vermahlung von Mais vor der Extruderbehandlung ausschließlich in einer gesteigerten Stärkeverdaulichkeit resultiert.
- die Extruderbehandlung neben erwünschter signifikanter Steigerung der Fett- und Faserverdaulichkeit, in erhöhtem Feinpartikelanteil vom Mais resultiert und unter unerwünschter Carotinoidschädigung die Dotterfarbe negativ beeinflusst.

## Literatur

- Al-Rabadi G. J.S., Gilbert R. G., Gidley M. J. (2009): Effect of particle size on kinetics of starch digestion in milled barley and sorghum grains by porcine alpha-amylase. *Journal of Cereal Science* (50): 198–204.
- Amerah A. M., Ravindran V., Lentle R. G., Thomas D.G. (2007): Feed particle size: Implications on the digestion and performance of poultry. *World's Poultry Science Journal* (63): 439-455.
- Amornthewaphat N., Lerdsuwan S., Attamangkune S. (2005): Effect of extrusion of corn and feed form on feed quality and growth performance of poultry in a tropical environment. *Poult Sci.* (84):1640-7.
- Anguita M., Gasa J., S.M. Martín-Orúe, Pérez J.F. (2006): Study of the effect of technological processes on starch hydrolysis, non-starch polysaccharides solubilization and physicochemical properties of different ingredients using a two-step in vitro system. *Animal Feed Science and Technology* (129): 99–115.
- Aziz Ur Rahman M., Rehman A., Chuanqi X., Long Z. X., Binghai C., Linbao J., Huawei S. (2015): Extrusion of Feed/Feed Ingredients and Its Effect on Digestibility and Performance of Poultry: A Review. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci.* (4): 48-61.
- Camire, M. E., Camire A., Krumhar K. (1990): Chemical and nutritional changes in food during extrusion. *Crit. Rev. Food Sci. Nut.* (29): 35-57.
- Carré B., Muley N., Gomez J., Ouryt F. X., Laffitte E., Guillou D., Signoret C. (2005): Soft wheat instead of hard wheat in pelleted diets results in high starch digestibility in broiler chickens. *Br Poult Sci.* (46):66-74.
- Dänicke S., Kracht W., Jeroch H., Zachmann R., Heidenreich E., Löwe R. (1998): Effect of different technical treatments of rapeseed on the feed value for broilers and laying hens. *Arch Tierernähr.* (51):53-62.
- de O Fonseca M. J., Soares A. G., Freire Junior M., de Almeida D. L., Ascheri J. L. R. (2008): Effect of extrusion-cooking in total carotenoids content in cream and orange flesh sweet potato cultivars. *Hortic. Bras.*, (26): 12–115.
- Gall L. (2009): <http://www.farbmeterik-gall.de/cielab/toleranz/index.html>. (besucht am 13.08.2016).
- Giuberti G., Gallo A., Masoero F., Felipe Ferraretto L., Hoffman P. C. Shaver R. D. (2014): Factors affecting starch utilization in large animal food production system: A review. (66): 72-90.
- González- Vega J. C., Kim B. G., Htoo J. K., Lemme A., Stein H. H. (2011): Amino acid digestibility in heated soybean meal fed to growing pigs. *J. Anim. Sci.* (89): 3617-3625.
- Goodarzi Borojoni F., Svihus B., Graf von Reichenbach H., Zentek J. (2016): The Effects of Hydrothermal Processing on Feed Hygiene, Nutrient Availability, Intestinal Microbiota and Morphology in Poultry—A Review. *Animal Feed Science and Technology*. In Press
- Hafeez A., Mader A., Goodarzi Borojoni F., Ruhnke I., Röhe I., Männer K., Zentek J. (2014): Impact of thermal and organic acid treatment of feed on apparent ileal mineral absorption, tibial and liver mineral concentration, and tibia quality in broilers. *Poultry Science* (93): 1–10.
- Hafeez A., Mader A., Ruhnke I., Röhe I., Goodarzi Borojoni F., Yousaf M. S., Männer K., Zentek J. (2015b): Implication of milling methods, thermal treatment, and particle size of feed in layers on mineral digestibility and retention of minerals in egg contents. *Poultry Science* (94):240–248.
- Henry M. H., Pesti G. M., Bakalli R., Lee J., Toledo R. T., Eitenmiller R. R., Phillips R. D. (2001): The Performance of Broiler Chicks Fed Diets Containing Extruded Cottonseed Meal Supplemented with Lysine. *2001 Poultry Science* (80):762–768.
- Li Q., Shi M., Shi C., Liu D., Piao X., Li D., Lai C. (2014): Effect of variety and drying method on the nutritive value of corn for growing pigs. *J Anim Sci Biotechnol.* (18) 5-18.
- Lichovnikova M., Klecker D., Zeman L. (2000): The effect of extruded rapeseed feed on laying performance and quality of eggs. *Czech Journal of Animal Science* 45:493-499.
- Lichovnikova M., Zeman L., Kracmar S., Klecker D. (2004): The effect of the extrusion process on the digestibility of feed given to laying hens. *Animal Feed Science and Technology* (116): 313–318.
- Medel P., Latorre M. A., de Blas C., Lazaro R., Mateos G. G. (2004): Heat processing of cereals in mash or pellet diets for young pigs. *Animal feed Science and Technology.* (113): 127-140.
- Moros E. E., Darnoko D., Cheryan M., E. G. Perkins E. G. Jerrell J. (2002): Analysis of Xanthophylls in Corn by HPLC. *J. Agric. Chem.* (50): 5787-5790.
- Muley N.S., van Heugten E., Moeser A.J., Rausch K.D., van Kempen T.A. (2007): Nutritional value for swine of extruded corn and corn fractions obtained after dry milling. *J Anim Sci.* (85):1695-701.
- Naumann, C., Bassler, R., 2012. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA Verlag, Darmstadt.

Neubauer, T. (2009): Grundbegriffe im Farbmanagement. [www.thone.at/grundbegriffe-im-farbmanagement/](http://www.thone.at/grundbegriffe-im-farbmanagement/). (besucht am 13.08.2016).

Röhe I. (2014): Effects of feed structure on animal performance, gastrointestinal morphology, gut-associated lymphoid tissue and jejunal glucose transport in laying hens. Dissertation, Freie Universität Berlin, Deutschland.

Ruhnke I., Röhe I., Krämer C., Goodarzi Borojani F., Knorr F., Mader A., Schulze E., Hafeez A., Neumann K., Löwe R., Zentek J. (2015): The effects of particle size, milling method, and thermal treatment of feed on performance, apparent ileal digestibility, and pH of the digesta in laying hens. *Poultry Science* (00):1-8.

Schedle K. (2016): Sustainable pig and poultry nutrition by improvement of nutrient utilisation – A review. *Die Bodenkultur: Journal of Land Management, Food and Environment*. (67): 45-60.

Sittiya J. and Yamauchi K. (2014): Effects of Replacing Corn with Whole-Grain Paddy Rice in Laying Hen Diets on Egg Production Performance. *Journal of Advanced Agricultural Technologies* (1): 1-4.

Svihus B., Hetland H., Choct M., Sundby F. (2002): Passage rate through the anterior digestive tract of broiler chickens fed on diets with ground and whole wheat. *British Poultry Science*. (43): 662-668.

Swiatkiewicz S., Arczewska-Włosek A., Krawczyk J., Puchała M., Józefiak D. (2015): Effects on performance and eggshell quality of particle size of calcium sources in laying hens' diets with different Ca concentrations. *Arch. Anim. Breed.* (58): 301-307.

Wanzenböck E. (2015): Einfluss der druckhydrothermischen Behandlung von Mais auf qualitative Beschaffenheit und Fettsäuremuster von Brustfleisch bei Broilern. Masterarbeit. Universität für Bodenkultur, Wien.

#### **Autorenanschrift**

Reinhard Puntigam  
Universität für Bodenkultur Wien  
Muthgasse 11/1. Stock  
A-1190 Wien  
[reinhard.puntigam@boku.ac.at](mailto:reinhard.puntigam@boku.ac.at)



## ALS ERSTER AM ZIEL MIT DER SCHNELL WIRKENDEN PHYTASE.

Axtra® PHY wirkt schnell im Verdauungstrakt und weist die höchste Aktivität bei niedrigem pH-Wert auf. Dies führt zu einer Verdoppelung der Phytatabbaurrate zur aktiven Phosphorfreisetzung und hebt somit die antinutritiven Effekte von Phytat auf.

Unsere datengestützten Dosierungsempfehlungen stellen sicher, dass Sie jederzeit die optimale Phytasedosis für Ihre speziellen Bedürfnisse einsetzen.

Axtra® PHY bietet den schnellsten Weg zur Spitzenleistung in der Geflügelzucht, reduziert effektiv Phosphorausscheidungen und verbessert somit die Wirtschaftlichkeit.

**Entdecken Sie, wie Axtra® PHY Ihrem Unternehmen helfen kann als erster durchs Ziel zu gehen.**

**Mehr dazu auf [animalnutrition.dupont.com/AxtraPHY](http://animalnutrition.dupont.com/AxtraPHY)**

## Axtra® PHY

Danisco Animal Nutrition

## Silage losses and aerobic stability with chemical silage additive under extreme challenging conditions

F. Eide<sup>1</sup>, B. Gertzell<sup>1</sup>, F. Daubner<sup>2</sup>, & M. Knicky<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Salinity AB, Nellickevägen 20, 41263 Gothenburg, Sweden

<sup>2</sup>Pulte GmbH & Co. KG, Südstraße 7, 83253 Rimsting, Niederlassung Grünwald, Germany

<sup>3</sup>Department of Animal Nutrition & Management, Kungsängen Research Centre, Swedish University of Agricultural Sciences, 75323 Uppsala, Sweden

### Introduction

Quality of silage fermentation and consequently aerobic stability of silages is still a common problem of many types of silage. Silage losses are mainly formed during fermentation and feed out phase of the ensiling process. During the fermentation, losses in good fermented silages are usually about 2-4% of DM. Further, feed out losses should stay low if the feed-out management is adequate. In practise, however, fermentation losses vary between 4-15% of DM, and feed out losses can additionally reach up to 15% of DM depending on silage system. Higher silage losses in agricultural practise are due to challenged ensiling conditions which are not reflected in ensiling conditions under which additives often are tested.

Experimental testing of silage additives is commonly conducted under routine ensiling conditions with properly consolidated forages and silos properly sealed. Consequently, it is not surprising that results of these trials do not often display a potential of a product in the agricultural practice. Punctures and other damages of silo cover as well as uneven forage consolidation in a silo are common. Unsatisfactory hygiene during ensiling process in practise causes increase in clostridial contamination of forage in form of soil. Furthermore, there is another forage parameter, nitrate, which influences the success of fermentation process. High nitrate levels may positively affect the fermentation process and therefore incorrectly show a good result of a silage additive which otherwise wouldn't perform an approved silage. The effect of nitrate, and its decomposition product nitrite, is well documented by Kaiser & Weiss, 2007, Hein & Weissbach, 1977 and Spoelstra 1985.

All these factors influence the ensiling condition which becomes more difficult. Such ensiling condition challenges a silage additive to fulfil a purpose of being applied.

The objective of this study was to compare the impact of weekly aeration, added clostridium and a crop with low nitrate on grass untreated (control) and treated with a chemical additive called Safesil Challenge.

### Materials and Methods

A mixture of timothy (15%, head visible), perennial ryegrass (30%, vegetative stage), meadow fescue (16%, head visible), and red clover (vegetative stage, 39%) was harvested with a scythe on 10<sup>th</sup> of June 2015. The crop was directly chopped in a stationary cutter to approx. 2 cm particle length. After the chopping, both forages were mixed with a suspension of *Clostridium tyrobutyricum* spores at the rate of  $1 \times 10^5$  per g fresh matter (FM) to simulate a clostridia contamination and partitioned in fractions. One forage fraction was left untreated and served as control (denoted 1a and 2a). The other fractions were treated with additive mixtures (1b and 2b). The additive concentration was 0.16

sodium benzoate, 0.06 potassium sorbate, and 0.1 sodium nitrite at the rate of 3L/t (FM). Silage additives were applied by hand with a spray bottle on the forage spread out on a sheet of plastic film and mixed thoroughly. Forages from each fraction were then ensiled in 3 lab-silos (1.7 L volume with a fermentation lock on lid). Crops were ensiled in two ensiling conditions. Silos in regular condition were tightly sealed with a fermentation lock during whole storage time (1a and 1b), which corresponds to DLG design for testing efficiency of silage additives WR1, DLG, 2009. Silos in challenged ensiling condition comprised crops packet to same density as in regular condition, but silos and lids were obtained with inlets with the rubber stoppers ( $\approx$  6mm) to allow air ingress into silos, which was performed every week during the storage period, for two hours each time (2a and 2b).

Each treatment consisted of 3 replicates. Silos were stored for 98 days under room temperature of 21 °C. At the end of storage, silages samples were extracted and standard analyses (dry matter, volatile fatty acids, lactic acid, ethanol, pH, water soluble carbohydrates, lactic acid bacteria, clostridia spores, yeasts, aerobic stability) were performed to determine silage quality.

## Results and Discussion

The chemical and microbiological composition of the forage, prior to ensiling, is presented in Table 1. Chemical composition of fresh forage represented a common composition found in first cut grass crops in Sweden except for low nitrate content. Calculated fermentation coefficient of 38 characterizes the forage as slightly above the limit for a difficult crop to ensile (Weissbach et al., 1974).

**Table 1.** Chemical and microbiological compositions of fresh forage (n=2).

Analyses	Unit	Clover-grass
DM	%	19.9
Ash	%	9.5
CP	%	11.6
WSC	%	15.7
NDF	%	44.8
Nitrate-N	mg/kg DM	2.1
ME	MJ/kg DM	11.1
Ammonia-N	% TN	1.2
Buffering capacity	g LA/100 g DM	7.1
LAB-homofermentative	log cfu/g FM	6.2
LAB-heterofermentative	log cfu/g FM	3.9
Clostridia spores	log cfu/g FM	3.8
pH of fresh forage		5.8
Fermentation coefficient		38

DM-dry matter; FM-fresh matter; CP-crude protein; WSC-water-soluble carbohydrates; NDF-neutral detergent fiber; ME-metabolisable energy.

Results showed that Safesil Challenge significantly improved silage fermentation in both ensiling conditions. In Tables 2 and 3 are presented the chemical and microbiological analyses of silages. As

expected, results show major differences between control and additive treatments. Silages treated with Safesil Challenge (1b and 2b) were found to have a lower silage pH and a higher concentration of lactic acid. A concentration of butyric acid was on detection limit for Safesil Challenge treated silages which was significantly less in comparison with control. As butyric acid is considered to be a major product of clostridia, it is not surprising that control silages (1a and 2a) were found to have significantly higher count of clostridia spores than additive treated ones.

This result confirms the efficiency of previously tested additive components to eliminate clostridia (Knicky & Spörndly, 2009, 2011). The similar development as in butyric acid was observed in ammonia-N formation where control silages (1a and 2a) displayed a higher formation of ammonia-N than Safesil Challenge treated silages. Reduced formation of undesirable ensiling products such as butyric and acetic acid, ethanol and 2,3-butanediol were probably the reason for significantly lower silage losses in additive treatments (1b and 2b) than in control (Fig 1.).

**Table 2.** Chemical composition of silages after 98 days of storage (n=3).

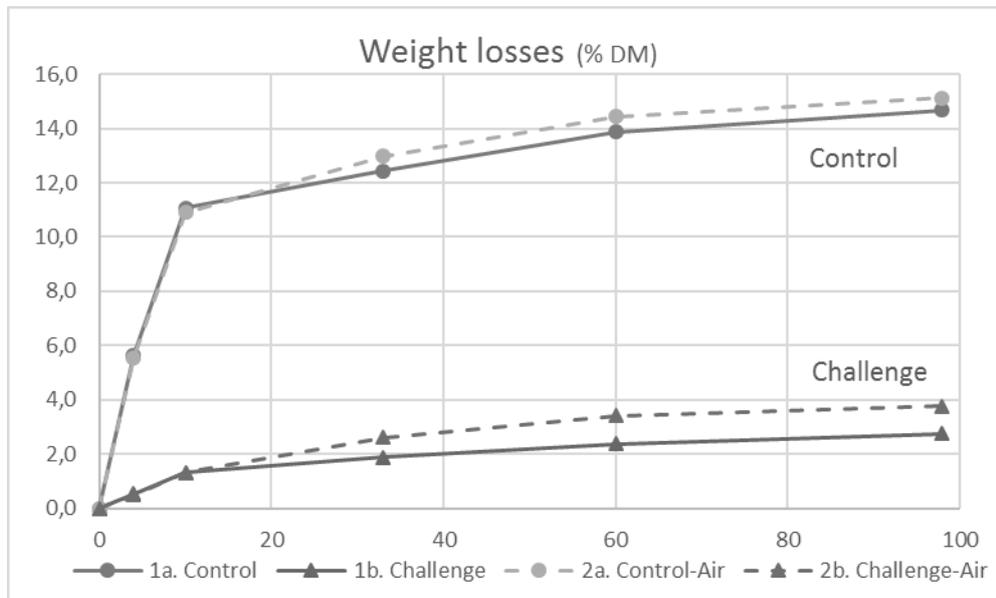
Treatment	DM	pH	NH <sub>3</sub> -N*	Lactic acid	Acetic acid	Butyric acid	2,3-butanediol	Ethanol	WSC
	%		% of TN	% of DM					
1a. Control	18.1	4.5	10.9	9.3	2.6	1.7	2.9	2.0	0.7
1b. Challenge	19.6	4.0	5.0	13.3	1.8	0.04	0.2	0.3	5.6
2a. Control-Air	17.9	4.6	11.1	5.4	6.5	1.0	3.0	1.9	0.8
2b. Challenge-Air	19.5	4.1	5.7	11.1	2.0	0.04	0.2	0.3	6.7
<b>LSD<sub>0.05</sub></b>	<b>0.05</b>	<b>0.05</b>	<b>0.43</b>	<b>1.36</b>	<b>0.73</b>	<b>0.19</b>	<b>0.44</b>	<b>0.26</b>	<b>0.52</b>
P-additive	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
P-air	0.001	0.001	0.01	0.001	0.001	0.001	0.7	0.3	0.01
P-add+air	0.3	0.05	0.05	0.1	0.001	0.001	0.5	0.3	0.02

\* N.S. – Not significant. DM-dry matter; FM-fresh matter; TN-total nitrogen; WSC-water-soluble carbohydrates.

**Table 3.** Aerobic stability and microbiological composition of silages after 98 days of storage (n=3).

Treatment	Time (hours) until temp. aerated silages increased 3°C		Max.-temp increase (°C)		pH after stability		Yeasts		Clostr. spores		LAB		Weight loss % DM
	20.2±0.3										Homo-ferm.	Hetero-ferm.	
Ambient temp.:													
1a. Control	216	20.5	0.0	4.5	<1.7	4.6	<4.7	7.4	14.7				
1b. Challenge	216	20.3	0.0	4.0	<1.7	<1.7	4.7	6.9	2.8				
2a. Control-Air	84	37.1	16.5	7.5	3.6	4.3	<4.7	7.9	15.1				
2b. Challenge-Air	216	20.8	0.0	4.1	<1.7	<1.7	<4.7	<4.7	3.8				
<b>LSD<sub>0.05</sub></b>	<b>26.2</b>	<b>0.61</b>	<b>0.29</b>	<b>0.13</b>	<b>0.14</b>	<b>0.13</b>	<b>0.13</b>	<b>0.14</b>	<b>0.29</b>				
P-additive	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	n.s.	0.001	0.001				
P-air	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.01	n.s.	0.001	0.001				
P-add+air	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.01	n.s.	0.001	0.05				

\* N.S. – Not significant. DM-dry matter; LAB-lactic acid bacteria.



**Figure 1.** Weight losses of silages stored for 98 days (n=3).

The air ingress during ensiling mainly influenced silage quality parameters in control treatments. Control aerated silos (2a) were found to have a higher pH, a lower concentration of lactic acid and butyric acid, but a higher concentration of acetic acid than control silages without aeration (1a). Increased formation of acetic acid can be attributed to different LAB fermentation pathways. One likely pathway can be associated with *L. plantarum* that possesses ability to oxidize lactate to acetate (McDonald et al., 1991). Although elevated acetic acid formation, control aerated silages (2a) were only silages containing yeasts and were found to be less aerobically stable than control silages without aeration (1a) and other treatments as well (1b and 2b). The air ingress affected fermentation parameters of Safesil Challenge treated silages (2b) in lesser extent. Aeration increased formation of acetic acid and ammonia-N and significantly decreased number of heterofermentative LAB in comparison with Safesil Challenge treated silages without aeration (1b). These changes in fermentation pattern of aerated silages were reflected in increased silage losses in comparison with silages without aeration (Fig. 1).

## Conclusions

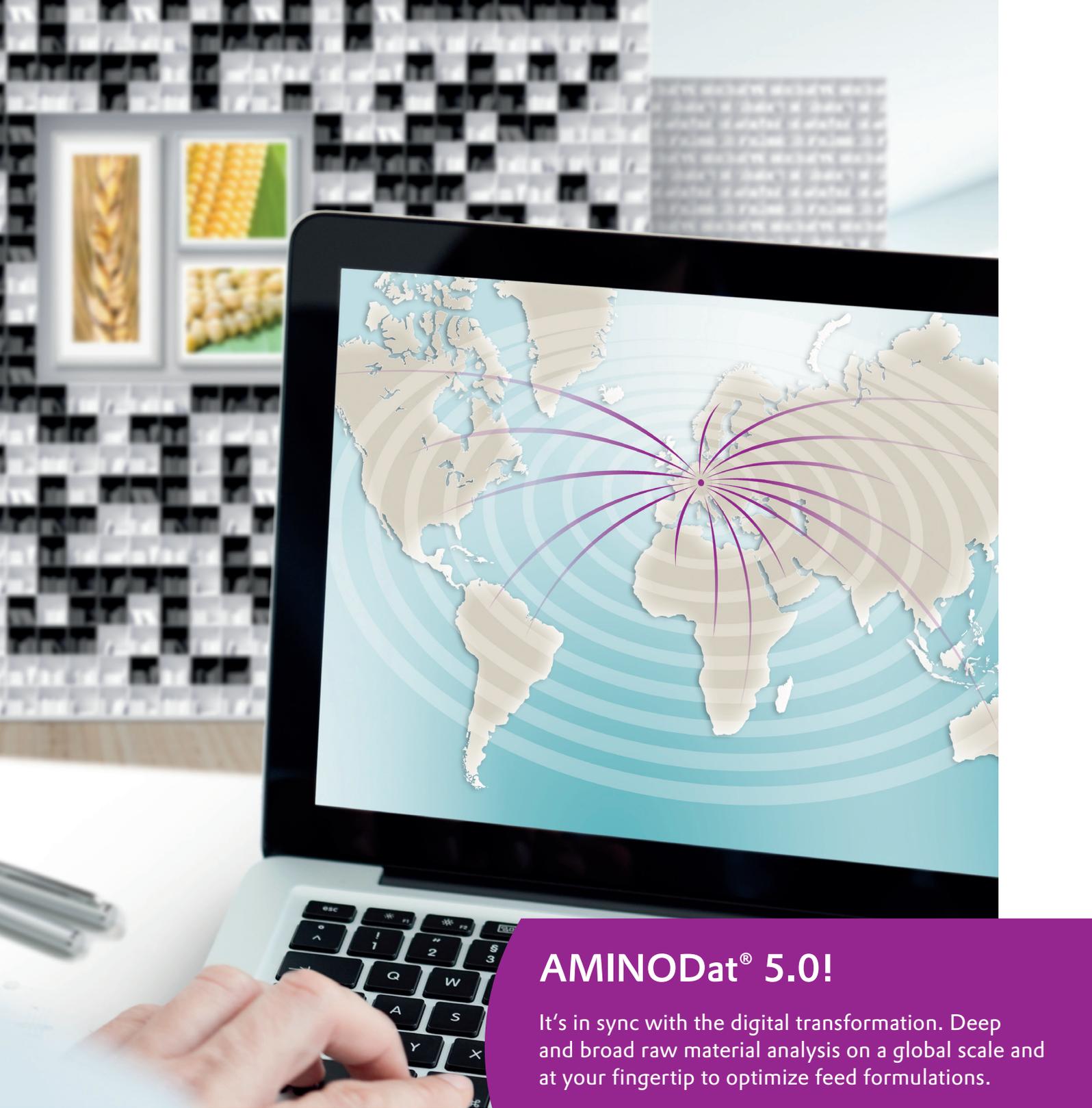
The application of Safesil Challenge remarkably improved silage fermentation, reduced silage losses, and maintained silages aerobically stable regardless if air was introduced or not. Two hours weekly air ingress challenged the ensiling condition by promoting the growth of yeasts in silages for untreated control. This is shown in significantly higher dry matter losses of 15.1 %, whereas the Safesil Challenge treatments didn't reach 4 % of fermentation silage losses and was stable during the whole testing period of 9 days.

## References

- DLG. 2006.** DLG-Richtlinien für die Prüfung von Siliermitteln auf DLG-Gütezeichen-Fähigkeit (DLG guidelines for the test of silage additives for approval of DLG quality labels). DLG ([www.dlg.org/home-en.html](http://www.dlg.org/home-en.html)).
- Hein E. and Weissbach F., 1977.**  
Decomposition processes and effects of nitrate in ensiling green forage.  
Proceedings of the 13th International Grassland Congress, Leipzig, 1977, pp. 1323-1325
- Kaiser, E., and Weiß K., 2007.**  
Nitratgehalt im Grünfütter – Bedeutung für Gärqualität und Siliertechnische Massnahmen.  
Übersichten zur Tierernährung, H 1:13-30
- Knicky, M. & Spörndly, R., 2009.**  
Sodium benzoate, potassium sorbate and sodium nitrite as silage additives. *J. Sci. Food Agric.* 89, 2659-2667.
- Knicky, M. & Spörndly, R., 2011.**  
The ensiling capability of a mixture of sodium benzoate, potassium sorbate, and sodium nitrite. *J. Dairy Sci.*, 94, 824-831.
- McDonald, P., Henderson, A. R., & Heron, S. J. E., 1991.**  
The Biochemistry of Silage. Chalcombe Publications, Marlow, Bucks, UK.
- Spoelstra S. F., 1985.**  
Nitrate in Silage.  
*Grass and Forage Science* (1985) Volume 40, 1-11
- Weissbach, F., Schmid L. and Hein E., 1974.** Method of anticipation of the run of fermentation in silage making based on chemical composition of green fodder. Pages 663-673 in Proc 12<sup>th</sup> Intern Grassland Congress, Moscow.

### Corresponding author

Fredrik Eide  
SALINITY AB  
Nellickevägen 20  
412 63 Göteborg, Sweden  
[fredrik.eide@salinity.com](mailto:fredrik.eide@salinity.com)



## AMINODat® 5.0!

It's in sync with the digital transformation. Deep and broad raw material analysis on a global scale and at your fingertip to optimize feed formulations.

Simply Efficient™

# AMINODat® 5.0

Now available!



[animal-nutrition@evonik.com](mailto:animal-nutrition@evonik.com)  
[www.aminodat.com](http://www.aminodat.com)



Evonik. Power to create.



**EVONIK**  
INDUSTRIES

## Charakterisierung von ausgewählten Faserquellen auf Basis linearisierter Pufferkapazität

**Julia Braach\*, Gerhild K. Wurzer, Karl Schedle und Martin Gierus**

\*Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie; Interuniversitäres Department für Agrarbiotechnologie, IFA-Tulln, Universität für Bodenkultur Wien, Austria

### Einleitung

Der adäquate Einsatz von Faserquellen in der Schweinefütterung stellt einen viel diskutierten mit vielen Widersprüchen behafteten Bereich innerhalb der Wissenschaft dar. Speziell von Bedeutung sind die Wirkungen auf die zootechnischen Leistungen, verbesserte Gesundheit des Gastrointestinaltraktes, bis hin zu gesteigertem Tierwohl (Li *et al.* 1994; Schedle *et al.* 2008 a/b; Gerritsen *et al.* 2012; Kraller, *et al.* 2015). Faser wird dabei definiert als Kohlenhydratgehalt eines Futtermittels welcher von Verdauungsenzymen der Monogaster nicht hydrolysierbar ist und teilweise im Dickdarm zu kurzkettigen Fettsäuren (SCFA) fermentiert wird. Anteilig verbleibt diese am längsten im Chymus und übt mögliche Wechselwirkungen auf Grund ihrer chemisch-physikalischen Eigenschaften mit der Verdaulichkeit von Roh Nährstoffen sowie der Darmmikrobiota aus. Eine Vielzahl an *in vitro* Methoden werden zur Abschätzung des Nährwertes verschiedenster Futtermittel herangezogen, jedoch ist der Einfluss spezifischer chemisch-physikalischer Eigenschaften von Faser in der Literatur kaum beschrieben. Diese können besonders bei juvenilen Tieren eine erhebliche Rolle spielen. Neben Einflüsse auf die Nährstoffverdaulichkeit können in den ersten Tagen nach dem Absetzen Durchfallerkrankungen von der noch schwach ausgeprägten HCl-Sekretion des Magens und folglich verminderten pH-Absenkung bedingt werden. Vor diesem Hintergrund stellt die Pufferkapazität eine mögliche Charakterisierung dieser chemisch-physikalischen Eigenschaften dar. Nach Giger-Reverdin *et al.* (2001) wird diese als Fähigkeit eines Futtermittels definiert, einer Änderung im pH-Wert durch Beisetzung von Säure oder Lauge standzuhalten. Somit dient sie einerseits als Maß für die Bindungsfähigkeit eines Stoffes und lässt Rückschlüsse der Faser auf das pH-Optimum sowie dessen Stabilität im Magen-Darmtrakt (McBurney *et al.* 1983) zu. Andererseits weist sie auf mögliche Reaktivität und Wechselwirkung von Faser mit Hauptnährstoffen hin.

Ein spezielles Augenmerk lag des Weiteren auf der detaillierten analytischen Aufschlüsselung der Faserquellen in ihre Fraktionen. Faser setzt sich analytisch betrachtet aus heterogenen Bestandteilen zusammen (Bach Knudsen, 2001). Im Sinne der klassischen Rohfaseranalytik (XF) wird ein erheblicher Teil, welcher bei Waschen mittels Säuren und Laugen in Lösung geht, nicht beachtet. Dem trägt die Detergenzienmethode nach Van Soest *et al.* (1991) durch ihre Unterscheidung in neutrale und saure Detergenzienfaser (NDF, ADF) sowie Lignin (ADL) Rechnung. Im Gegensatz zu XF lässt diese Weiterentwicklung der Faseranalytik ebenfalls eine genauere Kalkulation der Hemicellulosen/Cellulose zu. Eine Erfassung aller löslichen und vor allem unlöslichen Bestandteile an Faser stellt erst die Methode der AOAC International (Methode Nr. 991.43) zur Bestimmung von Total Dietary Fibre dar.

Durch die chemisch-physikalischen Eigenschaft der linearen Pufferkapazität soll im Zusammenhang mit einer analytischen Aufschlüsselung eine detailliertere Charakterisierung der Faserquellen ermöglicht werden. Es wird erwartet, dass die Pufferkapazität zwischen Faserquellen große Variation aufweist. Ziel der vorliegenden Arbeit ist die linearisierte Form der Pufferkapazität (Oliveira Jr. *et al.*, 2010) ausgewählter Faserquellen analytisch zu erfassen um somit eine Charakterisierung an Hand direkter Vergleichbarkeit der LBR (linear buffering rate) zu erreichen.

## Material und Methoden

Für den vorliegenden Versuch wurden 22 handelsübliche Schalen, Kleien und Lignocellulosen sowie weitere Nebenprodukte aus der Lebensmittelindustrie herangezogen (Tabelle 1), wovon die meisten bereits in der Schweinefütterung eingesetzt werden. Diese wurden einerseits auf die Rohnährstoffe (Trockensubstanz (TS), Rohasche (XA) und Rohprotein (XP, mit DuMaster D-480, Büchi-CH)) analysiert (Naumann und Bassler, 2012). Andererseits erfolgte zur Charakterisierung der Faserkomponenten die Analyse von Rohfaser (XF), Neutraldetergenzienfaser (aNDF<sub>OM</sub>), Säuredetergenzienfaser (ADF<sub>OM</sub>), und Lignin (ADL<sub>OM</sub>). Zusätzlich wurde Cellulose und Hemicellulosen rechnerisch ermittelt. Des Weiteren wurden die lösliche Faser (soluble dietary fibre, SDF) wie auch die unlösliche Faser (insoluble dietary fibre, IDF) nach den Vorschriften des AOAC (Methode Nr. 991.43) auf Basis eines gravimetrischen Verfahrens (Kit von Merck, Darmstadt-DE) ermittelt und zur Gesamtfaser (Total Dietary Fibre, TDF) summiert.

Die lineare Pufferkapazität wurde auf Basis der Gesamtprobe in der Frischmasse des jeweiligen Einzelfuttermittels bestimmt (nach Oliveira Jr. et al., 2010). Hierzu wurde 1,0 g der Probe mit dest. Wasser (100ml) in Lösung gebracht und zu Beginn mittels NaOH-Lösung auf pH-Wert 8 eingestellt. Von diesem Ausgangspunkt wurde die Lösung mit 0,05 M und 0,10 M HCl-Lösung stufenweise bis auf pH 2 zurückgeführt. Die daraus folgenden Daten sowie entstehenden Kurven wurden mit der Gleichung  $[y = \exp(\text{pH}1)]$  auf den H<sup>+</sup>-Gehalt konvertiert, um so die LBR (linear buffering rate) zu ermitteln. Die Zugabe an HCl-Lösung wird hierbei als mEq H<sup>+</sup>/g TS angegeben. Die resultierende Berechnung der LBR gibt Aussage darüber, wie viele mEq H<sup>+</sup> im Durchschnitt der Probe zugegeben werden müssen, um die jeweilige Faserquelle in einem pH-Bereich von 8 bis 2 um genau eine pH-Wertstelle zu verändern.

## Ergebnisse

Die Ergebnisse der Inhaltstoffanalyse veranschaulichen die Bandbreite der ausgewählten faserreichen Komponenten von Traubentrester mit TDF Werte um 40% bis hin zu Lignocellulosen und Lupinenschalen die TDF Werte über 90% erreichten. Die Rohfaserwerte (XF) lagen ebenfalls bei den Lignocellulosen und Lupinenschalen mit über 55% am höchsten, die geringsten Werte wurden hier bei Weizenkleie und Trockenschnitte mit rund 15% analysiert. Dabei lagen die Unterschiede der Zusammensetzung der jeweiligen löslichen Faseranteile (SDF) zwischen 0 und 30%. Der Rohproteinanteil erstreckte sich von 0,5% bei Cellulose bis hin zu 18% bei Sojaschalen II (Tabelle 1).

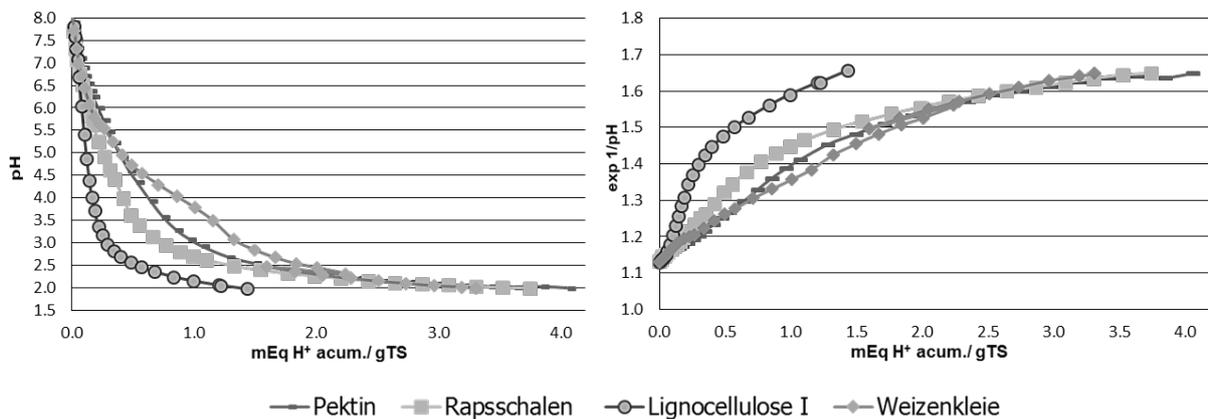
Das Absenken des pH-Wertes bei der Messung der Pufferkapazität machte im Durchschnitt 2,48 mEq H<sup>+</sup>/g TS erforderlich. Rapsschalen, Traubentrester rot und Pektin wiesen hierbei den höchsten Wert (3,63 mEq H<sup>+</sup>/g TS) aus, demgegenüber stehen Lignocellulose II mit dem geringsten Wert (1,34 mEq H<sup>+</sup>/g TS). Die abgestuften pH-Werte bezogen auf die akkumulierte mEq H<sup>+</sup>/g TS werden in Abbildung 1 (links) beispielhaft für ausgewählte Fasern dargestellt. Jene Faserquellen deren Kurve steiler und damit geringeren Mengen an mEq H<sup>+</sup> zeichnen, erzielten weniger puffernde Wirkung, als jene die flacher lagen. Die linearisierte Form ( $\exp(1/\text{pH})$ ) zu akkumulierter (mEq H<sup>+</sup>/g TS) wird in der rechten Graphik dargestellt. Die hieraus berechneten LBR lagen zwischen 2,44 und 6,58. Im unteren LBR Bereich befinden sich Lignocellulose, stärker puffernd stellten sich Pektin und Rapsschalen dar (Abbildung 1).

Es ergeben sich signifikante Korrelationen zwischen LBR und XF ( $r = -0,49$ ;  $p = 0,02$ ); aNDF<sub>OM</sub> ( $r = -0,51$ ;  $p = 0,02$ ); IDF ( $r = -0,49$ ;  $p = 0,02$ ) und XP ( $r = 0,52$ ;  $p = 0,01$ ). Tendenziell ( $p < 0,1$ ) sind negative Korrelationen mit TDF ( $r = -0,43$ ;  $p = 0,05$ ) und mit ADF<sub>OM</sub> ( $r = -0,48$ ;  $p = 0,07$ ) zu erkennen.

Tabelle 1: Ergebnisse der LBR Bestimmung und Inhaltstoffanalyse der Faserquellen in g/kg TS.

Faserquelle	LBR	XF	aNDF <sub>OM</sub>	ADF <sub>OM</sub>	ADL <sub>OM</sub>	HemCel	Cel	SDF	IDF	TDF	XA	XP
Lignocellulose II	2,44	559	919	757	329	162	428	13	933	945	10	8
Lignocellulose I	2,47	579	926	728	650	199	77	11	942	953	5	8
Dinkelspelzen II	2,69	384	803	477	114	326	363	11	830	841	57	31
Weizenstroh	3,55	396	826	508	218	319	289	15	838	853	52	30
Apfeltrester	3,69	234	476	368	246	109	122	146	530	676	20	69
Lignocellulose III	4,14	561	874	737	335	137	402	12	938	949	7	10
Vinasse FR, getrocknet	4,37	338	818	565	298	252	267	14	749	763	7	168
Dinkelspelzen I	4,51	398	856	494	86	362	407	6	866	872	60	18
Sonnenblumenschalen	4,57	535	843	679	255	164	424	27	871	897	26	41
Sojaschalen I	4,68	375	687	507	29	180	478	77	713	789	49	113
Reisschalen	4,77	460	794	607	249	187	358	0	785	785	179	19
Cellulose	4,79	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0	100	100	n.a.	5
Hanfschalen	4,89	397	660	506	231	154	275	n.a.	n.a.	n.a.	33	175
Trockenschnitzel	5,08	153	317	196	87	121	109	163	474	637	127	100
Hirseschalen	5,09	430	810	574	208	237	366	6	804	810	127	40
Sojaschalen II	5,18	301	562	388	70	174	318	70	585	654	52	179
Traubentrester, weiß	5,24	203	298	292	237	6	55	50	363	413	47	90
Lupinenschalen	5,64	559	870	715	27	155	688	27	942	968	20	42
Weizenkleie	5,74	145	585	181	70	404	111	34	579	612	75	159
Pektin	6,33	174	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	311	416	726	27	52
Traubentrester, rot	6,38	318	455	386	359	69	27	42	558	600	58	131
Rapsschalen	6,58	334	622	529	363	94	166	23	578	601	50	169

LBR: linear buffering rate; TS: Trockensubstanz; XF: Rohfaser; aNDF<sub>OM</sub>: Neutral Detergent Fibre; ADF<sub>OM</sub>: Acid Detergent Fibre; ADL<sub>OM</sub>: Acid Detergent Lignin; HemCel: Hemicellulose; Cel: Cellulose; SDF: Soluble Dietary fibre; IDF: Insoluble Dietary Fibre; TDF: Total Dietary Fibre; XA: Rohasche; XP: Rohprotein; n.a.: nicht analysierbar; FR: Fermentationsrückstand.



