

# **53. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V.**

## **Tagungsband**

*„Akzeptanz der Nutztierhaltung - Herausforderungen im Bereich  
Futter und Fütterung“*

01. Oktober 2015 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 978-3-9816116-2-5

Für den Inhalt der Beiträge sind allein die Autoren verantwortlich.



## Inhaltsverzeichnis

### Übersichtsvorträge

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Roosen J, Petershammer S, Dahlhausen J<br>Akzeptanz der Nutztierhaltung: Die Sicht der Verbraucher | 1  |
| Gauly M<br>Akzeptanz der Nutztierhaltung: Analyse aus der Sicht der Agrarwissenschaften            | 10 |
| Heidl W<br>Akzeptanz der Nutztierhaltung: Perspektiven für die praktische Nutztierhaltung          | 17 |
| Susenbeth A<br>Energie- und Proteinversorgung der laktierenden Zuchtsau mit großen Würfen          | 23 |
| Preißinger W<br>Faser in der Schweinefütterung                                                     | 26 |
| Rosenfelder P, Mosenthin R<br>Limitierungen und Potenziale von Getreide in der Schweinefütterung   | 36 |
| Gross JJ, Bruckmaier RM<br>Intensive Milchviehfütterung auf der Basis von Grünland                 | 43 |
| Steingaß H<br>Grenzen des Einsatzes von Kraftfutter beim Wiederkäuer                               | 49 |
| Südekum K-H<br>Perspektiven der Proteinversorgung beim Wiederkäuer                                 | 58 |

### Fütterungsstrategien und Futtermittel

|                                                                                                                                                                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Preißinger W, Propstmeier G, Scherb S, Lindermayer H<br>Auswirkungen unterschiedlicher Tränkewasservorlagen und unterschiedlicher Rohfasergehalte im Futter auf Leistung und Kotbeschaffenheit in der Ferkelaufzucht | 67 |
| Brugger D, Mayer K, Eberdorfer D, Windisch W, Bolduan C<br>Zum Einfluss pflanzenbaulicher Maßnahmen auf die Trypsininhibitor-Aktivität von Maiskörnern                                                               | 73 |
| Holl E, Korzekwa M, Brenner S, Eckel B<br>Neue Wege in der Konservierung mit Ameisensäure                                                                                                                            | 79 |
| Frimmer E, Köhler B, Ostertag J<br>Trockenmasse- und Nährstoffverluste bei der Konservierung von Gras, Mais und Luzerne in Fahrensilanlagen                                                                          | 84 |

### Futterzusatzstoffe

|                                                                                                                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Pruckner S, Kovács A, Berrios R, Markert W<br>Evaluation of performance parameters of weaned piglets receiving different natural growth promoters via feed application | 90 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Superchi P, Sabbioni A, Sereni M, Zavattini S, Welp S<br>Effects of Lignocellulose Supplementation on Growth Performance and Health of Piglets:<br>Preliminary Study                                                                                                            | 94  |
| Engler P, Piesk J, Tessier N<br>Dry grape extract supplementation in organic swine, a way to improve pork meat quality                                                                                                                                                          | 99  |
| Brockhaus F, Schlagheck A, Prößler P, Hartwigsen R, Thaller G<br>Einsatz enzymproduzierender Mikroorganismen in Futter mit reduzierten Sojaschrotanteilen:<br>Effekte auf Leistungsparameter und N-Ausscheidungen bei Mastschweinen                                             | 104 |
| Artuso-Ponte V, Steiner T, Rogge I, Moeller S, Rajala-Schultz P, Gebreyes W<br>Supplementation with Plant Alkaloids Decreased Stress and Salmonella Shedding in Pigs after<br>Transportation to the Slaughterhouse                                                              | 110 |
| Kroismayr A, Morton JR, Breinesberger S<br>Beeinflussung der Durchfallhäufigkeit und Produktion flüchtiger Fettsäuren im Colon von<br>Absetzferkeln mittels eubiotischer Lignocellulose                                                                                         | 116 |
| Ettle T, Hillerbrand F, Obermaier A, Hartmann S, Bolduan C, Windisch W<br>Einfluss einer Zulage einer Vormischung aus Süßungsmittel und speziellem Zuckersiruparoma<br>zu Kraftfutter mit Propylenglycol im VMS auf die freiwillige Melkfrequenz                                | 121 |
| Winkler A, Gessner D, Koch Ch, Romberg F-J, Dusel G, Most E, Herzog E, Eder K<br>Effects of a natural plant antioxidant premixture on milk yield, antioxidative status and<br>the expression of genes involved in endoplasmic stress response in dairy cows                     | 128 |
| Plascencia A, Aguilar-Hernández A, Osuna-Pérez MA, Núñez-Benítez VH, Castro Pérez BI,<br>Estrada Angulo A, Barreras A, López Soto MA, Rogge HI<br>Influence of Quaternary Benzophenathridine and Protopine Alkaloids supplementation<br>in finishing ewes under hot environment | 134 |
| Nooijen MMHB, Stoiber C, Zwieler J, Markert W, Schatzmayr G<br>High versus low fiber rations: Where does autolyzed yeast give the most benefit?                                                                                                                                 | 139 |
| Helmbrecht A, Elwert Ch<br>Positive effect of an increased tryptophan to lysine ratios to phenotypical stress parameters<br>in laying hens under two stocking densities in floor pens                                                                                           | 144 |
| Gallissot M, Laurain J, Rodriguez MA<br>Evaluation of the capacity of an algae-clay mix to improve the performance of broiler<br>chickens fed a quality diet containing cereals by-products                                                                                     | 150 |
| Mueller AS, Jungbauer L, van der Klis JD<br>Effects of Quillaja saponin supplementation on the performance and NH3 emissions<br>of growing broilers                                                                                                                             | 153 |
| Zeller E, van Ooijen ALJ, Steinruck U<br>Effect of organic acids and phytogetic additives alone or in combination on the performance<br>of broilers                                                                                                                             | 160 |
| Korzekwa M, Wilke T, Brenner S, Eckel B<br>Positiver Einfluss eines phytogenen Produktes auf Tierwohl-indikatoren bei Puten                                                                                                                                                     | 167 |
| Rothstein T, Heinzl I<br>Antimikrobielle Eigenschaften von sekundären Pflanzenstoffen zur Bekämpfung von<br>Nutztierpathogenen und resistenten Varianten                                                                                                                        | 173 |

## **Mineralstoffe und Spurenelemente**

|                                                                                                                                                             |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Reckmann K, Rimbach M<br>Bioverfügbarkeit von Kupfer-Lysinat bei Absetzferkeln                                                                              | 179 |
| Vahjen W, Durosoy S, Zentek J<br>Der Einfluss von Zink Oxyd auf die unmittelbare Besiedelung durch Enterobakterien<br>in der post weaning Phase bei Ferkeln | 185 |
| Lückstädt Ch, Lorenz L<br>Effects of dietary potassium diformate on growth performance, gastro-intestinal health<br>and pH in fattening pigs                | 189 |
| Buffler M, Becker C, Windisch W<br>Einfluss verschiedener Eisenversorgungen bei der trächtigen Sau auf Wurfgröße und<br>Wurfgewicht                         | 193 |
| <br>                                                                                                                                                        |     |
| Autorenverzeichnis                                                                                                                                          | 197 |
| Sponsoren                                                                                                                                                   | 199 |



# Akzeptanz der Nutztierhaltung: Die Sicht der Verbraucher

**Jutta Roosen, Silke Petershammer, Johanna Dahlhausen**

Lehrstuhl für Marketing und Konsumforschung, TU München-Weihenstephan

## Einleitung

Der soziale Konsens um eine akzeptable Nutztierhaltung scheint aufgebrochen. Davon zeugen diverse Medienberichte sowie neue Tierwohliniitiativen. Nach einem Eurobarometer aus dem Jahre 2010 machen sich 66% der Deutschen Sorgen um den Tierschutz in der Landwirtschaft (Eurobarometer 354, 2010, n=1546). Damit stehen die Deutschen an siebter Stelle hinter Luxemburg, Portugal, Dänemark, Italien, Schweden und dem Vereinigten Königreich. Im Durchschnitt machen sich 64% der EU-27-Bürger Sorgen um den Tierschutz. Gründe für die Aufkündigung des sozialen Konsens liegen zum einen in einer Veränderung der Tierhaltungspraktiken, zum anderen jedoch in einer veränderten Wahrnehmung des Wesens der Nutztiere, was das Verständnis von Empfindungsvermögen für Schmerz und Leid sowie die Persönlichkeitsempfindung von Tieren angeht. Dies führt dazu, dass Tieren andere Rechte zugesprochen werden, wovon nicht zuletzt vertragliche Änderungen der Europäischen Union zeugen. So wurde dem Vertrag von Amsterdam aus dem Jahr 1997 ein Protokoll über den Tierschutz und das Wohlergehen der Tiere beigefügt, das 2007 mit dem Vertrag von Lissabon Teil des Europäischen Vertrags wurde.

Der gesellschaftliche Konsens um eine akzeptable Nutztierhaltung hat Konsequenzen für die Wahrnehmung der Konsumenten: Was ist moralisch richtig? Was gilt in der Gesellschaft und für die eigene Handlung als akzeptabel? Die moralische Bewertung eines Gegenstands oder einer Handlung beschreibt Jones (1991) als moralische Intensität. Diese hängt ihm zufolge von verschiedenen Faktoren ab: sozialer Konsens, zeitliche Nähe, Wahrscheinlichkeit der Auswirkung, Konzentrierung der Auswirkung, Nähe der Konsequenzen und Größe der Konsequenzen.

Die moralische Bewertung kann nach unterschiedlichen Kriterien erfolgen. So werden nach dem Utilitarismus nach John Stuart Mill (1806-1873) die Konsequenzen gegeneinander abgewogen (das Prinzip des größten Glücks), während man bei einer deontologischen Betrachtung nach Immanuel Kant (1724-1804) solche Abwägungen nicht treffen darf. Zwei Beispiele moralischer Dilemmata sollen den Unterschied veranschaulichen.

Ein typisches Beispiel<sup>1</sup> für ein moralisches Dilemma ist das Trolley- oder Straßenbahnproblem. Eine Straßenbahn fährt auf eine Menschengruppe von fünf Personen zu und wird diese mit Sicherheit töten. Die einzige Möglichkeit die Straßenbahn aufzuhalten ist, eine Weiche umzustellen. Durch die Umleitung der Bahn wird jedoch eine andere Person getötet, aber die Menschengruppe von fünf Personen entgeht der Gefahr. Die moralische Frage ist, ob man die Straßenbahn umlenken darf.

Ein anderes Beispiel ist das der Fußgängerbrücke. Wieder fährt eine Straßenbahn auf eine Gruppe von fünf Personen zu. Eine Person auf einer Fußgängerbrücke sieht das und es wird klar, dass er die Straßenbahn nur aufhalten kann, wenn er eine andere Person von der Brücke herunterstößt. Die Person wird dadurch tödlich verunglücken. Die Straßenbahn wird aufgehalten und die Menschengruppe von fünf Personen gerettet.

---

<sup>1</sup> Die Beschreibung der Gedankenexperimente folgt Greene et al. (2001). Das Trolleyproblem geht zurück auf Philippa Foot, Oxford Review No. 5, 1967.

In einer utilitaristischen Herangehensweise werden beide Situationen gleich beurteilt: fünf Menschen werden gerettet und ein Mensch stirbt. Die meisten Menschen betrachten diese beiden Situationen jedoch nicht als Äquivalent. In Befragungen befürworten die meisten Menschen die Umlenkung der Straßenbahn, das Aufhalten der Straßenbahn durch das aktive Herabstürzen einer anderen Person im zweiten Beispiel aber nicht. Untersuchungen der Psychologie zeigen, dass diese Beurteilungen durch emotionale Reaktionen (Greene et al., 2001) und soziale Intuition ausgelöst werden (Haidt, 2001, 2012).

Diese Beispiele sollen zeigen, dass eine Beurteilung der Nutztierhaltung durch den Konsumenten von unterschiedlichen Faktoren beeinflusst wird. Ob eine Handlung als angemessen gilt, hängt z. B. davon ab, ob man selbst die Situation aktiv beeinflusst. Zum anderen hängt es vom sozialen Konsens ab.

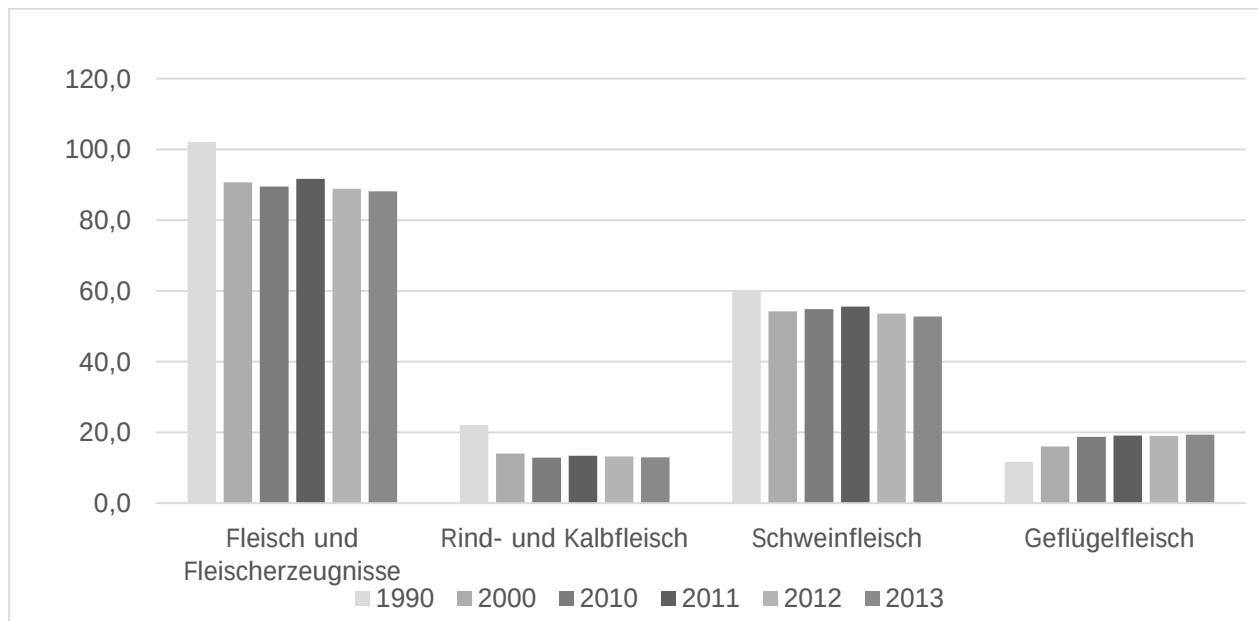
In diesem Vortrag soll es um die Akzeptanz der Nutztierhaltung aus Sicht der Verbraucher gehen. Dazu wird zunächst der Konsum tierischer Produkte betrachtet. Es werden die Konsummengen und -ausgaben im Zeitablauf aufgeführt. Auf der anderen Seite werden die Motive der Konsumenten beim Kauf von Lebensmitteln betrachtet. Im Anschluss wird die Akzeptanz von unterschiedlichen Praktiken in der Nutztierhaltung untersucht. Die dadurch beobachtete Differenz zwischen Einstellung und Verhalten wird abschließend diskutiert.

## Konsum tierischer Produkte

Die anteiligen Konsumausgaben für Nahrungsmittel, Getränke und Tabakwaren in Deutschland lagen in 2014 geschätzt bei 13,8% der Gesamtausgaben (Statistisches Bundesamt, 2015). Davon wurden nach der Einkommens- und Verbrauchsstichprobe aus dem Jahr 2008 49 Euro je Haushalt und Monat für Fleisch und Fleischwaren und 37 Euro für Molkereiprodukte und Eier ausgegeben. Abbildung 1 stellt den Verbrauch von Fleisch und Fleischerzeugnissen in kg Schlachtgewicht pro Kopf und Jahr dar.

Ebenso ist seit 1990 der Verbrauch von Frischmilcherzeugnissen von 91,5 kg/Kopf/Jahr auf 83,2 kg/Kopf/Jahr in 2013 gesunken, während der Käsekonsum im gleichen Zeitraum von 17,3 kg/Kopf/Jahr auf 23,9 kg/Kopf/Jahr stieg. Der Verbrauch von Eiern ist in diesem Zeitraum von 253 Stück auf 214 Stück/Kopf/Jahr verändert (BMEL, 2014).

In diesem Durchschnittskonsum sind Vegetarier und Veganer, die kein Fleisch bzw. keine tierischen Produkte konsumieren, enthalten. In Deutschland wird auf Basis einer Erhebung des IfD Allensbach die Anzahl der Vegetarier auf 5,36 Mio. Personen und die der Veganer auf 0,85 Mio. geschätzt (Statista, 2015a, 2015b).

**Abbildung 1. Verbrauch von Nahrungsmitteln in kg Schlachtgewicht pro Kopf und Jahr**

Quelle: BMEL, 2014. Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2014. Bonn. Daten für neues Bundesgebiet.

## Motive beim Kauf von Lebensmitteln

Um die Auswahl der Lebensmittel, die die Konsumenten regelmäßig konsumieren, zu erklären, werden in der Konsumforschung die Motive untersucht. Diese Motive werden mit Hilfe unterschiedlicher Methoden gemessen. In einer Messung nach Steptoe et al. (1995) wurden in 2012 in einer Erhebung die Motive von 720 Konsumenten in Bayern gemessen. Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse.