**Abbildung 1: Darstellung der Pufferkapazität (links) und linearisierten Pufferkapazität (rechts) ausgewählter Faserquellen.**

## Diskussion und Schlussfolgerung

Die Aufschlüsselung der Faserkomponenten lässt eine Charakterisierung der Faserquelle auf Basis analytischer Betrachtung zu. Dabei liegen die TDF Gehalte erwartungsgemäß über den Rohfasergehalten. Vergleichbare Verhältnisse dieser Werte liefert Schedle *et al.* (2008) für Weizenkleie mit TDF Gehalten um das 4,7 fache höher als XF (TDF: 524g/kg TS und XF: 110g/kg TS). Ähnliche Werte gibt Kraler *et al.* (2015) mit 561 g TDF /kg TS für Weizenkleie an. Als Erklärung hierfür kann der Verlust an löslicher Faser im Zuge der analytischen Abläufe genannt werden. Die Analysewerte aNDF<sub>OM</sub>, ADF<sub>OM</sub>, ADL<sub>OM</sub> von Sojaschalen und Weizenkleie liegen im Bereich der Daten von Ginger-Reverdin (2000). Generell befinden sich die Werte teilweise unter, sowie gleich und knapp über den TDF Werten (Hirseschalen aNDF<sub>OM</sub> 810g/kg TS/ TDF: 810 g/kg TS; Reisschalen aNDF<sub>OM</sub>: 794 g/kg TS, TDF: 785 g/kg TS).

Die Bestimmung der Pufferkapazität veranschaulicht die Varianz der chemisch-physikalischen Eigenschaften ausgewählter Faserquelle in ihrer graphischen Darstellung und ermöglicht bereits an Hand der mEq H<sup>+</sup>/g TS eine erste Klassifizierung. Mit der anschließenden Transformation in deren linearisierte Form ist den Faserquellen ein Format zugeteilt, welches diese in jeder pH-Veränderung zwischen 8 und 2 beschreibt wodurch eine genauere Rangierung möglich gemacht wird. Literaturstellen mit vergleichbaren Ansätzen in der Bestimmung von Pufferkapazität sind stark begrenzt, so befassen sich beispielsweise Jasitis *et al.* (1987) mit der Absenkung des pH-Wertes von 9 auf 4 und weisen Weizenkleie eine Kapazität von 198 mEq HCl/ 0,5g TS aus. Levic *et al.* (2005) senkt den initialen pH-Wert der Probe auf 5 und gibt proteinreiche Futtermittel mit höherer, Getreide hingegen mit geringerer Pufferkapazität an. So erhält Weizenkleie bei den Analysen ein Wert (Buffering Value) von 11,45 gegenüber Sojaschrot mit 21,15. Eine Vergleichbarkeit der vorliegenden Ergebnisse der Pufferkapazität ist auf Grund der unterschiedlichen Methoden und verwendeten Futtermittel nicht gegeben. Jedoch können vergleichbare signifikante Korrelationen zwischen LBR und XP gefunden werden (Levic *et al.* 2005). Des Weiteren können die signifikanten Zusammenhänge von sinkendem XF und aNDF<sub>OM</sub> sowie IDF die steigende Pufferkapazität erklären.

## Literatur

- Bach Knudsen, K. E. 2001. The nutritional significance of "dietary fibre" analysis. *Anim Feed Sci. Technol.* 90(1–2): 3-20.
- Gerittsen R., van der Aar P., Molist F. 2012. Insoluble nonstarch polysaccharides in diets for weaned piglets. *J. Anim. Sci.* 90: 318-320.
- Ginger-Reverdin S. 2000: Characterisation of feedstuffs for ruminants using some physical parameters. *Anim. Feed Sci. Technol.* 86: 53-69
- Ginger-Reverdin S., Duvaux-Ponter Ch., Sauvart D., Martin O., Nues do Prado I., Müller R. 2001. Intrinsic buffering capacity of feedstuff. *Anim. Feed Sci. Technol.* 96: 83-102.
- Jasaitis, D.K., Wohlt, J.E., Evans, J.L. 1987. Influence of feed ion content on buffering capacity of ruminant feedstuffs in vitro. *J. Dairy Sci.* 70:1391–1403.
- Kraler, Manuel, Schedle, K., Schwarz C., Domig K. J., Pichler M., Oppeneder A., Wetscherek W., Prückler M., Pignitter M., Pirker K. F.; Somoza V., Heine D., Kneifel W. 2015. Fermented and extruded wheat bran in piglet diets: impact on performance, intestinal morphology, microbial metabolites in chyme and blood lipid radicals. *Archives of Animal Nutrition* 69(5):378-398.
- Li S., Sauer C., Hardin R.T. 1994. Effect of dietary fibre level on amino acid digestibility in young pigs. *Can. J. Anim. Sci.* 74: 327-333.
- Levice J. Prodanovic O., Sredanovic S. 2005. Understanding the buffering capacity in feedstuffs. *Biotech. Anim. Husb.* 21(5-69): 309-313.
- McBurney M.I, Van Soest P.J., Chase L.E. 1983. Cation exchange capacity and buffering capacity of neutral detergent fibres. *J. Sci. Food Agric.* 34: 910-916.
- Naumann C., Bassler R. 2012. Die chemische Untersuchung von Futtermittel. VDLUFA Verlag, Band 3, 6. Ergänzungslieferung, Darmstadt, Deutschland.

Oliveira Junjor J.M., Bockor L., Eggers M., Gierus M., Dittrich J.R., Warpechowski M.B. 2010. Linearização de curvas de titulação para determinação da capacidade tamponante da fibra de alimentos em faixas amplas de Ph. *Acta Sci. Anim. Sci.* 32(1): 55-61.

Schedle K., Pfaffl MW., Windisch W. 2008a. Interaction of different insoluble dietary fiber sources, on inflammatory and cell cycle marker genes in the gastrointestinal tract. *Ann. Nutr. Metab.* 52: 131.

Schedle K., Plitzner C., Etle T., Zhao L., Domig K.J., Windisch W. 2008b. Effects of insoluble dietary fibre differing in lignin on performance, gut microbiology, and digestibility in weanling piglets. *Arch. Anim. Nutr.* 62: 141-151.

Van Soest P.J., Robertson J.B., Lewis B.A., 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74: 3583–3597.

#### **Autorenanschrift**

Julia Braach  
Universität für Bodenkultur Wien  
Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie  
Muthgasse 11/ 1. Stock  
A-1190 Wien  
julia.braach@boku.ac.at

## Comparative analysis of fusariotoxins occurrence in wheat, barley and corn grain

Laurain Julia<sup>1</sup>, Rodriguez Maria Angeles<sup>1</sup>, Gallissot Marie<sup>1</sup> and Marengue Eric<sup>2</sup>

<sup>1</sup> OLMIX, Bréhan, France; <sup>2</sup> LABOCEA public lab, Ploufragan, France

Feed raw materials show different fusariotoxins occurrence depending on the type of culture, as shown by SCOOP survey in 2003. The aim of this study is to identify the occurrence of fusariotoxins in the 3 main cereals used by the feed industry: wheat, barley and corn grain. This study uses the LABOCEA database composed of chromatography analyses run with LC MS/MS from 2013 to 2015. 24 fusariotoxins are tested in each analysis. The percentage of positive samples (> LOQ) and the median level of contamination (ppb) per mycotoxin are the two main criteria used. In order to avoid any geographical interaction, samples from one restricted area only (France) are considered: wheat (n=274), barley (n= 104) and corn grain (n= 336). Data shows that corn grain is more poly-contaminated than wheat and barley (per sample, in average 7 fusariotoxins are positive for corn grain, 2 for wheat and 3 for barley). As a consequence, the percentage of positive samples per mycotoxin is more important in corn grain than for other cereals. Deoxynivalenol (DON) is the most frequent fusariotoxin (>90% of positive) in all cereals, but its median level of contamination is far higher for corn grain (740ppb) than for wheat (215ppb) and for barley (75ppb). The levels of 15-O-acetyl DON, zearalenone (ZEA) and fumonisins are also significantly higher for corn grain (153; 135 and 345 ppb respectively) than for wheat (15, 25 and 50 ppb respectively) and barley (20, 25 and 30 ppb respectively). Focusing only on straw cereals, wheat shows higher median contamination in DON, T-2 toxin and fumonisins (215, 35 and 50 ppb respectively) than barley (75, 10 and 30 ppb respectively), whereas barley is more often contaminated (% of positive samples) in DON acetyl forms (40.4% in 15-O-acetyl and 17.3% in 3-O-acetyl DON) than wheat (5.8% in 15-O-acetyl and 16.4% in 3-O-acetyl DON). The different cropping parameters (time of harvest, use of fungicide...) of corn could explain the important differences in fusariotoxins occurrence compared to straw cereals. Fusarium strains have different developments between wheat and barley and thus may explain the variable fusariotoxins occurrence.

### Autorenanschrift

animalcare.ts@olmix.com

# MYKOTOXIN RISIKO: **ALLES BEDACHT?**

**GROSSE  
BANDBREITE**

**ANALYSE  
MÖGLICHKEITEN**

**MT.X+**

**1**

**TECHNISCHER  
SUPPORT**



**Christoph HUTTER**  
Territory Manager  
Mobile: +49 (0)1628807517  
Email: hutter@melspring.de

**MT.X+**

[www.olmix.com](http://www.olmix.com)



## Effects of a live yeast (MUCL 39885) on digestibility of organic matter and particle size distribution of feces in dairy cows

Birgit Keimer<sup>2</sup>, Greta Weßling<sup>1</sup>, Alexandra Schlagheck<sup>2</sup>, Heiner Westendarp<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Applied Sciences Osnabrück, Institute of Animal Nutrition, Osnabrück

<sup>2</sup>Biochem Zusatzstoffe Handels- und Produktionsgesellschaft mbH, Lohne

### Introduction

Performance level of dairy cows has increased markedly during the last decades. In order to meet increased production demands, high levels of concentrates are fed. This can lead to increased fermentation rate with a higher accumulation of SCFA and lactate. Consequently, rumen pH drops. Low pH-levels bear the risk of sub-acute rumen acidosis (SARA) resulting in decreased digestion of fiber and organic matter. Further consequences of SARA are reduced performance and increased risk of metabolic disorders (Staufenbiel 2011). Moreover, additional costs due to reduced performance and increased incidence of health problems should be taken into account. Therefore, an optimized rumen function under practical feeding conditions should be achieved. Beside the feeding management, the application of different feed additives can play an important role in this matter.

Live yeast is known to stabilize rumen function by stabilizing rumen pH and improving environmental conditions for cellulolytic and lactate-degrading bacteria in the rumen (Jouany 2001). Strong effects of live yeast supplementation can be expected in rations, which are on the edge of ruminant welfare due to low fiber constituents and high contents of starch and sugar (Scheidemann & Steingass 2004, Ferraretto et al. 2012).

A feeding trial was conducted to investigate the effect of live yeast supplementation on digestibility of organic matter and starch, particle size distribution of feces and performance parameters in dairy cows fed on a starch-rich but commonly used diet.

### Material and methods

In a six-week field trial, the effects of live yeast supplementation on organic matter digestibility and particle size distribution of feces in high-yielding dairy cows fed on a starch rich diet were investigated. 24 multiparous cows (Holstein Friesian, 2<sup>nd</sup>/3<sup>rd</sup> lactation) were separated in two homogeneous groups (control, treatment, n=12) on the basis of days in milk (DIM), lactation number and milk yield. At trial start, animals were  $\bar{x}$  56 days in milk (57.2 vs. 56.0 DIM) and had an average milk yield of 44.5 kg per head and day (44.9 vs. 44.0 kg). Animals were loose-housed and fed a total-mixed ration (TMR) offered *ad libitum*. The TMR was mixed once a day and pushed at the feed bunk eight times a day. The TMR was calculated to be rich in energy (7.2 MJ NEL/kg) and starch (30% in DM, Table 1) following the recommendations of Ferraretto et al. (2012) to create a SARA-inducing ration. In treatment group, live yeast was supplemented on top. The used product was based on the yeast strain *Saccharomyces cerevisiae* MUCL 39885 and dosed with 3 g per head and day ( $4.5 \times 10^{10}$  CFU per h/d). The trial period lasted 6 weeks.

For analysis of organic matter digestibility and particle size distribution of feces, rectal feces sampling was performed at the end of the trial. One part of the samples were sent to an external laboratory (LUF A Nord-West, Oldenburg) for chemical analysis (moisture, organic matter, crude protein, starch).

Total tract digestibility of organic matter (Dig.OM) and starch (Dig.St) were calculated using the following equations by Schmidt & Jentsch (1994) and Fredin et al. (2014);

**Dig.OM% = 0.9 – (5.13/x), x = Crude protein in fecal OM (g/kg)**

**Dig.St% = 99.9 – (1.24\*FSt%), FSt% = Starch content in fecal DM (g/kg)**

The particle size distribution of feces was measured using wet-sieve analysis by NDA (NASCO Digestion Analyzer, Nasco, USA). The NDA separator is consisting of three sieves arranged in tiers with the following mesh sizes: top 4.76 mm, middle 2.38 mm, and bottom 1.59 mm (Cotanch & Darrah, 2012). Feces analysis was performed using a standardized protocol. 500g of feces were weight-in und washed through the NDA for 55 seconds. For all analysis the same water nozzle and pressure was used. The feces residual in each sieve were back-weighed and the distribution was compared with each other (total and relatively).

**Table 1:** Feed composition and chemical analysis of TMR

<b>Feed composition in kg fresh matter per head and day</b>	
Corn silage	28.24
Gras silage	4.20
Corn gluten	3.00
Rapeseed meal	5.50
Soybean meal	1.20
Wet corn	5.00
Seaweed meal	0.08
Molasses	0.50
Mineral feed	0.40
<b>Total</b>	<b>48.12</b>
<b>Chemical composition</b>	
Dry matter (%)	45.7
Crude protein (% in DM)	18.6
Crude fiber (% in DM)	13.0
Starch (% in DM)	30.0
NEL (MJ/ kg DM)	7.23

To measure the effects of live yeast supplementation on performance parameters average daily milk yield per animal were documented. Milk components were measured once per month in the official milk performance test. Energy-corrected milk yield (ECM, 3.4% protein, 4.0% fat) was calculated according to Weiß et al. (2013). Results were shown as mean values for the whole trial period.

Statistical analysis was performed by one-factorial ANOVA and Pearson correlation analysis (SPSS Statistics 22, IBM). The effects of month and treatment (live yeast, control) and interaction (treatment x month) were set as a fix. The animals within the treatments were considered as random effect. P-values below P<0.1 were assumed as significant according to the Regulation (EC) No. 429/2008 (EU, 2008) on additives for use in animal nutrition.

**Table 2:** Results of chemical analysis of feces samples

	Control	Live yeast (MUCL 39885)	SEM	p-value
DM (g/kg)	149.3	153.6	3.06	0.326
OM (g/kg)	131.1	134.9	3.17	0.415
CP in DM (g/kg)	178.5	189.5	5.16	0.150
Starch in DM (g/kg)	23.3	21.7	1.57	0.486
CP in OM (g/kg)	203.1 <sup>a</sup>	216.3 <sup>b</sup>	4.75	<b>0.067</b>

<sup>ab</sup> Different letters indicate significant differences (p<0.1)

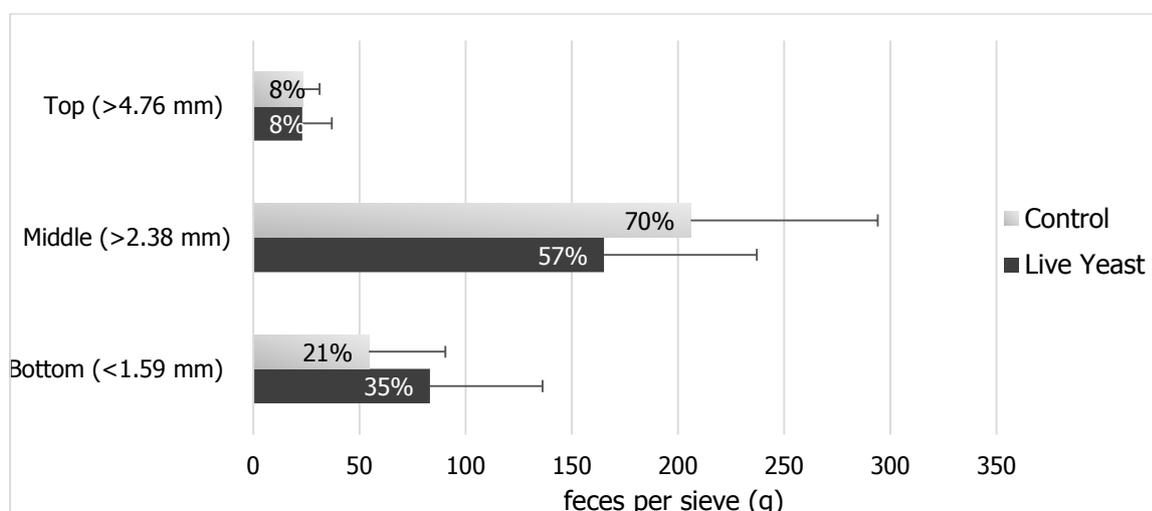
Digestibility of organic matter was significantly improved in treatment group compared to control (table 3). No difference in calculated starch digestibility has been observed.

**Table 3:** Calculated digestibility of organic matter (Dig.OM%) and starch (Dig.St%) according to Schmidt & Jentsch (1994) and Fredin et al. (2014)

	Control	Live Yeast (MUCL 39885)	SEM	p-value
<b>Dig.OM (%)</b>	74.1 <sup>a</sup>	75.1 <sup>b</sup>	0.34	<b>0.062</b>
<b>Dig.St (%)</b>	97.0	97.2	0.19	0.486

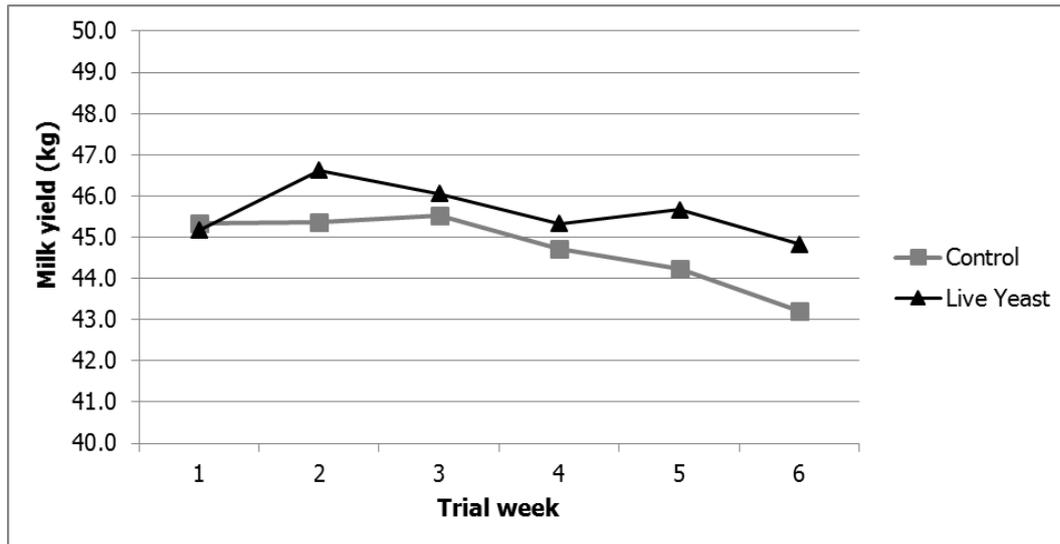
<sup>ab</sup> Different letters indicate significant differences (p<0.1)

Total back-weight of feces did not differ between control and treatment group (284 vs. 271g). Feces distribution in the different sieves seemed to be different in the two groups. The total back-weighted in top sieve was nearly identical for both groups (23.0 vs. 23.3g). But, the amount in the middle sieve was decreased in control compared to treatment group (206.0 vs. 165.1g) and in bottom sieve back-weighted feces was increased markedly in treatment group compared to control (54.4 vs. 83.2g). As a result, percentages of total back-weighted feces in the different sieves were numerically improved in favor of treatment group (figure 1).



**Figure 1:** Average residual feces in g per sieve and % of total back-weighted feces of control and treatment group (n=12, means+SD)

The average daily milk yield of control and treatment group during trial duration is shown in figure 2. Both groups started on the same level of average daily milk yield in trial week 1 ( $45.3 \pm 7.2$  vs.  $45.2 \pm 8.7$  kg). Milk yield was numerically higher in treatment group compared to control in all following weeks, but without significant difference. As a result, average daily milk yield for whole trial period was numerically improved in treatment group ( $44.7 \pm 7.0$  vs.  $45.6 \pm 9.3$  kg). No significant difference has been observed in milk fat content ( $3.60 \pm 0.61$  vs.  $3.65 \pm 0.55$  %) and protein content ( $3.35 \pm 0.26$  vs.  $3.42 \pm 0.25$  %). ECM yielded  $42.3 \pm 5.9$  kg for control and  $44.1 \pm 8.2$  kg for treatment group.



**Figure 2:** Average daily milk yield (kg per head and day) during trial period (n=12, mean values)

## Discussion

Live yeast supplementation improved digestibility of organic matter (+1.3%). These results are in line with data from Desnoyers et al. (2009), who observed an improved digestibility of OM by +0.98%. In addition, the particle size distribution of feces was modulated in treatment group compared to control. Feces analysis showed higher amounts of small particles (bottom sieve) in treatment group. These results may indicate an improved fermentation rate in the rumen resulting in a modified particle size distribution of feces. In the present trial, it was not investigated if this modified particle size distribution resulted from an improved digestibility of OM, but both parameters showed the same tendency to be improved in live yeast supplemented group. No effects on digestibility of starch has been observed.

A correlation analysis proved significant correlations between Dig.OM% and feces wet-sieving and milk components. Milk fat percentage correlated positively with the Dig.OM% ( $p=0.020$ ) and with the results of feces sieving (total back-weight) ( $p=0.053$ ). Milk protein percentage correlated positively with results of feces sieving (back-weight in bottom sieve) ( $p=0.033$ ).

No statistical difference in milk yield could be detected, although live yeast fed cows showed a higher milk yield (ECM) by +4.3%. Earlier studies of Bockhop (2015) in dairy cows on a similar feeding ration and the same live yeast product observed significant effects on particle size distribution of feces, milk components and ECM (+3.9%). However, in this trial design a longer trial period (13 weeks) and more animals (N=160, n=80) were considered. It can be assumed, that for statistical analysis of performance parameters the number of cows considered in the present trial was too low. It is also

important to notice that the milk performance of cows in the present trial was already on a very high level.

## Conclusion

Live yeast supplementation improved digestibility of organic matter and modulated particle size distribution of feces in high-performing dairy cows fed on a starch-rich diet. No effects on digestibility of starch could be observed. Also it was shown that improved Dig.OM% and particle size distribution of feces positively correlated with percentage of milk components, no effects on performance parameters showed statistical difference (+4.3% ECM). However, it need to be considered that number of cows was very low to analyse statistical differences in performance parameters. Further studies are required to investigate relationships between digestibility of nutrients (OM, fiber) and wet-sieving of feces as well as performance parameters.

## Literature

- Bockhop, I. (2015): Einfluss von Lebendhefen auf die Milchleistung und Pansenfermentation von Kühen, Bachelorarbeit Hochschule Osnabrück
- Cotanch, K., Darrah, J. (2012): Fecal fractions of the NASCO Digestion Analyzer. The William H. Miner Agricultural Research Institute. Farm Report, June 2012. [http://www.whminer.org/pdfs/farm-reports/2012\\_06.pdf](http://www.whminer.org/pdfs/farm-reports/2012_06.pdf)
- Desnoyers, M., Giger-Reverdin, S., Bertin, G. Duvaux Ponter, C., Sauvant, D. (2009). Meta-analysis of the influence of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on ruminal parameters and milk production of ruminants. *Journal of Dairy Science*, Vol. 92, No. 4, 1620- 1632.
- EU (2008): COMMISSION REGULATION (EC) No 429/2008 of 25 April 2008 on detailed rules for the implementation of Regulation (EC) No 1831/2003 of the European Parliament and of the Council as regards the preparation and the presentation of applications and the assessment and the authorisation of feed additives, *Official Journal of the European Union*, L 133/36, 36
- Ferraretto, L. F., Shaver, R. D., Bertics, S. J. (2012): Effect of dietary supplementation with live- cell yeast at two dosages on lactation performance, ruminal fermentation and total-tract nutrient digestibility in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Vol. 95, No. 7, P. 4017- 4028.
- Fredin, S. M., Ferraretto, L. F., Akins, M. S., Hoffman, P. C., Shaver, R. D. (2014): Fecal starch as an indicator of total-tract starch digestibility by lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 97, 1862-1871.
- Jouany, J. P. (2001): A new look at yeast cultures as probiotics for ruminants. *Feed mix*, Vol. 9, No. 6, 17- 19
- Scheidemann, C., Steingass, H. (2004): Lebendhefeeinsatz in der Rinderfütterung. 31. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 27. - 28. April 2004, Bericht BAL Gumpenstein 2004, 65-71
- Schmidt, L., Jentsch, W. (1994): Die Schätzung der Verdaulichkeit von Konservatfütterationen für Rinder anhand des Stickstoffgehalts im Rinderkot. *FBN-Schriftenreihe* 7, 179-184.
- Staufenbiel, R. (2011): Pansenalkalose, Pansenazidose, Pansenfermentationsstörungen - grundlegende Tiergesundheitsprobleme in der Milchkuhhaltung, Tagungsbericht 11. Symposium: Fütterung und Management von Kühen mit hohen Leistungen (B. PIEPER/S. POPPE/A. SCHRÖDER Hrsg.)
- Weiß, J., Pabst, W., Granz, S. (2013): *Tierproduktion*. 14. Auflage, Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

### Author

Birgit Keimer  
Biochem Zusatzstoffe Handels- und Produktionsgesellschaft mbH  
Küstermeyerstr. 16, 49393 Lohne  
Germany  
keimer@biochem.net

## **Wirkung eines konzentrierten Ergänzungsfuttermittels als Substitut von synthetischem Methionin (MHA) in einem praktischen Alleinfuttermittel für Legehennen**

**Antonio Callejo<sup>1</sup>, Sonia Tellez<sup>3</sup>, Pedro Gil<sup>2</sup>, Ewa Sujka<sup>3</sup>, Herbert Sinning<sup>3</sup>, Ulrich Steinruck<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Abteilung für Agrarproduktion, Schule für Agrartechnik, Ernährung und Biosysteme, Technische Universität von Madrid (UPM). C. Universitaria, s/n, 28040 Madrid, Spanien

<sup>2</sup> Spanish Association of Poultry Science (AECA-WPSA)

<sup>3</sup> Liptosa c/ San Romualdo 12-14, 28037 Madrid, Spanien

<sup>4</sup> Pulte GmbH & Co. KG, Rimsting, Deutschland

### **Einleitung**

Methionin ist eine essentielle schwefelhaltige Aminosäure und stellt die wichtigste Aminosäure in der Geflügelernährung dar. Sie spielt eine Schlüsselrolle bei der Lieferung von Energie und der Synthese von Protein. Methionin unterstützt die Eiproduktion besonders im Hinblick auf das optimale Eigewicht, bei der Körpermasseentwicklung und einer effektiven Futtermittelverwertung. Auch für die Befiederung und für das Wohlbefinden der Legehennen ist sie wichtig (Bunchasak, 2009). Methionin ist ein potenter Spender von Methylgruppen, die zur Synthese vieler wichtiger Substanzen, einschließlich Epinephrin, Cholin und Creatinin beitragen (Willke, 2014). Die hohe Leistung der Tiere in der Geflügelproduktion erfordert meist den Zusatz von synthetischem Methionin zum Gehalt an nativem Methionin. Neueste Untersuchungen haben gezeigt, dass innovative, natürliche Ergänzungen synthetisches Methionin ersetzen können und das Niveau in der Tierleistung und Tiergesundheit dabei halten (Igbasan et al., 2012). METHPLUS® ist ein natürliches Ergänzungsfuttermittel, das als Ersatz für synthetisches Methionin in allen Futterrezepturen für die Fütterung von monogastrischen Tieren entwickelt wurde. METHPLUS® optimiert einerseits die Aufnahme von Methionin aus dem Futter durch das Tier, erhöht zudem die Effektivität der Rückgewinnung von Methionin und verbessert die Leberfunktionen. Ziel dieser Studie war es die Effektivität von METHPLUS® als Ersatzstoff für Methionin-Hydroxy-Analog (MHA) in der Ernährung von Legehennen zu bestimmen.

### **Material und Methoden**

#### **Versuchsanlage und Tiere**

Der Versuch wurde mit 800 Lohmann Brown Legehennen, untergebracht in „ausgestalteten Käfigen“ (Direktive 1999/74/CE und Königl. Dekret 3/2002) mit 25 Tieren pro Käfig, in der Forschungsabteilung für Geflügel an der Schule für Agrartechnik, Ernährung und Biosysteme der Technischen Universität von Madrid durchgeführt. Die Versuchsanlage war mit einem dynamischen Ventilationssystem (regulierter Luftstrom; maximal 7.000 m<sup>3</sup>/h) und einem Verdunstungskühlsystem ausgestattet. Die Dauer des Experiments betrug fünf Wochen, das Alter der Hennen lag bei Versuchsbeginn bei 59 Wochen.

## Versuchsrationen

Während des gesamten Versuchszeitraums stand den Tieren Futter und Wasser *ad libitum* zur Verfügung. Die Hennen wurden auf vier Behandlungsgruppen zu je 200 Tieren pro Gruppe aufgeteilt. Bei jeder Gruppe wurde die Behandlung nach dem Zufallsprinzip acht Mal wiederholt mit jeweils 25 Tieren pro Wiederholung. Die Diäten der Positivkontrolle und der beiden Testgruppen wurden auf einen Gehalt von 0,40 % Gesamt-Methionin optimiert. Die Behandlungen sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt:

Tab.1: Versuchsdesign

Diätetische Behandlung	Methionin-Zulage (g/t Futter)		% Total Methionin in der Diät
	MHA (bewertet mit 83%)	METHPLUS® (bewertet mit 99%)	
<b>Positivkontrolle</b>	1.350 g (1.121)	0 g	0,40
<b>Behandlung A (87% METHPLUS®)</b>	150 g (125)	1.000 g (990)	0,40
<b>Behandlung B (100% METHPLUS®)</b>	0 g	1.130 g (1.119)	0,40
<b>Negativkontrolle</b>	350 g (291)	0 g	0,32

## Versuchsdurchführung

Folgende Leistungsparameter wurden ermittelt: Eigewicht, Legeleistung, tägliche Eimasse sowie der Prozentsatz an Bruch- und Knickeiern, an verschmutzten Eiern, an deformierten Eiern mit weicher Schale; die Verteilung bezüglich Eigröße und Handelsklassifizierung und die Anzahl der für den Handel geeigneten Eier. Wöchentlich wurde die Futteraufnahme jeder Wiederholung gemessen und daraus die tägliche Futteraufnahme sowie Futterverwertung (kg/kg Eier und kg/Dutzend) berechnet. Am letzten Tag jeder Woche, wurden die gesammelten Eier einer äußeren und inneren Qualitätsbestimmung unterzogen. Hierbei wurden Eierschale (Farbe, Gewicht und Dicke), Eiweiß (Höhe und Haugh-Einheiten) und Dotter (Farbe definiert durch Roche Dotter-Farbfächer) beurteilt. Zusätzlich wurde täglich die Sterblichkeit überprüft sowie die individuellen Körpergewichte zu Beginn und am Ende des Experiments erhoben. Zu Versuchsende wurden je 2 Hennen pro Behandlungsgruppe geschlachtet. Gewebeproben der Leber, des Duodenums und des Ileums wurden entnommen und histopathologisch analysiert.

## Statistik

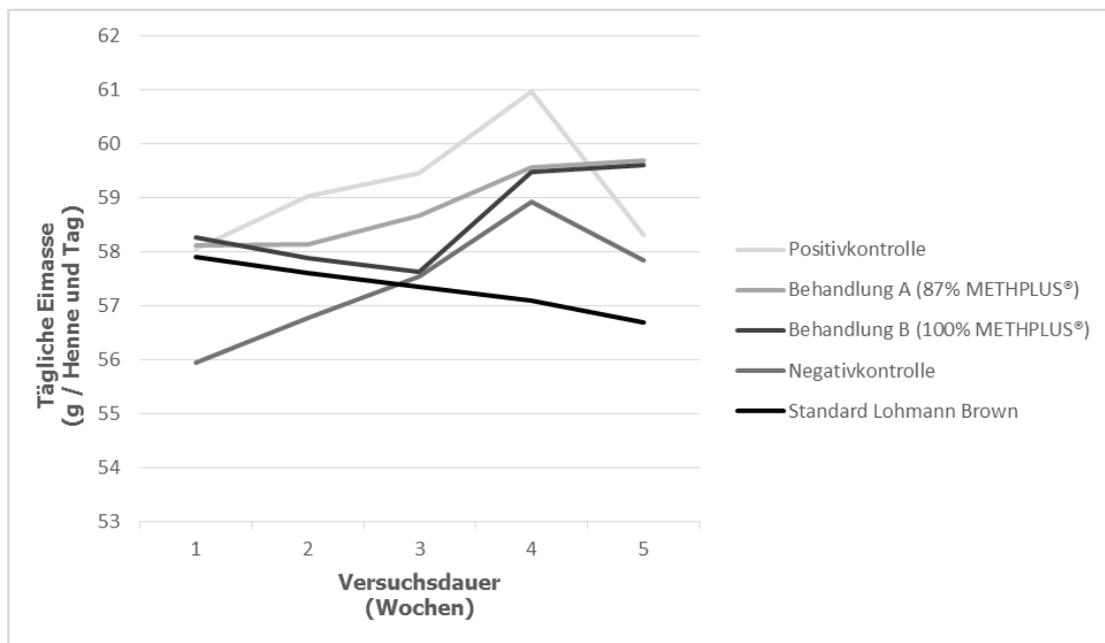
Die gewonnenen Daten wurden mit Hilfe der Statistik-Software Statgraphics Centurion XVII analysiert. Die Differenz zwischen zwei Gruppen wurde als statistisch bedeutend erachtet, wenn  $p \leq 0.05$ .

## Ergebnisse

Während des gesamten 35-tägigen Versuchszeitraums gab es keine Sterbefälle. Bei der Körpergewichtsentwicklung konnten im Versuchszeitraum, selbst bei der Negativkontrolle, keine nennenswerten Unterschiede festgestellt werden.

Es konnte ein signifikanter Effekt der Methionin-Quelle und des Dosierungslevels auf die tägliche Eimasse, das Eigewicht und die Futtermittelverwertung gezeigt werden ( $p \leq 0,05$ ). Die höchste tägliche Eimasse erreichte die Positivkontrolle mit 59,4 g / Tier und Tag sowie die Behandlung A (87% METHPLUS®) mit 59,0 g/Tier und Tag. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Entwicklung der täglichen Eimasse im Verlauf des fünfwöchigen Versuchs.

Abb.1: Darstellung der täglichen Eimasse in Gramm je Henne und Tag.



Wie die nachfolgende Tabelle zeigt, trat das höchste Eigewicht in der Gruppe der Positivkontrolle (65,1 g) auf. Die Positivkontrolle hatte somit ein signifikant höheres Eigewicht als die weiteren Behandlungsgruppen ( $p < 0,05$ ). Behandlungsgruppe A, B und die Negativkontrolle lagen im durchschnittlichen Eigewicht auf einem einheitlichen Niveau. Der höchste Zuwachs des Eigewichts während der Versuchsperiode konnte hingegen bei den Behandlungsgruppen A (+1,0%) und B (+1,6%) dargestellt werden. Diese Ergebnisse konnten jedoch statistisch nicht abgesichert werden ( $p > 0,05$ ). Die Legeleistung der Behandlungsgruppe A (87% METHPLUS®) zeigte mit 92,5% eine tendenziell höhere Legeleistung gegenüber den Vergleichsgruppen (Positivkontrolle: 91,3%;)

Tab.2: Darstellung der Eigewichte und der Veränderung des Eigewichts unter dem Einfluss der unterschiedlichen Behandlungen mit MHA und METHPLUS®:

	<b>Positiv- kontrolle (MHA)</b>	<b>Behandlung A (87% METHPLUS®)</b>	<b>Behandlung B (100% METHPLUS®)</b>	<b>Negativ- kontrolle</b>
<b>Durchschnittliches (<math>\emptyset</math>) Eigewicht (<math>p &lt; 0,05</math>)</b>	65,1 <sup>a</sup>	64,1 <sup>b</sup>	64,2 <sup>b</sup>	63,9 <sup>b</sup>
<b>Veränderung <math>\emptyset</math> Eigewicht (Ei-Gewicht Woche 63 – Woche 59) (<math>p &gt; 0,05</math>)</b>	+0,9	+1,0	+1,6	+0,8
<b>Tägliche Eimasse (g/Henne und Tag) (<math>p &lt; 0,05</math>)</b>	59,4 <sup>a</sup>	59,1 <sup>a</sup>	58,7 <sup>ab</sup>	57,8 <sup>b</sup>
<b>Legerate (%) (<math>p &gt; 0,05</math>)</b>	91,3	92,5	91,3	90,4

Bezogen auf die Ei-Qualität, also einmal der Anteil an äußerlichen Mängeln aber auch inneren Qualitätsmerkmalen, konnten mit einer Ausnahme keine Unterschiede zwischen den vier Diätformen beobachtet werden ( $p > 0,05$ ). Die Verteilung nach Handelskategorien ergab einen signifikanten Unterschied ( $p \leq 0,05$ ) beim Prozentsatz der Eier mit Größe XL, L und S zwischen den Versuchsgruppen. Der höchste Prozentsatz an XL-Eiern wurde bei der Positivkontrolle erreicht (12,2%), bei L-Eiern hingegen in der Behandlungsgruppe A (70,1%) sowie der Negativkontrolle (70,7%) und bei S-Eiern neben der Behandlungsgruppe B (0,5%) auch bei der Negativkontrolle (0,4%).

Die Futterraufnahme (FI) der einzelnen Behandlungsgruppen zeigte ebenfalls keine signifikanten Unterschiede (Tab. 3). Tendenziell waren die Futterraufnahme in Behandlungsgruppe A und B leicht verringert. Bei der Futtermittelverwertung (FCR) ließen sich hingegen signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungsgruppen aufzeigen (Tab. 3). Die beste Futtermittelverwertung in kg/ Dutzend zeigte die Behandlungsgruppe A (1,64). Bei der FCR in kg/ kg Eier besaß neben der Positivkontrolle (2,19) ebenfalls die Behandlungsgruppe A (2,17) die beste Futtermittelverwertung. Die Anfangs- und Endgewichte (Lebendmasse LM) der Versuchsgruppen wiesen keine signifikanten Unterschiede auf.

Tab.3: Darstellung der Futterraufnahme und Futterwertung sowie der Körpergewichtsentwicklung bei unterschiedlichen Methionin- und Methioninersatz-Quellen

	<b>Positiv- kontrolle (MHA)</b>	<b>Behandlung A (87% METHPLUS®)</b>	<b>Behandlung B (100% METHPLUS®)</b>	<b>Negativ- kontrolle</b>
<b>Futterraufnahme (FI) (g/ Henne/ Tag) (p&gt;0,05)</b>	128,2	125,9	126,5	128,6
<b>Futterverwertung (FCR) (kg/ Dutzend) (p&lt;0,05)</b>	1,67 <sup>ab</sup>	1,64 <sup>b</sup>	1,66 <sup>ab</sup>	1,70 <sup>a</sup>
<b>Futterverwertung (FCR) (kg/ kg Eier) (p&lt;0,05)</b>	2,19 <sup>b</sup>	2,17 <sup>b</sup>	2,29 <sup>a</sup>	2,36 <sup>a</sup>
<b>Anfangsgewicht (LM) Woche 58 (g) (p&gt;0,05)</b>	1952	1991	2045	1991
<b>Endgewicht (LM) Woche 64 (g) (p&gt;0,05)</b>	1957	1995	2038	1992

Bei den Schlachtungen der Versuchstiere wurden zwischen den einzelnen diätetischen Behandlungsformen Unterschiede im Hinblick auf die Funktionalität der Eierstöcke (Ovarien) festgestellt. Tiere aus der Negativkontrollgruppe zeigten eine verminderte Funktionalität der Ovarien, mit einem Vorkommen von atrophischen Eizellen (Oozyten). Ein bemerkenswerter Befund bei der histopathologischen Analyse zeigte sich durch eine vergrößerte Darmzottenlänge (von 1,5 bis 1,7 mm) im Duodenum der Behandlungsgruppen A und B (METHPLUS®-Gruppen).