Wie aus Tabelle 1 ersichtlich, wird die Beachtung der Tierrechte ( $M=1.57$ ,  $SD=0.952$ ) für die Konsumenten in Bayern an fünfter Stelle, nach der Freiheit von Rückständen, der Gesundheit, der Natürlichkeit und der Freiheit von Zusatzstoffen genannt. Sie rangiert damit vor dem Preis-Leistungsverhältnis, das an achter Stelle steht ( $M=1.64$ ,  $SD=0.805$ ). Dass die Ernährung den Tieren kein Leid zufügt, reiht leicht dahinter ( $M=1.76$ ,  $SD=1.096$ ).

**Tabelle 1. Motive bei der Lebensmittelauswahl**

| <b>Wie wichtig ist es für Sie, dass Ihre alltägliche Ernährung ...</b><br>(1=sehr wichtig, ..., 5=überhaupt nicht wichtig) | <b>Mittelwert</b> | <b>Std. Abw.</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------|
| ... frei von chemischen hormonellen Rückständen ist.                                                                       | 1,44              | 0,883            |
| ... Sie gesund erhält.                                                                                                     | 1,46              | 0,676            |
| ... keine künstlichen Inhaltsstoffe enthält.                                                                               | 1,53              | 0,920            |
| ... natürliche Inhaltsstoffe enthält.                                                                                      | 1,55              | 0,915            |
| ... so hergestellt wurde, dass die Tierrechte beachtet wurden.                                                             | 1,57              | 0,952            |
| ... keine Zusätze enthält.                                                                                                 | 1,58              | 0,934            |
| ... viele Vitamine und Mineralstoffe enthält.                                                                              | 1,62              | 0,817            |
| ... ein gutes Preis-Leistungsverhältnis hat.                                                                               | 1,63              | 0,805            |
| ... so hergestellt wurde, dass Tieren kein Leid zugefügt wurde.                                                            | 1,76              | 1,096            |
| ... nahrhaft ist.                                                                                                          | 1,91              | 1,029            |
| ... angenehme Konsistenz hat.                                                                                              | 1,96              | 0,961            |
| ... schonend zubereitet ist.                                                                                               | 1,98              | 1,128            |
| ... gut riecht.                                                                                                            | 1,99              | 1,086            |
| ... möglichst unverarbeitet ist.                                                                                           | 2,05              | 1,171            |
| ... gut aussieht.                                                                                                          | 2,07              | 1,051            |
| ... viele Ballaststoffe enthält.                                                                                           | 2,34              | 1,291            |
| ... proteinreich ist.                                                                                                      | 2,83              | 1,315            |
| ... nicht teuer ist.                                                                                                       | 2,98              | 1,263            |
| ... gut für Ihre Haut, Zähne, Nägel etc. ist                                                                               | 3,03              | 1,439            |

Quelle: Eigene Erhebung mittels persönlicher PAPI Befragung, Stichprobe stratifiziert nach Stadt und Einkaufsstätte

Die Problematik der Erhebung der Auswahlmotive ergibt sich häufig dadurch, dass es den Konsumenten schwer fällt einen Wert zuzuordnen. Außerdem müssen die Befragten keine Abwägung treffen, es kann also alles gleich wichtig sein. In Anlehnung an Lusk und Briggemann (2009) wurde darum in 2014 in einer deutschlandweiten Online-Befragung die Werte, die bei der Auswahl von Lebensmitteln eine Rolle spielen, mit der Best-Worst Methode erhoben. Hierbei wurde den Befragten mehrfach eine Auswahl von sechs unterschiedlichen Werten vorgeschlagen. Die Studienteilnehmer mussten dann den jeweils wichtigsten und unwichtigsten Wert für ihre Lebensmittelauswahlentscheidung angeben. Abbildung 2 zeigt hierfür ein Beispiel.



**Abbildung 2. Werte für die Lebensmittelauswahlentscheidung**

| Welcher der folgenden Aspekte ist für Sie<br>beim Lebensmitteleinkauf                             | am wichtigsten           | am wenigsten wichtig?    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Geschmack (inwiefern der Konsum der Lebensmittel<br>die Sinne anspricht)                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Preis (der Preis, den Sie für die Lebensmittel zahlen)                                            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Convenience (wie einfach und schnell die Lebensmittel<br>gekocht und/oder gegessen werden können) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Ernährung (Menge und Art von Fetten, Proteinen, Vitaminen etc.)                                   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Tradition (traditionelle Konsumgewohnheiten bewahren)                                             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Umwelteinfluss (Auswirkungen der<br>Lebensmittelproduktion auf die Umwelt)                        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Quelle: eigene Erhebung

Insgesamt wurden so zwölf Werte abgefragt. Auf Basis einer Auswertung mit einer Zählmethode (B-W Count = Differenz aus den Häufigkeiten, mit der ein Wert als am wichtigsten und am wenigsten wichtig angegeben wurde) und mit einem Randomparameter-Logit (RPL) Modell ergibt für die Stichprobe aus 935 Verbrauchern folgende Rangfolge der Werte, die in Tabelle 2 dargestellt ist.

**Tabelle 2. Werte in der Auswahl von Lebensmitteln nach Best-Worst Methode**

| Wert          | Ranking nach<br>B-W Count | Ranking<br>nach RPL Modell |
|---------------|---------------------------|----------------------------|
| Sicherheit    | 561                       | 24,2                       |
| Geschmack     | 423                       | 16,8                       |
| Tierwohl      | 282                       | 11,3                       |
| Natürlichkeit | 288                       | 11,0                       |
| Preis         | 52                        | 7,5                        |
| Fairness      | 147                       | 7,4                        |
| Umwelt        | 37                        | 7,0                        |
| Ernährung     | 107                       | 6,4                        |
| Original      | -13                       | 5,5                        |
| Aussehen      | -395                      | 2,0                        |
| Convenience   | -617                      | 1,1                        |
| Neuheit       | -872                      | -                          |

Quelle: Eigene Erhebung

Es zeigt sich also deutlich, dass der Wert von Tierwohl für die Konsumenten sehr hoch ist. Je nach Methode rangiert er auf dritter oder vierter Position. Diese hohe Bedeutung von Tierwohl hat Konsequenzen für die gesellschaftliche Diskussion von Tierwohl Praktiken. Darauf geht das folgende Kapitel weiter ein.

## Tierhaltungspraktiken und Stigma

Die Beurteilung von Handlungen und Gefahren kann sich auf Gegenstände oder Orte übertragen, die dann einen Makel tragen. In der Übertragung dieser Überlegungen auf Tierhaltungspraktiken definieren wir nach Kasperson, Jhaveri, & Kasperson (2001) Stigma als *“[...] eine Markierung bei einer Person, an einem Platz, einer Technologie, einem Produkt, verbunden mit einem besonderen Attribut, welches das Markierte als unterschiedlich und abweichend, fehlerhaft und unerwünscht kennzeichnet.”* Das Stigma wird dadurch gut sichtbar und identifizierbar und dient der sozialen Verstärkung. Eigenschaften, die einer Stigmatisierung unterliegen, gehen nicht länger in einen Abwägungsprozess ein, sondern werden abgelehnt und gemieden.

In Anlehnung an Peters, Burraston und Mertz (2004) wurden in der oben bereits erwähnten Onlinebefragung Stigma unterschiedlicher Praktiken der Lebensmittelherstellung und Tierhaltung gemessen. Dabei mussten die Befragten beurteilen, wie akzeptabel (-2, ..., +2) sie diese Praktiken finden. Bei den Praktiken die als inakzeptabel empfunden wurden, mussten die Befragten nochmals die Aussage treffen, ob sie sich eine soziale oder ökonomische Situation vorstellen könnten, in welcher die Items akzeptabel sind (0: keine Situation denkbar, ..., 3: mehrere Situationen denkbar).

Die Tabelle zeigt, dass viele der heute üblichen Praktiken von Konsumenten als nicht akzeptabel eingestuft werden. Darüber hinaus können sich viele Befragte keine Situation vorstellen, in denen solche Praktiken akzeptabel werden. Dies ist ein Zeichen von Stigma.

## Diskussion

Die Ausgangslage weist darauf hin, dass der gesellschaftliche Konsens in Bezug auf die Akzeptanz von Praktiken in der Nutztierhaltung brüchig ist. Die in diesem Vortrag präsentierten Ergebnisse basieren dabei auf einer repräsentativen Erhebung von Konsumenten in Deutschland. Es handelt sich hierbei nicht um ein aufgeklärtes Meinungsbild, das heißt, auch wenn die Konsumenten die Praktiken nicht oder nicht genau kennen, wurden sie um ihre Einschätzung gebeten. Bennett und Blaney (2002) konnten in England zeigen, dass wenn Teilnehmern einer experimentellen Studie ein gesellschaftlicher Konsens für eine stärkere Beachtung des Tierwohls kommuniziert wird, die moralische Intensität von Fragen der Nutztierhaltung steigt. Als Folge messen sie eine steigende Akzeptanz für höhere Preise bei Lebensmittel tierischer Herkunft.

Ungeachtet der derzeitigen Diskussionen ist der Pro-Kopf-Verbrauch von tierischen Lebensmitteln hoch. Diese vermeintliche Einstellungs-Verhaltens-Inkonsistenz lässt sich aus verschiedenen Perspektiven näher betrachten. Zum einen ist das Einstellungsobjekt verschieden (Nutztierhaltung versus Lebensmittel), was eine räumliche, zeitliche und vor allem emotionale Distanz schafft. Diese Distanz lässt den Kauf eines Lebensmittels anders beurteilen als die land- und ernährungswirtschaftliche Praxis. Zum anderen verändert sich die Beurteilung dessen, was die Gesellschaft in der Nutztierhaltung als akzeptabel empfindet. Diesen Herausforderungen kann man auf unterschiedliche Art begegnen. Zum einen gibt es die Möglichkeit, tierische Produkte entsprechend ihrer Tierwohlstandards zu kennzeichnen. Hierbei können sowohl positive als auch negative Kennzeichnungen gewählt werden. Zum anderen können die gesetzlichen Standards in der Nutztierhaltung angehoben werden. Dabei ist auf die Verteilungswirkung solcher Gesetzesvorhaben zu

achten, sowohl was den internationalen Handel als auch die finanzielle Belastung der Bevölkerung angeht.

**Tabelle 3. Akzeptanz von Praktiken in Tierhaltung und Herstellung von Lebensmitteln**

|                                                                                                                                                                      | Prozent der Befragten, die eine Praktik als inakzeptabel einstufen | Prozent der Befragten, die Praktik nicht akzeptabel finden und sich keine Umstände vorstellen können, unter denen diese Praktik akzeptabel ist |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Einsatz von Gentechnik in der Produktion von Lebensmitteln                                                                                                           | 72,6                                                               | 53,2                                                                                                                                           |
| Bestrahlung von Lebensmitteln                                                                                                                                        | 77,7                                                               | 54,8                                                                                                                                           |
| Einsatz von Nanotechnologie in der Lebensmittelproduktion                                                                                                            | 66,0                                                               | 52,7                                                                                                                                           |
| Einsatz von Pestiziden in der Landwirtschaft                                                                                                                         | 71,5                                                               | 45,5                                                                                                                                           |
| Konservierungsstoffe und Farbstoffe in Lebensmitteln                                                                                                                 | 48,5                                                               | 40,0                                                                                                                                           |
| Einsatz von Antibiotika in der Tierhaltung                                                                                                                           | 77,7                                                               | 46,0                                                                                                                                           |
| Einsatz von Hormonen in der Tierhaltung                                                                                                                              | 82,4                                                               | 52,7                                                                                                                                           |
| Kupieren von Schwänzen bei Ferkeln                                                                                                                                   | 77,2                                                               | 62,6                                                                                                                                           |
| Betäubungslose Ferkelkastration                                                                                                                                      | 83,0                                                               | 65,5                                                                                                                                           |
| Derzeit übliches Platzangebot in der Käfighaltung von Hühnern                                                                                                        | 78,2                                                               | 52,0                                                                                                                                           |
| Lebendtransport von Tieren von mehr als 6 Stunden                                                                                                                    | 76,6                                                               | 50,1                                                                                                                                           |
| Kurzmast von Hähnchen (Küken werden innerhalb von 32 Tagen auf ein Gewicht von 1500 bis 1600g gezüchtet)                                                             | 77,7                                                               | 57,2                                                                                                                                           |
| Halten der Tiere auf reinen Spaltenböden (Spaltenböden bestehen abwechselnd aus Balken, auf denen die Tiere stehen können und Spalten, die Harn und Kot durchlassen) | 72,7                                                               | 53,0                                                                                                                                           |
| Tötung von männlichen Eintagsküken                                                                                                                                   | 78,4                                                               | 61,0                                                                                                                                           |

Quelle: Eigene Erhebung

## Quellenverzeichnis

Bennett, R und R Blaney (2002). Social consensus, moral intensity and willingness to pay to address a farm animal welfare issue. *Journal of Economic Psychology*, 23 (4), 501–20.

BMEL, 2014. *Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten 2014*. Münster: Landwirtschaftsverlag Münster Hilstrup.

Eurobarometer (2010). Special Eurobarometer 354: Food-related risks. [http://ec.europa.eu/public\\_opinion/archives/ebs/ebs\\_354\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_354_en.pdf). Zugriff: 7. September 2015.

Foot, P (1967). The problem of abortion and the doctrine of double effect. *Oxford Review*, 5, 5-15.

Greene, J D, R B Sommerville, L E Nystrom, J M Darley und J D Cohen (2001). An fMRI investigation of emotional engagement in moral judgment. *Science*, 293 (5537), 2105–8.

- Haidt, J (2001). The emotional dog and its rational tail: A social intuitionist approach to moral judgement. *Psychological Review*, 108 (1), 814–34.
- Haidt, J (2012). *The righteous mind: Why good people are divided by politics and religion*. New York: Pantheon.
- Jones, T (1991). Ethical decision making by individuals in organizations: An issue-contingent model. *Academy Of Management Review*, 16(2), 366-395.
- Kasperson, J H, N Jhaveri und J X Kasperson (2001). Stigma and the social amplification of risk: Towards a framework of analysis. In: J Flynn, P Slovic, und H Kunreuther (Eds.) *Risk, media and stigma. Understanding public challenges to modern science and technology*, p 9-27, London: Earthscan.
- Lusk J L und B C Briggeman (2009). Food values. *American Journal of Agricultural Economics*, 91, 184-196.
- Peters E, B Burraston und C K Mertz (2004). An emotion-based model of risk perception and stigma susceptibility: cognitive appraisals of emotions, affective reactivity, worldviews, and risk perceptions in the generation of technological stigma. *Risk Analysis*, 24, 1349–67.
- Statista (2015). Anzahl der Personen in Deutschland, die sich selbst als Vegetarier einordnen oder Leute, die weitgehend auf Fleisch verzichten. <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/173636/umfrage/lebenseinstellung---anzahl-vegetarier/>. Zugriff: 7. September 2015.
- Statista (2015). Personen in Deutschland, die sich selbst als Veganer einordnen oder als Leute, die weitgehend auf tierische Produkte verzichten. <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/445155/umfrage/umfrage-in-deutschland-zur-anzahl-der-veganer/> Zugriff: 7. September 2015.
- Statistisches Bundesamt (2015). Anteil der Ausgaben der privaten Haushalte in Deutschland für Nahrungsmittel, Getränke und Tabakwaren an den Konsumausgaben in den Jahren in den Jahren 1850 bis 2014. <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/75719/umfrage/ausgaben-fuer-nahrungsmittel-in-deutschland-seit-1900/> Zugriff: 7. September 2015.
- Steptoe A, T M Pollard und J Wardle (1995). Development of a measure of the motives underlying the selection of food: the food choice questionnaire. *Appetite*, 25(3), 267-284

#### Autorenanschrift

Prof. Dr. Jutta Roosen  
Lehrstuhl für Marketing und Konsumforschung  
Technische Universität München  
Alte Akademie 16  
85350 Freising  
jroosen@tum.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)

# Akzeptanz der Nutztierhaltung: Analyse aus der Sicht der Agrarwissenschaften

**Matthias Gauly**

Freie Universität Bozen, Fakultät für Naturwissenschaften und Technik

## Einleitung

Die Schwerpunkte der Produktionsziele der Veredlungswirtschaft haben sich in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich verändert. Sie verfolgten dabei im Wesentlichen die von der Gesellschaft vorgegebenen Ziele. Diese waren nach dem Ende des 2. Weltkriegs zunächst die schnelle und kontinuierliche Lebensmittelversorgung bei niedrigem Preisniveau, eine hohe (Bio-)Effizienz der Erzeugung (inkl. Futtermittelverbrauch) sowie später eine hohe Lebensmittelsicherheit und -qualität. Immer stärker sind im Laufe der letzten Jahre die Ziele der Tiergesundheit, des Tierschutzes sowie Tierwohls hinzugekommen. Einige dieser Zielgrößen scheinen nur schwer miteinander vereinbar, was der tierischen Erzeugung Probleme bereitet und vermutlich zu einer sinkenden Akzeptanz der Verbraucher gegenüber der Landwirtschaft im Allgemeinen und der tierischen Erzeugung im Besonderen geführt hat. In der oftmals inkonsequenten Haltung vieler Verbraucher (Verlangen nach niedrigem Preis aber sehr hohem Tierschutzniveau) wird aus Sicht der Praxis ein Haupthemmnis zur Weiterentwicklung der Haltungssysteme in Richtung mehr Tierschutz gesehen.

Um die gegenwärtige Situation besser zu verstehen, erscheint es zunächst sinnvoll sich die Entwicklung und den gegenwärtigen Stand der Tierhaltung in Deutschland (die beispielhaft für andere wichtige Erzeugerländer innerhalb der EU steht) zu betrachten und sich die Treiber derselben vor Augen zu führen.