## Diskussion

Die positive Kontrollgruppe (100% MHA) erzielte tendenziell die besten Leistungsparameter; allerdings nur signifikant abweichend für das Eigewicht, was aber vorrangig daran liegt, dass die Gruppe A zunächst einen ungewöhnlichen kurzfristigen Rückgang im durchschnittlichen Eigewicht zeigte. Dieser wiederum kann eventuell mit der Futterraufnahme - einen Anpassungseffekt an das neue Futtermittel - erklärt werden. Die Gruppe B (100% METHPLUS®) zeigte diesen Effekt noch stärker. Drei Wochen nach Versuchsbeginn zeigte die Gruppe B einen starken Einbruch von 0,7 g im Vergleich zu Versuchsbeginn in der täglichen Eimasse. Jedoch regenerierte sich die Gruppe B sehr schnell wieder mit einem Anstieg von 1,9 g in der täglichen Eimasse pro Tier und Tag in der 4. Versuchswoche. Somit wies Behandlungsgruppe B am Ende des Versuchs wieder gleich hohe Leistungen wie die Positivkontrolle und die Behandlungsgruppe A auf. Eine Vorperiode mit einem Zusatz von METHPLUS® wäre im Hinblick auf diese Versuchsentwicklung sinnvoll gewesen. Das Ergänzungsfuttermittel wird jedoch von den Legehennen nach einigen Tagen sehr gut aufgenommen. Die Behandlungsgruppe A (87% METHPLUS®) erzielte ansonsten in allen ausgewerteten Parametern mit Ausnahme des Ei-Gewichts die gleichen Ergebnisse wie die Positivkontrolle. Das wiederum spricht für den hohen Substitutionseffekt von METHPLUS® gegenüber MHA beim Einsatz in der Legehennenfütterung. Bei der Futterverwertungsrate (FCR kg/Dutzend) lag die Behandlungsgruppe A (87% METHPLUS®) besser als die Positivkontrolle. Das wiederum dürfte ebenfalls der Effekt aus der beschriebenen Futterraufnahme sein. Insgesamt kann der Substitutionseffekt bei dem hohen

Leistungsniveau um die 40. Legewoche als sehr gut eingestuft werden. Aus der Körpermasseentwicklung der Legehennen, - keine Differenzen zur Positivkontrolle zu Versuchsende -, ist abzuleiten, dass die METHPLUS®-Gruppen keine Körpersubstanz für die Eiproduktionen abgegeben hatten. Die Negativkontrolle konnte die unzureichende Methioninversorgung in der kurzen Versuchsperiode anscheinend durch eine tendenziell höhere Futteraufnahme ausgleichen. Allerdings zeigte sich in den Sektionsbefunden, dass die Unterversorgung an Methionin bereits zu Einschränkungen in der Eibildung bei der Negativgruppe führte, während die METHPLUS®-Gruppen „ohne Befund“ waren.

Da im Ergänzungsfuttermittel Komponenten enthalten sind, die nachweislich auch die Darmgesundheit (Schutz der Schleimhaut und Wachstum der Zotten) fördern, waren die positiven Veränderungen in den Darm-Villi der Gruppen A und B mit METHPLUS® eine Bestätigung dafür und können ein Hinweis für eine höhere Verfügbarkeit von Methionin aus der Futtermittelration sein.

Die Behandlung A (87% METHPLUS®) zeigte tendenziell bessere Ergebnisse als die Behandlung B (100% METHPLUS®). Man kann daraus schlussfolgern, dass ein bestimmter Anteil an synthetischem Methionin in der Ration nötig ist, um die tierischen Leistungen auf dem hohen Niveau zu erhalten. Andererseits kann bei einem gewünschten kompletten Verzicht auf Zulagen an synthetischem Methionin eventuell eine leichte Erniedrigung des Substitutionsfaktors von METHPLUS® bereits den gewünschten Erfolg bringen. Die kalkulierte Methioninzulage (Wertigkeit MHA mit 83% und METHPLUS® mit 99%) der Behandlung A lag rechnerisch im Versuch leicht unter der Positivkontrolle und Behandlung B. Es deutet sich an, dass das Ergänzungsfuttermittel ein vollwertiger Ersatz für andere synthetische Methioninquellen sein kann, wenn es mindestens 1 : 1 ausgetauscht wird.

## Schlussfolgerung

Zusammenfassend hat sich im vorliegenden Experiment gezeigt, dass METHPLUS® ein effektiver Ersatz (bis zu 87%) für synthetisches Methionin (MHA) ist und trotzdem eine optimale Produktionsleistung von Legehennen ermöglicht. Zur Bestätigung und Weiterführung dieser Ergebnisse werden jedoch noch weitere Studien benötigt.

## Literatur

Willke T. (2014). Methionine production—a critical review. *Appl Microbiol Biotechnol.* Dec; 98(24):9893-914

Bunchasak C. (2009) Role of Dietary Methionine in Poultry Production. *The Journal of Poultry Science* Vol. 46 No. 3 P 169-179.

Igbasan F.A. et al. (2012). Comparative efficacy of herbal and synthetic methionine on performance of some haematological and biochemical parameters in domestic laying hens. *African Journal of Biotechnology* Vol. 11(46), pp. 10617-10625, 7 June

### Autorenanschrift

Herbert Sinning  
Droste- Hülshoff- Weg 3  
61267 Neu Anspach  
herbert@sinning.ch

Wir machen den Unterschied.  
**Natürlich.**



### Einzelfuttermittel

Rohstoffe für Herstellung & Handel



### Zusatzstoffe

Konservierungssäuren



Mykotoxinbinder



Probiotika



Pflanzenextrakte

Siliermittel | Güllezusatz



HiZox | Chelate | Glycinate

### Ergänzungsfuttermittel

Handelsware & Spezialitäten

## **Saponins: Natural solution to manage the Coccidial risk in Livestock**

**Perrine Roussel<sup>1</sup>, Sébastien Tessier<sup>2</sup>, Yeng Fatt Chai<sup>3</sup>, Valentino Arnaiz<sup>4</sup>,  
Fabiola Daubner<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>NOR-FEED, Beaucouzé, France

<sup>2</sup>NOR-FEED, Hô Chi Minh, Vietnam

<sup>3</sup>WEISSEN, Kuala Lumpur, Malaysia

<sup>4</sup>MONTANA, Lima, Peru

<sup>5</sup>PULTE GmbH & Co. KG, Grünwald, Germany

### **Introduction**

Insuring good sanitary conditions within breeding systems are essential, but not sufficient: some diseases are unavoidably present in livestock, and their management is a tricky problem. For instance, coccidia are highly prevalent pathogens; their global impact is hard to estimate, due to the high number of species these protozoa target, but the total costs of coccidiosis are spread over cure and prevention treatments, and direct losses: more than 3.4 billion US Dollar in poultry and 700 million US Dollar in cattle (Fitzgerald, 1980; Quiroz-Castañeda and Dantán-González, 2015). The consequences on the zootechnical performances are lower feed conversion efficiency and prolonged development period. Indeed: as the protozoa replicate within the intestinal cells, they cause lesions, inducing a reduced feed intake, mild to bloody diarrhoea, and even the death of the host. The huge economical impairments coccidiosis imply at the breeding scale subsequently impact the whole downstream sector.

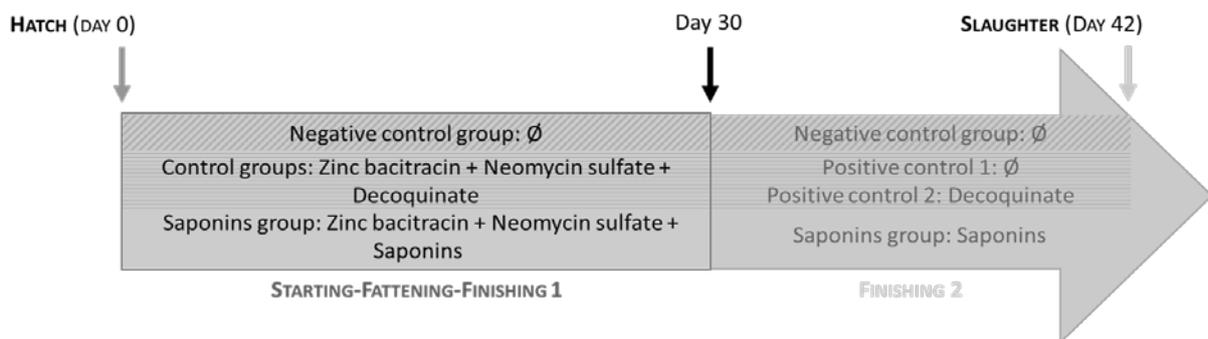
Synthetic additives are the most commonly used amongst all the solutions to prevent coccidiosis, but they can promote emergence of pathogens resistances, and consequently threat the human and animal health (Quiroz-Castañeda and Dantán-González, 2015). So we need to find a new solution, reliable over time. Previous works from our lab and literature data allowed to show that plant extracts rich in saponins may be potent candidates against coccidiosis, as they are efficient against rumen symbiotic protozoa (Budán *et al.*, 2013<sup>a</sup>; Budán *et al.*, 2013<sup>b</sup>).

We aimed at determining if a product developed with selected saponins-containing plants and plant extracts could efficiently substitute the actual coccidiostats in broilers (commercial farms). Trial 1: coccidiostats were given either until the 30<sup>th</sup> day of breeding or until the slaughter, while saponins were given until the slaughter. Trial 2: coccidiostats were given in both groups until the withdrawal period and stop at the withdrawal; saponins were then supplemented to the diet during the withdrawal period.

## Saponins *versus* synthetic coccidiostat all over the growing period

### Material and methods

The first experiment was carried out in a Peruvian commercial farm on Cobb 500 broiler chicks, according to the following program:



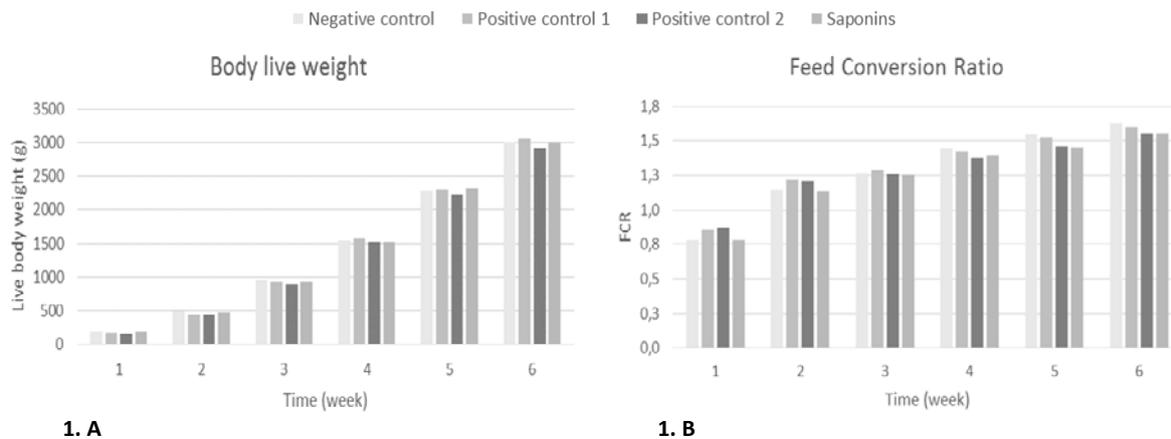
The broiler chickens received the usual standard diet (specific for starting, fattening or finishing purposes). The broiler chickens were randomly divided into four distinct groups, according to the program used in feed to manage coccidiosis (264 broilers per group):

- Negative control group. The chickens received neither antibiotic, nor coccidiostat during the whole breeding period;
- Positive control 1 group. The chickens received until day 30: antibiotics to control Gram positive (zinc bacitracin 10%, 1 kg / T) or Gram negative bacteria (neomycin sulfate 15%, 150 ppm), and a coccidiostat (decoquinate, 500 ppm). No supplementation in feed was given after day 30;
- Positive control 2 group. The chickens received until slaughter: antibiotics to control Gram positive (zinc bacitracin 10%, 1 kg / T) or Gram negative bacteria (neomycin sulfate 15%, 150 ppm), and a coccidiostat (decoquinate, 500 ppm);
- Saponins group. The chickens received a premixture of additives containing saponins-containing plant and extract (concentration 1X, 500 ppm).

The chickens did not received any vaccination. The body live weight as well as the feed consumption were recorded once a week for each building; the mortality was calculated at the slaughter time for the overall period.

### Results

The graphics below represent the measured live weight and the calculated feed conversion ratio (FCR) during the 6 weeks between starting and finishing periods.



**Figure 1.** Evolution of the body live weight (1. A) and the FCR (1. B) between the weeks 1 and 6 in the different tested groups.

The four groups of broilers showed distinct values of body live weight (Figure 1. A). At the end of the trial, the higher body weight was observed in the Positive control group 1 (coccidiostat given until withdrawal): 3050.2 g versus 3011.3 g, 2923.7 g and 3011.1 for the Negative control group, Positive control group 2 (coccidiostat given until slaughter) and Saponins group, respectively. From the beginning of the breeding period, the FCR was slightly lower (improved) in the Saponins group than in the other groups, to reach 1.55 at the slaughter time (*versus* 1.63 for the Negative control, 1.61 for the Positive control group 1, and 1.56 for the Positive control group 2) (Figure 1. B). As for the mortality rates (data not shown), it was zero in the groups Negative control, Positive control 2 and Saponins, contrary to the Positive control 2 (1.33%) at the end of the trial.

## Discussion

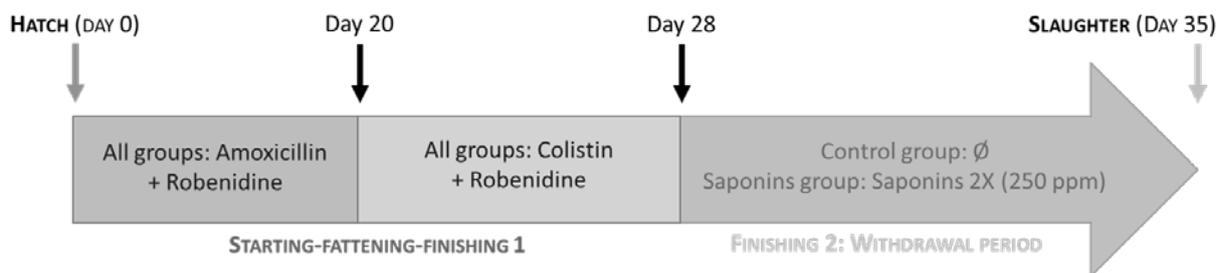
The results obtained for the body live weight and the mortality reveals the good sanitary conditions within the flocks. Surprisingly, the broilers of the groups Negative control and the Positive control 1 reached higher body weight than the Positive control 2, but as for the FCR, the performances are better in the groups Positive control 2 and Saponins. This may reflect the fact that coccidiostats can alter the microbiota equilibrium, and would at the end induce adverse effects. The better FCRs observed in the group Saponins are in accordance with the improvement of digestive efficacy allowed by these active compounds. Indeed, the advantage of selecting saponins in a premixture of additives is to associate a direct effect against the protozoal pathogens, namely the coccidia (Hassan *et al.*, 2008), with the augmentation of the absorption of nutrients by the intestine (McAllister *et al.*, 2001; Alfaro *et al.*, 2007; Patra and Saxena, 2009).

Of note, the FCR was different in the two Positive control groups: the value is 3% higher in the broilers that received the coccidiostat given until withdrawal. This may reveal the fact that this period is very critical for the animals: they are exposed to pathogens, but can received neither antibiotics, nor coccidiostats, in respect to the European Regulation. Thus, we wanted to determine whether using saponins specifically during critical periods would be another modality to substitute coccidiostats.

## Impact of the Saponins during the withdrawal period on the performances

### Material and methods

The assay was performed in a Malaysian commercial farm on Cobb 500 broiler chicks. Three groups were constituted, each of them allocated in a distinct house.



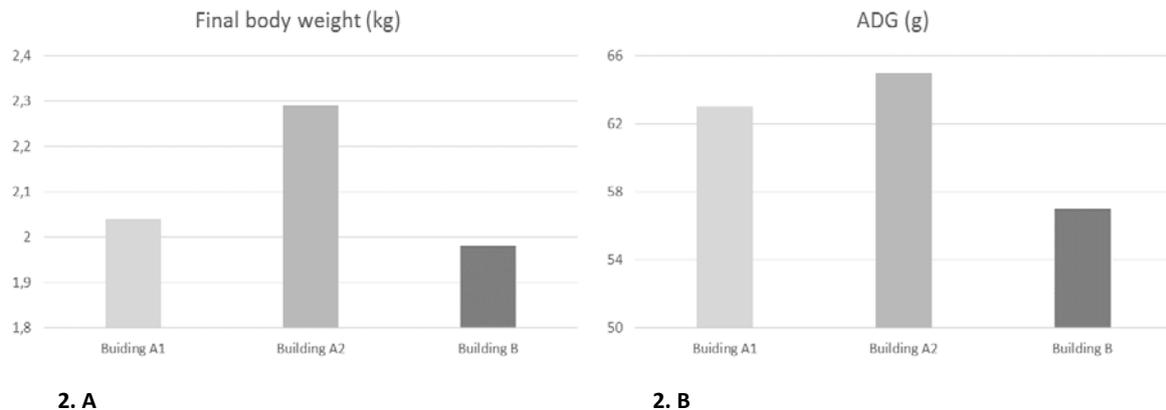
From 0 to 28 days, all the chickens received the same diet supplemented with the coccidiostat robenidine (33 ppm), according to the following supplementation program:

- 2-5 days: dextrose monohydrate
- 2-8 days: multivitamins
- 16-19 days: amoxicillin
- 20-27 days: colistin
- 28 days to slaughter (day 35) = WITHDRAWAL PERIOD: electrolytes + amino acids; the buildings A1 (10,500 chickens) and A2 (11,000 chickens) received saponins (same premixture of additives than in the trial 1; concentration 2X, 250 ppm). In building B (3,300 chickens), the chickens did not received any feed supplementation. Of note, the breeding conditions of the animals were the same, to avoid eventual bias due to the buildings (density of the animals, ventilation, diet).

The average daily gain (ADG) was recorded between days 28 and 35. The final body weight (at day 35) and the mortality rate during the withdrawal period were also determined.

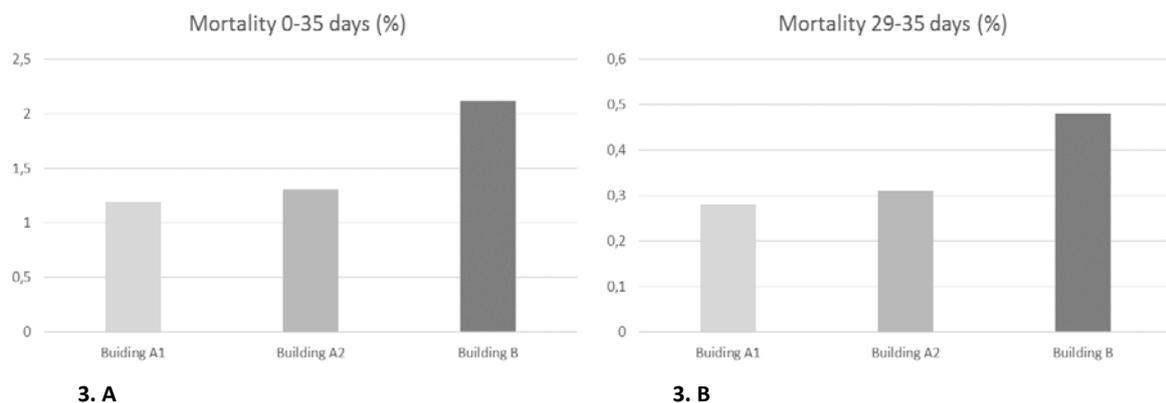
### Results

The graphics below represent the measured final body weight, the calculated ADG and the calculated mortality, firstly between the starting and the withdrawal periods, secondly during the withdrawal period only.



**Figure 2.** Mean body live weight measured at the slaughter time (2. A) and average daily gain (2. B) over the breeding period.

Whereas the results obtained in the two groups that received saponins were slightly different, they presented higher final body weight and ADG than the coccidiostat group: the final body weight was 16% higher in the building A2 than in the building B (Figure 2. A). This was in accordance with the ADG, which was 14% higher in the building A2 compared to the building B (Figure 2. B).



**Figure 3.** Mortality determined in the flock over the breeding period (3. A) or during the withdrawal period only (3. B).

Considering the mortality all over the breeding period or during the withdrawal only, the results obtained in the coccidiostat group were higher than in the saponins groups. Respectively, we observed 2.12% of mortality *versus* 1.19% and 1.31% between days 0 and 35 (Figure 3.A); 0.48% of mortality *versus* 0.28% and 0.31% (Figure 3.B), equivalent to a decrease of 42% during the withdrawal period.

## Discussion

Due to the compulsory restrictions of the European Regulation, antibiotics and coccidiostats are forbidden during the days preceding the slaughter. Although it seems evident this may be associated with the increase of pathogens exposure, scientific proofs are lacking. The higher mortality observed during the withdrawal in the control group attested of the microbial pressure within the flocks. Interestingly, the Saponins groups presented a rather low mortality during the withdrawal ( $\leq 0.3\%$ ), and this impacted the global mortality rate ( $\leq 1.3\%$ ). Of note, the later the birds die over the breeding period, the higher the economical consequences are.

## Conclusion

Saponins allow a strong prevention to limit the coccidiosis, and can be used during the whole breeding period. Nowadays new solutions are required, firstly because some critical periods such as the withdrawal are not compatible with the use of coccidiostats; secondly because the later one can promote the emergence of resistances by pathogens (bacteria and coccidia) and may impair the equilibrium of the intestinal microbiota.

To go further, this study showed that saponins can be used with spots applications: they could be used only during the withdrawal period, insuring a strong protection against pathogens such as coccidia. We can easily infer that saponins could also be used in shuttle programs. Indeed, these vegetal molecules present neither risk of resistance emergences by *Eimeria* sp. nor risk of residues in the chicken meat.

Saponins constitute the new natural fight against coccidiosis: if tomorrow synthetic coccidiostats are prohibited, they would be a substitute of choice in this purpose. Some assays are ongoing on calves, with introduction of saponins in the milk replacers to prove that saponins can provide a rapid and sustained protection whatever the targeted species.

## References

- Alfaro, D. M., Silva, A. V. F., Borges, S. A., Maiorka, F.A., Vargas, S., Santin, E.** (2007): Journal of Applied Poultry Research. 16:248-254
- <sup>a</sup>Budan, A., Tessier, N., Saunier M., Gillmann, L., Hamelin, J., Chicoteau, P., Richomme, P., Guilet, D.** (2013) : Journal of Food, Agriculture & Environment. 11 (2): 576-582
- <sup>b</sup>Budan, A., Bouyahmed, M., Daubner F.** (2013) : BAT 2013
- Fitzgerald, P. R.** (1980): Adv Vet Sci Comp Med. 1980;24:121-43
- Hassan, S. M., El-Gayar, A., Cadwell, D. J., Bailey, C. A., Cartwright, A. L.** (2008): Veterinary Parasitology. 157(1-2):133-138
- McAllister, T. A., Annett, C. B., Cockwill, C. L., Olson, M. E., Wang, Y., Cheeke, P. R.** (2001): Vet. Parasitol. 97:85-99
- Patra, A. K., Saxena, J.** (2009): Nutr. Res. Reviews. 22, 204-219
- Quiroz-Castañeda, R. E., Dantán-González, E.** (2015): Future and Present Natural Alternatives. BioMed Res Int., vol. 2015, Article ID 430610

### Corresponding author

Perrine Roussel  
NOR-FEED  
3 rue Amedeo Avogadro  
49 070 Beaucozé, France  
perrine.roussel@norfeed.net  
www.norfeed.net

## **Einfluss eines Futterzusatzstoffes zur Stressminderung auf Leistung und Caudophagie bei Aufzuchtferkeln**

**Wolfgang Preißinger, Günther Propstmeier, Simone Scherb**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft Grub/Schwarzenau, Deutschland

### **Einleitung**

Im Rahmen des Projekts Fütterung und Tierwohl soll u.a. untersucht werden, wie sich durch Fütterungsmaßnahmen Aggressionen und Fehlverhalten wie z.B. Caudophagie bei Schweinen vermindern lassen. Dabei steht die Versorgung an Faser im Vordergrund. Daneben werden aber auch Futterzusatzstoffe auf Magnesiumbasis von der Industrie angeboten, die den Stress bei Schweinen und Geflügel vermindern sollen. Eines dieser Produkte soll laut Produktbeschreibung über eine „Anti-Stresswirkung“ verfügen. Es besteht aus einer Mischung aus Magnesiumfumarat und -acetat sowie aus natürlichen Pflanzeninhaltsstoffen, v.a. aus Hopfen.

In dem Versuch wurde untersucht, wie sich dieser Futterzusatzstoff auf Futteraufnahme, Leistung sowie auf Schwanzbeißen bei nicht schwanzkupierten Tieren auswirkt.

### **Material und Methoden**

Die Untersuchung wurde am Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum (LVFZ) für Schweinehaltung in Schwarzenau durchgeführt und bestand aus einem Ferkelfütterungsversuch im Lebendmassebereich zwischen 8,5 und 28 kg. Für den Versuch wurden 80 Ferkel der Rasse Pi x (DL x DE) nach Lebendmasse, Abstammung und Geschlecht ausgewählt und gleichmäßig auf folgende Hauptbehandlungsgruppen aufgeteilt:

- 1. Kontrollgruppe, ohne Zusatzstoff
- 2. Testgruppe, mit Zusatzstoff

Die Hälfte der Ferkel war nicht schwanzkupiert, so dass insgesamt folgende 4 Versuchsgruppen zur Auswertung anstanden:

- Gruppe 1.1: Kontrolle, Ferkel schwanzkupiert
- Gruppe 1.2: Kontrolle, Ferkel nicht schwanzkupiert
- Gruppe 2.1: mit Zusatzstoff, Ferkel schwanzkupiert
- Gruppe 2.2: mit Zusatzstoff, Ferkel nicht schwanzkupiert

Die Ferkel wurden in 8 Buchten zu je 10 Tieren auf Kunststoffspalten ohne Einstreu gehalten. Dabei standen allen Tieren identische Beschäftigungsmöglichkeiten zur Verfügung. Die Ferkel waren zu Versuchsbeginn im Durchschnitt 32 Tage alt und wogen 8,5 kg. Pro Behandlung wurden 2 Buchten gemischtgeschlechtlich aufgestellt. Die Futterzuteilung erfolgte über Abrufstationen mit integrierter Futtermittelverwiegung für das Einzeltier (Compident Station CID2006 MLP-Ferkel, Schauer Agrotronic GmbH). Die Lebendmasse (LM) wurden wöchentlich am Einzeltier erfasst. Der Versuch gliederte sich in zwei Fütterungsphasen. Phase 1 von ca. 8,5 bis 16 kg LM und Phase 2 von 16 bis ca. 28 kg LM.

Während des Versuchs wurde der Kot der Tiere einmal pro Woche bonitiert (Note 1-4 von hart bis wässrig). Bei den Ferkeln der Gruppen 1.2 und 2.2 (nicht schwanzkupierte Tiere) wurde zweimal pro

Woche der Verletzungsgrad der Schwänze nach dem in Tabelle 1 angeführten Boniturschema bewertet:

**Tabelle 1:** Boniturschema von Schwanzverletzungen bei nicht schwanzkupierrten Ferkeln

<b>Verletzungen</b>	<b>Blutungen</b>	<b>Schwellung</b>	<b>Teilschwanzverlust</b>
0=keine Verletzung erkennbar	0=keine	0=keine	0=kein Teilverlust
1=Kratzer, leichte Biss Spuren	1=frisch aufgetreten	1=deutlich erkennbar	1=bis zu 1/3 Teilverlust
2=kleinflächige Verletzungen			2=bis zu 2/3 Teilverlust
3=großflächige Verletzungen			3=über 2/3 Teilverlust

In der letzten Versuchswoche wurden von jeweils 2 Tieren je Bucht an drei aufeinanderfolgenden Tagen (Mittwoch bis Freitag) zur gleichen Zeit (17:00 Uhr) Speichelproben zur Analyse von Cortisol mittels einer Salivette gezogen. Die Speichelproben wurden zur Bestimmung des Cortisolgehaltes an die Ludwig-Maximilians-Universität München versandt.

Die Futtermischungen (Tabelle 2) wurden in der Versuchsmahl- und Mischanlage Schwarzenau hergestellt und im Labor der Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen (AQU) der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LFL) in Grub nach VDLUFA-Richtlinien analysiert (VDLUFA, 2012). Das Futter wurde pelletiert vorgelegt.

**Tabelle 2:** Zusammensetzung und analysierte Gehaltswerte der Versuchsrationen (4 Analysen/Futter)

<b>Zusatzstoff</b>		<b>Ferkelaufzuchtfutter I</b>		<b>Ferkelaufzuchtfutter II</b>	
		<b>ohne</b>	<b>mit</b>	<b>ohne</b>	<b>mit</b>
Weizen	%	35,5	35,1	37	36,6
Gerste	%	40	40	40	40
Sojaöl	%	1	1	1	1
Sojaschrot 48 % Rp	%	18,5	18,5	17,5	17,5
Fumarsäure	%	1	1	1	1
Mineralfutter	%	4	4	3,5	3,5
Zusatzstoff		--	<b>0,4</b>	--	<b>0,4</b>
VQ <sub>0s</sub>	%	90,5	91,8	89,8	89,3
ME aus VQ <sup>3</sup>	MJ	13,8	13,9	13,6	13,6
Rohprotein	g	182	183	171	177
Lysin	g	11,8	11,9	10,9	11,1
Methionin	g	3,5	3,5	3,1	3,3
Cystin	g	2,4	2,5	2,5	2,6
Threonin	g	8,4	8,2	7,0	7,2
Tryptophan	g	2,5	2,5	2,3	2,3
Rohfett	g	29	29	29	28
Rohfaser	g	29	33	29	33
aNDFom	g	118	120	138	133
ADFom	g	41	52	41	45
Kalzium	g	7,6	7,5	9,1	6,7
Phosphor	g	4,7	4,6	4,4	4,5
Natrium	g	2,3	2,2	2,3	2,0
Magnesium	g	2,2	2,8	2,2	2,6
Kupfer	mg	157	147	147	133
Zink	mg	94	97	94	89
Säurebindungsvermögen	meq	642	680	701	638

Der eingesetzte Zusatzstoff, Anta<sup>®</sup>Phyt Mg, wurde von der Dr. Eckel GmbH, Niederzissen zur Verfügung gestellt. Hauptinhaltsstoffe waren Magnesium (Magnesiumfumarat, Magnesiumacetat) und natürliche Pflanzeninhaltsstoffe (v.a. Hopfen). Laut Sackanhänger hatte der Zusatzstoff folgende Inhaltsstoffe: 5,3 % Rohprotein, 1,6 % Rohfett, 4,4 % Rohfaser, 35 % Rohasche, 0,15 % Kalzium, 14 % Magnesium, 0,05 % Natrium, 0,1 % Lysin, 0,04 % Methionin. Die Fütterungsempfehlung des Herstellers liegt bei 1-4 kg pro Tonne Alleinfutter. Im Versuch wurden 4 kg pro Tonne eingesetzt.

## Ergebnisse und Diskussion

Während des Versuchs waren keine Tierauffälle zu beklagen. In Tabelle 3 sind die täglichen Zunahmen, die Futter- und Energieaufnahmen sowie die daraus errechneten Futter- und Energieeffizienzzahlen für die vier Versuchsgruppen dargestellt.

**Tabelle 3:** Aufzuchtleistungen, Futter- und Energieeffizienz (LSQ-Mittelwerte) sowie Kotbeschaffenheit und Futterkosten

<b>Gruppen Schwanzstatus</b>		<b>Kontrolle kupiert</b>	<b>Kontrolle lang</b>	<b>Zulage kupiert</b>	<b>Zulage lang</b>	<b>Sign.p<sup>1)</sup></b>
<b>Lebendmassen</b>						
Aufstallung	kg	8,7	8,3	8,5	8,6	0,3681
Beginn	kg	9,4	9,0	9,1	9,3	0,3144
Phasenwechsel	kg	16,6	16,2	16,2	15,6	0,4144
Ende	kg	26,8 <sup>ab</sup>	25,5 <sup>b</sup>	28,5 <sup>a</sup>	26,7 <sup>ab</sup>	0,0458
<b>Zuwachs</b>						
Phase 1	kg	7,2	7,2	7,1	6,3	0,1356
Phase 2	kg	10,2 <sup>bc</sup>	9,3 <sup>c</sup>	12,3 <sup>a</sup>	11,1 <sup>ab</sup>	0,0009
Gesamt	kg	17,4 <sup>b</sup>	16,5 <sup>b</sup>	19,3 <sup>a</sup>	17,4 <sup>ab</sup>	0,0293
<b>Zunahmen/Tag</b>						
Phase 1	g	343	342	337	299	0,1356
Phase 2	g	512 <sup>bc</sup>	467 <sup>c</sup>	613 <sup>a</sup>	555 <sup>ab</sup>	0,0009
Gesamt	g	426 <sup>b</sup>	403 <sup>b</sup>	471 <sup>a</sup>	424 <sup>b</sup>	0,0293
<b>Futtermittelverbrauch/Tag</b>						
Phase 1	g	442	449	486	444	0,3301
Phase 2	g	823 <sup>bc</sup>	818 <sup>b</sup>	920 <sup>a</sup>	912 <sup>ac</sup>	0,0182
Gesamt	g	628 <sup>b</sup>	629 <sup>b</sup>	697 <sup>a</sup>	672 <sup>ab</sup>	0,0412
<b>Energieverbrauch/Tag</b>						
Phase 1	MJ	6,10	6,18	6,76	6,18	0,2597
Phase 2	MJ	11,19 <sup>bc</sup>	11,12 <sup>c</sup>	12,48 <sup>a</sup>	12,38 <sup>ab</sup>	0,0203
Gesamt	MJ	8,58 <sup>b</sup>	8,59 <sup>b</sup>	9,55 <sup>a</sup>	9,20 <sup>a</sup>	0,0344
<b>Futtermittelaufwand (kg Futter/kg Zuwachs)</b>						
Phase 1	kg	1,30 <sup>c</sup>	1,33 <sup>bc</sup>	1,45 <sup>ab</sup>	1,51 <sup>a</sup>	0,0005
Phase 2	kg	1,67	1,78	1,52	1,65	0,0662
Gesamt	kg	1,49	1,56	1,48	1,59	0,2134
<b>Energieaufwand (MJ ME/kg Zuwachs)</b>						
Phase 1	MJ	17,98 <sup>c</sup>	18,35 <sup>bc</sup>	20,16 <sup>ab</sup>	21,05 <sup>a</sup>	0,0002
Phase 2	MJ	22,68	24,13	20,66	22,34	0,0614
Gesamt	MJ	20,31	21,36	20,33	21,71	0,2144
<b>Kotkonsistenzen (1-4: hart, normal, weich, wässrig)</b>						
Gesamt	(1-4)	2,0	2,1	2,0	2,0	

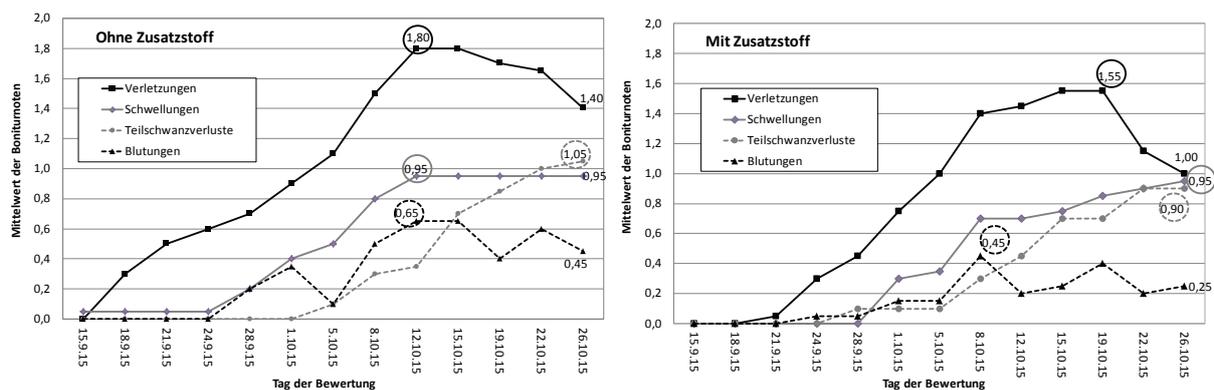
<sup>1)</sup> Irrtumswahrscheinlichkeit

Die Tiere wurden mit ca. 8,5 kg LM aufgestellt und mit etwa 9,2 kg in den Versuch genommen. Nach drei Wochen wurde auf das FAF II umgestellt. Die Tiere wogen bei der Futterumstellung im Mittel 16,2 kg. Nach insgesamt sechs Wochen und einer LM von knapp 27 kg im Mittel aller Versuchsgruppen wurde der Versuch beendet. Das Zunahmenniveau lag mit 430 g eher niedrig. In der Gruppe mit schwanzkupierten Tieren und Zusatzstoff (2.1) wurden mit 471 g signifikant höhere tägliche Zunahmen erzielt als in den weiteren Versuchsgruppen mit 426 g (Kontrolle, nicht schwanzküpelt), 403 g (Kontrolle, schwanzküpelt) und 424 g (Zulage, nicht schwanzküpelt). Diese Unterschiede resultierten insbesondere aus den Leistungen im 2. Aufzuchtabschnitt. Hier erzielten die Tiere der Zulagengruppen mit 613 g (nicht schwanzküpelt) und 555 g (schwanzküpelt) höhere Leistungen als die Tiere der Kontrollgruppen mit 512 g (nicht schwanzküpelt) und 467 g (schwanzküpelt). Die Unterschiede konnten z.T. statistisch abgesichert werden. Der Futterabruf aus den Stationen war in den Gruppen mit Zusatzstoff mit 697 g (nicht schwanzküpelt) und 672 g (schwanzküpelt) pro Tier und Tag höher als in den Kontrollgruppen mit 628 bzw. 629 g. Die Unterschiede zwischen den beiden Kontrollgruppen und der Zulagengruppe mit den nicht schwanzküpelten Ferkeln ließen sich statistisch absichern. Auch beim Futterabruf resultierten die höheren Werte aus den Futterverbräuchen im 2. Aufzuchtabschnitt. Analog zum Futterabruf bzw. Futterverbrauch waren die Parameter zur Energieaufnahme. Im Mittel des Versuchs waren die kalkulierten Energieaufnahmen mit jeweils 8,6 MJ ME pro Tier und Tag in den Kontrollgruppen signifikant niedriger als in den Gruppen mit Zusatzstoff und kalkulierten Werten von 9,6 bzw. 9,2 MJ ME pro Tier und Tag. Auf die Futter- und Energieeffizienzzahlen zeigte sich im Versuchsmittel mit Werten zwischen 1,48 und 1,59 kg Futter bzw. 20,3 und 21,7 MJ ME je kg Zuwachs kein statistisch absicherbarer Effekt. In den einzelnen Aufzuchtabschnitten gab es bei diesen Parametern jedoch z.T. signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungsgruppen.

Keine Unterschiede wurden in der Bewertung der Kotbeschaffenheit festgestellt. In allen Gruppen wurde der Kot mit der Note 2 als normal bewertet.

## Schwanzbeißen

In Abbildung 1 ist der Verlauf von Caudophagie bei nicht schwanzküperten Tieren für die Kontroll- und die Zulagengruppe dargestellt.



**Abbildung 1:** Verlauf von Caudophagie bei nicht schwanzküperten Tieren: links ohne und rechts mit Zusatzstoff

Verletzungen bei nicht schwanzküperten Ferkeln traten in der Gruppe ohne Futterzusatzstoff schon in der ersten Woche vereinzelt auf. Anders verhielt es sich bei Zulage des Zusatzstoffes. Hier zeigten sich die ersten Verletzungen ca. eine Woche später. Die Verletzungen nahmen in beiden Gruppen bis zur 4. Woche kontinuierlich zu, wobei in der Zulagengruppe die Boniturnote 2 in der letzten Woche an nur knapp 17 % der Tiere vergeben wurde. In der Kontrollgruppe waren es mit 45 % deutlich mehr.

Signifikante Unterschiede zeigten sich in der ersten und in der letzten Woche. Begründet wird dies, dass in der Zulagengruppe das Schwanzbeißen in den ersten Wochen verspätet auftrat und in den letzten Wochen eher zurückgegangen ist. Schwellungen im Schwanzbereich traten ab der 3. Versuchswoche in beiden Gruppen vermehrt auf.

Der prozentuale Anteil an Tieren, welche eine Schwellung am Schwanz zeigten, sowie der Verlauf des Parameters verdeutlichten einen langsameren Anstieg in der Zulagengruppe. Somit kam der Anteil an Tieren mit Schwellungen in dieser Gruppe in der 5. Woche auf 73 %, wohin gegen es in der Kontrolle mit 95 % deutlich mehr waren. Signifikante Unterschiede zeigten sich in den Versuchswochen 3 und 5.

Die Blutungen verliefen je nach Tageszeit unregelmäßig. Bei morgendlichen Bonitierungen waren weniger Blutungen zu erkennen als bei Bonitierungen am Abend. Der Verlauf der Blutungen zeigt einen Anstieg ab der dritten Woche. In den Versuchswochen 5 und 6 ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungen. Das Auftreten von Blutungen war in der Zulagengruppe niedriger.

Der Verlust eines Teils des Schwanzes wurde ab der 4. Versuchswoche in beiden Gruppen vermehrt beobachtet. Der Verlauf sowie der prozentuale Anteil an Tieren, die einen Teilschwanzverlust aufwiesen, waren in beiden Gruppen mit 65 % gleich, signifikante Unterschiede konnten nicht festgestellt werden. Der Anteil an Tieren, die einen Verlust des Schwanzes bis zu zwei Drittel erlitten, lag in der Kontrolle bei 55 % und in der Zulagengruppe bei 65 %. In der Kontrollgruppe hatten 10 % der Tiere auch einen Verlust des Schwanzes um mehr als zwei Drittel zu beklagen.