## Entwicklung der Tierhaltung in Deutschland

Die Entwicklung der Tierhaltung im Hinblick auf Betriebszahlen und Bestandsgrößen sind in den Tabellen 1 und 2 dargestellt. Dem kontinuierlichen Rückgang der landwirtschaftlichen Betriebe (von ca. 900.000 im Jahr 1975 auf ca. 256.000 im Jahr 2013, davon 199.200 tierhaltende Betriebe) steht ein stetiges Größenwachstum entgegen. Wenngleich entsprechende Konzentrationsprozesse in allen Wirtschaftsbereichen stattfinden, werden sie in der Landwirtschaft besonders kritisch gesehen. Der Begriff der „Massentierhaltung“ scheint etabliert und negativ belegt, ohne dass er sinnvoll definiert werden kann und bisher keine validen wissenschaftlichen Erkenntnisse zwischen den Zusammenhängen von Bestandsgrößen und Tierwohlparametern vorliegen. Zumindest tendenziell zeigen sich häufig eher gegenläufige Beziehungen.

Weitere Veränderungen sind in der steigenden regionalen Konzentration der Tierhaltung zu sehen. Wenngleich hier ein gewisser Maximalstand in einigen Regionen erreicht zu sein scheint (Abb. 1), ist aus Sicht einiger Gruppen die Belastungsgrenze überschritten. Zu den Regionen höchster Konzentration gehören u.a. Vechta und Cloppenburg. Während z.B. 2010 im Bundesdurchschnitt der Schweinebesatz bei 165 Tieren pro 100 ha lag, war er in den genannten Regionen mit 1.674 bzw. 1.327 Tieren um ein vielfaches höher.

Tabelle 1: Betriebszahlenentwicklung in Deutschland zwischen 2000 und 2013 (ZMP, 2003, 2012; Stat. Bundesamt, 2011)

| Betrieb      | 2000                  | 2013                  | Jährlicher Rückgang in % |
|--------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
| Sauen        | 47.000                | 10.500                | - 6,0                    |
| Mastschweine | 76.000                | 22.700                | - 5,5                    |
| Milchkühe    | 139.000               | 77.700                | - 3,4                    |
| Legehennen   | 2.500 (> 1000 Plätze) | 1.355 (> 3000 Plätze) | - 3,5                    |
| Masthähnchen | 11.300                | 4.532                 | - 4,6                    |

Tabelle 2: Bestandsgrößenentwicklung in Deutschland zwischen 2000 und 2013 (ZMP, 2003, 2012; Stat. Bundesamt, 2011)

| Tierzahl pro Betrieb | 2000  | 2010   | Jährlicher Zuwachs in % |
|----------------------|-------|--------|-------------------------|
| Mastschweine         | 294   | 464    | + 5,8                   |
| Milchkühe            | 31    | 48     | + 5,5                   |
| Masthähnchen         | 4.542 | 14.900 | + 22,8                  |

Dabei zeigen sich in verschiedenen Bereichen im Vergleich von Betrieben in intensiven und extensiven Regionen durchaus Vorteile der Konzentration. Dies auch im Bereich von Umwelt- und Tierwohlparametern. So belegen Theuvsen und Deimel (2011), dass in Betrieben aus Intensivregionen Tierverlusten niedriger sowie umgekehrt die tierischen Leistungen und damit auch die Bioeffizienz signifikant besser sind. Nicht vernachlässigt werden dürfen allerdings die Zusammenhänge zwischen der räumlichen Konzentration der Tierhaltung, hohen N-Salden, hohen Belastungen des Grund- und Oberflächenwassers mit Nitrat sowie hohen Ammoniakemissionen. So weist der Sachverständigenrat für Umweltfragen im Sondergutachten "Stickstoff: Lösungsstrategien für ein drängendes Umweltproblem" (2015) nachdrücklich auf die Überschreitung des "critical loads" an Stickstoff in Intensivregionen hin. Kann das nicht gelöst werden, ist über regionale Bestandsobergrenzen nach niederländischem Muster nachzudenken (Grethe et al., 2015).

Die Entwicklungen in den Haltungssystemen sind vor allem von gesetzlichen Vorgaben (u.a. Tierschutz-gesetz, Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung), Fragen der Ökonomie (Nachhaltigkeit), der Tiergesundheit sowie des Tierschutzes, des Ressourcenschutzes und der -effizienz, des Arbeits- sowie Umweltschutzes getrieben. Während beim Schwein (u.a. Anpassung der Gruppenhaltung im Wartebereich der Sauen) und Geflügel (u.a. Verbot der konventionellen Käfighaltung bei Legehennen) eine starke Orientierung an den gesetzlichen Vorgaben der „Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere bei ihrer Haltung (TierSchNutzV)“ erfolgt, ist dies im Milchviehbereich nicht der Fall (bisher keine Vorgaben in der TierSchNutzV).



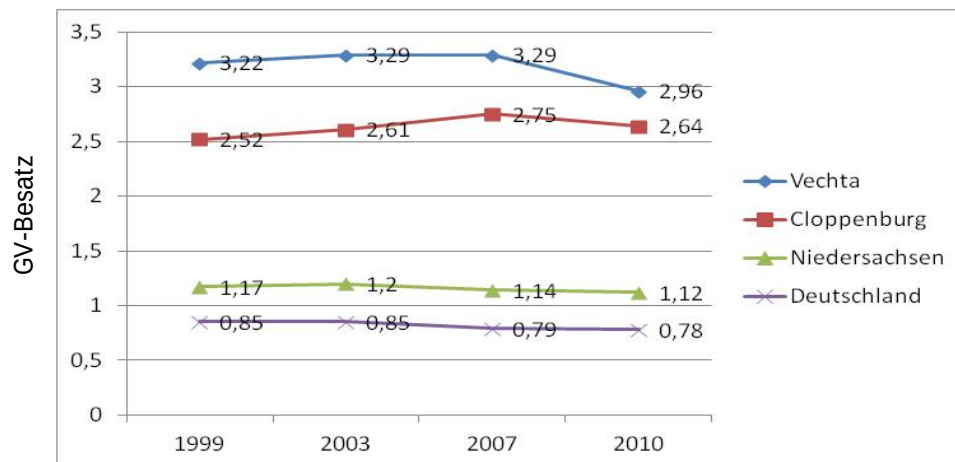


Abb. 1: Entwicklung der regionalen Konzentration (Destatis 2012, [www.oldenburger-münsterland.de](http://www.oldenburger-münsterland.de))

Die Entwicklung von der Anbinde- zur Laufstallhaltung, die aus Sicht des Tierwohls sehr positiv bewertet wird, erfolgt mit dem Bestandsgrößenwachstum primär aus ökonomischen Gründen. In jedem Fall trug und trägt diese Entwicklung vermutlich mit dazu bei, dass die Milchviehhaltung eine überdurchschnittlich hohe Akzeptanz bei Verbrauchern genießt, was schon seit langer Zeit der Fall ist (von Alvensleben, 2003). Darüber hinaus fördert die Sichtbarkeit der Tiere sicherlich zusätzlich die Akzeptanz. Mit der stärkeren Entwicklung hin zur reinen Stallhaltung muss auch deshalb ein nicht unerhebliches Imagerisiko gesehen werden. Gegenwärtig haben von 4,2 Mio. Milchkühen in Deutschland noch rund 1,8 Mio. regelmäßigen Weidegang, d.h. für die Mehrheit der Betriebe trifft das nicht mehr zu. Vor allem Betriebsgrößen von über 500 Kühen fallen mit einem niedrigen Anteil (25 %) an Weidehaltung auf (Statistisches Bundesamt, 2010). Dabei hat die Weidehaltung von Kühen beim Verbraucher eine sehr hohe Bedeutung für den Milcheinkauf. Die Bedeutung liegt für die Kaufentscheidung sogar über dem Preis (Kühl et al., 2014). Die Umstellung erfolgt dennoch, da die ganzjährige Stallhaltung insbesondere von größeren Betrieben als rentabler und einfacher angesehen wird, da ressourceneffizienter und mit weniger Risiko behaftet. Dabei werden solche Entscheidungen häufig sehr stark auf der Basis der erwarteten Jahresleistung pro Kuh getroffen (vergleichbares gilt auch für andere Tierarten). Ob diese Zielgröße allerdings immer mit Produktionseffizienz und Wirtschaftlichkeit korreliert ist häufig unklar. Unberücksichtigt bleiben bei den Entscheidungen zum Betrieb eines Haltungssystems meist Bestandsergänzungskosten (Thomet und Piccand, 2011) sowie gesellschaftlich bedeutende Zusatzleistungen (u.a. Landschaftsbild, Tierwohl, Biodiversität) (Weiss, 2007).

Wenngleich auch hier kaum wissenschaftlich belastbare Zahlen zum Einfluss der Weide auf Gesundheit und Tierwohl vorliegen (viele Arbeiten finden keine eindeutigen Zusammenhänge oder kommen zu vollkommen gegensätzlichen Aussagen), muss die zunehmend in der Wissenschaft Beachtung findende Frage der Emotion von Tieren und deren Bedeutung für das Tierwohl frühzeitig berücksichtigt werden. Hinzu kommt die Einschätzung der Verbraucher (Kühl et al., 2014) auf dessen Akzeptanz die Erzeugung langfristig angewiesen ist. Daraus lässt sich auch die Vorzüglichkeit bzw. die Forderung nach mehreren Klimazonen in der Haltung von Schwein und Geflügel ableiten (daneben gibt es positive Wechselwirkung von Außenklima bei Schwein und Geflügel mit der Tiergesundheit sowie dem Ausleben bestimmter Verhaltensweisen) (siehe auch Tabelle 3).