In Tabelle 4 sind die Mittelwerte aller Bonituren bei den Parametern Verletzungen, Blutungen und Schwellungen zusammengestellt. Beim Parameter Teilverlust des Schwanzes ist der Mittelwert der letzten Bonitur angeführt.

**Tabelle 4:** Caudophagie bei nicht schwanzkupierrten Tieren

	Kontrolle (1.2)	Zulage (2.2)
Verletzungen (0-3), Gesamtmittelwert	1,07	0,81
Blutungen (0-1), Gesamtmittelwert	0,30	0,17
Schwellungen (0-1), Gesamtmittelwert	0,53	0,42
Teilverlust (0-3), Mittelwert bei Versuchsende	1,05	0,90

### Cortisolgehalt im Speichel

In den Tabellen 5a und 5 b sind die Mittelwerte und die Standardabweichungen der Cortisolgehalte im Speichel für die 16 beprobten Tiere zusammengestellt. Bei insgesamt vier Einzelproben ergab sich keine für die Analyse ausreichende Speichelmenge, so dass nur 44 Analysen berücksichtigt werden konnten.

**Tabelle 5a:** Cortisolgehalte im Speichel (nmol/l) in den einzelnen Behandlungsgruppen

	Kontrolle, kupierrt (1.1)	Kontrolle, nicht kupierrt (1.2)	Zulage, kupierrt (2.1)	Zulage, nicht kupierrt (2.2)
Tiere	4	4	4	4
Tag 1	3,4±3,1	2,7±1,1	1,9±0,6	6,3±5,1
Tag 2	4,9±3,4	4,3±2,3	2,4±0,5	7,5±4,7
Tag 3	7,2±2,5	10,9±6,9	3,3±1,8	8,6±5,4
Gesamt	5,2±3,3	5,5±4,6	2,5±1,2	7,5±4,7

**Tabelle 5b:** Cortisolgehalte im Speichel (nmol/l), geschichtet nach Futterzusatzstoff bzw. Schwanzlänge der Ferkel

Gruppen	Kontrolle (1.1 + 1.2)	Zulage (2.1 + 2.2)	Kupiert (1.1 + 2.1)	Nicht kupiert (1.2 + 2.2)
Tiere	8	8	8	8
Tag 1	3,0±2,2	3,8±3,7	2,7±2,2	4,2±3,6
Tag 2	4,6±2,7	5,0±4,1	3,5±2,3	5,8±4,3
Tag 3	8,8±4,9	5,6±4,1	5,2±2,9	9,3±5,1
Gesamt	5,4±3,9	4,8±3,9	3,8±2,7	6,5±4,6

Die Ergebnisse waren insgesamt sehr uneinheitlich. Auffällig hohe Werte ergaben sich am 3. Probenahmetag in drei der vier Gruppen. Da dieser Tag auf einen Freitag fiel und gegen 17:00 Uhr kein Stallpersonal mehr anwesend war, wurden die Tiere durch die Probenahme möglicherweise stärker aufgeschreckt als an den beiden vorausgegangenen Tagen. Insgesamt waren die Streuungen sehr groß und es zeigten sich große tierindividuelle Unterschiede. Über die gesamte Probenahmezeit waren bei den Tieren in den Zulagengruppen (2.1 und 2.2) die Cortisolgehalte im Speichel mit 4,8 gegenüber 5,4 nmol/l in der Tendenz etwas geringer (Tabelle 5b). Unabhängig von Futterzusatzstoff und Probenahmetag wiesen schwanzkupierte Tiere weniger Cortisol im Speichel auf als nicht schwanzkupierte Tiere. Im Mittel waren dies 3,8 gegenüber 6,5 nmol/l.

## Schlussfolgerungen

Der getestete Zusatzstoff zeigte insbesondere bei schwanzkupierten Tieren einen signifikant positiven Einfluss auf den Futterverbrauch und die täglichen Zunahmen. Der Futteraufwand war aufgrund der höheren Leistungen bei gleichzeitig höherem Futterverbrauch durch den Futterzusatzstoff nicht beeinflusst. Bei nicht schwanzkupierten Tieren trat das Schwanzbeißen bei Einsatz des Zusatzstoffes später und weniger stark ausgeprägt auf. Zusammen mit weiteren Maßnahmen könnte der Zusatzstoff einen Beitrag zur Minderung des Schwanzbeißens beitragen. Unabhängig von der Zulage war der Stressanzeiger Cortisolgehalt im Speichel bei nicht schwanzkupierten Tieren höher als bei kupierten.

## Literatur

VDLUFA-Methodenbuch Band III: Die Untersuchung von Futtermitteln 3. Aufl. 1976, 8. Ergänzungslieferung 2012, VDLUFA-Verlag Darmstadt

### Autorenanschrift

Dr. Wolfgang Preißinger  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft  
Dienstort Schwarzenau  
D-97359 Schwarzach a. Main  
Stadtschwarzacher Str. 18  
Wolfgang.Preissinger@LfL.bayern.de

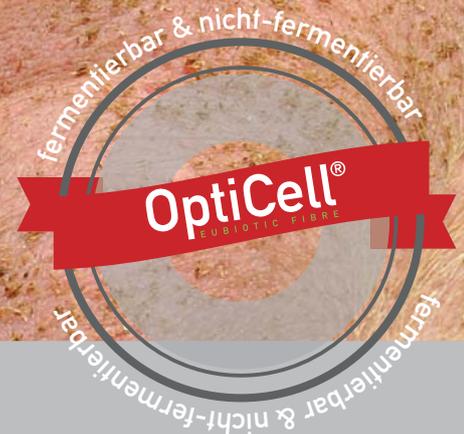
Besuchen Sie uns:

 **EuroTier**

Weltweit die Leitmesse für Tierhaltungs-Profis

15.–18. November 2016  
Hannover

Halle 22  
Stand B18



Durch eubiotische Lignocellulose:  
Höheres Geburts- und Absetzgewicht -  
verbesserte Produktionsleistung

**OPTICELL<sup>®</sup> ÜBERZEUGT -  
WISSENSCHAFTLICH BELEGT**

- optimierte Darmgesundheit
  - weniger Durchfälle
- niedrige Ferkelsterblichkeit

**OptiCell<sup>®</sup>**  
EUBIOTIC FIBRE

info@agromed.at // www.agromed.at

*agromed*  
natural effects

# Effect of phytogenic feed additives on coefficient of variation in piglets

**Tobias Aumiller, Ester Vinyeta Puntí**

Delacon Biotechnik GmbH

## Introduction

Pig production efficiency is the result of the responses of individual animals. Generally, results are mainly interpreted as average responses to treatments with little emphasis given to the variation around means (Pomar et al, 2003). Examples of variation in individual growth performance have been given by Magowan et al. (2007), Pomar (1995) and Ferguson et al. (1997). Considering the growth rate of pigs, the top and bottom quartile within a group differ mainly in feed intake while feeding efficiency is similar. It is difficult to attribute the extent of these differences to genetic effects or the pre-weaning environment. Moreover, assessment of the contribution of management, diseases or genetics to the variation between and within herds is not easy (Magowan et al., 2007). This variability in performance reduces the potential profit, especially in "all-in-all-out" production systems. Farm management is affected by variation including sorting losses, barn utilization, effectiveness of phase feeding, handling of the carcasses by the packing and processing industry, and health management of the animals (Patience et al., 2004). Due to these effects in pig production, it is of increasing interest to reduce the variability of growth performance in growing pigs and to minimize its economic impact. The present study evaluates if the use of a phytogenic feed additive (Fresta<sup>®</sup> F) is suitable to improve homogeneity in the post-weaning period of piglets.

## Material and methods

The present trial was conducted at the Delacon Trial Station (PNRC) in Znojmo (Czech Republic). A total number of 144 weaned Topig 40 piglets ( $24 \pm 4$  days of age) with an initial average body weight of  $8.6 \pm 0.9$  kg was used. The animals were housed in pens with an area of  $3.55 \text{ m}^2$  ( $2.43 \text{ m} \times 1.46 \text{ m}$ ). The stocking density was approximately  $0.39 \text{ m}^2/\text{piglet}$ . Environmental conditions during the trial (temperature and ventilation rate) were conform with practical conditions for the age of the animals. The trial was conducted in two rounds, with round 1 running from 14.01.2016 to 18.02.2016 and round 2 running from 03.03.2016 to 07.04.2016. Piglets were assigned to the treatments (4 replicates of 9 piglets per treatment and round) and fed a commercial piglet starter diet in group T1 (Control) (Table 1) or supplemented with Fresta<sup>®</sup> F (T2 Fresta) at a dosage of 250 g/t for 4 weeks. In each round, piglets were adapted to PNRC experimental facility for one week, and received a commercial creep feed diet, the same used during suckling period at sow farm. From week 2 to 5, piglets received the treatment diets. Mash diets and water were available to the piglets' *ad libitum* from feeders (one per pen). In addition, water was also available *ad libitum* from nipple drinkers (one per pen).

## Results and Discussion

In general, all piglets were in good health during the entire trial, with low incidence of diarrhea. In round 1, one piglet died during transportation to the trial facility, resulting in 35 instead of 36 piglets for the control treatment. The average BW at the start, considering rounds 1 and 2, was similar for the two treatments,  $8.6 \pm 0.87$  kg  $8.6 \pm 0.92$  kg for Control and Fresta<sup>®</sup> F, respectively. After 4

weeks of feeding the experimental diets, BW of the treatment groups were numerically different with  $20.8 \pm 3.14$  kg and  $21.4 \pm 2.71$  kg in the control group and Fresta<sup>®</sup> F group, respectively. The CV at day 1 was similar for both treatments with 10.2% in the control and 10.9% in the Fresta<sup>®</sup> F group. At the end of the experimental period, after 4 weeks, the CV of BW in the control piglets increased to 15% whereas the Fresta<sup>®</sup> F piglets showed an CV of BW of only 12.7% (Table 2).

**Table 1:** Composition of the commercial piglet starter diet

<b>Raw material</b>	<b>Content [%]</b>
Wheat	38.5
Extracted soybean meal	18.2
Corn	18
Barley	10
Biscuit meal	4
Vitamin and Minerals Premix	3.8
Soya oil	3.5
Nutrimilk Feed PG	2
Additional PREMIX*	2
<b>Calculated nutrients</b>	<b>Amount</b>
Dry matter [g/kg]	866
Crude protein [g/kg]	188
Crude fibre [g/kg]	28
Fat [g/kg]	58
Calcium [g/kg]	7
Phosphorous [g/kg]	5.9
Lysine [g/kg]	13.7
ME [MJ/kg]	14.31

\*Containing Calcium, Threonine, Tryptophan, crude protein

**Table 2:** Influence of Fresta on the coefficient of variation (%) for BW of post-weaning piglets on day 1, day 14 and day 28 of the experiment.

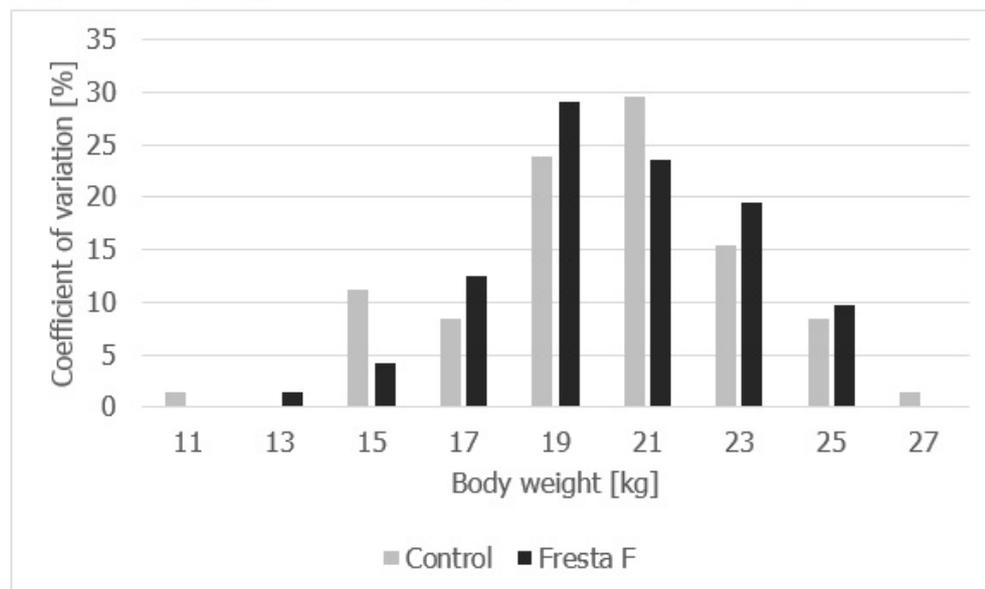
<b>Treatment</b>	<b>CV BW Day 1</b>	<b>CV BW Day 14</b>	<b>CV BW Day 28</b>
Control	10.2	13.4	15
Fresta F	10.9	13.1	12.7

CV, coefficient of variation; BW, body weight.

It is expected that under commercial conditions, the CV of BW decreases with increasing age, with CV's of 20%, 12-15% and 8-12% suggested as reasonable targets for weaning weight, exit of nursery phase and first pull from the finisher barns, respectively (Patience et al., 2004). The low CV of piglets regarding BW at the beginning of the present study in comparison to commercial conditions can be explained by the experimental setup. The piglets were chosen from a larger pool of piglets and assigned to the treatment groups to ensure a low variation of BW at the start of the experiment in spite of age. As consequence, in comparison to commercial herds the CV for BW of the animals was artificially reduced in order to determine the impact of the treatments on performance. Subsequently, individual differences among pigs were responsible for the increase of CV until day 14. In the further course of the trial the CV of the control group continued to increase, whereas the CV of Fresta® F piglets decreased during the second half of the trial. In general, the observed CVs in both groups were similar to the CV-span for pigs at the end of the nursery period as suggested by Patience et al. (2004), ranging from 12 to 15%.

Differences among treatments were also visible for BW distribution of the animals at the end of the experiment (Figure 1). Both the heaviest (27.5 kg) and the most lightweight (11.6 kg) piglet belonged to the control group. In comparison, although the maximum BW at day 28 in the Fresta® F group was lower (26.9 kg), the most lightweight piglet from this group was 3.1 kg heavier than the most lightweight piglet from the control group (11.6 kg vs. 14.7 kg). In addition, the percentage of piglets with a body weight  $\leq 15$ kg on day 28 post-feeding was 13% and 6% in Control and Fresta groups, respectively. It can be speculated, that in addition to genetic diversity, pigs with low BW had subclinical health issues, negatively affecting their performance while pigs with high BW perform close to their genetic potential without any health problems. For this scenario, little benefit could be expected for high BW pigs by the addition of a phytogenic feed additive. However, for low BW pigs the additive could support health of the animals, improving health status to perform closer to their genetic potential. This would be an explanation for the lower percentage of piglets with a body weight  $\leq 15$ kg on day 28 post-feeding within the Fresta group (6%) compared to the Control (13%).

**Figure 1:** Body weight distribution of piglets at day 28 of the experiment



## Conclusion

In summary the results of the present study have shown the potential of Fresta<sup>®</sup> F to reduce heterogeneity of growth in piglets during the post-weaning period. The application of Fresta<sup>®</sup> F seems to support especially the performance of slower growing pigs, reducing the range of BW distribution for the whole population at the end of the nursery period.

## References

- Ferguson NS and Gous RM 1993. Evaluation of pig genotypes. I. Theoretical aspects of measuring genetic parameters. *Anim. Prod.* 56:233–243.
- Magowan E, McCann MEE, Beattie VE, McCracken KJ, Henry W, Smyth S, Bradford R, Gordon FJ and Mayne CS 2007. Investigation of growth rate variation between commercial pig herds. *Animal* 1, 1219–1226.
- Patience JF, Engele K, Beaulieu AD, Gonyou HW and Zijlstra RT 2004. Variation: costs and consequences. *Advances in Pork Production* 15, 257–266.
- Pomar C, Kyriazakis I, Emmans GC and Knap PW 2003 Modeling stochasticity: Dealing with populations rather than individual pigs. *J. Anim. Sci.* 81:E178-186.

### Corresponding author

Tobias Aumiller  
Delacon Biotechnik GmbH  
Weissenwolfstrasse 14  
4221 Steyregg, Austria  
Tobias.Aumiller@delacon.com

**Delacon**<sup>™</sup>  
**ACTIFOR**<sup>®</sup>



100 % phytogen mehr draus mocha:

# Des is a gmahde Wiesn!

**ACTIFOR**<sup>®</sup> steigert die Effizienz Ihrer Wiederkäuer auf einer 100 % natürlichen Basis und bietet darüber hinaus viele weitere Vorteile:

- reduziert Futterkosten
- verbessert Fruchtbarkeit und Milchzellzahl
- unterstützt das metabolische Gleichgewicht
- reduziert Umweltemissionen (Ammoniak, Methan)

performing nature

100 % phytogenic 

# Effects of the phytogenic feed additive on the performance of growing broiler chickens under heat stress

**Andreas Mueller, Xiaodan Zhou, Leopold Jungbauer, Jan Dirk van der Klis**

Delacon Biotechnik GmbH, Steyregg, Austria

## Introduction

Global warming and the growing consumer demand for meat, in particular in developing countries with hot climates, comes along with the rise of heat stress problems in farm animals and the need for efficient treatments to counteract these environmental challenges [1-2]. Consequently, the aim of the current trial was to evaluate the efficiency of the phytogenic feed additive Biostrong®510 on the performance of growing broilers exposed to cyclic heat stress.

## Materials and Methods

A total number of 135 one-day-old Cobb 500 chicken (initial body weight:  $42.5 \pm 0.6$  g) were randomly assigned to three treatment groups (negative control, positive control, Biostrong®510). Each treatment included three repetitions of 15 birds. The diet of the negative control contained no additive, whereas 1 kg betaine/t and 150g of Biostrong®510/t were added to the diets of the positive control group and the Biostrong®510 group, respectively. A two phase feeding was applied (Phase 1: Days 1 to 21, Phase 2: Days 22 to 42). In Phase 1, the birds were maintained under a normal temperature regime as recommended by the breeder. In Phase 2, broilers were exposed to cyclic heat stress, consisting of a 12h exposure phase to 35°C, followed by a 12h recovery phase at 27°C.

During the 42 d experimental period, the birds were fed with a basal starter diet in Phase 1 and a basal grower diet in Phase 2, meeting the breeder's recommendations. The ingredients and calculated nutritional composition of the diets are given as feed basis in Table 1.

Performance parameters, including feed intake, body weight, body weight gain and feed conversion ratio (FCR) were determined at day 21 and at day 42.

Table 1. Ingredients and calculated nutrient amounts of the basal starter (d1 to d21) and grower (d22 to d42) diets

Item (% unless noted)	Starter diets	Grower diets
Ingredient		
Maize	33.29	33.18
Soybean meal (CP 44%)	32.00	26.50
Wheat	25.09	30.16
Soybean oil	5.08	5.08
Limestone	1.48	1.46
Monocalcium-phosphate	1.40	1.38
Premix <sup>1)</sup>	1.20	1.20
DL-Methionine	0.26	0.20
L-Lysine HCL	0.13	0.23
Test products	0.05	0.06
L-Threonine	0.02	0.05
Titanium dioxide	-	0.50
Total	100	99.5
Calculated analysis		
ME <sub>N</sub> <sup>2)</sup> (MJ/kg)	12.48	12.56
CP	22.08	20.08
Lysine	1.27	1.20
Methionine + Cystine	0.97	0.50
Calcium	0.90	0.85
Total phosphorus	0.70	0.67
Sodium	0.16	0.17

<sup>1)</sup> Contents per kg Premix: 400000 IU vit A; 40000 IU vit D<sub>3</sub>; 8000 mg vit E (α-tocopherole acetate); 300 mg vit K<sub>3</sub>; 250 mg vit B<sub>1</sub>; 250 mg vit B<sub>2</sub>; 2500 mg nicotinic acid; 400 mg vit B<sub>6</sub>; 2000 µg vit B<sub>12</sub>; 25000 µg biotin; 1000 mg calcium pantothenic acid; 100 mg folic acid; 80000 mg choline chloride; 5000 mg Zn; 2000 mg Fe; 6000 mg Mn; 1200 mg Cu; 45 mg I; 30 mg Co; 35 mg Se; 130 g Na; 55 g Mg

<sup>2)</sup> Estimated according to equation of WPSA 1984

Results are presented as means ± standard deviation. A one way variance analysis was performed using the statistical software package SAS (9,4). Least squares means were compared with the Tukey test. Significant differences between least squares means were considered as significant at an error probability less than 5% ( $P < 0.05$ ), and  $P$ -values ranging from 0.06 to 0.10 were accepted as trends.

## Results

The growth performance parameters of broiler chickens measured between d 01 and d 21 of age are presented in Table 2. Before the onset of heat stress (Phase 1: Days 1 to 21), neither the supplementation of betaine, nor the supplementation of Biostrong®510 produced significant differences in body weight gain, feed intake and FCR, compared to the negative control group. However, in Phase 1 Biostrong®510 feeding had a slightly positive influence on body weight gain (+2.8%), compared to negative control broilers. The feed conversion ratio of broiler chickens fed the basal diets without phytogenics was 1.361. Broiler chickens fed diets with supplementation of betaine (positive control) had a slightly reduced FCR in comparison to the negative control (-0.2%). During the first 21 days without heat stress, diets containing Biostrong®510 improved the FCR even by approximately 1.0% compared with the negative control.

Table 2. Body weight (BW), body weight gain (BWG), feed intake (FI) and feed conversion ratio (FCR) of broilers fed diets with or without phytogenic feed additives from 01 to 21 d of age without heat stress challenge

Treatment	01 - 21 d (Without heat stress)			
	BW (g, d21)	BWG (g)	FI (g)	FCR
Negative Control	660.3 ± 22.7	618.0 ± 22.2	840.9 ± 20.4	1.361 ± 0.016
Positive Control (betaine)	680.4 ± 25.2	622.6 ± 3.1	845.2 ± 16.7	1.358 ± 0.034
Biostrong®510	677.6 ± 22.1	635.3 ± 22.6	855.8 ± 28.3	1.348 ± 0.040

The performance parameters of broiler chickens measured between d 22 and d 42 of age are shown in Table 3. During the heat stress challenge (Phase 2: Days 22 to 42) body weight gain was 13.6% higher ( $P=0.067$ ) in Biostrong®510 fed birds compared to the negative control. In contrast, body weight gain in the betaine group (positive control) was only 2.6% higher than in the negative control. The feed intake for chickens fed diets containing betaine was similar like in the negative control under heat stress. When feeding diets supplemented with Biostrong®510 the average feed intake was 3.5% higher than in the negative control. Besides body weight gain, FCR is the most important criterion for the efficiency of animal feeding. The FCR of broiler chickens fed diets without phytogenics under heat stress was 1.412. Broiler chickens fed diets with supplementation of betaine had a similar FCR compared to the negative control. In contrast under heat stress the Biostrong®510 group had a significantly lower FCR (-8.6%) than the negative control.

Table 3. Body weight (BW), body weight gain (BWG), feed intake (FI) and feed conversion ratio (FCR) of broilers fed diets with or without phytogenic feed additives from 22 to 42 d of age under cyclic heat stress

Treatment	22 - 42 d (Heat stress)			
	BW (g, d42)	BWG (g)	FI (g)	FCR
Negative Control	1999.4 ± 121.8	1339.1 ± 107.2	1893.0 ± 190.6	1.412 ± 0.042 <sup>a</sup>
Positive Control (betaine)	2054.3 ± 26.5	1373.9 ± 49.3	1874.1 ± 159.3	1.363 ± 0.070 <sup>ab</sup>
Biostrong®510	2199.3 ± 102.0	1521.7 ± 99.7	1958.9 ± 38.8	1.290 ± 0.062 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup>Means within a column with different superscripts significant differ for the main effect.  $P < 0.05$

In Table 4, we have summarized the performance of broiler chickens during the entire experimental period. The overall body weight gain, feed intake and FCR of broiler chickens fed diets containing phytogenic feed additives (betaine or Biostrong®510) were slightly better than in the negative control. Despite the occurrence of pronounced performance differences produced by feeding phytogenic additives (betaine or Biostrong®510) these effects were not statistically different during the entire experimental period. Nevertheless, Biostrong®510 turned out to be much more effective in counteracting heat stress induced performance losses than betaine.

Table 4. Body weight gain (BWG), feed intake (FI) and feed conversion ratio (FCR) of broilers fed diets with or without phytogenic feed additives from 01 to 42 d of age

Treatment	1 – 42 d (Overall period)		
	BWG (g)	FI (g)	FCR
Negative Control	1957.1 ± 121.7	2733.9 ± 206.9	1.396 ± 0.024
Positive Control (betaine)	2012.0 ± 26.5	2719.3 ± 149.4	1.351 ± 0.061
Biostrong®510	2157.0 ± 101.0	2814.7 ± 59.5	1.306 ± 0.035

## Discussion

Intervention strategies to counteract heat stress problems in broiler production have been the focus of numerous recent studies. Different approaches, including environmental management, nutritional manipulation, water supplementation with electrolytes or ascorbic acid, as well as the inclusion of feed additives into diets were suggested [3-4]. However, the effectiveness of most of the interventions was variable or inconsistent. Therefore, the aim of the present trial was to evaluate possible beneficial effects of the phytogenic feed additive Biostrong®510 in broilers exposed to heat stress in the second phase (d 22 to d 42 of age) of a feeding cycle. The efficacy was demonstrated by measurement of the usual performance parameters. For comparison, broiler chickens were fed corresponding diets without phytogenic additives (negative control) or with added betaine (positive control), respectively.

Feeding broiler chickens with betaine, which is recommended as an anti-heat stress substance, produced a positive response on overall body weight gain and feed conversion ratio up to 2.8% and 3.2% compared with the negative control. The benefit of betaine with regard to body weight gain under heat stress exposure seemed to be slightly higher than that under normal temperature conditions. The efficacy of the phytogenic feed additive Biostrong®510 on performance was distinctly better than that of betaine. The improvement rates with regard to overall body weight gain and overall FCR were 10.2% and 6.4%, respectively, compared to the negative control. Under heat stress, the effect of Biostrong®510 on the improvement of FCR was even significant compared to the negative control.

In conclusion, the phytogenic feed additive Biostrong®510 can improve the performance of growing broiler chickens under cyclic heat stress conditions.

## References

- [1] IPCC (2014) Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- [2] Lara LJ, Rostagno MH (2013) Impact of Heat Stress on Poultry Production. *Animals (Basel)*. 3: 356-369
- [3] Hruby M (2002) Betaine Helps Reduce Heat Stress in Poultry. Reproduced with permission of World Poultry. Elsevier Volume 18. No.6-02
- [4] Laganá C, Ribeiro AML, Kessler AM, Kratz LR, Pinheiro CC (2007) Effect of the Supplementation of Vitamins and Organic Minerals on the Performance of Broilers under Heat Stress. *Braz J Poult Sci*. 9: 39-43

### Corresponding author

Jan Dirk van der Klis  
Delacon Biotechnik GmbH  
Weissenwolffstrasse 14  
4221 Steyregg  
Austria  
jandirk.vanderklis@delacon.com

# Energiesparende Futterherstellung durch eine thermostabile Xylanase

**Dr. Michael Wilhelm<sup>1</sup>, Dr. Elisabeth Holl<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Dr. Eckel Animal Nutrition GmbH & Co. KG, Niederzissen, Deutschland

## Einleitung

Der Einsatz von Enzymen, die in der Lage sind Nicht-Stärke-Polysaccharide (NSP) zu zersetzen, ist aus der modernen Tierernährung kaum noch wegzudenken. Insbesondere Xylane als Hauptbestandteile pflanzlicher Hemicellulose stehen dabei im Hauptfokus.<sup>[1-2]</sup> Die positiven Effekte, die mit der Zugabe von NSP-spaltenden Enzymen erzielt werden können, werden am Beispiel der *endo*-1,4- $\beta$ -Xylanase Econase<sup>®</sup>XT deutlich. Die anti-nutritiven Effekte der NSP Fraktion werden verringert und die tiereigene Enzymaktivität ergänzt. Dadurch sinkt die Viskosität im Dünndarm und der Abbau der Ration sowie die Nährstoffverwertung werden optimiert. Daraus resultieren eine verbesserte Einstreuqualität und Futterkosten können gespart werden.<sup>[2-3]</sup> Die hohe thermische Belastung während der Futterherstellung und im Speziellen während des Pelletierens setzt jedoch eine hohe Stabilität der NSP-Enzyme voraus. Meist werden deshalb trockene, teils auch mit einem Coating versehene, Enzymprodukte eingesetzt oder Flüssigenzyme nach dem Pelletieren aufgesprüht. Die Dosierung flüssiger NSP-Enzyme direkt in den Chargenmischer (Mixer Liquid Application: MLA) ist nicht nur einfacher und ermöglicht eine homogenere Verteilung im Futter, sondern sie zieht auch einen geringeren Investitionsaufwand nach sich. Die MLA ist aber bei den meisten Flüssigenzymen nicht möglich, da die Prozesstemperaturen von bis zu 95 °C zu deutlichen Einbußen in der Enzymaktivität führen. Die intrinsisch thermostabile Xylanase Econase<sup>®</sup>XT wurde in den hier beschriebenen Versuchen in kommerziellen Futtermühlen flüssig in den Chargenmischer appliziert. Dabei standen sowohl die Wiederfindungsrate vor und nach dem Pelletieren, als auch die Auswirkungen auf den Futtermittelherstellungsprozess im Fokus. Durch den NSP Abbau und die sinkende Viskosität werden durch die MLA ein reduzierter Energieverbrauch während der Produktion und damit ökonomische Vorteile sowie positive Effekte auf die Nachhaltigkeit erwartet.

## Material und Methoden

### *Versuch A*

Die Thermostabilität der *endo*-1,4- $\beta$ -Xylanase Econase<sup>®</sup>XT (EC 3.2.1.8) in flüssiger Form und die Energiezufuhr während des Pelletierens wurden in Mais basierendem Broilerfutter in einer kommerziellen Futtermühle unter Praxisbedingungen untersucht.<sup>[4]</sup> Dazu wurden zunächst fünf Chargen ohne Enzymeinsatz und daraufhin 10 Chargen mit der Standarddosierung von 100 g/t hergestellt. Bei jeder Charge wurden sechs Tonnen Futter produziert und die flüssige Xylanase wurde in einer Verdünnung von 1:19 mit Wasser direkt in den Mischer appliziert. Die Konditionierung erfolgte bei 90 °C und die Expansion bei 107-110 °C über 30 s. Die Temperatur des Futters wurde unmittelbar nach der Matrice gemessen, wobei für alle Durchgänge minimale Abweichungen von 94-96 °C gefunden wurden. Von jeder Charge wurden repräsentative Proben aus dem Mehlfutter vor der Konditionierung, sowie nach dem Sieben vor und im Anschluss an das Pelletieren bestimmt. Von der fünften Charge wurden außerdem zehn Proben entnommen und separat analysiert, um die Homogenität bezüglich der Verteilung des Enzyms im Futter zu bestimmen.

### **Versuch B**

Weizenbasiertes Standard Geflügelfutter wurde in einer weiteren Studie als Basis benutzt, um die Energiezufuhr während des Pelletierens beim Einsatz von Econase®XT zu untersuchen.<sup>[5]</sup> Dazu wurden folgende Formulierungen analysiert:

- i) Ration ohne Zusätze,
- ii) Ration + 0,1 % Wasser,
- iii) Ration + flüssige Xylanase,
- iv) Ration + 0,1 % Wasser + flüssige Xylanase.

Die vier verschiedenen Rationen wurden nacheinander mit der gleichen Pelletierkapazität (15 Tonnen/h) und Konditionierungstemperatur (80 °C) verarbeitet. Von jeder Ration wurden insgesamt neun Tonnen aus jeweils drei Chargen produziert. Durch manuelle Dosierung wurden die flüssigen Zusätze in den Mischer gegeben, wobei der Mischzyklus für das Trockenprodukt 30 s und für die weiteren Mischungen 90 s betragen hat. Anschließend wurde das Mehlfutter über einen Vorbunker der Konditionierung und Pelletierung zugeführt. Die Konditionierung erfolgte über eine Standard Kurzzeit- und anschließende Langzeitkonditionierung, mit einer Verweilzeit von vier Minuten (Eintrittstemperatur 80 °C, Auslasstemperatur 78 °C). Zur Pelletierung wurde ein Paladin 1600 mit zwei 90 kW Motoren benutzt.

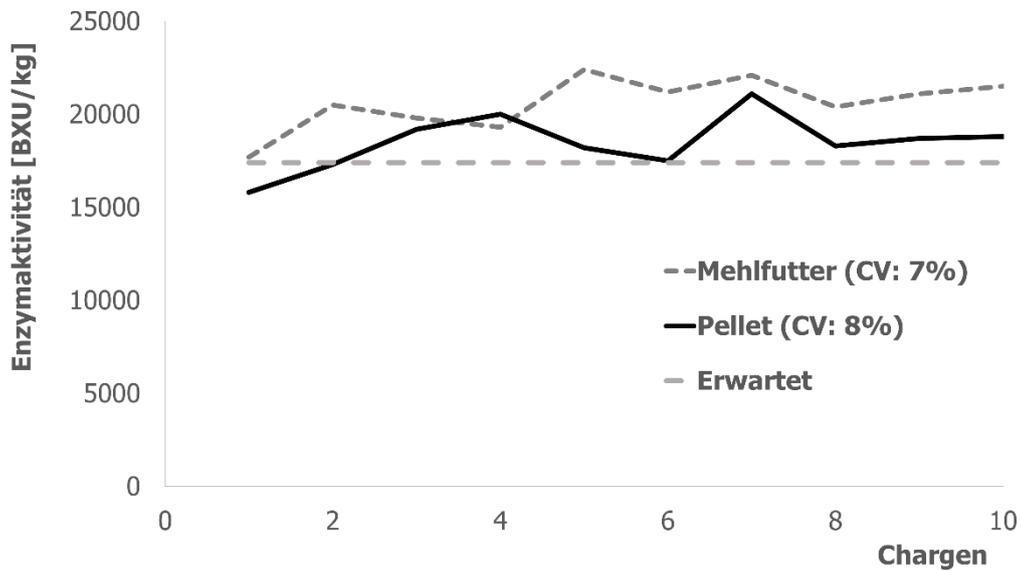
Zur Auswertung der Enzymaktivität von Econase®XT in einem kg Futter wurden BXU Einheiten für beide Studien herangezogen. Eine BXU Xylanase Einheit ist dabei definiert als die Menge an Enzym, die 0,06 µmol reduzierende Zucker aus einem Xylansubstrat bei 50 °C und einem pH-Wert von 5,3 freisetzt.

## **Ergebnisse**

### **Versuch A**

In den Kontrollproben ohne Zugabe der intrinsisch stabilen Xylanase wurde eine Aktivität von unter 1000 BXU/kg sowohl im Mehlfutter als auch nach der Pelletierung gemessen. Das bestätigt, dass die natürlich vorhandene Xylanaseaktivität im Basisfutter sehr gering ist. In den 10 gemessenen Proben der verschiedenen Chargen (Abbildung 1) wurde nach Aufsprühen des Enzyms eine Xylanaseaktivität von 20600 BXU/kg im Mehlfutter und 18490 BXU/kg nach der Pelletierung (beides Mittelwerte) gefunden. Als Variationskoeffizienten wurden 7 % bei der Analyse der Proben aus Mehlfutter und 8 % nach der Pelletierung ermittelt. Im Vergleich zur erwarteten Aktivität aus der Dosierung betrug die Wiederfindungsrate des Enzyms nach der Pelletierung im Schnitt 106 % und im Vergleich zum Mehlfutter 90 %. Die Untersuchung von 10 Proben aus der fünften Charge ergab außerdem einen Variationskoeffizienten von unter 5 % für die Xylanaseaktivität im Mehl- und Pelletfutter.

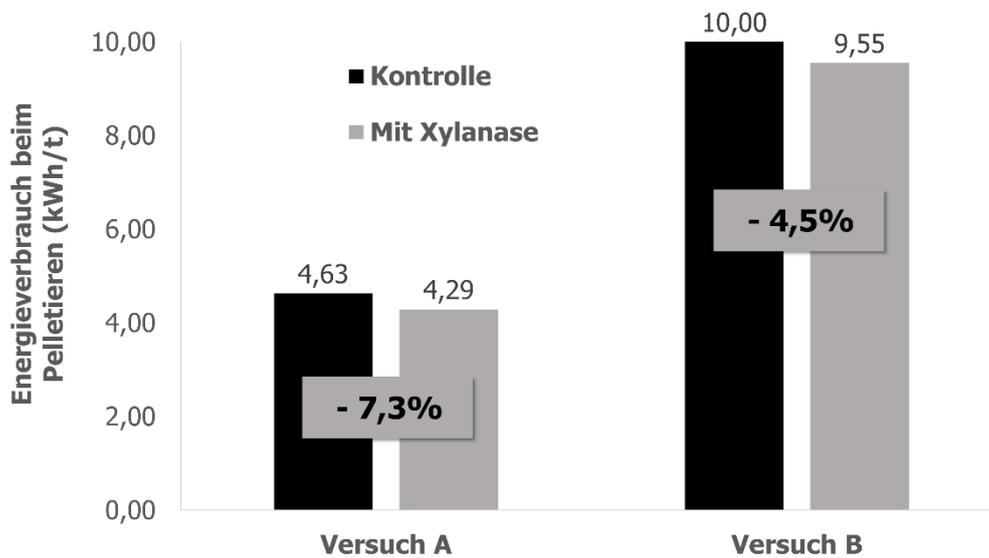
Neben der Wiederfindungsrate wurde zusätzlich der Energieeintrag für das Pelletieren von Futter mit und ohne flüssige Econase®XT untersucht. Bei Zugabe flüssiger Xylanase vor dem Pelletieren konnte die benötigte Energie um 7,3 % von 4,63 kWh/t auf 4,29 kWh/t gesenkt werden (Abbildung 2).



**Abbildung 1:** Vergleich der Xylanaseaktivität bei 10 Chargen vor und nach dem Pelletieren

**Versuch B**

Für das Pelletieren der weizenbasierten Basisration waren insgesamt 10 kWh/t Futter nötig. Durch die Zugabe von Wasser vor dem Pelletiervorgang, lässt sich diese benötigte Energie bereits um 0,23 kWh/t senken. Durch die Zugabe von Econase®XT mit oder ohne zusätzliches Wasser, kann der Energieeintrag sogar weiter reduziert werden, so dass im Vergleich zur Standardration 4,5 % eingespart werden können (Abbildung 2).



**Abbildung 2:** Energieverbrauch für den Pelletiervorgang mit und ohne Zugabe flüssiger Xylanase

Zusätzlich wurde die Pelletqualität mithilfe eines Holmen Testers untersucht. Durch die Zugabe der flüssigen Xylanase konnte der pellet durability index im Vergleich zu den Pellets aus der Standardration von 89 auf 94-95 gesteigert werden.

## Diskussion

Unter Praxisbedingungen wurde sowohl für Mais als auch für weizenbasierte Rationen gezeigt, dass Econase<sup>®</sup>XT als flüssiges Enzymprodukt direkt in den Chargenmischer appliziert werden kann, ohne dass Verluste in der Xylanaseaktivität auftreten. Selbst bei Temperaturen von bis zu 95 °C werden sehr gute Wiederfindungsraten erzielt, so dass auf eine Post-Pellet-Applikation verzichtet werden kann. Insbesondere bei Anlagen mit mehr als einer Produktionslinie für Pellets führt das zu einem geringeren Investitionsaufwand. Für den Mischer ist nur eine Flüssigdosieranlage für die MLA der Xylanase notwendig, anstatt in eine Dosieranlage je Pellet Linie zu investieren. Darüber hinaus wird eine sehr homogene Verteilung in den Pellets erreicht und auch die Haltbarkeit der Pellets wird durch die Zugabe mittels MLA leicht verbessert. Zusätzlich führt die Dosierung als Flüssigprodukt in beiden Studien zu Energieeinsparungen während des Pelletierens. Dadurch steigt die Produktionskapazität pro Energieeintrag, was dem Futterhersteller und der Umwelt zugutekommt.

## Schlussfolgerungen

Beide Studien beweisen unter Praxisbedingungen die außerordentlich hohe Thermostabilität der Xylanase Econase<sup>®</sup>XT, die ohne zusätzliche Verarbeitung von Natur aus vorhanden ist. Selbst bei Prozesstemperaturen von 95 °C und darüber wurden keine Verluste der Enzymaktivität im Mehl- und Pelletfutter gefunden. Diese intrinsische Stabilität ermöglicht es, dass die Xylanase schon vor dem Pelletieren als Flüssigkeit direkt in den Mischer appliziert werden kann (sog. Mixer Liquid Application; MLA). Das ist ein einzigartiger Vorteil für die Flexibilität in der Anwendung. Dadurch wird nicht nur eine homogenere Verteilung im Futter, sondern auch ein geringerer Investitionsaufwand im Vergleich zur Dosierung als Flüssigkeit nach dem Pelletieren ermöglicht. Außerdem wird durch die MLA von Econase<sup>®</sup>XT der Energieverbrauch für das Pelletieren um bis zu 7,5 % reduziert. Dadurch werden die Kosten und die Nachhaltigkeit des Herstellungsprozess weiter optimiert. Bei einer jährlichen Produktion von 200.000 t und einem Verbrauch für den Pelletiervorgang von 10 kWh/t kann die benötigte Energie um bis zu 150.000 kWh reduziert werden. Das entspricht ca. 80 t CO<sub>2</sub> und bei einem durchschnittlichen Preis von 0,15 €/kWh einer Einsparung von 22.500 € im Jahr.<sup>[6]</sup>

## Literatur

- [1] K. S. Mikkonen, S. Thomas et al., *Advances in Natural Polymers*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, **2013**, 313
- [2] M. R. Bedford, G. G. Partridge, *Enzymes in Farm Animal Nutrition*, CAB International, **2010**
- [3] H.V. Masey O'Neill, J. A. Smith, M. R. Bedford, *Asian Australas. J. Anim. Sci.*, **2014**, 27, 290
- [4] AB Vista, *Internal Trial Report 004*, **2012**, Marlborough, UK
- [5] AB Vista, *Internal Trial Report 005*, **2013**, Marlborough, UK
- [6] Umweltbundesamt, Energieversorgung, <http://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/energieversorgung/strom-waermeversorgung-in-zahlen>, **2016**

### Autorenanschrift

Dr. Michael Wilhelm  
Dr. Eckel Animal Nutrition GmbH & Co. KG  
Im Stiefelfeld 10  
56651 Niederrissen, Deutschland  
M.Wilhelm@dr-eckel.de

# Stabilität, die Sie umhaut

Econase®XT – das pelletierstabile  
NSP-Enzym von Dr. Eckel



DR. ECKEL  
**INNOVATIONS-  
OFFENSIVE**

Umwerfende Neuigkeiten: **Econase®XT** ist unschlagbar stabil, flexibel und leistungsfähig. Die effiziente Xylanase für Ihr Futter!

**Econase®XT** ist jetzt bei Dr. Eckel erhältlich. Sprechen Sie uns an, wir beraten Sie gerne!

## **Positive Effects of a flavonoid rich-product on the immune status and growth performance of Pacific White shrimp (*Litopenaeus vannamei*)**

**Alexander Diana, Sven Brenner, Tilman Wilke**

Dr. Eckel Animal Nutrition GmbH & Co. KG, Niederzissen, DE

### **Abstract**

The Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) is considered native only to the regions in the coastal areas of South and Central America but on the other hand is the primary shrimp species cultured in Southeast Asia, in particular Thailand, China and Taiwan (*Fuller et al., 2014*).

In the recent years, Early Mortality Syndrome (EMS) was detected by shrimp farmers in Thailand and caused relevant economic losses in many cultivation areas around the country. Usually symptoms appear on an early stage and they involve signs of a pale coloration due to pigment loss and hepatopancreas atrophy (*Munkongwongsiri et al., 2013*). After four days of stocking, signs become to appear in the shrimps and *Vibrio parahaemolyticus* was reported to be a suspected agent that has caused mass mortality (*Tran et al., 2013; Munkongwongsiri et al., 2013*).

The use of probiotic bacteria and organic acids has been often suggested as prevention method by many scientists as they reduce the pathogenic bacteria in the gut of the shrimp (*Nayak et al., 2012; Walla et al., 2012; Jueliang et al., 2013*). A good solution is the use of phytogetic products because of several unique properties including inhibition of pathogenic bacteria, improvement of nutrient absorption and their antioxidant effect (*Lee and Ahn, 1998; Lee et al., 2004; Cross et al., 2007; Steiner, 2009*).

Between the possible selections of feed additives, polyphenols extracted from plants are one of the best suitable choice. It was largely reported that these substances are able to improve health performance in both humans and animals (*Kemperman et al., 2010; Sun et al., 2012; Cardona et al., 2013*).

In the previous study of *Niyamosatha et al. (2015)*, shrimp health under laboratory conditions improved using a feed additive from grape pomace naturally enriched with polyphenol (Anta<sup>®</sup>Ox). However, it is important to remember that laboratory conditions may differ a lot from real life farming conditions where it is impossible to control all parameters in the earthen ponds.

Therefore, the objectives of this study are to evaluate the effects of a natural plant extract from grape pomace, named Anta<sup>®</sup>Ox, on body weight, total production, survival rate, average daily growth (ADG), feed conversion ratio (FCR), and bacteria counts in farm conditions.

## Materials and Methods

### *Trial Design*

A shrimp farm was selected in the Chantaburi province, Eastern Thailand, with nine earthen ponds suitable for the trial, involving an area of 7.2 hectares. Pacific white shrimp at post-larvae stage 12 were stocked at a density of 937,500 per hectare with seawater of  $27 \pm 2.5$  ppt salinity.

The two experimental groups consisted of a control group, in which shrimp were fed commercial pelleted rations (containing 36 % crude protein and 6 % lipid from Charoen Pokphand Foods Public Company Limited, Thailand), and one treatment group, in which shrimp were fed pelleted rations supplemented with 800 ppm of Anta<sup>®</sup>Ox (Dr. Eckel Animal Nutrition GmbH & Co. KG, Niederrissen, Germany).

Each group was tested with three replicates. The shrimp were fed five times daily for 60 days, adjusting the feeding rate according to the shrimp weight throughout the experimental period (Limsuwan and Chanratchakool, 2004). The production, growth and survival rate were recorded at the end of the trial. Water quality parameters, including dissolved oxygen (DO), temperature, transparency, pH, salinity, alkalinity, total ammonia nitrogen (TAN), and nitrite were measured semimonthly during the experiment.

### *Bacterial and Histological Study*

From each group at the 60<sup>th</sup> day, sixty shrimps were sampled and the hepatopancreas was aseptically removed, homogenized and spread on NA (general media for most bacteria culture), TCBS (selective media for *Vibrio* spp. culture) and CHROMagar *Vibrio* (selective media for detection of *V. parahaemolyticus*) using the spread plate method and incubated at 37 °C for 24 hours. Moreover, a quantitative bacterial study was performed obtaining the CFU/g unit.

Concerning the histological study, other sixty shrimps were fixed with Davidson's fixative solution for examination of the hepatopancreas, and then embedded in paraffin and stained with hematoxylin and eosin (H&E) as described by Bell and Lighter (1988).

### *Statistical analysis*

At the end of the trial, the data from all of the experimental groups were statistically compared using a one-way analysis of variance (ANOVA) and Duncan's New Multiple Range testing. Differences were considered significant if  $p < 0.05$ .

## Results

After 60 days of dietary administration, body weight, total production, survival rate, average daily growth (ADG), and feed conversion ratio (FCR) were not significantly different among all experimental groups. However, the survival rate and total production of shrimps fed on Anta<sup>®</sup>Ox 800 ppm were superior to the control group. The survival rate increased to  $91.00 \pm 13.05$  % compared to  $63.00 \pm 22.14$  %, and the total production improved to  $5,399.67 \pm 951.99$  kg from  $4,697.33 \pm 1616.66$  kg (Table 1).

**Table 1.** Body weight, total production, survival, average daily growth (ADG), and feed conversion ratio (FCR) of Pacific white shrimp after 60 days of feeding with three different diets

Experimental groups	Body weight (g)	Total production (kg)	Survival rate (%)	ADG (g/day)	FCR
Control	12.31 ±2.84 <sup>a</sup>	4697.33 ±1616.66 <sup>a</sup>	63.00 ±22.14 <sup>a</sup>	0.18 ±0.04 <sup>a</sup>	1.55 ±0.11 <sup>a</sup>
Anta <sup>®</sup> Ox 800 ppm	11.76 ±1.76 <sup>a</sup>	5399.67 ±951.99 <sup>a</sup>	91.00 ±13.05 <sup>a</sup>	0.16 ±0.02 <sup>a</sup>	1.35 ±0.14 <sup>a</sup>

The data are presented as the mean ± standard deviation. Means in the same column with different superscripts are significantly different from each other (p<0.05).

For bacterial study, the total number of bacteria (NA count), *Vibrio* spp. (TCBS count), and *V. parahaemolyticus* (CHROMagar *Vibrio* count) in hepatopancreas of Anta<sup>®</sup>Ox 800 ppm-fed shrimp were 13.65 ±87.10, 1.48 ±1.41, and 0.67 ±1.58 x 10<sup>5</sup> CFU/g, respectively. Thus, they were significantly lower than the control group by about one order of magnitude (Table 2).

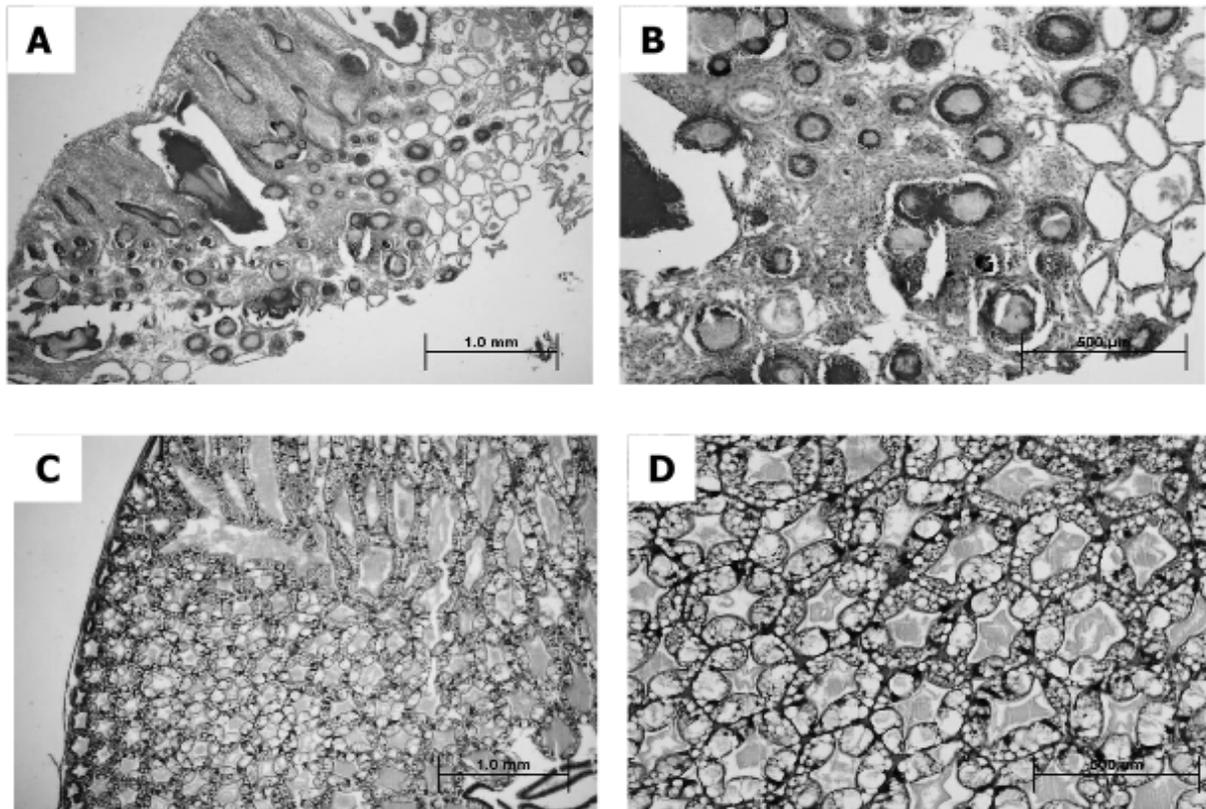
**Table 2.** The number of bacteria (10<sup>5</sup> CFU/g) in the hepatopancreas of Pacific white shrimp after feeding with four different diets for 60 days

Experimental groups	NA count	TCBS count	CHROMagar <i>Vibrio</i> count
Control	122.31 ±71.31 <sup>b</sup>	11.58 ±11.19 <sup>b</sup>	6.81 ±6.82 <sup>b</sup>
Anta <sup>®</sup> Ox 800 ppm	13.65 ±87.10 <sup>a</sup>	1.48 ±1.41 <sup>a</sup>	0.67 ±1.58 <sup>a</sup>

The data are presented as the mean ± standard deviation. Means in the same column with different superscripts are significantly different from each other (p<0.05).

Water quality parameters in shrimp ponds throughout the experimental period were measured. The data indicated that all of water quality parameters investigated were not significantly different among the experimental groups.

For histological study, the hepatopancreas of the control group showed about 20-80 % of damaged cells. In contrast, hepatopancreas of shrimp fed Anta<sup>®</sup>Ox 800 ppm appeared more normal, the necrotic cells were only in the range of 0-10% (Figure 1).



**Figure 1.** Hepatopancreas of control shrimps (A: 50x, B: 100x) showed sign of atrophy and bacterial infection, while those of Anta<sup>®</sup>Ox 800 ppm-fed shrimp (C: 50x, D: 100x) appeared normal.

## Conclusions

Polyphenols are known for their strong biological effects including antioxidant, anti-inflammatory and antimicrobial activities. These benefits make polyphenols good feed additives useful in health promotion (Neyestani, 2008; Xia et al., 2010; Landete, 2012). They are a relevant group of plant secondary metabolites and commonly widespread in many plant foods and beverages such as fruits, vegetables, cereals, legumes, tea, wine, and beer (Bravo, 1998; D'Archivio et al., 2007; Wink and Schimmer, 2010). The product Anta<sup>®</sup>Ox is enriched with polyphenols extracted from grape pomace (*Vitis vinifera*) and there are many reports that describe their positive effects on the health of pigs and chickens (Brenes et al., 2010; Viveros et al., 2011; Gessner et al., 2012, 2013; Fiesel et al., 2014).

Our study demonstrated that Anta<sup>®</sup>Ox 800 ppm could increase survival rate and total production of Pacific white shrimp reared in earthen ponds to some extent. However, these benefits were not significant statistically, probably as a result of great variation among experimental groups, which is not unusual for farmed condition. Nevertheless, all bacteria count (NA, TCBS, and CHROMagar Vibrio) in hepatopancreas of Anta<sup>®</sup>Ox 800 ppm-fed shrimps were significantly lower than the other groups. This finding is also consistent with the histopathological study which looked normal, indicating that shrimp fed on Anta<sup>®</sup>Ox 800 ppm seemed healthier. The lower bacterial infection may account for a better survival rate, which in turn, leads to a higher total production for the Anta<sup>®</sup>Ox 800 ppm-fed group.

In conclusion, this study proved that using Anta<sup>®</sup>Ox 800 ppm in shrimp farming can have beneficial results. Shrimp fed on Anta<sup>®</sup>Ox tend to have higher survival rate and total production compared to the control group despite not significant difference. In addition, Anta<sup>®</sup>Ox -fed shrimp also had lower number of bacteria and the hepatopancreas appearance is normal while the control group showed obvious signs of bacterial infection. In summary, Anta<sup>®</sup>Ox 800 ppm is a promising feed additive for increasing the production in shrimp farming.

## References

- Bravo, L. 1998. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutr. Rev.*, 56(11): 317-333.
- Brenes, A., A. Viveros, I. Goñi, C. Centeno, F. Saura-Calixto & I. Arijia. 2010. Effect of grape seed extract on growth performance, protein and polyphenol digestibilities, and antioxidant activity in chicken. *Span. J. Agric. Res.*, 8(2): 326-333.
- Cardona, F., C. Andrés-Lacueva, S. Tulipani, F.J. Tinahones, & M.I. Queipo-Ortuño. 2013. Benefits of polyphenols on gut microbiota and implications in human health. *J. Nutr. Biochem.*, 24: 1415-1422.
- Cross, D.E., R.M. McDevitt, K. Hillman & T. Acamovic. 2007. The effect of herbs and their associated essential oils on performance, dietary digestibility and gut microflora in chickens from 7 to 28 days of age. *Br. Poult. Sci.*, 48(4): 496-506.
- D'Archivio, M., C. Filesi, R.D. Benedetto, R. Gargiulo, C. Giovannini & R. Masella. 2007. Polyphenols, dietary sources and bioavailability. *Ann. Ist. Super. Sanita.*, 43(4): 348-361.
- Fiesel, A., D.K. Gessner, E. Most & K. Eder. 2014. Effects of dietary polyphenol-rich plant products from grape or hop on pro-inflammatory gene expression in the intestine, nutrient digestibility and faecal microbiota of weaned pigs. *BMC Vet. Res.*, 10: 1-11.
- Fuller, Pam L., et al. "Invasion of Asian tiger shrimp, *Penaeus monodon* Fabricius, 1798, in the western north Atlantic and Gulf of Mexico." *Aquatic Invasions* 9.1 (2014): 59-70.
- Gessner, D.K., A. Fiesel, E. Most, J. Dinges, G. Wen, R. Ringseis, & K. Eder. 2013. Supplementation of a grape seed and grape marc meal extract decreases activities of the oxidative stress-responsive transcription factors NF- $\kappa$ B and Nrf2 in the duodenal mucosa of pigs. *Acta. Vet. Scand.*, 55(1): 1-10.
- Jueliang, P., N. Chuchird & C. Limsuwan. 2013. The effects of probiotic,  $\beta$ -1, 3-glucan and organic acid on Pacific white shrimp's (*Litopenaeus vanamei*) immune system and survival upon challenge with *Vibrio harveyi*. *KU. Fish. Res. Bull.*, 37(3): 25-37.
- Kemperman, R.A., S. Bolca, L.C. Roger & E.E. Vaughan. 2010. Novel approaches for analysing gut microbes and dietary polyphenols: challenges and opportunities. *Microbiology* 156(Pt 11): 3224-3231.
- Landete, J.M. 2012. Updated knowledge about polyphenols: functions, bioavailability, metabolism, and health. *Crit. Rev. Food. Sci. Nutr.*, 52(10): 936-948.
- Lee, H.S. & Y.J. Ahn. 1998. Growth-Inhibiting Effects of Cinnamomum cassia Bark-Derived Materials on Human Intestinal Bacteria. *J. Agri. Food Chem.*, 46(1): 8-12.
- Lee, K.W., H. Everts & A.C. Beynen. 2004. Essential oils in broiler nutrition. *Int. J. Poult. Sci.*, 3(12): 738-752.
- Limsuwan, C. & P. Chanratchakool. 2004. Shrimp aquaculture industries of Thailand. *National Research Council of Thailand, Bangkok, Thailand*, 206 pp.
- Munkongwongsiri, N., C. Limsuwan, and N. Chuchird. "Effects of postlarval quality on occurrence of early mortality syndrome in *Litopenaeus vannamei* culture ponds." *Proceedings of the 51st Kasetsart University Annual Conference, Bangkok, Thailand, 5-7 February 2013*. Kasetsart University, 2013.
- Nayak, S., C. Limsuwan, N. Chuchird, & S. Pungpang. 2012. A study on the effect of *Bacillus* spp. to control the pathogenic bacteria in aquaculture. *KU. Fish. Res. Bull.*, 36(2): 1-13.
- Neyestani, T.R. 2008. Polyphenols and immunity. In: F.D. Meester & R.R. Watson (ed.). *Wild-type food in health promotion and disease prevention; The Columbus concept*. Humana Press, Totowa, New Jersey, USA, pp. 413-434.
- Steiner, T. 2009. *Phytogenics in animal nutrition: natural concepts to optimize gut health and performance*. Nottingham University Press, Nottingham, UK, 192 pp.
- Sun, T., Q.Y. Chen, L.J. Wu, X.M. Yao & X.J. Sun. 2012. Antitumor and antimetastatic activities of grape skin polyphenols in a murine model of breast cancer. *Food. Chem. Toxicol.*, 50(10): 3462-3467.

Viveros, A., S. Chamorro, M. Pizarro, I. Arija, C. Centeno & A. Brenes. 2011. Effects of dietary polyphenol-rich grape products on intestinal microflora and gut morphology in broiler chicks. *Poult. Sci.*, 90(3): 566-578.

Walla, W., W. Purivirojkul, N. Chuchird & C. Limsuwan. 2012. Effect of Activate DA on growth, survival and the total number of bacteria and *Vibrio* spp. in rearing of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). *KU. Fish. Res. Bull.*, 36(2): 14-22.

Wink, M & O. Schimmer. 2010. Molecular modes of action of defensive secondary metabolites. In: M. Wink (ed.). *Annual plant reviews volume 39: Functions and biotechnology of plant secondary metabolites*. 2nd ed. Blackwell Publishing Ltd, Singapore, pp. 21-161.

Xia, E.Q., G.F. Deng, Y.J. Guo & H.B. Li. 2010. Biological activities of polyphenols from grapes. *Int. J. Mol. Sci.*, 11(2): 622-646.

#### **Author**

Alexander Diana  
Dr. Eckel Animal Nutrition GmbH & Co. KG  
Technical Sales  
973 President Tower, 1406/07  
Ploenchit Road, Lumpini,  
Pathumwan, Bangkok 10330  
Thailand  
Mobile: +66 8008 17422  
E-Mail: a.diana@dr-eckel.de  
www.dr-eckel.de

## **A standardized blend of capsicum and turmeric oleoresins given during late gestation improves performance of sows vaccinated against *E. coli***

**C. Oguey<sup>1</sup>, I. Riu<sup>2</sup>, C. Quintilla<sup>3</sup>, S. Lopez<sup>1</sup> and G. Johanterwage<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Pancosma S.A., Switzerland, <sup>2</sup>Avena Nutrició, Spain, <sup>3</sup>Copinsa Altorrican, Spain

Previous research projects have demonstrated that a standardized protected blend of capsicum and turmeric oleoresins (XT Nature, Pancosma) had an immune-modulating effect and could potentiate and complement the effects of vaccines in poultry. However, no similar data was available in swine. The objective of this trial was to evaluate if the supplementation of XT Nature in late gestation could improve performance of sows vaccinated against *E. coli* during farrowing and lactation.

A total of 1531 sows vaccinated against *E. coli* at 80 days of gestation and regrouped in 3 successive bands were involved. Sows in phases 1 and 3 were fed an unsupplemented basal diet (CT, N = 529 and 329 respectively) whereas animals in the second phase were provided the same basal diet supplemented with 200 g/t XT Nature (N = 673) from 80 until 110 days of gestation. In terms of sow performance the proportion of piglets born / litter was recorded at farrowing as well as piglets' mortality during lactation. Colostrum was also collected at birth (N = 14 and 16 respectively for XT Nature and CT groups) for analysis of total protein, albumin and globulins. Data were analysed by analysis of variance, considering the effect of the treatment for colostrum quality, and the effects of the treatment, parity and their interaction for performance outcomes.

Results showed that XT Nature increased the levels of total proteins +5.0% in colostrum ( $P = 0.04$ ), and this was mainly driven by a greater concentration in globulins (+5.0%,  $P = 0.08$ ). XT Nature enhanced the proportion of piglets born alive per litter (92.6% vs 90.7% respectively for XT and CT,  $P < 0.01$ ). This effect was more pronounced in sows of parity 1 or 2 (+2.2%,  $P = 0.02$ ) than in sows of parity 3 or more (+1.9%,  $P = 0.06$ ). The treatment did not affect piglets' mortality during suckling, but there was a treatment\*parity effect on this outcome: litters in primiparous and parity 2 sows had reduced mortality when fed XT Nature compared to CT (10.1 vs 12.5%,  $P = 0.01$ ).

These results suggest that XT Nature supplementation to vaccinated sows during late gestation has the potential to improve nutrient supply to the progeny, litter performance at farrowing and litter size at weaning.

### **Autorenanschrift**

G. Johanterwage ; PANCOSMA SA  
voie des traz 6  
1218 Le Grand Saconnex  
Switzerland

Abstract presented at 2016 ADSA – ASAS joint annual meeting, USA, July 2016



## INNOVATIVE BIOACTIVE SOLUTIONS

# XTRACT<sup>®</sup>

- Standardized combinations of **active substances** naturally occurring in aromatic plants and spices, selected for their **proven in-vivo effects**
- The tool to promote **performance and defence** across many animal species
- Micro-encapsulation technology ensuring **superior stability and consistent product performance**

## **Effects of a standardized blend of carvacrol, cinnamaldehyde and capsicum oleoresin on performance of growing finishing pigs using multiple trial analysis methodology**

**C. Oguey and G. Johanterwage**

Pancosma S.A., Geneva, Switzerland

The optimization of performance at limited expense in growing-finishing pigs is a concern constantly looked after by producers. Many phytomolecules have been reported to influence production efficiency of monogastric animals. Objective was to assess the effect of a standardized protected blend of cinnamaldehyde, carvacrol and capsicum oleoresin (XT 6930 6930, Pancosma, Switzerland) on performance and carcass quality of growing finishing pigs. The database regrouped 14 trials organized in 7 studies (500 pigs; mean initial BW of 47.0 kg, mean duration of 69.0 days, mean XT 6930 dose of 83.5 g/t). All trials reported side by side comparisons of an unsupplemented control diet to the inclusion of XT 6930 in pigs. Outcomes selected were DMI, ADG, FCR, carcass yield, fat thickness in G2 and meat %. Data were analyzed using a mixed model with the TRIAL variable as a random effect and the TRT variable as a fixed effect. Mean values were calculated using the LSMEANS procedure of XLstat, weighting the data for the variance among trials.

Results showed that XT 6930 increased ADG by 2.6% ( $P < 0.05$ ) and reduced FI and FCR by respectively 1.1% ( $P < 0.05$ ) and 3.8% ( $P < 0.01$ ). For these outcomes, the lower limit of the 95% confidence interval was then used to assess the effect of XT 6930 supplementation on fattening duration or pig weight at slaughter. For a fixed slaughter weight of 120 kg, the effect of XT 6930 on performance resulted in a reduction of growing and fattening by 2.2 days. After 115 days of fattening, XT 6930 increased final BW by 1.7 kg. Finally, XT 6930 did not affect carcass yield and fat thickness G2 ( $P > 0.50$ ) but increased meat percentage by 1.2% ( $P = 0.06$ ).

These findings suggest that the dietary supplementation of XT 6930 improves performance of growing finishing pigs.

### **Autorenanschrift**

G. Johanterwage ; PANCOSMA SA  
voie des traz 6  
1218 Le Grand Saconnex  
Switzerland

Abstract presented at 2016 ADSA – ASAS joint annual meeting, USA, July 2016

## **A blend of cinnamaldehyde, eugenol and Capsicum oleoresin improves milking performance in lactating dairy cows**

**C. Oguey, E. H. Wall and G. Johanterwage**

Pancosma S.A., Geneva, Switzerland

Supplementation with a blend of eugenol, cinnamaldehyde, and capsicum oleoresin (XT Ru, Pancosma, Switzerland) was previously shown to modulate rumen function and improve feed conversion efficiency in growing ruminants. This trial aimed to determine the productive implications of this response in dairy cows. Primi- and multiparous lactating Holstein dairy cows (mean parity = 2.43; mean DIM at trial start = 125 days) were housed together in a freestall pen and were milked using an automated milking system (AMS). For 8 weeks, XT RUM was blended with a carrier and was dispensed at the AMS for XT RUM cows (N = 97) at a rate of a rate of 0.22 kg/d (dose of XT RUM = 1000 mg/cow/d); control cows (N = 104) received no additive. All cows were supplemented with 300 mg/day of Monensin, yeasts and a probiotic pack (HanSen). Individual cow milk production and composition, milking frequency, and BW were recorded daily. Average DMI of the pen was monitored daily and did not change throughout the study. Data were analysed using the mixed procedure of SAS with repeated measures. Regardless of parity, milk production was increased with XT RUM (35.5 vs. 37.5 kg/d;  $P < 0.001$ ). There was a parity by treatment interaction for the effect of XT RUM on milk composition such that protein percent was decreased in primiparous animals (3.2 vs. 3.1%;  $P < 0.001$ ) but not affected in multiparous animals ( $P > 0.30$ ). Still, XT RUM increased protein yield (1.1 vs. 1.2 kg/d;  $P < 0.001$ ) and did not affect fat yield (1.4 vs. 1.4 kg/d;  $P > 0.50$ ). Therefore, there was an increase in energy-corrected milk with XT RUM (38.2 vs. 39.3 kg/d;  $P < 0.001$ ). There was no effect of XT RUM on BW (673 vs. 674 kg;  $P > 0.70$ ) or prevalence of sub-clinical ketosis (5.1 vs. 5.5%;  $P > 0.60$ ). Interestingly, there was a parity by treatment interaction for number of milkings per day. In primiparous cows, XT RUM increased milking frequency (2.9 vs. 3.2  $P < 0.01$ ) whereas there was no effect in multiparous animals (3.5 vs. 3.6;  $P > 0.30$ ).

These findings reveal that supplementation with XT RUM, even on top of yeasts and probiotics, improves milk production performance of lactating dairy cows.

### **Autorenanschrift**

G. Johanterwage ; PANCOSMA SA  
voie des traz 6  
1218 Le Grand Saconnex  
Switzerland

Abstract presented at 2016 ADSA – ASAS joint annual meeting, USA, July 2016

## **Effect of MSP Immunomodulating on the immune transfer from the sows to the piglets**

**Frédéric Bussy (1), Matthieu Le Goff (1), Henri Salmon (2), José Delaval (3), Pi Nyvall Collen (1), Hervé Demais (4)**

(1) Olmix group, ZA du Haut du Bois, 56580 Bréhan, France ; (2) Directeur de recherche honoraire INRA ; (3) LDA 37, Z.I. N°1 du Papillon, 3 Rue de l'Aviation, 37210 Parçay-Meslay ; (4) BioVet-Conseil, 56700 Merlevenez, France

The immunomodulation potential of a crude extract, from green algae *Ulva armoricana* (EA), has been demonstrated *in vitro* by Berri *et al.* (2015). The goal of the present study was to evaluate *in vivo* the immunomodulation effect of several EA concentrations, administered orally to gilts. In a commercial farm, 35 gilts were divided into four groups. Three groups received three different daily doses of EA: 2g (EA1), 8g (EA2) and 16g (EA3); the fourth received only the excipient (biscuit) as a control. The EA was distributed over 2 periods of three consecutive days: before the atrophic rhinitis vaccine booster and the week before the theoretical farrow. Anti-Bordetella IgG antibodies were measured in the colostrum, the milk and the blood of the gilts and piglets and total IgA in the colostrum and the milk. The kinetics between the serum collected before farrowing and the colostrum showed an increase in IgG titers in the EA3 group ( $P < 0.05$ ). A tendency was also observed in the EA2 and EA1 groups. Regarding the IgA level in the colostrum and milk, the EA2 group showed a higher level of IgA than the control ( $P < 0.05$ ) whereas doses 1 and 3 denoted an inhibition compared with the EA2 group. The results indicate that the seaweed extract administered orally could stimulate the entero-mammary immune system but not the systemic one. Additional studies are necessary to determine the mechanisms involved.

### **Autorenanschrift**

animalcare.ts@olmix.com

## Effekt einer futtermittelrechtlich zulässigen, speziellen Zinkoxid-Quelle im Vergleich zur therapeutischen ZnO-Applikation auf die Darmbakterien-Population bei Ferkeln

J. Michiels<sup>1</sup>, N. Van Noten<sup>1</sup>, J. Degroote<sup>1</sup>, A. Romeo<sup>2</sup>, H. Sinning<sup>2</sup>, U. Steinruck<sup>3</sup> und W. Wang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Bioscience Engineering, Ghent University, Belgium

<sup>2</sup>Animine, France

<sup>3</sup>Pulte GmbH & Co. KG, Rimsting, Deutschland

### Einleitung

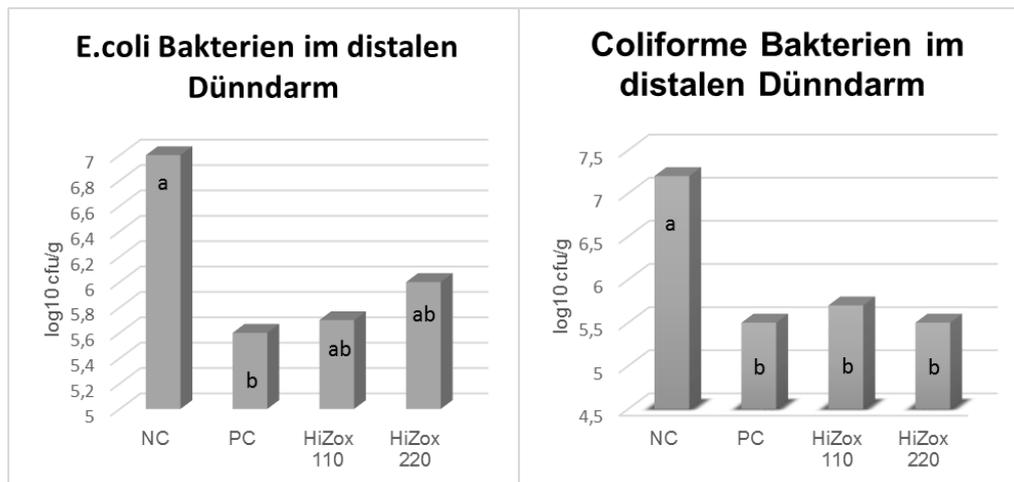
Zinkoxid (ZnO) wird in pharmakologischer Dosierung (2400 mg/kg Zn; ca. 3 kg ZnO und mehr) bei der Fütterung von abgesetzten Ferkeln eingesetzt, um die Leistung und das Durchfallgeschehen zu verbessern. In Folge dessen kann die Zn-Konzentration in den tierischen Ausscheidungen sehr hoch sein und dadurch zu Umweltbelastungen führen und gleichzeitig zu nachhaltigen Probleme in der Darmgesundheit (Mikroflora, Antibiotikaresistenz). In dieser Studie wurde eine potenzierte ZnO-Quelle (HiZox®) in geringen Dosierungen mit einem handelsüblichen ZnO bei hohem Dosierungslevel bezüglich des Effekts auf maßgebliche, problematische Bakterien des Dünndarms verglichen.

### Material und Methoden

- **Tiere:** 32 Ferkel, abgesetzt mit 21 Tage, randomisiert nach Lebendgewicht, Alter und Geschlecht; verteilt auf 16 Buchten (2 Ferkel/Bucht)
- **Rationen:** Weizen, Gerste, Mais, Soja-basierte Diäten
  - [T1] Basal Diät + 110 mg/kg Zn aus handelsüblichem ZnO (NC)
  - [T2] Basal Diät + 2400 mg/kg Zn aus handelsüblichem ZnO (PC)
  - [T3] Basal Diät + 110 mg/kg Zn aus HiZox® (HiZox 110)
  - [T4] Basal Diät + 220 mg/kg Zn aus HiZox® (HiZox 220)
- **Messungen:** *E. Coli* und Coliform-Zählungen in den Inhalten des proximalen Dünndarms mit Hilfe des Zählverfahrens auf Plattenkulturen nach 14 Tagen (35 Tage alte Ferkel)

### Ergebnisse

Die Ferkelgesundheit der Tiere war konstant, ohne klinische Anzeichen von Krankheiten während des gesamten Versuchs. Die Anzahl coliformer Bakterien und *E. Coli* konnte in den Gruppen T2, T3 und T4 im Vergleich zu Gruppe T1 reduziert werden. Zahlenmäßige Unterschiede waren im proximalen Teil des Dünndarms und signifikante Unterschiede an *E.coli*- und coliformen Keimen im distalen Teil darzustellen. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Anzahl an *E.Coli* und coliformen Bakterien im Dünndarm von Ferkeln.



**Abbildung 1:** Anzahl an *E.Coli* und coliformen Bakterien im Dünndarm von Ferkeln; Unterschiedliche Hochbuchstaben zeigen signifikante Unterschiede ( $p \leq 0,05$ ).

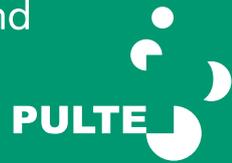
## Diskussion und Schlussfolgerung

Die pharmakologische Dosierung (PC) zeigte bessere Wachstumsleistungen und deutlich geringere Keimbelastungen als niedrige, aber zulässige Gaben an herkömmlichen ZnO (NC). Die signifikante Reduktion der Keimbelastung konnte auch mit potenziertem ZnO, - spezielles Herstellverfahren mit bis zu 20-fach höherer Oberfläche -, in legaler Dosis erreicht werden. HiZox® reduzierte deutlich die Bakterienanzahl von *E. coli* und coliformer Bakterien im Dünndarm, und zwar auf dem Niveau von pharmakologischem Standard-ZnO.

### Autorenanschrift

Herbert Sinning  
Droste- Hülshoff- Weg 3  
61267 Neu Anspach  
herbert@sinning.ch

Vertrieb in Deutschland  
und Österreich durch  
[www.pulte.de](http://www.pulte.de)



119  
**A**nimine

Not only trace minerals

Zink

HiZox®

Kupfer

CoRouge®

➤ [www.animine.eu](http://www.animine.eu)

## Effects of sodium diformate and alkaloid-based feed additives on growth performance and streptococcus infection in weaned piglets

**Christian Lückstädt**

ADDCON GmbH, Bonn, Germany

### Abstract

The study tested the efficacy of a blend of sodium diformate (NaDF) with alkaloids, compared to sodium diformate alone, in weaned piglets at a commercial farm in North Rhine Westphalia. 130 piglets, of initial weight 5.9 – 6.1 kg were allocated to 2 equal groups and fed a commercial diet based on barley (43%), wheat (30%) and soybean extraction meal (20%). The positive control diet contained 0.49% NaDF, while the test diet contained the same amount of NaDF with plant-based alkaloids. Feed and water were available ad libitum. After 40 days, all piglets were weighed and performance parameters were measured. Cases of streptococcus infection were recorded. The final weight of piglets (15.1kg) and the FCR (1.43 for positive control v. 1.42 for test diet) did not differ between treatments ( $P>0.05$ ). However, use of alkaloids in the diet lowered the number of cases of streptococcus infections significantly (10 and 4 cases in positive control and treatment groups, respectively,  $P<0.05$ ).

### Introduction

Acidifiers have a long history of safe and effective use in diets for pigs, especially in Europe where their application was pioneered. Their mode of action on growth and health of pigs at all life stages has been well documented, and their magnitude of action has been estimated in different husbandry conditions through statistical analysis. To date, there have been a number of modes of action proposed to explain their effects on feed hygiene, pig health and performance. Although there have been some contradictory reports as to the magnitude of these benefits, research and analysis of the data shows that the variability in the performance results stems from environmental and feed composition variables, rather than an inconsistency in the efficacy of acidifiers *per se* (THEOBALD AND LÜCKSTÄDT, 2011). Although growth performance benefits have been shown in numerous studies over the past half-century (COLE ET AL., 1968); the ban on antimicrobial growth promoters in the European Union in 2006 resulted in an increased scientific focus on organic acids. Meanwhile, experience has shown that acidifiers are the most reliable product group of the non-antibiotic growth promoters available in Europe and can also be used safely and effectively with other additives. PAPATSIROS AND BILLINIS (2012) stated in this regard "...Dietary acidifiers can actually become the most common and efficacious alternative solution to antibiotics, in order to improve health status and performance in pigs." In pig diets, organic acids and their salts take effect in the gastrointestinal tract, mainly in the proximal tract - the stomach and small intestine. Firstly, organic acids lower the pH of the stomach contents, which can be especially beneficial at weaning, when gastric acid secretion capacity of the animal's stomach is often insufficient to take on the dietary stress of weaning and the social stress of mixing. While pH reduction can inhibit pathogen growth and optimise pepsin activity, it cannot alone account for the numerous benefits reported when organic acids are included in diets for pigs. Supplementing diets with organic acids reduces the pH in the stomach, especially in weaning pigs, where it stimulates the activation of pepsinogen to pepsin and thus may improve protein digestibility

and decrease the rate of gastric emptying; further improving protein digestion by increasing the rate of proteolysis of large protein molecules. Organic acids have also been reported to stimulate exocrine pancreatic secretion of enzymes and bicarbonate, thus assisting with protein and fat digestion. Furthermore, organic acid anions can complex with calcium, phosphorus, magnesium and zinc, improving the digestion of these minerals and reducing the excretion of supplemental minerals and nitrogen (ROTH ET AL., 1998a, b). This is particularly useful from the perspective of European pig production systems, which have come under increasing scrutiny from legislators over their emissions into the environment. The bacteriostatic or bacteriocidal effects of organic acid anions also take effect in the proximal gastrointestinal tract. Here, the differential inhibition of Gram-negative pathogens (e.g. *E. coli*, *Salmonella*) compared to beneficial bacteria such as lactobacilli and bifidobacteria improve the microbial load (eubiosis) in the tract, preventing post-weaning diarrhoea. Several studies have shown that the bactericidal effect of organic acids can still be strong in the absence of a significant decrease in pH, meaning that they are also useful in combating bacterial pathogens in grower-finisher pigs and sows (KIRCHGESSNER ET AL., 1992). One of the best ways of demonstrating the beneficial effects of adding organic acids and their salts to diets for growing pigs is to compare the results of a number of trials. Classically, this is achieved through meta-analysis, a statistical technique commonly used in clinical medical reports that compares the outcomes of similarly-designed trials. PARTANEN AND MROZ (1999) evaluated the effects of dietary organic acids on performance (average daily gain, feed intake and feed:gain ratio) in weaned piglets and fattening pigs through a meta-analysis of data collected from the literature (Table 1). Formic acid and the diformate in particular improved all performance parameters in weaned and fattening pigs compared to non-acidified control diets.