## Welche Herausforderungen kommen auf die landwirtschaftliche Tierhaltung zu?

Tabelle 3 zeigt die nach Ansicht des wissenschaftlichen Beirats für Agrarpolitik beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (Grethe et al., 2015) gegenwärtig wesentlichsten Herausforderungen in den genannten Bereichen Bestandsgröße, regionale Konzentration, Tiergesundheit, Tierwohl und Haltung nach Tierarten getrennt auf.

Die Bestandsgrößenproblematik sowie die Probleme der regionalen Konzentration werden vor allem die Schweine- sowie die Mastgeflügelhaltung in der öffentlichen Diskussion treffen. Die Schwierigkeit dieser Diskussion wurde bereits weiter oben ausgeführt.

Tabelle 3: Herausforderungen nach Tierarten in den Bereichen Bestandsgröße, regionale Konzentration, Tiergesundheit, Tierwohl und Haltung

|                         | Rind                     | Mastschwein            | Sauen                         | Legehenne                              | Mastgeflügel           |
|-------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------------|----------------------------------------|------------------------|
| Bestandsgröße           | (ja)                     | ja                     | ja                            | (ja)                                   | ja                     |
| Regionale Konzentration | nein                     | ja                     | ja                            | (ja)                                   | ja                     |
| Tiergesundheit          | ja                       | ja                     | ja                            | ja                                     | ja                     |
| Tierwohl                | Leistung<br>(Amputation) | Leistung<br>Amputation | Leistung                      | Leistung<br>Amputation<br>Eintagsküken | Leistung<br>Amputation |
| Haltung                 | Weidegang                | Einstreu<br>Außenklima | Abferkelbereich<br>Außenklima |                                        | Umwelt<br>Außenklima   |

Der Bereich der Tiergesundheit (nicht zu trennen vom eigentlichen Tierwohl) muss über alle Arten hinweg kritisch betrachtet bzw. als signifikant verbesserungswürdig benannt werden. Es seien an dieser Stelle nur zwei Beispiele genannt, die gleichzeitig die enge Verknüpfung zur Leistung bzw. Zucht der Tiere hervor-heben soll. Nach Untersuchungen von Sandilands (2008) erleiden ca. 53 % aller Legehennen im Laufe einer Legeperiode mindestens einen Knochenbruch, was möglicherweise mit der extrem hohen Legeaktivität der Genotypen in Zusammenhang steht. Die Prävalenz war bei den Untersuchungen nicht signifikant unterschiedlich zwischen den Haltungssystemen (untersucht wurden jeweils 100 Hennen pro Betrieb am Ende der Legeperiode; aus 8 konventionellen und 4 ausgestalteten Käfiganlagen, 9 Freiland- und 3 Bodenhaltungen). Unterscheiden ließ sich allerdings der Zeitpunkt der Fraktur, was zumindest teilweise auf Mängel der Systeme und des Managements hinweist (z.B. mehr frische Frakturen bei Tieren aus konventioneller Haltung als bei Tieren aus Boden- und Freilandhaltung).

Ein weiteres Beispiel zeigt Tabelle 4. Darin sind die Erkrankungshäufigkeit sowie das Leistungsniveau von Milchkühen aus Testherden in Brandenburg dargestellt (Roffeis und Waurich, 2013). Neben dem Zusammenhang zur Leistung fällt vor allem der insgesamt im Laufe einer Laktation geringe Anteil unbehandelter (d.h. gesunder) Kühe negativ auf.

Tabelle 4: Erkrankungshäufigkeit und Leistungsniveau von Milchkühen aus Testherden in Brandenburg (Roffeis und Waurich, 2013)

| Leistungsgruppe<br>100-Tage Milch-kg | Erkrankungshäufigkeit je Kuh und Jahr |       |                  | Anteil gesunder Tiere<br>% |
|--------------------------------------|---------------------------------------|-------|------------------|----------------------------|
|                                      | nach Gesamt                           | Euter | Bewegungsapparat |                            |
| < 3000                               | 2,98                                  | 0,52  | 0,91             | 13,0                       |
| 3000 – 3500                          | 2,90                                  | 0,53  | 0,94             | 11,9                       |
| 3500 – 4000                          | 3,10                                  | 0,60  | 0,93             | 10,6                       |
| > 4000                               | 3,48                                  | 0,61  | 1,12             | 8,6                        |

Insgesamt liegt das durchschnittliche Abgangsalter von Holstein-Friesian Kühe mit ca. 5,4 Jahren (etwas mehr als zwei Laktationen) (Römer, 2011) auf einem unbefriedigenden Niveau und macht Probleme der Tiergesundheit deutlich. Nach Ansicht verschiedener Autoren ist der Parameter allerdings aufgrund insgesamt gestiegener Milchleistungen zur Bewertung der Tiergesundheit ungeeignet. Allerdings zeigt die Entwicklung der Nutzungsdauer (Länge des produktiven Lebens in Monaten von erster Kalbung bis zum Abgang) auf der phänotypischen Ebene (Zusammenstellung auf Basis Jahresbericht des ViT, Verden) ein ähnliches, unbefriedigendes Bild (Abb. 2).

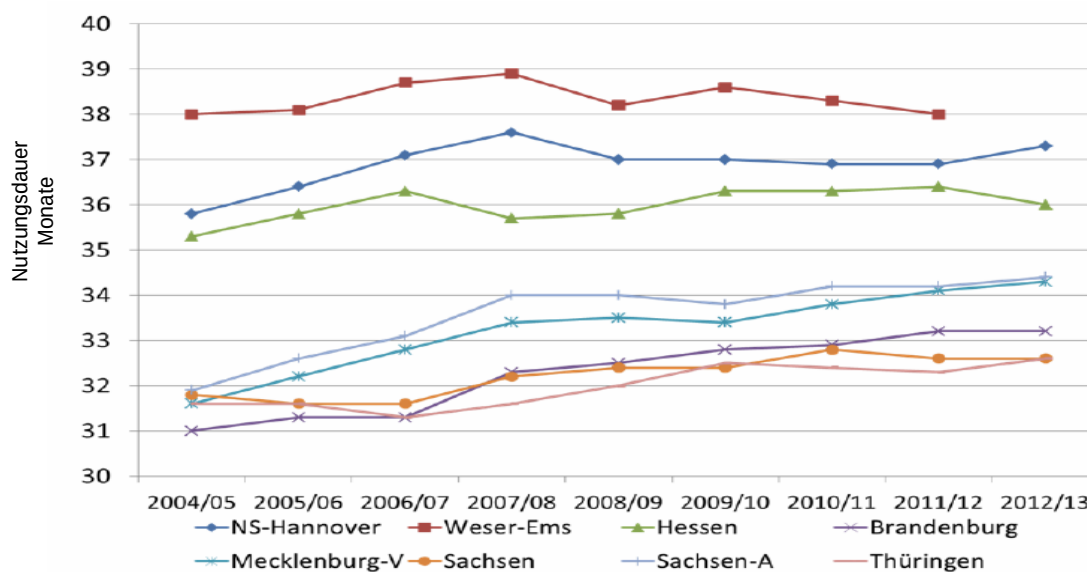


Abbildung 2: Entwicklung der Nutzungsdauer (Länge des produktiven Lebens in Monaten von erster Kalbung bis zum Abgang) auf der phänotypischen Ebene in verschiedenen Zuchtverbänden (Zusammenstellung auf Basis Jahresbericht des ViT, Verden)

Es kann als Hypothese postuliert werden, dass die hohen genetisch veranlagten Leistungen für viele Betriebe nicht oder nur sehr schwer beherrschbar sind. Dies gilt für alle Nutztierarten. Darüber hinaus muss festgestellt werden, dass für einige Veränderungen (u.a. Leistungszuwächse) die teilweise in der Praxis vorgegebenen Stallsysteme nicht ausgelegt sind. Als Beispiel sei der Kurzstand der Milchkuh genannt. Die Abschreibungsfristen bzw. Nutzungsdauer der Haltungssysteme sind bzw. waren länger als der genetische Fortschritt der Kühe, die zu größeren Rahmen der Tiere führte. Gleiches gilt

gegenwärtig für die Entwicklung der Ferkelzahlen. Alte Ställe sind dafür oftmals nicht ausgelegt, was zu mangelndem Platzangebot führt. Die Verantwortung der Zuchtverbände und Wissenschaftler muss dies in Zukunft stärker berücksichtigen.