Table 1: Multifactorial analysis of the effect of organic acids and salts in piglets (adapted from PARTANEN AND MROZ, 1999)

	Formic acid	Fumaric acid	Citric acid	Potassium diformate
Experiments / Observations	6 / 10	18 / 27	9 / 19	3 / 13
Acid levels, g/kg feed	3 - 18	5 - 25	5 - 25	4 - 24
Feed intake, g/d				
Control	667±87	613±148	534±276	764±9
Experimental	719±75	614±152	528±302	823±38
Feed to gain, kg/kg				
Control	1.64±0.13	1.59±0.16	1.67±0.25	1.60±0.02
Experimental	1.60±0.14	1.55±0.14	1.60±0.24	1.54±0.04
Unbiased effect size, d				
Feed intake	0.46 <sup>a</sup> ±0.16	-0.08 <sup>b</sup> ±0.10	-0.20 <sup>b</sup> ±0.13	0.59 <sup>a</sup> ±0.14
P≤*	0.01	0.42	0.14	0.001
Weight gain	0.77 <sup>a</sup> ±0.16	0.25 <sup>b</sup> ±0.10	0.32 <sup>b</sup> ±0.11	0.89 <sup>a</sup> ±0.15
P≤	0.001	0.01	0.01	0.001
Feed to gain	-0.91±0.36	-0.71±0.27	-0.81±0.30	-1.04±0.42
P≤	0.02	0.01	0.01	0.02

\*Probability values for a comparison with the control diet

The double salt of potassium formate and formic acid (FORMI®) has generated sufficient data to support its approval as a 'growth promoter' under Council Directive 70/524/EEC in 2001 (ØVERLAND,

2001). Achieving this approval required that the growth promoting effects had been established under a range of practical conditions across Europe. A similar impact in swine production was noted recently with sodium diformate (double salt of sodium formate and formic acid), which is produced similarly to potassium diformate with a patented production technology. While the antimicrobial impact of organic acids and their salts is mainly directed against Gram-negative bacteria, specific plant extracts, containing isoquinoline alkaloids, are known to have a broader antimicrobial activity (OPLETAL ET AL., 2014), also against Gram-positive bacteria and also have a positive influence on the performance of weaning (KANTAS ET AL., 2014). Therefore, the current study tested the efficacy of a blend of sodium diformate with alkaloids (traded as Formi® Alpha), compared to sodium diformate (NaDF) alone, in weaned piglets in a commercial farm with regular streptococcus infections.

## Material and methods

130 piglets of the same breed and age (weaning at day 21), with initial weights ranging from 5.9 to 6.1 kg were allocated to two equal groups at a commercial farm in North Rhine Westphalia and fed a commercial diet mainly based on barley (43%), wheat (30%) and soybean extraction meal (20%). The positive control diet contained 0.49% NaDF, while the test diet included 0.49% of a NaDF-alkaloid blend (which contained 20 g plant-based alkaloids per kg product). Feed and water were available *ad libitum*. At the end of the trial, after 40 days, all piglets were weighed and performance parameters were measured. Cases of streptococcus infection were recorded. Results were analysed using ANOVA.

## Results and discussion

No mortality occurred during the trial. The final weight of piglets after 40 days of rearing did not differ between groups (Table 2). Both groups reached a mean final weight of 15.1 kg. Furthermore, the FCR did not differ between treatments (1.43 for positive control v. 1.42 for test diet) - ( $P>0.05$ ). Therefore, both – the acidifier as well as the acidifier-alkaloid diet – achieved similar performance parameters.

Table 2: Performance parameters of piglets fed both diets till 40 days post-weaning (n=65)

	<b>NaDF</b>	<b>NaDF + alkaloids</b>
Initial weight (kg)	5.92	6.15
Final weight (kg)	15.06	15.12
ADG (g)	430	421
FCR	1.43	1.42

However, use of alkaloids in the diet lowered the number of cases of streptococcus infections significantly (10 and 4 cases in positive control and treatment groups, respectively,  $P<0.05$ ). This led to a 60% reduction of antibiotic treatment (Duphamox®) on farm during the trial in the NaDF-alkaloid (Formi® Alpha) fed group.

The performance data for NaDF are supported by a holo-analysis; an analytical model based on all available trial data on acidifiers, including formic acid and diformate. The analysis of potassium

diformate (KDF) data separately showed a significant improvement in performance in response to KDF inclusion into the diet, (Rosen 2008, reported by LÜCKSTÄDT AND MELLOR, 2010). It can be safely assumed that the impact of sodium diformate (NaDF) will have a similar magnitude in swine diets.

On the other hand, the addition of the alkaloids to NaDF caused a significant improvement of the health status of piglets. The impact against the Gram-positive Streptococci is especially noteworthy. This is particularly important since the EU-funded Focus Group is calling for actions to reduce the use of antibiotic treatments on swine farms (EIP-AGRI, 2014).

In general it can therefore be stated that the above findings support the use of dietary sodium diformate, as well as the NaDF-alkaloid blend as an effective and sustainable growth promoter in piglets under European conditions. The blend with the alkaloids may express an additional beneficial impact against harmful pathogenic Gram-positive bacteria and has therefore a supporting function for the EU-antibiotic reduction initiatives.

## Literature

COLE D.J.A., BEAL R.M. AND LUSCOMBE J.R. (1968). The effect on performance and bacterial flora of lactic acid, propionic acid, calcium propionate and calcium acrylate in the drinking water of weaned pig. *Veterinary Record* 83: 459–464.

EIP-AGRI (2014). Focus Group - Reducing antibiotic use in pig farming – Final report, p.40 (accessed online: [http://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/agri-eip/files/eip-agri\\_fg3\\_pig\\_antibiotics\\_final\\_report\\_2014\\_en\\_0.pdf](http://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/agri-eip/files/eip-agri_fg3_pig_antibiotics_final_report_2014_en_0.pdf))

KANTAS, D., PAPATSIROS, V., TASSIS, P., ATHANASIOU, L. AND TZIKA, E. (2015). The effect of a natural feed additive (*Macleaya cordata*), containing sanguinarine, on the performance and health status of weaning pigs. *Animal Science Journal* 86(1): 92-98.

KIRCHGESSNER, M., GEDEK, B., WIEHLER, S., EIDELSBURGER, U. AND ROTH, F.X. (1992). Zum Einfluß von Ameisensäure, Calciumformiat und Natrium-hydrogencarbonat auf die Keimzahlen der Mikroflora und deren Zusammensetzung in verschiedenen Segmenten des Gastrointestinaltraktes. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 67: 73-81.

LÜCKSTÄDT, C. AND MELLOR, S. (2010). Holoanalysis – the acid test in pig diets. *Kraftfutter / Feed Magazine* 1–2: 18–21.

ØVERLAND, M. (2001). A simple salt approved as a growth promoter. *Feed Mix* 9 (4/5): 25–28.

OPLETAL, L., LOCAREK, M., FRANKOVA, A. AND CAHLIKOVA, L. (2014). Antimicrobial activity of extracts and isoquinoline alkaloids of selected Papaveraceae plants. *Natural Communications* 9(12): 1709-12.

PAPATSIROS, V. AND BILLINIS, C. (2012). The prophylactic use of acidifiers as antibacterial agents in swine. In: BOBBARALA, V.: *Antimicrobial Agents*, Chapter 14, 295-310.

PARTANEN, K.H. AND MROZ, Z. (1999). Organic acids for performance enhancement in pig diets. *Nutrition Research Reviews* 12: 117-145.

ROTH, F.X., WINDISCH, W. AND KIRCHGESSNER, M. (1998a). Effect of potassium diformate (Formi®LHS) on nitrogen metabolism and nutrient digestibility in piglets at graded dietary lysine levels. *Agribiological Research* 51: 167-175.

ROTH, F.X., WINDISCH, W. AND KIRCHGESSNER, M. (1998b). Mineral metabolism (P, K, Mg, Zn, Mn, Cu) and piglets supplied with potassium diformate (Formi®LHS). *Agribiological Research* 51(2): 1-8.

THEOBALD, P. AND LÜCKSTÄDT, C. (2011). Experience on the usage of organic acids in swine diets in Europe. In: LÜCKSTÄDT, C.: *Standards for acidifiers – Principles for the use of organic acids in animal nutrition*. Nottingham University Press, Nottingham, 39-48.

### Address of corresponding author

Dr. Christian Lückstädt  
Addcon GmbH  
Josef-Schumpeter-Allee 25  
53227 Bonn  
Germany  
[christian.lueckstaedt@addcon.com](mailto:christian.lueckstaedt@addcon.com)

## Effekt der Spurenelementherkunft im Sauenfutter auf die Zusammensetzung von Kolostrum und Milch und das Ferkelwachstum

Christof Rapp<sup>1</sup>, Joaquin Morales<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Zinpro Corporation, Boxmeer, Niederlande; <sup>2</sup>PigChamp Pro Europa S.L., Santa Catalina, 10, 40003, Segovia. Spain

### Einleitung

Die Anzahl an lebendgeborenen Ferkel steigt stetig an, während gleichzeitig das durchschnittliche Geburtsgewicht der Ferkel abnimmt. Ferkel mit hohen Geburtsgewichten sind jedoch frohwüchsiger und haben eine geringere Sterblichkeitsrate. Zink, Mangan und Kupfer sind essentielle Spurenelemente und als solche an einer Vielzahl von Stoffwechselprozessen beteiligt und dadurch nehmen sie Einfluss auf die Immunantwort, Fruchtbarkeit und Leistung von Schweinen. Eine frühere Untersuchung hat gezeigt, dass ein teilweiser Ersatz von anorganischen durch organisch gebundene Spurenelemente im Sauenfutter zu schwereren Ferkeln beim Absetzen führt (Wilson et al., 2013). Milch ist die Hauptnährstoffquelle von Saugferkeln. Ziel der vorliegenden Untersuchung war es zu untersuchen ob ein teilweiser Ersatz von anorganischen Spurenelementen durch organisch gebundene Herkünfte die Zusammensetzung von Kolostrum und Milch einschließlich der Gehalte an Immunglobulinen verbessert und die Absetzgewichte der Ferkel erhöht.

### Material und Methoden

Aus einer Herde mit insgesamt 450 Sauen wurden 40 Sauen (1. Wurf und höher, Genetik: ACMC [Kreuzungssauen], Driffield, GB) für den vorliegenden Versuch verwendet. Die Aufteilung der Sauen auf die beiden Versuchsgruppen erfolgte anhand von Wurfnummer, Rückenspeckdicke und Körpergewicht unmittelbar nach dem Absetzen der Ferkel. Bei Sauen der ersten Versuchsgruppe (**ANORG**) bestand die Spurenelementergänzung allein aus anorganischen Formen (110 ppm Zn als ZnO, 40 ppm Mn als MnO und 15 ppm Cu als CuSO<sub>4</sub>). In der zweiten Gruppe (**ORG**) wurden 50 ppm Zn, 20 ppm Mn und 10 ppm Cu aus anorganischen Quellen durch Spurenelementaminosäurekomplexe (Availa<sup>®</sup>Sow, Zinpro, Eden Prairie, USA) ersetzt. Der Versuchszeitraum erstreckte sich über einen kompletten Reproduktionszyklus.

Die Sauen erhielten ein Trächtigkeit-, Transit- und Laktationsfutter. Die Nährstoffgehalte der einzelnen Futter sind in *Tabelle 1* dargestellt. Die ersten vier Wochen nach der Besamung waren die Sauen in Kastenständen aufgestellt. Vom 29. bis 107. Tag der Trächtigkeit wurden die Sauen in Gruppen auf Vollspaltenboden gehalten und die Futterzuteilung erfolgte über elektronische Futterstationen. Vom Absetzen der Ferkel bis zum Besamen erhielten alle Sauen täglich 3,5 kg des Trächtigkeitstutters. Vom Besamen bis zum 28. Trächtigkeitstag erfolgte die Fütterung nach Körperkondition: magere Sauen erhielten 3 kg, normal konditionierte Sauen 2,5 kg und überkonditionierte Sauen 2 kg Trächtigkeitstutter pro Tag. Vom 29. bis 94. Trächtigkeitstag erhielten alle Sauen 2 kg Trächtigkeitstutter täglich. Ein Transitfutter wurde vom 95. Trächtigkeitstag bis zur Geburt gefüttert. Nach der Geburt wurde die Menge an Laktationsfutter, ausgehend von 3 kg, täglich um 1 kg erhöht bis zum 4. Laktationstag. Ab dem 5. Tag hatten die Sauen ad libitum Zugang zum

Futter. Das Transit- und Laktationsfutter wurde per Hand vorgelegt. Eine Beifütterung der Ferkel erfolgte nicht.

Die Rückenspeckdicke wurde mittels Ultraschall (Lean-Meater, Renco, Minneapolis, USA) 6 bis 8 cm seitlich versetzt von der Rückenlinie in Höhe der letzten Rippe gemessen. Kolostrum- und Milchproben wurden von jeweils zwei Zitzen im vorderen, mittleren und hinteren Drittel des Gesäuges genommen und zu einer Sammelprobe vereinigt. Immunglobuline wurden mittels ELISA und die Zahl somatischer Zellen anhand der Durchflusszytometrie bestimmt.

Daten zum Wurfzuwachs wurden mittels einer Varianzanalyse analysiert. Die Sau bzw. der Wurf waren die experimentelle Einheit. Die Daten aus den im zeitlichen Verlauf wiederholten Messungen, wie z. B. Milchinhaltstoffe, wurden mittels GLM Mixed Model mit Versuchsgruppe als zufälligem Effekt und Probenahmezeitpunkt als festem Effekt analysiert. Die Zellzahldaten wurden vor der statistischen Analyse in logarithmische Werte umgewandelt. Kategorische Daten, wie z. B. Sterblichkeit, wurden mit dem Chi-Square Test analysiert.

## Ergebnisse und Diskussion

Die Spurenelementherkunft hatte keinen Einfluss ( $P > 0,27$ ) auf die aufgenommene Menge an Laktationsfutter, Rückenspeckdicke und Körpergewicht der Sau. Die Aufnahme an Laktationsfutter betrug durchschnittlich 6,6 und 6,2 kg/Sau u. Tag für die ANORG bzw. ORG Gruppe. Die Rückenspeckdicke zu Versuchsbeginn (nach Absetzen des vorhergehenden Wurfs), am 107. Trächtigkeitstag und beim Absetzen der Ferkel wurde durch die Spurenelementherkunft im Futter nicht beeinflusst ( $P > 0,58$ ) und betrug 14,7, 15,7 und 14,6 mm in der ANORG Gruppe sowie 14,2, 15,5 und 15,0 mm bei den ORG Sauen. Das Körpergewicht der Sauen zeigte ebenfalls keine Unterschiede ( $P > 0,71$ ) zwischen den Versuchsgruppen. Das mittlere Körpergewicht zu Versuchsbeginn, am 107. Trächtigkeitstag und beim Absetzen der Ferkel betrug 212,0, 243,5 und 226,5 kg in der ANORG Gruppe und 212,4, 246,0 und 229,4 kg in der ORG Gruppe.

Die Anzahl Ferkel pro Wurf nach dem Wurfausgleich am zweiten Lebenstag betrug 10,0 und 10,6 ( $P = 0,20$ ; ANORG bzw. ORG). Es gab keinen Unterschied bei der Ferkelsterblichkeit vom Zeitpunkt des Wurfausgleich bis zum Absetzen der Ferkel zwischen den Versuchsgruppen (ANORG: 7,0%, ORG: 9,4%). Die Anzahl an abgesetzten Ferkeln war bei der ORG Gruppe höher im Vergleich zur ANORG Gruppe (9,8 bzw. 9,3) wenngleich dieser Unterschied statistisch nicht signifikant war ( $P = 0,48$ ).

Der Gehalt an Milchinhaltstoffen ist in *Tabelle 2* dargestellt. Die Gehalte an Eiweiß, Fett und Laktose in Kolostrum und Milch unterschieden sich nicht ( $P \geq 0,26$ ) zwischen den Versuchsgruppen. Es gab keine Wechselwirkung ( $P \geq 0,35$ ) zwischen der Spurenelementherkunft im Futter und dem Probenahmetag. Wenn die Zeitpunkte einzeln betrachtet werden, so gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen im Gehalt an somatischen Zellen im Kolostrum und in der Milch. Zahlenmäßig waren die Gehalte in der ORG Gruppe aber stets niedriger als in der ANORG Gruppe. Werden die Zellzahlen von Kolostrum und Milch über alle Zeitpunkte gepoolt, so weist die ORG Gruppe signifikant ( $P = 0,05$ ) niedrigere Werte auf im Vergleich zu den ANORG Sauen.

Die Gehalte an Immunglobulin G (IgG) und Immunglobulin A (IgA) in Kolostrum, Milch und Serum unterschieden sich nicht signifikant ( $P \geq 0,22$ ) zwischen den Versuchsgruppen. Jedoch waren die Gehalte an IgA und IgG in Kolostrum und IgG im Serum zahlenmäßig höher in der ORG verglichen mit der ANORG Gruppe (Ig A in Kolostrum: 10,7, 8,7; IgG in Kolostrum: 52,0, 41,7; IgG im Serum: 43,6, 40,6 mg/l für ORG bzw. ANORG).

Die Gewichtsentwicklung der Ferkel ist in *Tabelle 3* dargestellt. Das Anfangsgewicht (unmittelbar nach Wurfausgleich) und Absetzgewicht wies keine Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen auf, wenngleich die Ferkel der ORG Gruppe 0,36 kg schwerer waren als die ANORG Ferkel. Die Absetzgewichte der ORG Gruppe waren etwas homogener als bei der ANORG Gruppe (85,5 bzw.

83,3), allerdings war dieser Unterschied statistisch nicht signifikant. Das Absetzgewicht des gesamten Wurfes war in der ORG Gruppe jedoch signifikant höher ( $P = 0,05$ ) als bei den ANORG Ferkeln (69,5 bzw. 61,7 kg).

Die Zahl somatischer Zellen in der Milch ist ein Indikator für die Entzündungen und Infektionen der Milchdrüse. Je geringer die Zahl desto gesünder ist die Milchdrüse. Dieser Zusammenhang ist bei Milchkühen nachgewiesen. Die niedrigeren Zellzahlen in Kolostrum und Milch in der ORG Gruppe gegenüber den ANORG Sauen zeigen an, dass der Einsatz von organisch gebundenen Spurenelementen die Gesundheit der Milchdrüse verbessert hat. Bei Milchkühen ist ebenfalls nachgewiesen worden, dass bei einer Verminderung von Entzündungen oder Infektionen die Milchdrüse mehr Milch bildet. Des Weiteren wurde bei Milchkühen eine verminderte Milchzellzahl sowie eine Erhöhung der Milchleistung durch das Füttern von organisch gebundenen Spurenelementen nachgewiesen (Nayeri et al., 2014, Nocek et al. 2006). Weil im vorliegenden Versuch keine Zufütterung der Ferkel erfolgte, hing das Wachstum der Ferkel allein von der aufgenommenen Milchmenge ab. Somit können die höheren Absetzgewichte der Ferkel in der ORG Gruppe durch eine erhöhte Milchleistung der Sau, aufgrund einer gesünderen Milchdrüse, erklärt werden. Die Tatsache, dass sich die Aufnahme an Laktationsfutter, das Körpergewicht und die Rückenspeckdicke nicht zwischen den beiden Versuchsgruppen unterschieden, deutet darauf hin, dass ORG Sauen effizienter waren in der Umwandlung von Nährstoffen in Milch. Diese effizientere Nährstoffnutzung könnte durch eine Umverteilung von Nährstoffen vom Immunsystem hin zur Milchbildung, aufgrund der besseren Gesundheit der Milchdrüse der ORG Sauen, bedingt sein.

## Schlussfolgerungen

Die Fütterung von organischen Spurenelementen (Zink, Mangan und Kupfer) verbesserte die Gesundheit der Milchdrüse bei Sauen und erhöhte das Wurfabsetzgewicht signifikant. Die zahlenmäßige Erhöhung der IgG-Konzentration in Kolostrum und Serum der Ferkel ist ein Hinweis, dass organische Spurenelemente im Sauenfutter möglicherweise auch die Immunabwehr der Ferkel verbessern.

## Literatur

Nayeri, A., Upah, N.C., Sucu, E., Sanz-Fernandez, M.V., DeFrain, J.M., Gordon, P.J., Baumgard, L.H. 2014. Effect of the ratio of zinc amino acid complex to zinc sulfate on the performance of Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 97: 4392-4404.

Nocek, J. E., M. T. Socha and D. J. Tomlinson. 2006. The effect of trace mineral fortification level and source on performance of dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 89:2679-2693.

Wilson, M.E., C. Rapp, J. Torrison and T. Ward. Effect of Supplementing Zn, Mn and Cu Metal Amino Acid Complexes For Two Reproductive Cycles on Performance of Sows. Abstracts of 2013 ASAS Midwest Section Meeting, March 11-13, 2013, Des Moines, IA, USA, p. 76.

### Autorenanschrift

Dr. Christof Rapp  
Zinpro Animal Nutrition, Inc.  
5831 PJ Boxmeer  
Niederlande  
Christof.Rapp@zinpro.com

**Tabelle 1.** Nährstoffgehalte der Sauenfütter (in % lufttrockene Substanz)

	Trächtigkeit	Transitphase (107.Trächtigkeitstag bis Geburt)	Laktation
Nettoenergie (MJ/kg)	9,33	9,52	9,79
Rohprotein	12,50	13,30	17,07
Rohfett	3,20	4,08	3,90
Rohfaser	8,00	5,22	4,67
Kalzium	0,90	0,85	0,90
Gesamt-P	0,57	0,61	0,61
verfügbarer P	-	0,36	0,39
Lysin	0,60	0,72	1,00
Methionin	0,22	-	-
Methionin+Cystein	-	0,52	0,65
Threonin	-	0,57	0,70
Tryptophan	-	0,16	0,21
Valin	-	0,63	0,87

<sup>a</sup> Vormischung lieferte pro kg Futter folgenden Mengen (mg): 500 FTU Phytase (Phyzyme XP 10000 TPT, Danisco Animal Nutrition, Marlborough, UK), 110 Zn, 40 Mn, 15 Cu, 100 Fe, 1,5 I, 0,3 Se, 10.000 IE Vitamin A, 2.000 IE Vitamin D, 70 IE Vitamin E, 2,5 Vitamin K, 1,0 Vitamin B<sub>1</sub>, 4,0 Vitamin B<sub>2</sub>, 2,0 Vitamin B<sub>6</sub>, 0,03 Vitamin B<sub>12</sub>, 25 Nikotinsäure, 12 Kalziumpantothemat, 3 Folsäure, 0,3 Biotin, 0,36 Ethoxyquin

**Tabelle 2.** Inhaltsstoffe von Kolostrum und Milch (Mittelwerte)

	ANORG	ORG	P-Wert	
			Spuren- element- quelle (SQ)	SQ X Zeitpunkt Interaktion
Milcheiweiß, %				
Kolostrum	15,19	15,38	1,00	
7. Laktationstag	5,27	4,78	1,00	
14. Laktationstag	5,10	4,40	1,00	
25. Laktationstag	5,43	4,63	1,00	
Durchschnitt	7,74	7,30	0,55	0,80
Milchfett, %				
Kolostrum	5,86	4,75	0,60	
7. Laktationstag	7,66	7,35	1,00	
14. Laktationstag	7,48	6,96	0,99	
25. Laktationstag	6,79	6,49	1,00	
Durchschnitt	6,95	6,39	0,27	0,50
Laktose, %				
Kolostrum	2,07	2,05	1,00	
7. Laktationstag	5,41	5,57	1,00	
14. Laktationstag	5,61	5,94	0,87	
25. Laktationstag	5,47	5,86	0,76	
Durchschnitt	4,64	4,86	0,26	0,35
Milchzellzahl <sup>a</sup> , ln/ml				
Kolostrum	8,05	6,69	0,32	
7. Laktationstag	7,90	7,28	0,97	
14. Laktationstag	7,16	6,57	0,98	
25. Laktationstag	8,13	7,08	0,74	
Durchschnitt	7,81	6,90	0,05	0,62

<sup>a</sup> ln: natürlicher Logarithmus

**Tabelle 3.** Ferkelgewichte (Mittelwerte)

	Individuelles Körpergewicht, kg		Wurfgewicht, kg		Homogenität des Körpergewichts <sup>a</sup> , %	
	2. Tag	Absetzen <sup>b</sup> (28. Tag)	2. Tag	Absetzen (28. Tag)	2. Tag	Absetzen (28. Tag)
ANORG	1,52	6,74	15,10	61,73	85,47	83,32
ORG	1,55	7,10	16,35	69,53	85,44	85,45
<i>P-Wert</i>	<i>0,72</i>	<i>0,21</i>	<i>0,21</i>	<i>0,05</i>	<i>0,99</i>	<i>0,11</i>

<sup>a</sup> Homogenität = 100 minus Variationskoeffizient

<sup>b</sup> Mittelwerte mittels Laktationslänge als Kovariante korrigiert



## *Performance begins right from the start*

Bei Zinpro kümmern wir uns, wie Sie, um das Wohlbefinden, die Leistungsfähigkeit und die Wirtschaftlichkeit Ihrer Tier. Deshalb haben wir mehr als 40 Jahren Entwicklung in unsere patentierten Leistungs-Mineralien und Weltklasseprogramme gesteckt, um Ihre Ziele zu unterstützen.

Alles wird gesichert durch unsere Grundsätze in der Produktentwicklung: Gewinn, Wirksamkeit, Wiederholbarkeit, Forschung und Sicherheit.

Weitere Informationen finden Sie unter [zinpro.com](http://zinpro.com) oder kontaktieren Sie Dr. Bodo Tober, [btober@zinpro.com](mailto:btober@zinpro.com) oder rufen Sie an 0 171 206 7951



PERFORMANCE MINERALS®



# Einfluss verschiedener Supplementierungsstrategien auf den Eisenstoffwechsel neugeborener Saugferkel

**Marzell Buffler, Christiane Becker, Wilhelm Windisch**

Lehrstuhl für Tierernährung, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Technische Universität München

## Einleitung

Wie bei allen Nährstoffen ist eine bedarfsgerechte Versorgung landwirtschaftlicher Nutztiere mit Spurenelementen essentiell für deren Gesundheit und Leistungsfähigkeit. Eisen kommt dahingehend eine besondere Bedeutung zu, als dass es trotz seines ausreichenden Vorkommens in Futtermitteln immer wieder zu Mangelercheinungen kommt. Besonders für hochleistende Tiere (z.B: Zuchtsauen) häufig eine Supplementierung erforderlich. Auch speziell bei schnell wachsenden Jungtieren in der Säugezeit sind häufig Mangelercheinungen in den ersten Lebenswochen zu finden. Die limitierten endogenen Eisenspeicher in Verbindung mit geringen Gehalten in der Muttermilch reichen nicht aus, um den gesteigerten Eisenbedarf zu decken. Diese Unterversorgung führt in der Folge zur Ausbildung einer Eisenmangelanämie, die oftmals in Leistungseinbußen und Tierverlusten resultiert (Holter et al 1991).

Um dem entgegenzuwirken gehört die Eisensupplementierung bei neugeborenen Saugferkeln in den ersten Lebenstagen zur guten fachlichen Praxis. Vorwiegend kommt hierbei die subkutane oder intramuskuläre Injektion von Eisendextran 3-5 Tage post partum zum Einsatz, die bis heute als die effizienteste Supplementierungsstrategie angesehen wird. Problematisch hierbei ist die Umgehung der natürlichen Eisenregulation im Organismus. Diese erfolgt ausschließlich über die Absorption im Gastrointestinaltrakt, während es im Gegensatz zu anderen Spurenelementen keine Möglichkeit einer aktiven Ausscheidung überschüssigen Eisens gibt (Hentze et al 2010). Die direkte Injektion führt daher zu einer vorübergehend unphysiologischen Anflutung von Eisen im Tier. Hierbei kommt das toxische Potential von freiem Eisen aufgrund seines stark oxidativen Charakters zum Tragen. In der Fenton-Reaktion werden reaktive Sauerstoffspezies generiert, die in der Folge zur Auslösung von oxidativem Stress mit all seinen Symptomen, wie Nekrosen, Ödembildung bis hin zu plötzlichem Ferkeltod führen können. Insbesondere wenn Tiere mit eigentlich ausreichender Eisenversorgung im standardisierten Betriebsablauf ebenfalls mit Eisen supplementiert werden, führt dies zu vermehrten Vergiftungserscheinungen (Lipinski et al 2010).

Alternativ zur parenteralen Eisenapplikation werden daher verschiedene Formen der oralen Supplementierung untersucht. Mehrere Studien konnten jedoch zeigen, dass diese insgesamt in Effektivität und Langzeitwirkung der Injektion nachstehen. Insbesondere Applikationszeitpunkt und -modus spielen diesbezüglich eine entscheidende Rolle. Grund hierfür liegt in der Ausbildung der verantwortlichen Transporter im Darmepithel. Diese werden erst an Tag einige Tage nach der Geburt exprimiert, weshalb eine orale Gabe unmittelbar post partum nicht effektiv erscheint (Lipinski et al. 2010). In Bezug auf die fehlende Langzeitwirkung gibt es Ansätze, ob eine wiederholte Gabe diese auszugleichen vermag.

Diese Studie untersuchte die Entwicklung verschiedener Eisenstatusparameter von Ferkeln innerhalb der ersten drei Wochen nach der Geburt bei unterschiedlichen Supplementierungsstrategien. Darüber hinaus wurde die Expression der verantwortlichen Transporter auf molekularer Ebene betrachtet, um daraus Hinweise auf die Absorptionsfähigkeit von oral verabreichtem Eisen während dieser kritischen Zeit abzuleiten.

## Material und Methoden

Aus 17 Würfen (DL x Pietrain) wurden insgesamt 136 (n=8) Ferkel wurden mit unterschiedlichen Strategien zur Eisensupplementierung behandelt. Drei Tiere aus jedem Wurf dienten dabei als Negativkontrolle und erhielten keine Supplementierung. Sie wurden an Tag 1 p.p., Tag 5 p.p., bzw. Tag 21 p.p. getötet und Gewebeproben (Leber, Duodenum) entnommen. Die verbliebenen 5 Tiere pro Wurferhielten jeweils eine der folgenden Eisenbehandlungen (Tabelle 1). Sie wurden an Tag 21 p.p. euthanasiert und Probenmaterial (Leber, Duodenum) entnommen. Von allen Tieren wurde an Tag 1, 5, 9, 14 und 21 p.p. Blut entnommen.

**Tabelle 1: Eisensupplementierungsstrategien**

	Applikationsart	Verabreichte Eisendosis
1	Eisenpaste (oral) Tag 1 p.p.	100mg als Eisenfumarat
1/14	Eisenpaste (oral) Tag 1 + Tag 14 p.p.	100mg + 100mg als Eisenfumarat
5	Eisenpaste (oral) Tag 5 p.p.	100mg als Eisenfumarat
5/14	Eisenpaste (oral) Tag 5 + Tag 14 p.p.	100mg + 100mg als Eisenfumarat
Positivkontrolle	Eiseninjektion (subkutan), Tag 5 p.p.	200mg als Eisendextran
Negativkontrolle	Keine Eiseninjektion	

Mittels Cyanhäoglobinmethode wurde aus dem Vollblut der Hämoglobingehalt photometrisch ermittelt (DIN 58931:2010-08). Die Bestimmung des Hämatokritwertes erfolgte über Zentrifugation mit Mikro-Hämatokrit-Kapillaren. Kommerziell erhältliche Kits (Ferene B und TEBK, Fa. Bioanalytic, Umkirch) wurden eingesetzt, um den Eisengehalt im Serum sowie die Totale Eisenbindungskapazität (TIBC) photometrisch zu bestimmen, woraus die Transferrinsättigung abgeleitet werden konnte. Der Gesamteisengehalt im Lebergewebe wurde über Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) ermittelt. Die Untersuchung der Eisentransporter DMT1 und Ferroportin erfolgte auf Transkriptom sowie auf Proteomebene mittels qPCR und Western Blot.

Zur statistischen Auswertung wurde eine Varianzanalyse (SAS 9.3; SAS Institute Inc., Cary, USA) bei einem Signifikanzniveau von  $p < 0,05$  durchgeführt.

## Ergebnisse

Die unbehandelten Ferkel entwickelten in allen untersuchten Parametern während der ersten 21 Lebenstage eine Anämie. Die Leber als Hauptspeicherort von Eisen entleerte sich in dieser Zeit auf 14% des Ausgangswertes bei der Geburt ( $p < 0,0001$ ; Tabelle 2). Im Serum war während der ersten fünf Lebenstage ein starker Anstieg an Eisen zu erkennen, um bis zu Tag 21 auf die Hälfte des Gehaltes bei der Geburt abzufallen ( $p < 0,0001$ ). Die Gesamteisenbindungskapazität stieg statistisch signifikant während der ersten 21 Lebenstage von 130  $\mu\text{g/dL}$  auf 633  $\mu\text{g/dL}$  an, während im Vergleich dazu die Transferrinsättigung von 36% bei der Geburt auf 3% am Ende der Säugeperiode absank. Sowohl beim Hämoglobin, als auch beim Hämatokrit war ein starker Abfall der Werte in den unbehandelten Negativkontrolltieren zu erkennen (Abbildung 1 und 2).

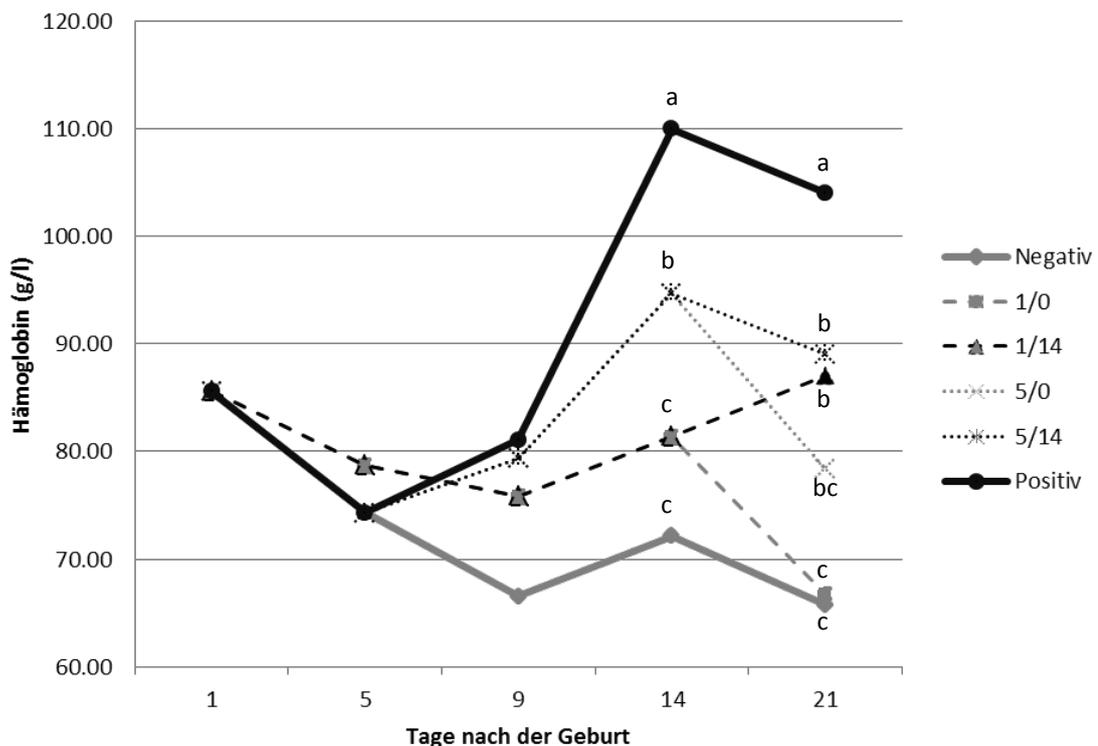
**Tabelle 2: Eisenstatusparameter in Blut und Leber bei ausbleibender Eisensupplementierung**

	1 p.p.	5 p.p.	21 p.p.	SEM	p-value
Serumeisen ( $\mu\text{g/dL}$ )	40.1 <sup>b</sup>	69.0 <sup>a</sup>	18.9 <sup>b</sup>	13.0	0,001
TIBC ( $\mu\text{g/dL}$ )	129.4 <sup>c</sup>	323.29 <sup>b</sup>	633.19 <sup>a</sup>	37.68	<0,0001
Transferrinsättigung (%)	35.7 <sup>a</sup>	22.1 <sup>b</sup>	2.9 <sup>c</sup>	7.2	<0,0001
Lebereisen (mg/kg TM)	682 <sup>a</sup>	223 <sup>b</sup>	99 <sup>b</sup>	95	<0,0001

Zwischen den Behandlungsgruppen zeigte sich ein signifikant erhöhter Serumeisengehalt in der parenteral supplementierten Gruppe ( $p < 0,0001$ ). Bei den oralen Behandlungen unterschieden sich die wiederholten Gaben signifikant von der Negativkontrolle, allerdings nur numerisch von den einmaligen Dosen. Die einmalige Gabe an Tag 1 war nahezu identisch der Negativkontrolle (Tabelle 3). Ein ähnliches Bild zeigte sich bei der Gesamteisenbindungskapazität. Sowohl Negativkontrolle als auch die einmalige orale Supplementierung an Tag 1 p.p. zeigten stark erhöhte Werte gegenüber den anderen Behandlungsgruppen während die Eiseninjektion die niedrigsten Werte aufwies ( $p < 0,0001$ ). Spiegelbildlich dazu zeigten ausschließlich die Lebereisengehalte der parenteral supplementierten Gruppe ähnlich hohe Werte wie bei der Geburt. Alle anderen Gruppen lagen entsprechend den reduzierten Werten von Tag 5 p.p. oder darunter.

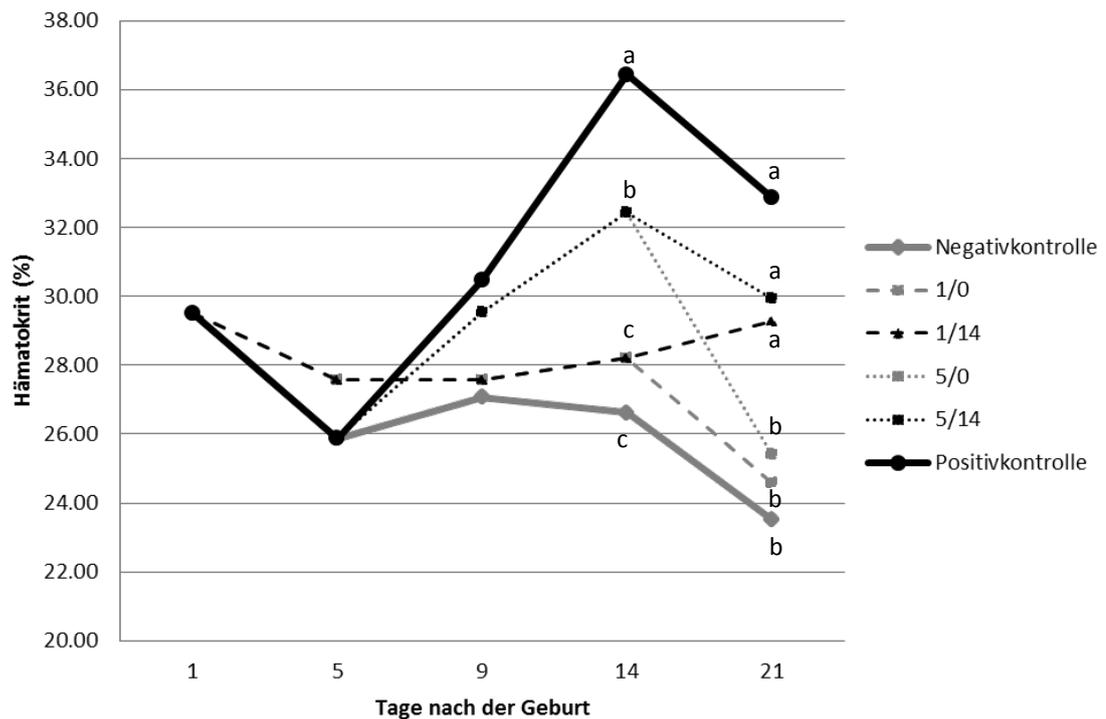
**Tabelle 3: Eisenstatusparameter in Blut und Leber 21 Tage p.p. bei verschiedenen Supplementierungsstrategien**

	1	1/14	5	5/14	Positivkontrolle	Negativkontrolle	SEM	p-value
Serumeisen ( $\mu\text{g/dL}$ )	26.2 <sup>cd</sup>	52.1 <sup>bc</sup>	40.59 <sup>bcd</sup>	57.8 <sup>bc</sup>	113.2 <sup>a</sup>	18.9 <sup>d</sup>	11.6	<0.0001
TIBC ( $\mu\text{g/dL}$ )	605.7 <sup>a</sup>	514.2 <sup>b</sup>	522.8 <sup>b</sup>	589.8 <sup>b</sup>	380.6 <sup>c</sup>	633.2 <sup>a</sup>	40.7	<0.0001
Transferrinsättigung (%)	4.5 <sup>b</sup>	10.5 <sup>b</sup>	9.1 <sup>b</sup>	10.9 <sup>b</sup>	33.2 <sup>a</sup>	2.9 <sup>b</sup>	3.4	<0.0001
Lebereisen (ppm)	125 <sup>b</sup>	190 <sup>b</sup>	158 <sup>b</sup>	225 <sup>b</sup>	834 <sup>a</sup>	99 <sup>b</sup>	83	<0.0001



**Abbildung 1: Verlauf des Hämoglobingehaltes während der ersten 21 Tage p.p. bei unterschiedlichen Supplementierungsstrategien. Unterschiedliche Buchstaben innerhalb eines Versuchstages zeigen statistisch signifikante Unterschiede.**

Sowohl bei Hämatokrit als auch Hämoglobin zeigten sich während der ersten 9 Tage p.p. keine signifikanten Unterschiede zwischen den Behandlungsgruppen (Abbildung 1 und 2). Erst ab Tag 14 ließ sich eine Aufspaltung der Gruppen bei beiden Parametern erkennen. Drei Wochen nach der Geburt zeigte die einmalige orale Supplementierung (1/0) keine signifikanten Unterschiede gegenüber der Negativkontrolle. Die einmalige Gabe an Tag 5 konnte sowohl Hämoglobin als auch Hämatokrit an Tag 14 anheben, allerdings verlor sich dieser Effekt wieder bei ausbleibender Wiederholung der Gabe. Eine wiederholte Gabe verbesserte den gesamten Blutstatus, während eine Injektion hier einen signifikanten Anstieg deutlich über das Geburtsniveau bewirkte.



**Abbildung 2: Verlauf der zellulären Blutbestandteile während der ersten 21 Tage p.p. bei verschiedenen Eisensupplementierungen. Unterschiedliche Buchstaben innerhalb eines Versuchstages zeigen statistisch signifikante Unterschiede.**

Sowohl die Genexpression als auch die Proteinexpression zeigte eine Aufregulierung der Eisentransporter von Tag 1 p.p. auf Tag 5 p.p. auf das Doppelte (Tabelle 4). Während die Genexpression bis an Tag 21 wieder auf das Ausgangsniveau absank, blieb jedoch die Proteinmenge konstant auf dem Niveau von Tag 5 p.p.

**Tabelle 4: x-fache Genexpression der Eisentransporter Ferroportin und DMT1 sowie x-fache Proteinexpression von Ferroportin der Negativkontrolle während der ersten drei Lebenswochen**

	1 p.p.	5 p.p.	21 p.p.	SEM	p-value
<b>x-fache Genexpression</b>					
FPN	1.00 <sup>b</sup>	2.27 <sup>a</sup>	0.79 <sup>b</sup>	0.35	<.0001
DMT1	1.00 <sup>ab</sup>	2.03 <sup>a</sup>	0.59 <sup>b</sup>	0.52	0.029
<b>x-fache Proteinexpression</b>					
FPN	1.00	1.84	1.99	0.34	0.082

## Diskussion

Mit dieser Untersuchung wird erneut deutlich, dass das Ausbleiben einer Eisensupplementierung bei Saugferkeln bereits innerhalb der ersten drei Lebenswochen zu einer akuten Anämie mit einer vollständigen Entleerung der Eisenspeicher führt. Die in der Praxis gängige Injektion kann jedoch auch hier eine ausreichende Versorgung sicherstellen, um die von Rudolphi & Pfau (1977) beschriebenen Grenzwerte zur Beurteilung von Eisenmangelzuständen zu überschreiten. Allerdings ist in dieser Studie ebenfalls die enorme Anflutung von freiem Eisen in den Organismus nach parenteraler Applikation erkennbar. Insbesondere der Anstieg des Eisengehaltes in der Leber und im Serum lässt auf oxidative Belastungen schließen. Hierzu sind jedoch weitere Untersuchungen in Bezug auf oxidativen Stress in den entsprechenden Geweben notwendig.

Die untersuchten Strategien einer oralen Supplementierung zu verschiedenen Zeitpunkten und Häufigkeiten erreichen jedoch in keiner der Behandlungen eine zur Injektion adäquate Effizienz. Eine orale Gabe von Eisen kurz nach der Geburt führt zu keiner erkennbaren Verbesserung des Eisenstatus im Vergleich zur Negativkontrolle. Bei Betrachtung der Eisentransporter im Duodenalgewebe wird deutlich, dass diese erst ab Tag 5 in vollem Umfang exprimiert werden und somit auch erst ab diesem Zeitpunkt Eisen effektiv vom Darmepithel aufgenommen werden kann. Dies deckt sich mit Studien von Lipinski et al (2010), die identische Befunde darlegen. Eine einmalige orale Supplementierung an Tag 5 liefert ein ebenfalls nicht zufriedenstellendes Ergebnis. Auch hier kann nur eine bedingte Verbesserung im Eisenstatus erzielt werden. Allerdings ist zu erkennen, dass im Gegensatz zu einer sehr frühen oralen Applikation, in den Tagen nach der Gabe ein kurzfristiger Anstieg der Blutparameter stattfindet. Es ist daher von einer erfolgreichen Absorption des Eisens aus dem Darm auszugehen, auch wenn die aufgenommene Menge für eine Bedarfsdeckung bis zu Tag 21 nicht ausreichend ist (Pallauf & Kirchgessner, 1974).

Die wiederholte Gabe an Tag 14 führt insgesamt zu einer stabileren Eisenversorgung mit geringeren Schwankungen in den Blutparametern während der ersten drei Lebenswochen. Dabei ist zu erkennen, dass im Wesentlichen kein vollständiges Auffüllen der Eisenspeicher wie bei der Injektion möglich ist, jedoch die Statusparameter, wie sie in den ersten fünf Tagen nach der Geburt vorliegen, konstant gehalten werden können.

## Schlussfolgerung

Obwohl eine unzureichend effiziente Wirkung einer oralen Supplementierung von Eisen in dieser Studie deutlich manifestiert werden konnte, zeigen die Ergebnisse einer wiederholten Gabe positive Effekte auf den Eisenstatus von Saugferkeln. Eine vollständige Behebung eines Mangelzustandes inklusive des Auffüllens der hepatischen Eisenspeicher, wie bei der parenteralen Applikation möglich, konnte jedoch auch hier nicht gezeigt werden. Dennoch sollte eine Optimierung dieser Supplementierungs-Strategie in Bezug auf einen für den Organismus schonenderen Einsatz ohne Umgehung der natürlichen Regulationsmechanismen weiter vorangetrieben werden. Dabei ist zu beachten, dass eine orale Supplementierung kurz nach der Geburt aufgrund der gering exprimierten Eisentransporter nicht sinnvoll ist. Aus physiologischer Sicht ist daher erst ab Tag 5 nach der Geburt mit einer effizienten Absorption von oral verabreichten Eisen zu rechnen.

## Literatur

Holter, P.H., T. Framstad, A. Aulie, H. E. Refsum u. O. V. Sjaastad (1991) Effect of iron treatment on erythrocyte parameters in postnatal anemia of the pig. *Pediatr. Hematol. Oncol.* 8, 1-11.

Hentze M.W., Muckenthaler M.U., Galy, B., Camaschella, K.C. (2010) Two to tango: regulation of Mammalian iron metabolism. *Cell* 142(1), 24-38.

Lipinski P., Starzynski R. R., Canonne-Hergaux F., Tudek B., Olinski R. (2010) Benefits and risks of iron supplementation in anemic neonatal pigs. *Am. J. Pathol.*, 177, 1233–43.

Pallauf j., Kirchgessner M. (1974) Zur Prüfung von Eisenpräparaten in der Anämieprophylaxe bei Saugferkeln. *Züchtungskde.*, 45, 119-132.

Rudolphi K., Pfau A. (1977) <sup>59</sup>Fe- Ganzkörperretentionsmessungen zur Beurteilung des Eisenstoffwechsels von Saugferkeln *Dtsch. Tierärztl. Wschr.*, 84, 434-437.

## Danksagung

Dieses Projekt wird gefördert durch die Bayerische Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V. und die Hildegard-Grunow-Foundation

### Autorenanschrift

Marzell Buffler, M.Sc.  
Lehrstuhl für Tierernährung  
Wissenschaftszentrum Weihenstephan  
Technische Universität München  
Liesel-Beckmann-Straße 2  
85354 Freising

## Mineral-glycinate supplementation improves the systemic immune response to lipopolysaccharide challenge in lactating dairy cows

Emma H. Wall<sup>1</sup>, Kim Tran<sup>2</sup>, Carter Wallinger<sup>2</sup>, Joseph S. Hogan<sup>2</sup>, W. P. Weiss<sup>2</sup> and G. Johanterwage<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pancosma S.A., Geneva, Switzerland, <sup>2</sup>Department of Animal Sciences, OARDC, The Ohio State University, Wooster, OH, USA

Previously, it was observed that supplementation of growing steers with a Zn-glycinate complex improved immunity compared to an inorganic Zn source. The objective of this experiment was to test the hypothesis that supplementation of dairy cows with minerals in glycinate form would improve immune responses. Twelve mid-lactation Holstein cows were fed either a diet (UNSUP) void of supplemental Cu, Zn, and Mn (containing approximately 8, 30, & 30 ppm of each mineral, respectively in inorganic form) or a diet (GLY) containing Cu, Zn, and Mn in the glycinate form (B-TRAXIM® 2C, Pancosma; 16, 60, & 60 ppm, respectively) for 30 d. After 30 d, blood samples were collected for measurement of Cu in the serum as well as isolation of neutrophils to assess function. Cows were then exposed to intramammary infusion with lipopolysaccharide (LPS) of *Escherichia coli* O111:B4 (10 mL of a 10 µg/mL solution infused into the teat canal) to compare host defense responses, which were monitored for 7 d. Milk samples were collected for analysis of SCC and visual characterization. Clinical scoring (1 = normal; 5 = severe) was conducted and rectal temperature was monitored to estimate the systemic response to the LPS challenge. As expected, concentrations of Cu in the serum were increased with GLY (0.77 vs. 0.91 µg/g;  $P < 0.05$ ). Percentage of intracellular kill and phagocytic neutrophils were not affected by treatment ( $P > 0.05$ ); however, the phagocytic index (# bacteria ingested per phagocyte) was decreased in GLY cows (2.47 vs. 1.85;  $P < 0.05$ ). Before, during, and after the LPS challenge there was a trend for decreased SCC in GLY cows ( $P$ 's  $< 0.15$ ). By design, the LPS challenge elicited a marked increase in clinical score (peak score = 4) and this was not affected by supplementation ( $P > 0.70$ ). Rectal temperature during the first 24h post-LPS challenge was lower in the GLY cows, characterized by a lower area under the curve (933.8 vs. 927.7;  $P < 0.05$ ) and a lower peak temperature (40.5 vs. 40.0°C;  $P < 0.05$ ). The decreased body temperature combined with the lower SCC in GLY cows indicates that mineral-glycinate supplementation influences immune responses in dairy cows and may improve the ability to fight off infection. This has implications for mammary health; however, additional research is needed to distinguish the role of each metal – and their form – in this response.

### Autorenanschrift

G. Johanterwage  
PANCOSMA SA  
voie des traz 6  
1218 Le Grand Saconnex  
Switzerland.

Abstract presented at ADSA – ASAS joint annual meeting, USA, July 2016

## webFuLab und Zifo2 – ein gutes Team zur Rationsbewertung

### Stefanie Fuhrmann, Martin Schäffler

Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft

### Einleitung

Nur durch Futteruntersuchungen ist es möglich, den Wert der eingesetzten Futtermittel zu bestimmen. Hierfür steht die Internetanwendung webFuLab für Kunden des Gruber Labors [Labor der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) und des Landeskuratoriums der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e.V. (LKV)] bereit. Online werden dem Landwirt und Berater zeitnah und in moderner Form die untersuchten Futtermittelgehalte präsentiert. Doch wie können diese wertvollen Ergebnisse am besten genutzt werden, um die Wertschöpfung in der Tierproduktion zu erhöhen? Nach einer Modernisierung des LfL-Zielwert-Futteroptimierungsprogrammes Zifo (ehemals ZifoWin) ist dies möglich. Landwirte oder Berater können nun Untersuchungsergebnisse direkt aus webFuLab in Zifo2 importieren. Nie wieder Zettelwirtschaft und Tippfehler beim Übertragen der Daten! In Zifo2 kann die Ration auf Basis der eigenen Futteruntersuchung berechnet und z.B. mit dem passenden Mineralfutter verfeinert optimiert werden. Mithilfe vieler Neuerungen wurden Handling und Funktionalität des Programmes verbessert. Das Programm steht seit Mitte 2016 zur Verfügung und ist frei verkäuflich.

### webFuLab

Im Jahr 2013 startete die Internetanwendung webFuLab. Futteruntersuchungen des LfL- und LKV-Labors in Grub wurden damit internetfähig. Zum einen meldet der Nutzer in dieser Webanwendung seine zu untersuchenden Futterproben direkt im Labor an. Erreichen die Probenbüten per Post oder Kurier das Labor, wird die elektronische Anmeldung durch abscannen des Barcodes mit der Probe verbunden. Die Probe kann sofort untersucht werden.

Anschließend kann der Landwirt oder Berater online den Bearbeitungsstand seiner Probe nachverfolgen. Der Nutzer sieht in webFuLab die Ergebnisse und kann sie mit vorgefertigten oder individuell ausgewählten Durchschnittswerten vergleichen (siehe Abbildung 1). Dabei besteht auch ein zeitlicher Vorteil, denn in webFuLab werden auch Teilergebnisse angezeigt. D.h. auch Ergebnisse bereits untersuchter z.B. Rohnährstoffe sind einsehbar, selbst wenn die Probe noch nicht fertig ist. Das Übertragen der Werte in pdf- oder Excel-Format aus webFuLab heraus ist ebenfalls möglich.



-Details					
Bezugsgröße: 1000g Trockenmasse		Inhaltsstoffe: Alle angeforderten Tierarten			
	Labor	Landkreis	Regierungsbezirk	Tabellenwert	
Labor-Nr.	L1311				
Adressen	276	-	-	-	
Fut.Mit.Def.	2029 - GrasSilage, angewelkt, ab 4.Schnitt	2029 - GrasSilage, angewelkt, ab 4.Schnitt	2029 - GrasSilage, angewelkt, ab 4.Schnitt	2029 - GrasSilage, angewelkt, ab 4.Schnitt	
Etikettnr./Herkunft		Rosenheim - Stadt	Oberbayern	Tabellenwert	
Ernte/Probenahme	05.09.2013 / 22.10.2013	01.01.2013 - 26.11.2013	01.01.2013 - 26.11.2013		
Rohnährstoffe					
Trockenmasse	g 1000.0	1000.0 (13)	1000.0 (697)	1000.0	
TMProFM	g 264.13	358.6 (13)	342.7 (697)	350.0	
Rohasche	g 111.77	132.9 (10)	112.4 (650)	125.0	

Abbildung 1: Auszug aus Detailansicht von Probenergebnissen und Vergleichswerten, Onlineanwendung webFuLab



## Optische Unterstützung bei abweichenden Mischungsgehalten

Zifo bietet die Möglichkeit, auf Basis der eigenen Futtermittelgehalte, die Ration so zu verfeinern, dass die Bedarfswerte des Tieres bestmöglich erreicht werden. Aus den Leistungskennwerten (Milchmenge, Gewicht, Zunahmen, Wurfzuwachs usw.) errechnet das Programm die anzustrebenden Gehalte, also die Zielwerte der Ration. Dies war auch schon vor der Modernisierung so. Ab jetzt werden bei einigen Tierarten, z.B. bei Milchkühen, die Gehalte der berechneten Ration zusätzlich gelb hinterlegt, wenn Sie zu weit vom Zielwert abschweifen oder bestimmte Richtwerte über- bzw. unterschreiten. Durch diese optische Hilfe wird der Nutzer schneller auf Schwachstellen der Ration hingewiesen.

## Individueller Tabellenaufbau für mehr Flexibilität

Der Nutzer kann im Programm leicht verschiedene Futtermittel miteinander vergleichen und gegeneinander austauschen. Dadurch fällt z.B. die Wahl des für die aktuelle Fütterung optimal passenden Mineralfutters leichter. Diese wichtige Funktionalität wurde während der Modernisierung vereinfacht und erweitert. In Zifo2 kann der Nutzer durch individuellen Tabellenaufbau sofort in Echtzeit sehen, wie sich Gehaltsänderungen der Futtermittel oder die Verwendung substituierter Futtermittel auf die Gesamtration auswirken (siehe Abbildung 3). Zudem kann der Nutzer nahezu alle Tabellen in Zifo2 nach seinen eigenen Vorstellungen bzgl. Spaltenbreite und -reihenfolge abändern. Hier wird dem Nutzer größtmögliche Flexibilität geboten, damit er mit Zifo2 effizient arbeiten kann.

The screenshot displays the Zifo2 software interface. The top window, titled 'Mischung für Milchkühe in Stall 2', shows a table of feed ingredients with columns for 'Entf.', 'Futte...', 'Beschreibung', and 'Anteil'. The bottom window, titled 'Futtermittel', shows a list of feed ingredients with columns for 'Angewählt', 'Bezeichnung', and 'Dat'. The right side of the interface shows a 'Fachliste kurz' table with columns for 'Inhaltsstoff', 'Ein...', 'Zielwert', 'Gehalt', and 'Leistung'.

Entf.	Futte...	Beschreibung	Anteil	Anteil	Anteil
			FM Mis...	TM Mis...	FM Tag al
X	2015	Std GrasSil anw. 1.Sch...	20.00	7.00	100
X	2206	Std MaisSil Wachstreif 3...	18.00	6.30	90
X	3125	Std Stroh Gerste	0.00	0.00	
X	4145	Std Weizen	0.46	0.40	2
X	4205	Std Körnermais	0.00	0.00	
X	4925	Std Kohlensäurer Kalk	0.00	0.00	
X	4945	Std Viehsalz	0.01	0.01	
X	6425	Std RapsExtraktionsSc...	0.40	0.36	1
X	8186	Std Mineralfutt Rind 20...	0.12	0.11	
X	8115	# MilchleisFutt 16%RP/...	4.00	3.52	20
		Summe	42.98	17.70	214

Inhaltsstoff	Ein...	Zielwert	Gehalt	Leistung
		Mischung	Mischung	Mischung
120 - Trockenmasse (TM)	g	18400	17696	
122 - Frischmasse (FM)	g	36800	42976	
410 - Netto-En. Lakt. (NEL)	MJ	121.3	115.4	23.2
200 - Rohprotein (XP)	g	2635	2536	23.9
213 - Nutzbares Protein (nXP)	g	2635	2540	23.9
216 - Ruminale N-Bilanz (R...	g	0	-1	
300 - Rohfaser (XF)	g	3312	3464	19.6 %
312 - Rohfaser (Grobf.)	g	2392	3021	17.1 %
350 - Stärke (XS)	g	4600	3060	
352 - Zucker (XZ)	g	1380	385	
354 - Stärke + Zucker	g	5520	3445	19.5 %
357 - pansenabb. Kohlenh.	g	4600	2999	16.9 %
358 - pansenstabile Stärke	g	920	445	2.5 %
360 - Rohfett (XL)	g	736	614	3.5 %
160 - Rohasche (XA)	g	1300	1502	
321 - aNDFom	g	7360	7995	

Angewählt	Bezeichnung	Dat
<input type="checkbox"/>	Milchleis.Futter, 40% Rohprotein, EnergieSt...	22
<input type="checkbox"/>	Milchleis.Futter, 40% Rohprotein, EnergieSt...	29
<input type="checkbox"/>	MilchleisFutt 16%RP/En St 2 Kopie	29
<input type="checkbox"/>	MilchleisFutt 16%RP/En St 3 Kopie	29
<input type="checkbox"/>	MilchleisFutt 18%RP/ES 3 stabil Kopie	29
<input type="checkbox"/>	MilchleisFutt 18%RP/En St 2 Kopie	29
<input type="checkbox"/>	MilchleisFutt 18%RP/En St >3 Kopie	29
<input type="checkbox"/>	MilchleisFutt 25%RP/En St 2 Kopie	29
<input type="checkbox"/>	MilchleisFutt 25%RP/En St 3 Kopie	29
<input type="checkbox"/>	MilchleisFutt 32%RP/En St 1 Kopie	29
<input type="checkbox"/>	MilchleisFutt 32%RP/En St 2 Kopie	29
<input type="checkbox"/>	MilchleisFutt 36%RP/En St 3 Kopie	29
<input type="checkbox"/>	MilchleisFutt 40% RP/En St >3 Kopie	29
<input type="checkbox"/>	MilchleisFutt 40%RP/En St 3 Kopie	29

Inhaltsstoff	Einheit	Inhalt (FM)	Inhalt (TM)	Quelle
120 - Trockenmasse (TM)	g	880	1000	Tabelle
122 - Frischmasse (FM)	g	1000	1136	Formel
410 - Netto-En. Lakt. (NEL)	MJ	6.2	7.1	Formel
200 - Rohprotein (XP)	g	167	190	Hand
213 - Nutzbares Protein (nXP)	g	146	166	Formel
216 - Ruminale N-Bilanz (RNB)	g	3	4	Formel
300 - Rohfaser (XF)	g	95	108	Tabelle
310 - Strukturfaktor	g	0	0	Tabelle
312 - Rohfaser (Grobf.)	g	0	0	Formel
350 - Stärke (XS)	g	232	264	Tabelle
352 - Zucker (XZ)	g	44	50	Tabelle
354 - Stärke + Zucker	g	276	314	Formel

Abbildung 3: Gleichzeitige Sichtbarkeit von Futtermittel- und Mischungsgehalten in Zifo2

## Vergleichen von Mischungen mit Zifo2

Außerdem wurde die Darstellung und Funktionalität der Mischungsvergleiche verbessert. Der Nutzer kann mehrere Vergleichsmischungen erstellen und einander gegenüberstellen. Dafür gibt es in Zifo2 gleich zwei Möglichkeiten.

Weg 1: Es können mehrere Mischungen eines Betriebes gleichzeitig geöffnet werden. Die Tabellen mit z.B. Anteilen oder Gehalten beider Mischungen sind dann gleichzeitig sichtbar und können direkt bearbeitet werden (siehe Abbildung 4).

Inhaltsstoff	Ei...	Zielwert	Gehalt	Leistung
		Mischung	Mischung	Mischung
120 - Trockenmasse (TM)	g	18400	18400	
122 - Frischmasse (FM)	g	36800	43780	
410 - Netto-En. Lakt. (NEL)	MJ	121.3	120.5	24.7
200 - Rohprotein (XP)	g	2635	2636	25.0
213 - Nutzbares Protein (nXP)	g	2635	2645	25.1
216 - Ruminale N-Bilanz (RNB)	g	0	-1	
300 - Rohfaser (XF)	g	3312	3528	19.2 %
312 - Rohfaser (Grobf.)	g	2392	3021	16.4 %
350 - Starke (XS)	g	4600	3318	
352 - Zucker (XZ)	g	1380	415	
354 - Starke + Zucker	g	5520	3733	20.3 %
357 - pansenabh. Kohlenh.	g	4600	3252	17.7 %
358 - pansenstabile Starke	g	920	481	2.6 %
360 - Rohfett (XL)	g	736	637	3.5 %
160 - Rohasche (XA)	g	1300	1571	
321 - aNDFom	g	7360	8210	
323 - ADFom	g	5520	4244	
320 - aNDFom (Grobf.)	g	5741	6661	36.2 %
800 - Grundfutter-TM	g	13200	13300	72.3 %
802 - Kraftfutter-TM	g	5200	5100	27.7 %
960 - Strukturindex Rohfaser		50.0	89.4	
961 - Strukturindex aNDFom		50.0	84.2	
510 - Kalzium (Ca)	g	99.3	116.7	30.6
520 - Phosphor (P)	g	62.0	70.8	29.7
530 - Magnesium (Mg)	g	28.1	35.8	44.3
532 - Natrium (Na)	g	26.7	27.4	25.9
534 - Kalium (K)	g	202.2	328.7	
680 - Preis in Euro/Cent		0.00	315.96	
917 - Kraftfutter/kg Leistung	g	238.8	234.2	

Abbildung 4: Gleichzeitige Sichtbar- und Bearbeitbarkeit mehrerer Mischungen in Zifo2

Weg 2: Es können auch mehrere Mischungen eines Betriebes in einem Mischungsvergleich einander gegenübergestellt werden. Dieser tabellarische Vergleich von Futtermittelanteilen und Gehalten bzw. daraus rückgerechneter Leistungen der Mischungen ist rein darstellender Art. Er zeigt vom Nutzer ausgewählte Futtermittel oder Inhaltsstoffe auch in Balkendiagrammen, um den Vergleich optisch zu unterstützen (siehe Abbildung 5).

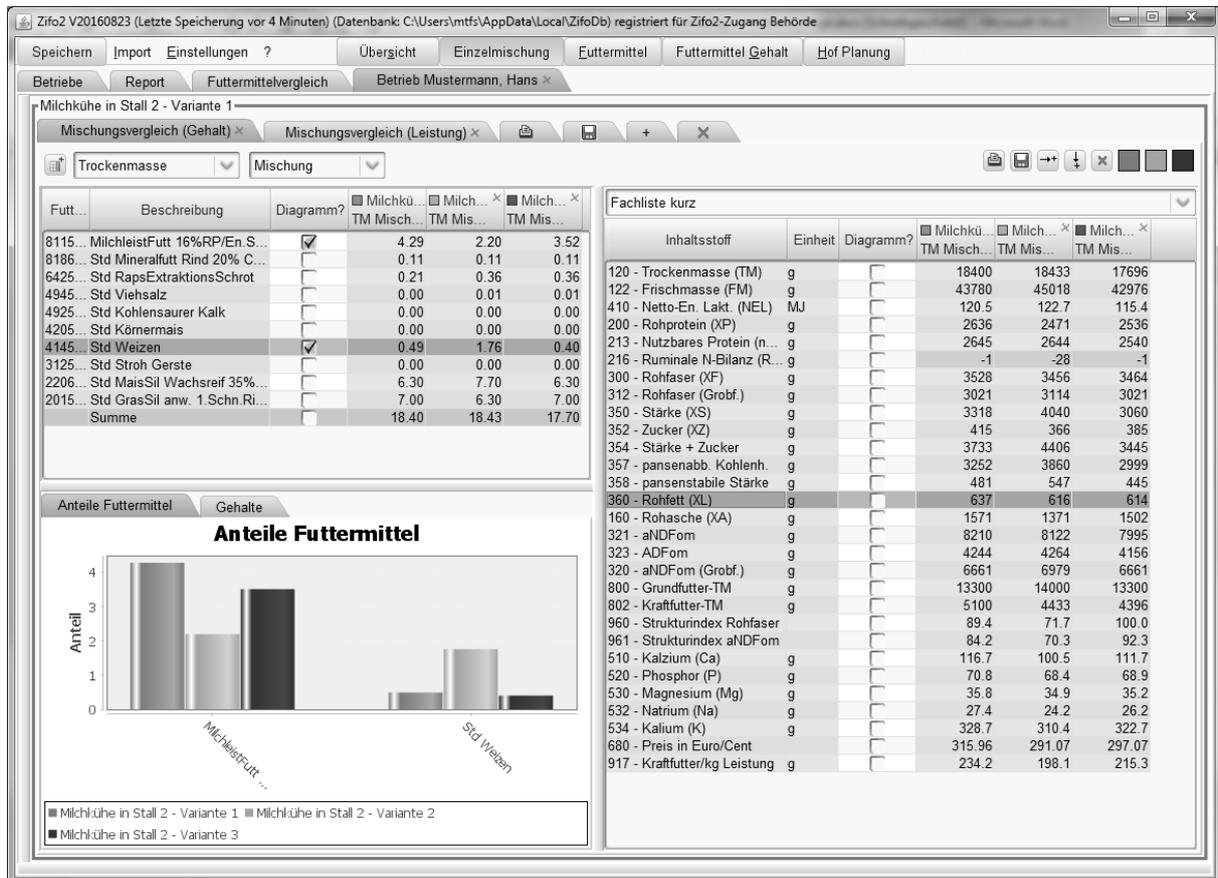


Abbildung 5: Mischungsvergleich mit Vergleichsdiagramm in Zifo2

## Komplexe Mischungsmodelle mit Zifo2 darstellen

Auf den Betrieben werden immer komplizierte Fütterungs- und Mischungsmodelle praktiziert. Diese in einem Fütterungsprogramm widerzuspiegeln bereitet manchmal Probleme. Zifo2 konnte hierbei einen zeitgemäßen Wunsch umsetzen. Ab jetzt können Mischungen „lebend“ in eine andere Mischung integriert werden. Ändert der Nutzer anschließend Anteile oder Futtermittel der sogenannten Vormischung, so werden die Auswirkungen sofort in der Gesamtmischung sichtbar. Damit können jetzt auch Änderungen von selbstgemischten Kraftfuttermischungen in Zifo2 dargestellt werden. Oder von Änderungen der Mischungen, die als Basis verschiedener Nutzungsrichtungen des Betriebes dienen. Also z.B. die Milchviehmischung, die mit Stroh versetzt auch an die trockenstehenden Kühe oder an das Jungvieh verfüttert wird.

## Gesamtbetriebliche Übersicht, Gülleanfall mit Zifo2

Um die zu fütternde Ration gesamtbetrieblich und auch nährstoffbezogen bewerten zu können, gab es bereits früher in Zifo den sogenannten „Futtevorschlag“ und die „Gülleberechnung“. Aufgrund von Aufbau und Handling wurde beides jedoch nur vereinzelt als Hilfsmittel verwendet. Diese beiden Bereiche wurden komplett überarbeitet und in Zifo2 übersichtlicher gestaltet. In der sogenannten „Hofplanung“ stehen dem Nutzer in vier Tabellen alle Informationen der verwendeten Mischungen zur Verfügung (siehe Abbildung 6).

Zifo2 V20160823 (Letzte Speicherung vor 4 Minuten) (Datenbank: C:\Users\vmf\AppData\Local\ZifoDb) registriert für Zifo2-Zugang Behörde

Speichern Import Einstellungen ? Übersicht Einzelmischung Futtermittel Futtermittel Gehalt Hof Planung

Betriebe Report Futtermittelvergleich Betrieb Mustermann, Hans x

Hof Planung

Verwendete Futtermittel im Betrieb je Jahr Frischmasse dt Alle Futtermittel

Futtermitt...	Futtermittel	Hauptfruc... ha	Zwischenf... ha	Ertrag dt je ha	Ertrag An... dt	Zukauf dt	Abgleich dt	Vorratsbil... dt	Angebot dt	Verbrauch dt	Verkauf dt	N-...
2015	Std GrasSil anw. 1 Schn.RispSpreiz.	35.0		114.29	4000.0		1254.9		4000.0	2745.1		
2206	Std MaisSil Wachsreif 35% TM	10.0		342.86	3428.6		73.4		3428.6	3355.1		
4145	Std Weizen	15.0		80.00	1200.0		-116.8		1200.0	1316.8		
6425	Std RapsExtraktionsSchrot			0.00			-60.3			60.3		
8186	Std Mineralfutt Rind 20% Ca, 5% P			0.00			-17.9			17.9		
8115	MilchleistFutt 16%RP/En.St.2 Kopie			0.00			-381.2			381.2		
4025	Std Gerste, 2-zeilig			70.00			-721.1			721.1		
4674	Std Fasermix, 20% Rohfaser			0.00			-69.8			69.8		
5425	Std Rapsöl			0.00			-34.9			34.9		
6435	Std SojaExtrSchrot, 44% RP			0.00			-395.5			395.5		
8284	Std Mineralfutt Ferkel 4 As 4%			0.00			-93.1			93.1		
Summe		60.0			8628.6		-562.3		8628.6	9190.8		
je ha Anb...		1.0			143.8		-9.4		143.8	153.2		

Aufnahme - Ansatz

Gülle - Ausscheidungen - Dünger Frischmasse Bestand und Jahr dt, kg Ausscheidung/Gülle, Dünger

Farbe	Mischung	N Lagerverlust %	N Ausbringverlust %	TM Gehalt Gülle kg TM/m³	Preis €/kg	Anfall Gülle dt	Verkauf G... dt	Zukauf dt	Verfügung dt	N Aussch... kg FM	N Lager kg FT
	Milchkühe in Stall 2 - Variante 2	15.0	18.0	75.0	0.38	10835.22	0.00		10835.22	3982.69	338
	Beispiel Ferkelaufzucht II	30.0	14.0	50.0	0.25	6919.00	0.00		6919.00	3113.35	217
	Summe					17754.22	0.00		17754.22	7096.04	556

Saldo wichtiger Nährstoffe im Jahr

Posten	N kg	P kg	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg	K kg	K <sub>2</sub> O kg
- Abfuhr von Feld aus Anbau	7602.00	1197.00	2742.00	6048.00	7258.00
+ N-Bindung durch Anbau	350.00				
= - Bedarf durch Anbau	7252.00	1197.00	2742.00	6048.00	7258.00
Aufnahme Futter	12433.22	2128.16	4873.18	6319.40	7583.27
Ansatz/Leistung Tiere	5337.17	1043.15	2388.93	799.93	959.92
= Nährstoffe aus Gülle und Dünger vor Lagerung und Ausbringung	7096.04	1085.01	2484.24	5519.46	6623.36
= Lieferung aus Gülle und Dünger auf Feld	4650.18	1085.01	2484.24	5519.46	6623.36
-> Saldo Nährstoffe aus Bedarf u. Lieferung	-2601.82	-111.99	-257.76	-528.54	-634.64
-> Saldo Nährstoffe aus Bedarf u. Lieferung je ha Hauptfrucht	-43.36	-1.87	-4.30	-8.81	-10.58

Abbildung 6: Hofplanung, Tabelle Futtermittelantrag und Gülleanfall in Zifo2

## Fazit

In diesem Beitrag wurden nur die wichtigsten Neuerungen des LfL-Programms Zifo2 aufgeführt, allen voran der Import von Futtermittelergebnissen aus webFuLab. Durch diese Neuerungen steht mit Zifo2 ein leistungsfähiges und modernes Rationsberechnungs- und -bewertungsprogramm zur Verfügung. Basierend auf eigenen Futterdaten kann die Ration optimal zusammengestellt und damit schlussendlich auch die Wertschöpfung des Betriebes erhöht werden.

### Autorenanschrift

Stefanie Fuhrmann  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)  
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft (ITE)  
Prof.-Dürrwachter-Platz 3, 85586 Poing  
Tel. 089 99141 445  
Stefanie.Fuhrmann@LfL.bayern.de



**SCHAUMANN**  
– Erfolg im Stall

**Gemeinsam zum Ziel: Mehr Effizienz  
durch intelligente Fütterungskonzepte.**

**Fragen Sie Ihren SCHAUMANN-Fachberater!**



Die SCHAUMANN-Fütterungskonzepte basieren auf praxisorientierter Forschung, leistungsstarken Produkten und individueller Beratung. Überzeugen Sie sich!

Tel. 04101 218 - 2000 · [www.schaumann.de](http://www.schaumann.de)

## Untersuchung von tierindividuellem Futteraufnahmeverhalten bei Mastschweinen

**Peter Loibl<sup>1</sup>, Wolfgang Preißinger<sup>1</sup>, Günter Propstmeier<sup>1</sup>, Simone Scherb<sup>1</sup>, Wilhelm Windisch<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft

<sup>2</sup>Technische Universität München, Lehrstuhl für Tierernährung

### Einleitung

Zur Bewertung von „Tierwohl“ in der Nutztierhaltung stehen zahlreiche verschiedene Indikatoren zur Verfügung. Sie werden in drei verschiedene Kategorien eingeteilt: ressourcen-, tier- und managementassoziiert (Schrader 2013). Ressourcenbezogene Faktoren betreffen die Haltungsumwelt (Platzangebot, Ausgestaltung der Bucht usw.). Der Umgang mit den Tieren (z. B. Häufigkeit und Güte der Klauenpflege, Futterqualität und -vorlagefrequenz) wird dem Management zugeordnet (Bracke 2002). Diese beiden Indikatorkategorien sind relativ leicht und v. a. objektiv zu erfassen. Auf das (Einzel)Tier bezogene Messungen gestalten sich unter praktischen Haltungsbedingungen meist jedoch relativ arbeitsaufwendig und schwierig (z. B. Pulsmessung oder Erfassung des Stresshormonspiegels) und die Daten sind oftmals, u. a. aufgrund starker, tierindividueller Schwankungen, schwer zu interpretieren (McGlone et al. 1993; Fureix et al. 2013). Eine reine Beurteilung der zootechnischen Leistungen im Hinblick auf das Tierwohl (gutes Wohlbefinden bedingt gute Leistungen und umgekehrt) ist außerdem sehr umstritten. So kann z. B. ein Aufzuchtferkel optimale Zunahmen realisieren und trotzdem haltungsbedingte Stereotypen wie Belly-Nosing zeigen (u. a. Dawkins 2004). Das Wohlbefinden des Tieres wird also durch zahlreiche Faktoren beeinflusst. Zur Bestimmung des Status ist eine Betrachtung des Tierverhaltens sehr wichtig. Dieses ist aber relativ schwer durch bloße Beobachtung zu messen. Harding et al. (2004) stellten beispielsweise fest, dass ein Zusammenhang zwischen der beobachtenden Person und der Bewertung des Verhaltens besteht.

Da das Tierverhalten jedoch eine immer wichtiger werdende Stütze in der Untersuchung des Tierwohls darstellt (Duncan 2005), soll im vorliegenden Projekt geprüft werden, ob man bei Mastschweinen in der Gruppenhaltung negative Umwelteinflüsse am Futteraufnahmeverhalten ableiten kann.

### Material und Methoden

Am Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Schweinehaltung, der bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft in Schwarzenau, wurde ein Schweinemastversuch durchgeführt. Es wurden 96 Tiere nach Geschlecht (48 weibliche Tiere, 48 Kastraten), Abstammung und Gewicht (durchschnittliches Einstellungsgewicht 37,1 kg) gleichmäßig über acht Buchten verteilt (n = 12 Tiere/Bucht). In jeder Bucht wurde mit einer Abrufstation gefüttert. Zur möglichst detaillierten Untersuchung des Futteraufnahmeverhaltens des Einzeltieres wurden neben den Standardmessungen der täglichen Futteraufnahme und der wöchentlichen Zunahmen auch jeder einzelne Besuch an der Abrufstation mit Besuchsstartzeitpunkt und gefressener Futtermenge erfasst.

Alle Tiere erhielten, außer bei versuchsbedingten Änderungen, die gleiche Ration und wurden dreiphasig gefüttert (Anfangsmast (AM): 30-60 kg; Mittelmast (MM): 60-90 kg; Endmast (EM): 90-120 kg). Die Ration bestand aus Gersten- (40 %), Weizen- (39-46 %) und Sojaextraktionsschrot (18-

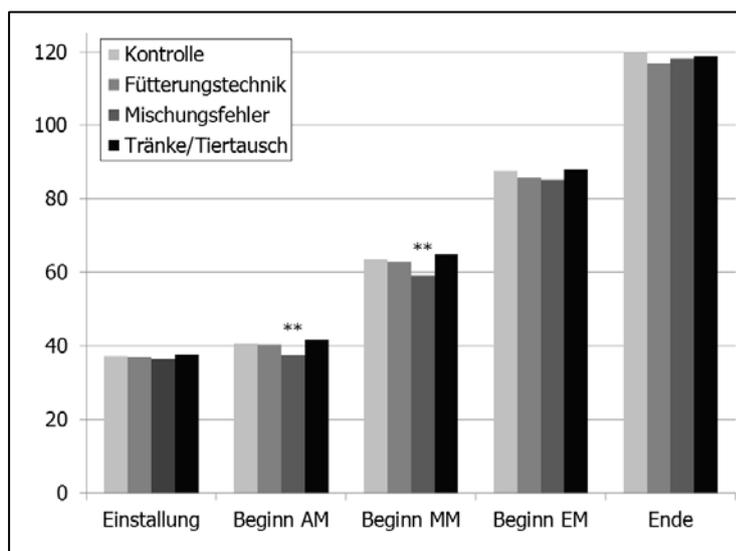
12 %) und wurde mit einem handelsüblichen Mineralfutter (3-2 %) ergänzt. Es ergab sich dadurch ein Gehalt an umsetzbarer Energie von 13,5-13,8 MJ und ein Rohproteingehalt von 16,5-14,3 %/kg Futter (88 % TM) im Mastfortschritt (AM-EM), was den geltenden Bedarfsempfehlungen entspricht (Flachowsky 2006).

Der Einfluss kurzfristiger, in der Stallroutine nicht unüblicher Störungen wurde anhand dreier Behandlungsgruppen gegen eine Kontrollgruppe untersucht. Es wurden immer zwei Buchten zu einer Gruppe zusammengefasst. In der Gruppe „Mischungsfehler“ wurden Fehler in der Futterzubereitung simuliert (Fütterung einer Mischung aus Gersten- (50 %) und Weizenschrot (50 %) und einer Mischung mit doppeltem Mineralfutteranteil für jeweils 48 Stunden). In Gruppe „Tränke/Tiertausch“ wurden drei Tiere zwischen den Buchten getauscht und der Tränkewasserdurchfluss an der Nippeltränke für 48 Stunden von 2,0 l/min auf 0,8 l/min reduziert. Die „Fütterungstechnik“-Gruppe sollte den Einfluss eines 24-stündigen und 12-stündigen Ausfalls des Fütterungssystems darstellen. Die Störungen wurden am Ende der Anfangsmast (fünfte Versuchswoche) und am Ende der Mittelmast simuliert (neunte Woche).