## Was ergibt sich daraus?

Die Nutztierhaltung in Deutschland hat sich zweifelsohne in den letzten Jahrzehnten zu einem wirtschaftlich sehr erfolgreichen Sektor entwickelt. Es wurden u.a. große Fortschritte in Bezug auf die Ressourceneffizienz erzielt. Gleichzeitig gibt es allerdings auch erhebliche Defizite vor allem im Bereich Tierschutz. In Kombination mit einer veränderten Einstellung zur Mensch-Tier-Beziehung führte dies zu einer verringerten gesellschaftlichen Akzeptanz der Nutztierhaltung (Grethe et al., 2015). Diesem Trend muss dringend entgegengewirkt werden, will man die Existenz der Nutztierhaltung in Deutschland langfristig sichern. Zu den notwendigen Maßnahmen gehören das Schaffen von Transparenz sowie die vermehrte Verbraucheraufklärung, die Begrenzung bzw. Steuerung der regionalen Konzentration (sollten Umweltschutzziele verfehlt werden) und die zeitnahe Veränderung verschiedener Haltungssysteme in Richtung erhöhte Tierschutzstandards und Tiergesundheit (u.a. Außenklimakontakte).

Der Wissenschaftliche Beirat für Agrarpolitik beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (WBA) hat in diesem Zusammenhang Leitlinien und Empfehlungen für eine gesellschaftlich akzeptierte Nutztierhaltung entwickelt. Um die gesellschaftlichen Anforderungen an die Nutztierhaltung und die Realität der landwirtschaftlichen Produktion stärker in Einklang zu bringen, empfiehlt der WBA ein umfangreiches Maßnahmenbündel und zudem einen intensiven Diskurs zwischen Wirtschaft, Zivilgesellschaft und Politik unter Einbeziehung der Wissenschaft. Dabei könnte auch der derzeit sehr starken Fokussierung der gesellschaftlichen Diskussion auf die Rolle der Betriebsgröße („Massentierhaltung“) für den Tier- und Umweltschutz entgegengewirkt werden.

Abschließend werden die Leitlinien des WBA für eine zukunftsfähige Tierhaltung aus Sicht des Tierschutzes genannt:

1. Zugang aller Nutztiere zu verschiedenen Klimazonen, vorzugsweise Außenklima,
2. Angebot unterschiedlicher Funktionsbereiche mit verschiedenen Bodenbelägen,
3. Angebot von Einrichtungen, Stoffen und Reizen zur artgemäßen Beschäftigung, Nahrungsaufnahme und Körperpflege,
4. Angebot von ausreichend Platz,
5. Verzicht auf Amputationen,
6. routinemäßige betriebliche Eigenkontrollen anhand tierbezogener Tierwohlindikatoren,
7. deutlich reduzierter Arzneimitteleinsatz,
8. verbesserter Bildungs-, Kenntnis- und Motivationsstand der im Tierbereich arbeitenden Personen und
9. stärkere Berücksichtigung funktionaler Merkmale in der Zucht.

Einige haben Wissenschaft und Praxis bereits in den letzten Jahren verstärkt aufgegriffen, andere müssen in Zukunft stärker berücksichtigt werden. Für viele Nutztierarten sind die genannten Punkte vergleichsweise leicht und kostenneutral realisierbar, andere stellen dagegen erhebliche Herausforderungen für bestimmte Bereiche dar und führen zu Kostensteigerungen. Dementsprechend müssen Maßnahmen ergriffen werden, die sicherstellen, dass es zu keiner einseitigen Belastung der Landwirtschaft kommt und damit Produktionsanteile ins Ausland abwandern, vor allem dorthin wo Tierschutzstandards unter denen des Inlandes liegen (Grethe et al., 2015).

## Literatur

- Alvensleben von R., 2003. Wie sieht der Verbraucher die Nutztierhaltung? Analysen – Konsequenzen – Perspektiven. Nutztierpraxis, 4, 50-55.
- Grethe H., Christen O., Balmann A., Bokelmann W., Bauhus J., Gauly M., Knierim U., Latacz-Lohmann U., Nieberg H., Qaim M., Spiller A., Taube F., Martinez J. Tenhagen B.A., Weingarten P., 2015. Wege zu einer gesellschaftlich akzeptierten Nutztierhaltung. Gutachten Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Berlin.
- Roffeiss M., Waurich B., 2013. Hohe Milchleistungen und gesunde Euter. Ergebnisse aus den RBB-Testherden. Milchrindtag, 10.01.2013. Rinderunion Berlin-Brandenburg, Götz.
- Römer A., 2011. Untersuchungen zur Nutzungsdauer bei Deutschen Holstein Kühen. Züchtungskunde 83, 8-20.
- Sachverständigenrat für Umweltfragen im Sondergutachten "Stickstoff: Lösungsstrategien für ein drängendes Umweltproblem" (2015)
- Sandilands V., 2011. The laying hen and bone fractures. The Veterinary Record 169, 411-412.
- Kühl S., Ermann M., Spiller A., 2014. Imageträger Weidegang. DLG-Mitteilungen 4/2014, 94-97.
- Statistisches Bundesamt, 2011. Wer produziert unsere Nahrungsmittel? Aktuelle Ergebnisse der Landwirtschaftszählung 2010. Statistisches Bundesamt (Destatis), Wiesbaden. [https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressekonferenzen/2011/LWZ2010/pressebroschuere\\_lwz.pdf?blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressekonferenzen/2011/LWZ2010/pressebroschuere_lwz.pdf?blob=publicationFile)
- Theuvsen L., Deimel M., 2011. Informationsaustausch in Wertschöpfungsketten der Veredelungswirtschaft: Ein Beitrag zur Verbesserung der Zukunftsfähigkeit räumlicher Verbundsysteme. In: Nachhaltige Tierproduktion in agrarischen Intensivgebieten Niedersachsens, hrsg. v. Hans-Wilhelm Windhorst und Aline Veauthier, Vechta 2011, S. 13-32.
- Thomet P., Piccand V., 2011. Ressourceneffiziente Milchproduktion – Welcher Kuhtyp ist geeignet? 38. Viehwirtschaftliche Fachtagung 2011, ISBN 978-3-902559-59-3, 11-18.
- Tierschutzgesetz in der Neufassung vom 18. Mai 2006 (BGBl. I Nr. 25 vom 31.5.2006 S. 1206), zuletzt geändert durch Gesetz vom 4. 7. 2013 (BGBl. I v. 12.7.2013 S. 2182)
- Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (Verordnung zum Schutz landwirtschaftlicher Nutztiere und anderer zur Erzeugung tierischer Produkte gehaltener Tiere bei ihrer Haltung- TierSchNutzTV), vom 22. 8. 2006 (BGBl. I S. 2043), zuletzt geändert durch Verordnung vom 5. 2.2014 (BGBl. I S. 94)
- Weiss D., 2007. Milch aus Gras - Milch mit Mehrwert für Verbraucher und Bauern. In: Stoll W., Frioud E., Lobsiger M. (ed.): Der besondere Wert graslandbasierter Milch. Tagungsband, [www.alp.admin.ch](http://www.alp.admin.ch). S. 57-65.

### Autorenanschrift

Prof. Dr. Dr. Matthias Gauly  
Animal Science, Faculty of Science and Technology  
Universitätsplatz 5 - piazza Università 5  
39100 Bozen-Bolzano, Italy  
[matthias.gauly@unibz.it](mailto:matthias.gauly@unibz.it)

# Akzeptanz der Nutztierhaltung: Perspektiven für die praktische Nutztierhaltung

**Walter Heidl**

Bayerischer Bauernverband

## Nutztierhaltung in Bayern

Die Haltung von Nutztieren ist eine tragende Säule der bayerischen Landwirtschaft und trägt wesentlich zum Erhalt der Kulturlandschaft bei. In Bayern halten drei Viertel der landwirtschaftlichen Betriebe Nutztiere. Über 50 % des Produktionswertes der bayerischen Landwirtschaft entfallen auf tierische Erzeugnisse. Ein Drittel der landwirtschaftlichen Fläche ist Grünland, das nur über den Magen des Wiederkäuers zur Lebensmittelerzeugung genutzt werden kann. Die bayerischen Bauernfamilien sind sehr beunruhigt darüber, wie moderne Nutztierhaltung in die Kritik geraten ist und zum Teil in der Öffentlichkeit und in der Politik pauschal und ideologiegeprägt an den Pranger gestellt wird.

Wir fordern unbedingt eine Versachlichung der Diskussion um die Nutztierhaltung. Gleichzeitig ist es unerlässlich, dass Diskussionspunkte gesamtheitlich betrachtet und bewertet werden. Hierzu gehört gerade auch der Blick auf Zielkonflikte sowie Ökonomie und Wettbewerb. Nur so kann sichergestellt werden, dass sinnvolle Impulse zur Weiterentwicklung gegeben werden und eine für Tierschutz wie auch Verbraucherschutz kontraproduktive Verlagerung der Nutztierhaltung ins Ausland vermieden wird.