Die statistischen Auswertungen wurden mit SAS 9.4 (SAS Institute, Cary, United States of America) durchgeführt und beinhalteten Mittelwertvergleiche zwischen den Behandlungen (proc glm), graphische Auswertungen (proc sgplot) und zeitreihenanalytische Untersuchungen (u. a. proc spectra und proc ucm).

## Ergebnisse und Diskussion

In einem ersten Schritt wurden die zootecnischen Leistungen untersucht (beispielhaft wird die Gewichtsentwicklung im Mastverlauf in Abbildung 1 dargestellt). Hier konnten zwar signifikante Gruppenunterschiede festgemacht werden. Dies war jedoch nicht auf einen Behandlungseffekt zurückzuführen sondern vielmehr auf ein „Auseinanderwachsen“ unterschiedlich großer Tiere. Die schon bei der Einstellung tendenziell leichtere Gruppe „Mischungsfehler“ war bei Beginn der AM signifikant leichter und konnte dies erst während der MM ausgleichen. Dies spiegelte sich auch in der Futteraufnahme wieder, die in der AM signifikant verringert war (Daten nicht gezeigt).



**Abbildung 1: Darstellung der durchschnittlichen Tiergewichte im Mastverlauf (signifikante Gruppenunterschiede wurden mit \* markiert; \*\* =  $p < 0,001$ )**

Zusammenfassend betrachtet konnte über die zootecnischen Leistungen, auch bei wochenweiser Betrachtung, kein Effekt der simulierten Störungen abgeleitet werden.

Aus diesem Grund wurden als nächstes die sehr detaillierten Daten zur Futteraufnahme untersucht. Diese ließen eine Betrachtung des Einzeltieres in hoher zeitlicher Auflösung zu. Die graphische Darstellung der über den Tagesverlauf kumulierten Futtermenge ließ eine Reaktion des Einzeltieres z. B. auf den Ausfall der Fütterung gut erkennen (Daten nicht gezeigt). Das durchschnittliche Einzeltier fraß an den Tagen vor dem Ausfall nach einem bestimmten gleichbleibenden Muster, an den Tagen nach dem Ausfall nahmen die Tiere in der



Durch die Vereinfachung der Daten mit Berechnung der Mahlzeiten ist es gelungen sowohl eine Normalverteilung zu erreichen als auch einen gewissen Teil des Hintergrundrauschens zu entfernen, wodurch erst eine zeitreihenanalytische Untersuchung der Daten möglich wird.

Die bis jetzt durchgeführten Analysen solcher Zeitreihen aus Wochen ohne Störung ergaben, dass das Futteraufnahmeverhalten der Einzeltiere einem circadianen Rhythmus folgte, aber auch intradiane Rhythmen zu erkennen waren (Daten nicht präsentiert). Es zeigte sich aber auch, dass bei der Streuung der Daten, v. a. im Bereich unter sechs Stunden enorme Schwankungen auftraten, weshalb entsprechende Glättungsalgorithmen angewandt werden müssen.

## Ausblick

Im weiteren Verlauf des Projektes soll untersucht werden, ob und wie sich das Futteraufnahmeverhalten im Zeitverlauf beschreiben lässt. Zudem wird untersucht, wie sich Tage, die nicht ins Normalschema passen, sicher nachweisen lassen. Zur Modellierung einer Zeitreihe werden im ersten Schritt lineare Trends (bei vorliegender Beobachtung ist dies die Erhöhung der Futtermenge pro Tag und Mahlzeit bedingt durch das Wachstum) und Zyklen (das circadiane Futteraufnahmeverhalten) identifiziert. Diese können durch „Fast Fourier Transformation“ (Bowerman und O'Connell 1996) erkannt werden. Nach einem evtl. noch erforderlichen Glättungsschritt wird die Zeitreihe unter Berücksichtigung von Trend und Zyklen modelliert, wodurch zum einen eine Identifizierung von Extremwerten (Breitenberger et al. 2016) und zum anderen Vorhersagen über die zukünftige Entwicklung möglich werden (Gupta und Udea 2013).

Ist ein Modell angepasst, kann das Fressverhalten tierindividuell in ausreichend hoher Detailschärfe untersucht werden, um ein Normalverhalten zu beschreiben und Ausreißer zu detektieren. Ob dies praktisch anwendbar wird, muss dann evaluiert werden.

## Schlussfolgerung

Vorgestellter Versuch hatte zum Ziel, anhand von „Routinedaten“ auf das Wohlbefinden zu schließen. Es zeigte sich im Versuchsverlauf, dass hierfür nicht die Leistungen, sondern die Analyse der sehr detailreichen Daten zur Futteraufnahme herangezogen werden müssen. Wenn die statistischen Methoden der Zeitreihenanalyse auf die erhobenen Datensätze anwendbar sind, kann man das Futteraufnahmeverhalten als weiteren, leicht zu erfassenden, tierbezogenen Verhaltensindikator in der Tierwohlforschung und der praktischen Nutztierhaltung etablieren.

## Literaturverzeichnis

Bowerman, Bruce L.; O'Connell, Richard T. (1996): Forecasting and time series. An applied approach. 3. ed., 3. print. Belmont, Calif.: Duxbury Press (The Duxbury advanced series in statistics and decision sciences).

Bracke, Marc B. M. (2002): Modelling of animal welfare. The development of a decision support system to assess the welfare status of pregnant sows. Wageningen: Wageningen University.

Breitenberger, Sandra; Efronin, Dmitry; Auer, Wolfgang; Deininger, Andreas; Waßmuth, Ralf (2016): Change Point Detection in Piecewise Stationary Time Series for Farm Animal Behavior Analysis. In: K. F. Dörner, I. Ljubic, G. Pflug und G. Tragler (Hg.): Operations Research Proceedings 2015. Selected Papers of the International Conference of the German, Austrian and Swiss Operations Research Societies. International Conference on Operations Research (Optimal Decisions and Big Data). Wien. Universität Wien: Springer Verlag, S. 1–12.

Dawkins, M. S. (2004): Using behaviour to assess animal welfare. In: *Animal Welfare* 13, S. 3–7.

Duncan, I. J. H. (2005): Science-based assessment of animal welfare: farm animals. In: *Scientific and Technical Review of the Office International des Epizooties* 24 (2), S. 483–492.

Flachowsky, Gerhard (2006): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen. 1. Aufl. Bonn: DLG (Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, 10).

Fureix, Carole; Benhajali, Haïfa; Henry, Séverine; Bruchet, Anaëlle; Prunier, Armelle; Ezzaouia, Mohammed et al. (2013): Plasma cortisol and faecal cortisol metabolites concentrations in stereotypic and non-stereotypic horses. Do stereotypic horses cope better with poor environmental conditions? In: *BMC Vet Res* 9 (1), S. 3. DOI: 10.1186/1746-6148-9-3.

Gupta, Ashwani K.; Udrea, Andreea (2013): Beyond linear methods of data analysis: time series analysis and its applications in renal research. In: *Nephron. Physiology* 124 (3-4), S. 14–27. DOI: 10.1159/000356382.

Harding, Emma J.; Paul, Elizabeth S.; Mendl, Michael (2004): Animal behaviour: cognitive bias and affective state. In: *Nature* 427 (6972), S. 312. DOI: 10.1038/427312a.

Kallabis, Konstanze E. (2012): Verhaltens- und Leistungsmerkmale rohfaserreicher gefütterter Mastschweine. Dissertation. Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin. Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät.

McGlone, J. J.; Salak, J. L.; Lumpkin, E. A.; Nicholson, R. I.; Gibson, M.; Norman, R. L. (1993): Shipping stress and social status effects on pig performance, plasma cortisol, natural killer cell activity, and leukocyte numbers. In: *Journal of Animal Science* 71, S. 888–896.

Schrader, Lars (2013): Indikatoren für Tiergerechtigkeit. In: Carmen Fahn und Wilhelm Windisch (Hg.): 51. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e. V. Tierernährung und Tierwohl. Freising, 07.10. Bayerische Arbeitsgemeinschaft Tierernährung (BAT) e. V. Freising: Bayerische Arbeitsgemeinschaft Tierernährung (BAT) e. V., S. 1–5.

Tolkamp, B. J.; Allcroft, D. J.; Austin, E. J.; Nielsen, B. L.; Kyriazakis, I. I. (1998): Satiety splits feeding behaviour into bouts. In: *Journal of theoretical biology* 194 (2), S. 235–250. DOI: 10.1006/jtbi.1998.0759.

#### **Autorenanschrift**

Peter Loibl  
Lehrstuhl für Tierernährung  
Liesel-Beckmann-Straße 2  
85354 Freising  
Tel.: 0172/3639054



Andreas Herrmann, AMA-Kontrollleur

„  
**Ich**  
schau drauf,  
dass die Tiere  
streng  
kontrolliertes  
Futter bekommen.“

Ob für Milchkühe,  
Schweine oder Mast-  
rinder: Auf unseren  
Bauernhöfen kommt der  
größte Teil des Tierfutters  
von den eigenen Wiesen  
und Feldern. Die Futter-  
basis bilden Gras, Heu,  
Silage, Mais und Getreide.

Die hofeigenen Futter-  
mittel brauchen  
**Ergänzung:** Mineralstoffe,  
Eiweiß- und sonstige  
Futter, die zugekauft  
werden, müssen Qualitäts-  
futtermittel mit der  
Kennzeichnung **pastus+**  
sein. Die Einhaltung der  
hohen Standards wird  
regelmäßig durch Futter-  
mittelkontrollen sowie  
Kot- und Harnproben  
überprüft.

Unsere Sorgfalt. Unser Siegel.



Mehr Infos zu  
Qualitätskriterien  
und Kontrollen  
finden Sie auf  
[amainfo.at](http://amainfo.at)

# **Identifikation und Bewertung von Indikatoren zur Diagnose von subklinischen Erkrankungen bei Milchvieh und deren Einbettung in ein digitales Futtermittelberatungstool**

**Franz Faltermeier**

Technische Universität München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Lehrstuhl für Tierernährung

Mit Unterstützung der BayWa AG, München

## **Einleitung**

Laut dem IT-Dienstleister Dataport verdoppelt sich das Volumen der Datenmenge im Internet etwa alle 18 Monate (Fessler, 2013). Während IT-Techniker nach Lösungen zur Verarbeitung und Auswertung von „Big Data“, also von riesigen Datensätzen suchen, hat die Digitale Revolution auch schon in der Landwirtschaft Einzug gehalten, bekannt unter dem Begriff Smart Farming. Smart Farming ist somit der Prozess, welcher mit Hilfe von Sensortechnologie und digitalen Möglichkeiten den landwirtschaftlichen Betrieb intelligenter macht und immer mehr mit sich selbst vernetzt (Guerrini, 2015).

Die Digitalisierung der Landwirtschaft im Zuge des Smart Farming bringt auch im Milchviehbereich viel Potential mit sich. Um eine wirtschaftliche Milchviehhaltung zu betreiben ist es von höchster Bedeutung, einen auf lange Sicht hin gesunden Tierbestand zu halten, denn die Tiere stellen in erster Linie die Produktionsgrundlage für die Milch dar. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, auch den Bereich des Gesundheitsmanagements mit Hilfe der digitalen Möglichkeiten zu verbessern. Zwei bedeutende Einflussfaktoren in diesem Zusammenhang stellen die subklinischen Rinderkrankheiten Pansenacidose und Ketose in ihrer subklinischen Form dar. Diese werden in der Regel spät oder nicht erkannt und rufen häufig Folgekrankheiten hervor, welche sich langfristig negativ auf die Tiergesundheit und auf die Wirtschaftlichkeit des Betriebes auswirken.

Aus diesem Grund war Ziel der Masterarbeit zunächst einmal Indikatoren zur Diagnose einer subklinischen Pansenacidose und einer subklinischen Ketose zu ermitteln, welche sich eignen, in eine digitale Anwendung zur Präventionsunterstützung schwerer Erkrankungen der Tiere eingebunden zu werden. Kriterien für die Indikatoren waren neben einem vertretbaren finanziellen und zeitlichen Aufwand, sowie der einfachen Art der Erhebung, ein hohes Maß an Sensitivität, um möglichst alle betroffenen Tiere zu erkennen und ein hohes Maß an Spezifität, um eine Falschdiagnose zu vermeiden.

Im nächsten Schritt sollte erarbeitet werden, ob und in welcher Form sich die ermittelten Indikatoren in eine Softwarelösung integrieren lassen und wo Schwächen und Grenzen der Digitalisierung liegen. Letztendlich sollte geklärt werden, welche Vorgehensweise im Gesundheitsmanagement in Bezug auf die subklinische Pansenacidose und Ketose im Rahmen des Smart Farming sinnvoll ist.

## **Material und Methoden**

Basis der Arbeit ist die Literaturrecherche. Es wurde zunächst die Ist-Situation der Digitalisierung in der Milchproduktion analysiert und anhand dessen die aktuellen Trends der Entwicklung onlinebasierter Beratungsansätze ermittelt. Um die Fragestellung, wie Smart Farming zur Verbesserung der Diagnosemethoden der bedeutendsten Rinderkrankheiten eingesetzt werden kann,

zu beantworten, wurde zudem auf die verursachenden Faktoren und Parametern zur Erkennung von Pansenacidose und Ketose eingegangen. Anschließend wurde geprüft, in welcher Form die gewonnenen Erkenntnisse in der praktischen Landwirtschaft Anwendung finden können und welche Entwicklungen noch nötig sind, um das Smart Farming in Milchviehbetrieben weiter voranzubringen.

## Ergebnisse und Diskussion

Seit einigen Jahren erhalten Smart Farming Technologien verstärkt Einzug in die deutsche Landwirtschaft. Somit gibt es auch in der Tierhaltung bzw. in der Milchviehhaltung im Speziellen schon viele verschiedene Bereiche, in denen die modernen Lösungen Anwendung finden und den Landwirt unterstützen die Effizienz seines Betriebes zu steigern. Der Einsatz solcher Weiterentwicklungen ist oft nicht sehr stark an bestimmte Stallvorgaben gebunden, was eine verhältnismäßig kostengünstigere Nachrüstung erlaubt und damit zu einer schnelleren Verbreitung in der Praxis führt. Es müssen jedoch noch mehr Sensoren eingesetzt werden, um mehr Stall- und Tierparameter automatisch und digital erfassen zu können. Außerdem müssen bessere Schnittstellen geschaffen werden, welche es ermöglichen die vorhandenen Datenmengen an einem Punkt zusammenzuführen und die Komponenten auf dem Betrieb besser zu vernetzen. Weiterhin erwartet man von der Agrarwirtschaft die Bereitstellung von intelligenten Softwarelösungen für eine automatische Kombination, Auswertung und Interpretation der Daten.

Speziell im Gesundheitsmanagement bei Milchkühen könnten Smart Farming Anwendungen viel Potential bieten und dabei helfen, bedeutende Rinderkrankheiten wie Pansenacidose und Ketose in ihrer subklinischen Form frühzeitig zu diagnostizieren. Dafür ist es wichtig zu wissen, welche messbaren Parameter sich als Krankheitsindikatoren eignen.

### *Subklinische Pansenacidose*

Bei der sogenannten akuten Pansenacidose handelt es sich um eine Übersäuerung des Pansensaftes bei Wiederkäuern. Diese ist gekennzeichnet durch den stark abfallenden pH-Wert unter ca. 5,5 (Hofmann, 2005). Beeinflusst wird der Pansen-pH-Wert im Wesentlichen von drei Faktoren: Der Menge an aufgenommener, leichtverdaulicher Stärke und Zucker (1), der Intensität der Speichelproduktion zur Pufferung (2) und der Fähigkeit zur Resorption der aus Stärke und Zucker entstandenen flüchtigen Fettsäuren (3). Geraten diese drei Parameter extrem aus dem Gleichgewicht, so verschlechtert sich das Pansenmilieu in akuten Fällen so stark, dass es bei Nichtbehandlung, nach gestoppter Nahrungsaufnahme, Durchfallerscheinungen und Festliegen, zur Verendung des Tieres kommt (Hofmann, 2005) (Kirchgeßner, Roth, Schwarz, & Stangl, 2008). Damit man subklinische Pansenacidose (SARA) frühzeitig erkennen kann, ist es wichtig herauszufinden, welche Gegebenheiten diese verursachen. Der Mittlere Tageswert des Pansen-pH-Wertes ist für die Betrachtung ungenügend. Es sollte Fokus auf die Zeitdauer, in welcher die pH-Wertkurve unter einem bestimmten Grenzwert verbleibt, gelegt werden. Das größte Problem von SARA liegt hauptsächlich in ihrer Diagnose, da das Tier äußerlich auf den ersten Blick keine eindeutigen Symptome zeigt (Garrett, et al., 1999). In ihrer subklinischen Form entsteht Pansenacidose vor allem durch eine nicht angepasste Fütterung. Als Ursache kann dabei das Herden- und Fütterungsmanagement eine ebenso große Rolle spielen, wie die Futtermittel selbst. Tritt eine SARA auf, so lässt sich diese in der Regel nicht an einer einzelnen und/oder konkreten Ursache festmachen. Vielmehr ist es ein Zusammenspiel vieler verschiedener Faktoren. Dabei lassen sich die Parameter zur Bestimmung des SARA-Risikos in drei Kategorien einteilen, welche in Abbildung 1 dargestellt sind.

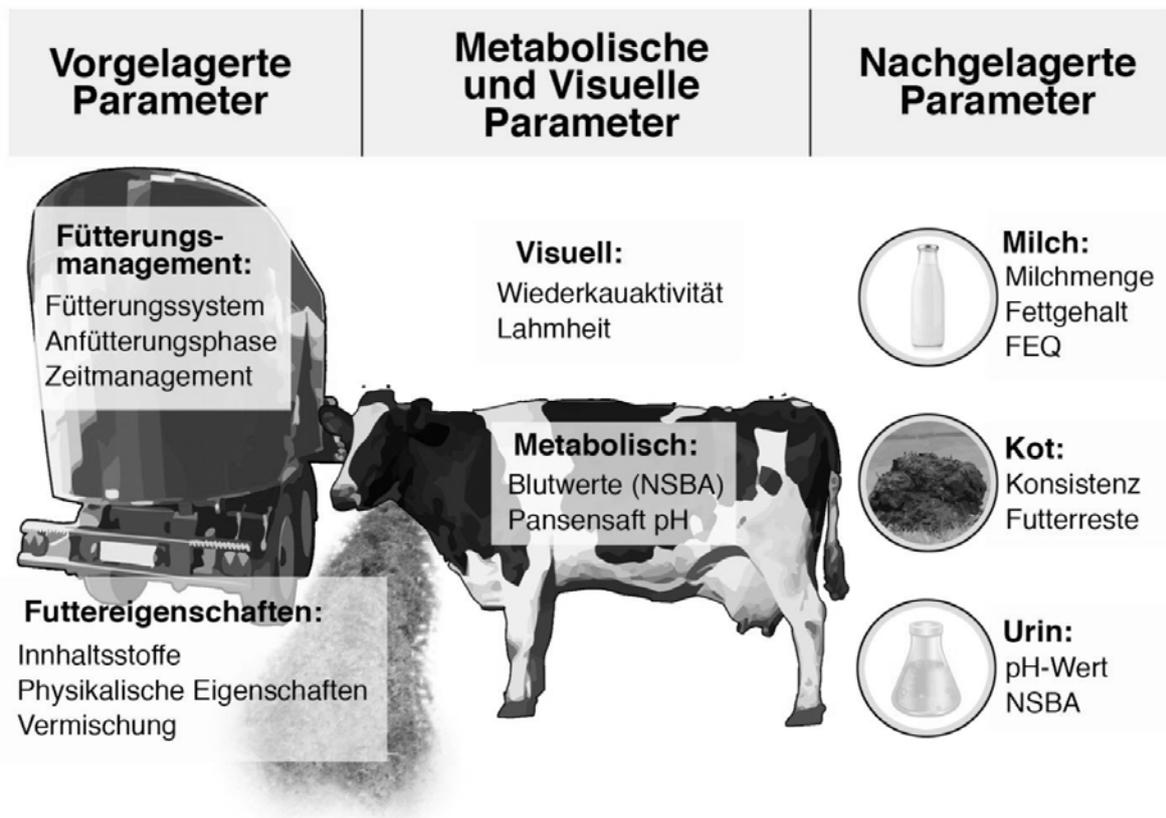


Abbildung 1: Übersicht über mögliche Parameter, welche zur Diagnose von Pansenacidose beitragen können. (Eigene Darstellung, 2015)

Jeder Parameter kann alleine nicht sicher ausdrücken, ob die Werte von einer SARA-Erkrankung herrühren. Zudem wird die Aussagekraft der genannten Parameter auch dadurch reduziert, dass nicht der Pansen-pH-Wert direkt, sondern nur die möglichen Folgen gemessen werden.

Eine qualitativ gute Methodik stellt das System der physikalisch effektiven neutralen Detergenzfaser (peNDF) dar, welche den chemisch analysierten Gehalt an NDF eines Futtermittels mit seinen physikalischen Eigenschaften verknüpft (Mertens, 1997). Dabei wird die Futterration mit Hilfe einer Schüttelbox nach Größe getrennt und anhand einer Formel bewertet. Dies ist nötig, da neben einer entsprechenden Futtermittelanalyse für die Datenerhebung der NDF auch eine Einteilung der Ration in ihre Größenfraktionen vorgenommen werden muss. Da es für dieses System noch keinen einheitlichen Standards in der Vorgehensweise gibt, existieren am Markt auch noch keine standardisierten Schüttelboxen (z.B. Lochabstand, Maße). Dies ist jedoch Voraussetzung für eine Nutzung in der breiten Praxis.

Eine noch bessere Möglichkeit Rückschlüsse auf den Pansen-pH-Wert zu ziehen, wäre eine automatische Verrechnung von vielen verschiedenen Parametern mit einer weniger hohen Aussagekraft zu einem Wert mit einer höheren Zuverlässigkeit. Dazu ist es seitens der Wissenschaft noch nötig für möglichst viele Parameter Gewichtungsfaktoren zu definieren und daraus eine geeignete Berechnungsmethodik zu entwickeln.

Als aussagekräftigste Methode hat sich derzeit die direkte und kontinuierliche Messung des Pansen-pH-Wertes über einen Bolus-Sensor herausgestellt. Dieser misst alle 10 Minuten den pH-Wert im

Pansen und sendet die erfassten Daten drahtlos aus dem Körper des Tieres an einen Server. Auf diese Weise kann die notwendige und regelmäßige Überprüfung des Pansen-pH-Wertes gewährleistet werden. Da diese Methode momentan noch relativ kostspielig ist, wird empfohlen nur Indikatortiere mit einem Bolus auszustatten, welche repräsentativ für alle Tiere der Gruppe sind (Gasteiner, 2015).

### *Subklinische Ketose*

Als zweite Krankheit wird in dieser Arbeit die subklinische Ketose betrachtet, welche an eine negative Energiebilanz gekoppelt ist und ebenfalls wie SARA viele schwere, negative Folgen nach sich zieht (Martens, 2012). Tiere, die an subklinischer Ketose erkrankt sind, zeigen einen hohen Gewichtsverlust, da die Tiere das Energiedefizit durch körpereigene Reserven mittels Fettabbau ausgleichen (Kamphues, et al., 2008). Dieser Umstand der geschwächten Körperkondition kann genutzt werden, um Informationen über den Gesundheitszustand der Tiere zu gewinnen. Hierbei hilft das Body Conditioning Scoring (BCS) aus den USA, welcher verschiedene Körperpartien einer Kuh nach deren Abmagerungs- bzw. Verfettungsgrad äußerlich bewertet. Diese Bewertung kann von geschulten Fachkräften und nach neuesten Studien künftig auch mittels 3D Kameras vorgenommen werden (Bercovich et al., 2013). Der Nachteil der Methode ist, dass die dabei erfassten Parameter erst einige Zeit nach Krankheitsbeginn sichtbar werden. Für ein wirksames Gesundheitsmanagement ist es jedoch nötig, die Krankheit schon möglichst frühzeitig zu erkennen.

Da es bei der subklinischen Ketose zu verschiedenen metabolischen Veränderungen im Körper des Tieres kommt, ist ein Anstieg der Ketonkörper ein relativ eindeutiges Indiz für Ketose. Dies ist dadurch zu begründen, dass sie zum Großteil über die Konzentration der Ketonkörper im Blut definiert wird (Iwersen, et al., 2013). Eine umfassende Analyse kann zurzeit nur im Labor stattfinden, jedoch gibt es bereits mehrere Varianten für semiquantitative Schnelltests.

Dazu nutzt man die Effekte, dass die Ketonkörper mit dem Anstieg im Blut nicht nur über die Atemluft, sondern auch vermehrt über den Urin und über die Milch ausgeschieden werden. Für die Anwendung der Schnelltests gibt es also drei Möglichkeiten: Messung der Ketonkörperkonzentration im Blut, im Harn oder in der Milch. Einen meist großen Einfluss auf die Performance der Tests hat der Schwellenwert, ab welchem man die Kuh als krank einstuft. Für die Beprobung der Blutketonwerte eignen sich Glukosemessgeräte mit Teststreifen für Diabetiker aus der Humanmedizin, welche die Konzentration von beta-Hydroxybuttersäure (BHB) messen. Über den Harn kann mittels Farbteststreifen die Konzentration des Ketons Acetacetat gemessen werden. In der Milch kommt meist wieder die Messung der BHB-Konzentration zum Einsatz (Iwersen, et al., 2013). Hierbei ist zu beachten, dass die Blut- und Urintest genauer sind, jedoch die Milchtests öfter genutzt werden, da die Beprobung der Milch am einfachsten ist und auch schon automatisch durchgeführt werden kann (Iwersen, et al., 2013).

Nach LEAN und GOLDHAWK et al. gibt es einen starken Zusammenhang zwischen dem Fressverhalten am Ende der Trockenstehzeit und dem Risiko zur Entwicklung einer Ketose (Lean, 2011) (Goldhawk, Chapinal, Veira, Weary, & von Keyserlingk, 2009). Hier gibt es auf Stallebene allerdings noch keine Möglichkeit die Futteraufnahme der Tiere zu erfassen.

Theoretisch könnte man sich ein System vorstellen, welches mit bereits vorhandenen und/oder leicht erfassbaren Informationen die tatsächliche Futteraufnahme indirekt abschätzt. Parameter wie die Verweildauer am Fressgitter, die Anzahl der Besuche der Fressplätze, die durchschnittliche Pansenfüllung oder die Kauaktivität könnten dafür verwendet werden. Mit bereits vorhandenen Hilfsmitteln wie den Transponderhalsbändern, 3D-Kameras oder den Wiederkausensoren sind die technischen Voraussetzungen schon geschaffen, um hinreichende Aussagen über die Futteraufnahme der Tiere zu treffen. Auch in diesem Punkt besteht die Herausforderung eher aus der qualitativen Verarbeitung der erhobenen Datenmenge der verschiedenen Sensoren. Mit geeigneten Feldversuchen müsste die Art der Korrelation zwischen den Aufgenommenen Parametern und der tatsächlichen

Futteraufnahme ermittelt werden. Eine grobe Abschätzung der tatsächlichen Futteraufnahme dürfte ausreichen, um zumindest eine Tendenz für oder gegen Ketose festzustellen.

## Schlussfolgerungen

Obwohl es bereits verschiedene Parameter gibt, die auf subklinische Pansenacidose und Ketose hinweisen, können diese Großteils noch nicht im Smart Farming Bereich genutzt werden. Lediglich die kontinuierliche Messung des Pansen-pH-Wertes ist eine nahezu ausgereifte Smart Farming Lösung, die SARA rechtzeitig erkennt. Diese Methode bereitet die erhobenen Daten automatisch auf und präsentiert sie dem Landwirt in Form von Warnmeldungen. Zur automatischen Diagnostik der Ketose bedarf es noch weiterer Forschungen und die Automatisierung der Blutuntersuchung, denn bis heute sind diese Methoden noch nicht ausgereift im Sinne des Smart Farming.

Für die Zukunft ist es für das Gesundheitsmanagement entscheidend, praktikable und nutzenbringende Lösungen, sowie notwendige Schnittstellen zu entwickeln, um eine intelligente Vernetzung der Anwendungen zu erreichen. Denn auch in der Landwirtschaft wird in Zukunft die Herausforderung nicht in der Erzeugung von Daten liegen, sondern in deren qualitativen Verarbeitung.

## Literatur

- Bercovich, A., Edan, Y., Alchanatis, V., Moallem, U., Parmet, Y., Honig, H., . . . Halachmi, I. (2013). Development of an automatic cow body condition scoring using body shape signature and Fourier descriptors. *Journal of Dairy Science*, S. 8047-8059.
- Duffield, T., Lissemore, K., McBride, B., & Leslie, K. (2009). Impact of hyperketonemia in early lactation dairy cows on health and production. *Journal of Dairy Science*, S. 571-580.
- Fessler, S. (Januar 2013): Die Datenflut steigt – wie können wir sie nutzen? Datareport.
- Garrett, E. F., Pereira, M. N., Nordlund, K. V., Armentano, L. E., Goodger, W., & Oetzel, G. R. (1999). Diagnostic methods for the detection of subacute ruminal acidosis in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, S. 1170-1178.
- Gasteiner, J. (2012). Neue Ansätze zur Messung und Stabilisierung des Vormagen-pH-Wertes beim Rind.
- Goldhawk, C., Chapinal, N., Veira, D. M., Weary, D. M., & von Keyserlingk, M. G. (2009). Prepartum feeding behavior is an early indicator of subclinical ketosis. *Journal of Dairy Science*, S. 4971-4977.
- Guerrini, F. (2. Februar 2015). The Future Of Agriculture? Smart Farming. *Forbes Technology*.
- Hofmann, W. (2005). *Rinderkrankheiten - Innere und chirurgische Krankheiten*. Stuttgart: Eugen Ulmer KG.
- Iwersen, M., Klein-Jöbstl, D., Pichler, M., Roland, L., Fidschuster, B., Schwendenwein, I., & Drillich, M. (2013). Comparison of 2 electronic cowside tests to detect subclinical ketosis in dairy cows and the influence of the temperature and type of blood sample in the test results. *Journal of Dairy Science*, S. 7719-7730.
- Kamphues, J., Iben, C., Pallauf, J., Wanner, M., Coenen, M., Kienzle, E., . . . Zentek, J. (2008). *Supplemente zu Vorlesungen und Übungen in der Tierernährung*. Hannover: M. & H. Shaper GmbH
- Kirchgeßner, Roth, Schwarz, & Stangl. (2008). *Tierernährung*. DLG-Verlags-GmbH.
- Lean, I. J. (2011). *Non-Infectious Diseases: Ketosis*. Camden, NSW, Australia: Elsevier.

Martens, H. (2012). Die Milchkuh - Wenn die Leistung zur Last wird. Irdning: Lehr- und  
Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein.

Mertens, D. R. (1997). Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. Journal of  
Dairy Science.

**Autorenanschrift**

Franz Faltermeier  
Niederhöning 1  
84405 Dorfen  
Franz.faltermeier@baywa.de



PROSOL SPA IS A PRIVATE COMPANY BASE IN NORTHERN ITALY, SPECIALIZED IN BIOTECHNOLOGY TO GET THE BEST OF NUTRITION FROM YEAST

PROSOL PORTFOLIO ALSO INCLUDES:

- NUTRITIONAL CONCEPTS (Nucleotides, Nucleosides, glucans, mannans)
- NUTRITIONAL HYDROLIZED YEASTS

ACTIVE DRY YEAST EU AUTHORIZED FOR:

- DAIRY COWS
- BEEF CATTLE
- SMALL RUMINANTS
- BUFFALO
- SOWS
- PIGLETS
- HORSES

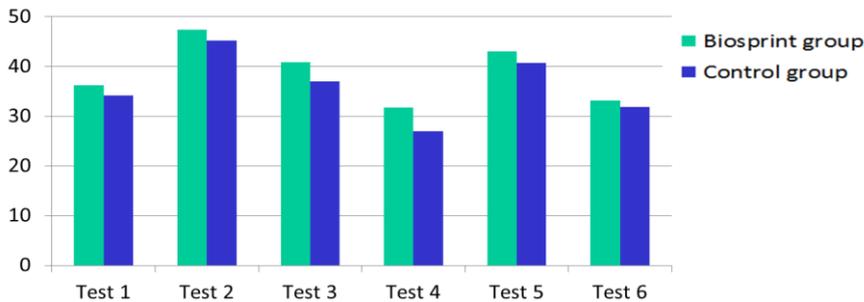
PROPRIETARY SELECTED *SACCHAROMYCES CEREVISIAE* **MUCL™39885**

PROBIOTIC FOR HIGH PERFORMANCES AND ANIMAL HEALTH

TWO EXAMPLES OF **BIOSPRINT®** EFFICACY TRIALS RESULTS:

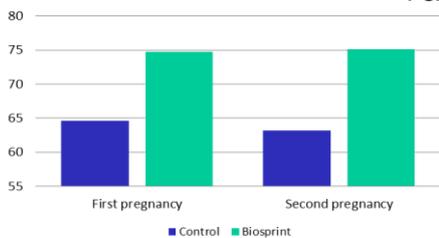
**MILK PRODUCTION INCREASE +2 KG/COW/DAY:**

Average daily milk production (kg/day)

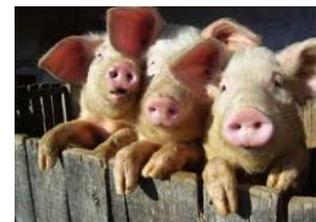
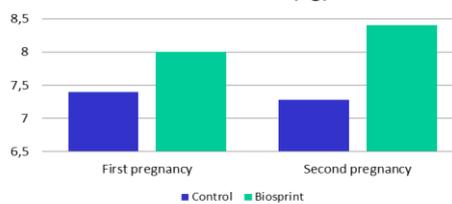


**PIGLETS BODY WEIGHT INCREASE**

Average nest weight at weaning (kg)



Average individual weight at weaning (kg)



...AND MANY MORE AVAILABLE ON DEMAND

**BIOSPRINT® IS DISTRIBUTED IN GERMANY BY BIOCHEM GmbH-[www.biochem.net](http://www.biochem.net)**

**PROSOL S.p.A. - [www.prosol-spa.it](http://www.prosol-spa.it) – [www.biosprint.bio](http://www.biosprint.bio)**

## Autorenverzeichnis

<b>Arnaiz</b> .....	152	<b>Michiels</b> .....	191
<b>Aumiller</b> .....	165	<b>Morales</b> .....	198
<b>Becker</b> .....	205	<b>Mueller</b> .....	170
<b>Bergermeier</b> .....	49	<b>Nyvall Collen</b> .....	190
<b>Braach</b> .....	133	<b>Obermaier</b> .....	100, 107
<b>Brenner</b> .....	180	<b>Oguey</b> .....	186, 188, 189
<b>Brunlehner</b> .....	39, 49	<b>Preißinger</b> .....	158, 219
<b>Buffler</b> .....	205	<b>Pries</b> .....	73
<b>Bussy</b> .....	190	<b>Propstmeier</b> .....	39, 158, 219
<b>Callejo</b> .....	145	<b>Puntigam</b> .....	118
<b>Daubner</b> .....	126, 152	<b>Quintilla</b> .....	186
<b>Degroote</b> .....	191	<b>Randt</b> .....	77
<b>Delaval</b> .....	190	<b>Rapp</b> .....	198
<b>Demais</b> .....	190	<b>Riu</b> .....	186
<b>Diana</b> .....	180	<b>Rodehutscord</b> .....	1
<b>Edelmann</b> .....	107	<b>Rodriguez</b> .....	138
<b>Eide</b> .....	126	<b>Romeo</b> .....	191
<b>Ettle</b> .....	100, 107	<b>Roussel</b> .....	152
<b>Faltermeier</b> .....	225	<b>Salmon</b> .....	190
<b>Fatt Chai</b> .....	152	<b>Schäffler</b> .....	212
<b>Faugeron</b> .....	114	<b>Schedle</b> .....	34, 80, 118, 133
<b>Fuhrmann</b> .....	39, 49, 212	<b>Scherb</b> .....	158, 219
<b>Gallissot</b> .....	138	<b>Scheu</b> .....	87, 94
<b>Gertzell</b> .....	126	<b>Schlagheck</b> .....	140
<b>Gierus</b> .....	57, 118, 133	<b>Schneider</b> .....	39, 49
<b>Gil</b> .....	145	<b>Schönherr</b> .....	94
<b>Gollub</b> .....	87, 94	<b>Sinning</b> .....	145, 191
<b>Graf von Reichenbach</b> .....	17	<b>Sprengel</b> .....	49
<b>Heim</b> .....	66	<b>Steinruck</b> .....	145, 191
<b>Hoedemaker</b> .....	III, 87, 94	<b>Sujka</b> .....	145
<b>Hogan</b> .....	211	<b>Susenbeth</b> .....	26
<b>Holl</b> .....	175	<b>Tellez</b> .....	145
<b>Jensen</b> .....	87, 94	<b>Tessier</b> .....	152
<b>Johanterwage</b> .....	186, 188, 189, 211	<b>Tran</b> .....	211
<b>Jungbauer</b> .....	170	<b>van der Klis</b> .....	170
<b>Kaiser-Wichern</b> .....	87	<b>Van Noten</b> .....	191
<b>Keimer</b> .....	140	<b>Vinyeta Punti</b> .....	165
<b>Knicky</b> .....	126	<b>Wall</b> .....	189, 211
<b>Laurain</b> .....	138	<b>Wallinger</b> .....	211
<b>Le Goff</b> .....	190	<b>Wang</b> .....	191
<b>Leitner</b> .....	80	<b>Weiss</b> .....	211
<b>Liebl</b> .....	118	<b>Weßling</b> .....	140
<b>Linse</b> .....	100	<b>Westendarp</b> .....	140
<b>Loibl</b> .....	219	<b>Wetscherek</b> .....	80, 118
<b>Lopez</b> .....	186	<b>Wetscherek-Seipelt</b> .....	118
<b>Lückstädt</b> .....	194	<b>Wilhelm</b> .....	175
<b>Marengue</b> .....	138	<b>Wilke</b> .....	180

**Windisch**..... 10, 100, 205, 219  
**Wolf** ..... 94

**Wurzer** .....133  
**Zhou** .....170

## Sponsoren

Wir danken folgenden Firmen für ihre großzügige Unterstützung:

---



**Agromed Austria GmbH**

Bad Haller Straße 23  
A-4550 Kremsmünster

---



**Agrarmarkt Austria**

Marketing GmbH  
Dresdner Straße 68a  
A-1200 Wien

---



**Animine**

335 chemin du noyer  
Fr-74330 Sillingy

---



**BayWa AG**

Futtermittel Agrar  
Arabellastraße 4  
D-81925 München

---



**Biomin Deutschland GmbH**

Röntgenstraße 27-29  
D-73431 Aalen

---



**BTC Europe GmbH**

Industriestraße 20  
D-91593 Burgbernheim

---



**Danisco Deutschland GmbH**

Busch-Johannsen-Straße 1  
D-25899 Niebull

---



**Delacon International**

Delacon Biotechnik Ges.m.b.H.  
Weissenwolffstraße 14  
A-4221 Steyregg

---



**DR. ECKEL**  
creative solutions

**Dr. Eckel GmbH**

Im Stiefelfeld 10  
D-56651 Niederzissen

---



**DSM**  
BRIGHT SCIENCE. BRIGHTER LIVING.

**DSM Nutritional Products Ltd**

P.O. Box 3255  
CH-4002 Basel

---



**EVONIK**  
INDUSTRIES

**Evonik Industries AG**

Rodenbacher Chaussee 4  
D-63457 Hanau-Wolfgang

---



**Elanco Deutschland GmbH**

Werner-Reimers-Str. 2-4  
D-61352 Bad Homburg

---



**ISF GmbH**

An der Mühlenau 4  
D-25421 Pinneberg

---



**LKV Bayern e.V.**

Landsberger Straße 282  
D-80687 München

---



**Trouw Nutrition  
Deutschland GmbH**

Gempfinger Straße 15  
D-86666 Burgheim

---



**Olmix**

ZA du Haut du Bois  
F-56580 Bréhan

---



**Orffa (Deutschland) GmbH**

Lübecker Straße 29  
D-46485 Wiesel

---



**Pancosma S.A.**

Voie-des-Traz 6  
CH-1218 Le Grand-Saconnex



**Phytobiotics  
Futtermittelzusatzstoffe GmbH**

Wallufer Straße 10a  
D-65343 Eltville



**Prosol**

Via Carso 99  
I-24040 Madone



**Pulte GmbH & Co. KG**

Südstraße 7  
D-83253 Rimsting



**Zinpro Corporation**

Akkerdistel 2e  
NL-5831 PJ Boxmeer

**PERFORMANCE MINERALS®**