Die bayerischen Bauern sind bereit und interessiert an einem sachlichen Dialog mit den Verbrauchern, den Marktpartnern und der Politik. Sie bekennen sich dabei zu ihrer Verantwortung als Tierhalter:

- Sie gehen Tag für Tag sorgfältig und verantwortungsvoll mit ihren Tieren um und respektieren sie als Lebewesen.
- Sie achten auf gesunde Tiere, da diese die Voraussetzung sind, um hochwertige tierische Lebensmittel zu erzeugen. Nichtsdestotrotz können Tiere krank werden und müssen dann in Zusammenarbeit mit dem Tierarzt behandelt werden. Das gebietet der Tierschutz.
- Beim täglichen Umgang mit den Tieren beachten sie den Tierschutz, der in Deutschland und Europa auch gesetzlich auf hohem Niveau verankert ist.
- In Fragen des Tierkomforts können die Bauern das realisieren, was am Markt honoriert wird.

## Weiterentwicklung mit Maß und Ziel

Die Landwirtschaft ist eine dynamische Branche, die sich beständig weiterentwickelt. In der Nutztierhaltung haben die Entwicklungen der letzten Jahrzehnte, gerade auch für die Tiere, erhebliche Verbesserungen mit sich gebracht. Moderne Ställe bieten mehr Licht, mehr Platz und besseres Klima als in den vermeintlichen „guten, alten Zeiten“. Auch Hygiene und Sicherheit in der Lebensmittelerzeugung wurden erheblich ausgebaut. Eine kontinuierliche und nachhaltige Weiterentwicklung tragen die Bauernfamilien weiterhin aktiv mit. Dabei müssen Weiterentwicklungen auf wissenschaftlichen Erkenntnissen basieren, sowie praxis- und marktreif sein. Außerdem muss die Wirkung auf regionale Strukturen (Betriebsgrößen, Vermarktungswege) und auf die Wettbewerbsfähigkeit beachtet werden.

Im Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats für Agrarpolitik beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft über die Zukunft der Nutztierhaltung in Deutschland wurde die Situation der Nutztierhaltung in Deutschland ausführlich analysiert. Allerdings sind die Schlussfolgerungen, die aus der Analyse gezogen werden, teilweise nicht nachvollziehbar bzw. nur durch wenige Studien belegt. Um der Komplexität der Nutztierhaltung in Deutschland gerecht zu werden, hätten die Schlussfolgerungen auf der Basis einer breiteren Datengrundlage gezogen werden müssen. Außerdem wäre mehr Vorsicht geboten, Schlussfolgerungen auf der Basis von Meinungsumfragen bei Verbrauchern zu ziehen. Denn Fakt ist, dass das tatsächliche Einkaufsverhalten der Verbraucher davon meist erheblich abweicht.

Für eine Zukunftsperspektive für die Nutztierhaltung in Bayern und Deutschland ist es unerlässlich, dass die Politik die Weichen richtig stellt und sich zur modernen Nutztierhaltung bekennt. Wenn Bundesminister Schmidt mit seiner Tierwohl-Offensive den Weg einer nachhaltigen Weiterentwicklung in der Nutztierhaltung unterstützen und voranbringen will, ist die Landwirtschaft bereit, sich intensiv und konstruktiv mit einzubringen. Die Weiterentwicklung der Nutztierhaltung kann aber nur zum Erfolg führen, wenn die folgenden Aspekte berücksichtigt werden:

#### Praxistauglichkeit, Marktreife und Wissenschaftsbasierung

Sowohl Festlegungen zum Weiterentwicklungsbedarf als auch die Entwicklung von konkreten Veränderungsansätzen bedürfen einer stabilen wissenschaftlichen Grundlage. Daher kommt der Forschung sowohl an den Hochschulen als auch z.B. an den Landesanstalten eine große Bedeutung zu. Besonders wichtig ist dabei, theoretische Ansätze auf ihre Praxistauglichkeit und Marktreife zu prüfen. Außerdem sind in der Beurteilung mögliche Zielkonflikte bzw. -konkurrenzen (z.B. zwischen Tierwohl und Umweltschutz oder zwischen Tierwohl und Lebensmittelsicherheit) zu beachten. Gerade mit Blick auf die kleinstrukturierte bayerische Landwirtschaft ist zudem unbedingt darauf zu achten, Strukturwirkungen zu vermeiden.

#### Vorrang für freiwillige Wirtschaftsinitiativen

Freiwillige Wirtschaftsinitiativen wie die von Bauernverband, Fleischwirtschaft und Lebensmitteleinzelhandel entwickelte Initiative Tierwohl bei Schwein und Geflügel müssen Vorrang haben bei der Weiterentwicklung der Tierhaltung. Mit dieser Initiative, die kein Label ist, beschreitet die Wirtschaft neue Wege. Entscheidend ist dabei, dass Betriebe, die freiwillig zusätzliche, über das gesetzliche Niveau hinausgehende Tierwohlkriterien umsetzen, einen Kostenausgleich dafür erhalten. Damit werden Kosten für mehr Tierwohl nicht einseitig auf die Erzeuger abgewälzt, sondern die gesamte Wertschöpfungskette einschließlich der Verbraucher mit in die Pflicht genommen.

#### Erhalt einer wettbewerbsfähigen heimischen Tierhaltung

Die heimische Tierhaltung muss dauerhaft wettbewerbsfähig sein und bleiben. Sie darf nicht durch Kosten- und damit Wettbewerbsnachteile vom Markt verdrängt werden. Nationale gesetzliche Alleingänge sind daher kontraproduktiv. Es besteht die große Gefahr, dass tierische Lebensmittel aus heimischer Erzeugung durch Auslandsimporte ersetzt würden, die unter deutlich niedrigeren Anforderungen als in Deutschland erzeugt werden.

#### Schnellschüsse sind kontraproduktiv

Erst wenn für bestimmte politische Ziele tragfähige Lösungen in Aussicht sind, kann ein Fahrplan zur Umsetzung dieser Lösungen aufgestellt werden. Insbesondere der Verzicht auf das Schwänzekupieren bei Schweinen bzw. die Schnabelbehandlung bei Legehennen und Puten haben sich als äußerst komplexe Herausforderungen erwiesen. Verschiedene Forschungsprojekte haben zu beiden Themen noch keine verlässlichen und praxistauglichen Lösungswege erbracht. Vor diesem Hintergrund ist es gerade auch aus der Perspektive des Tierschutzes heraus kontraproduktiv, Zeithorizonte für freiwillige Vereinbarungen zum Ausstieg zu formulieren.

### Bürokratie und Innovationshindernisse vermeiden

Landwirtschaftliche Tierhalter sind gut ausgebildet und damit befähigt für ihre tägliche Arbeit mit den Tieren. Neue Bürokratie- und/oder Dokumentationsbelastungen durch Sachkundenachweise sind deshalb abzulehnen. Die Pläne für ein Prüf- und Zulassungsverfahren für Stalleinrichtungen können Innovationen erschweren oder sogar verhindern und bedeuten einen unnötigen Kostenpunkt, der die Wettbewerbsfähigkeit belastet.

### Bestandsschutz gewährleisten

Planungssicherheit und Verlässlichkeit müssen zukünftig ernster genommen werden. Es gilt, Bestandsschutz für bestehende Anlagen zu gewährleisten bzw. die Dauer von Übergangsfristen an den Kalkulationszeiträumen für Investitionen, zum Beispiel in einen Stallbau, auszurichten.

### Kein Strukturwandel durch die Hintertür

Neue gesetzliche Auflagen und Anforderungen beinhalten die dringende Gefahr, dass dadurch der Strukturwandel verschärft wird. Kleinere und mittlere Betriebe werden als erste aus der Tierhaltung aussteigen. Die Pflicht zur Gruppenhaltung von tragenden Sauen im Jahr 2013 hat zum Beispiel dazu geführt, dass ein Drittel der Ferkelerzeuger in Bayern aufgegeben haben.

## **Die Initiative Tierwohl**

Im Herbst 2012 haben sich Lebensmitteleinzelhandel, Landwirtschaft und Schlachtwirtschaft zum ersten Mal an einen Tisch gesetzt, um eine von der Wirtschaft getragene Brancheninitiative für mehr Tierwohl bei Schwein und Geflügel auszuarbeiten. Der Impuls zur Initiative Tierwohl ist vom Lebensmittelhandel ausgegangen. Er hat den landwirtschaftlichen Betrieben einen Kostenausgleich angeboten, wenn sie freiwillig zusätzliche, über das gesetzliche Niveau hinausgehende Tierwohlkriterien umsetzen.

Die Landwirtschaft stand dem Angebot zunächst skeptisch gegenüber. Denn bisher haben die Landwirte wenig gute Erfahrungen mit dem Lebensmitteleinzelhandel gemacht und immer wieder vor allem Preisdruck erlebt – wie leider zur Zeit auch wieder ganz massiv. Auf der anderen Seite war der Ansatz einer Brancheninitiative, an der sich die meisten großen Unternehmen des Lebensmitteleinzelhandels gemeinsam beteiligen, neu und einzigartig. Die Chance, durch diesen Ansatz die Tierhaltung in Deutschland wettbewerbsneutral und marktorientiert weiterzuentwickeln, bewog die Landwirtschaft dazu, sich aktiv zu beteiligen. Aldi Süd, Aldi Nord, Lidl, Edeka mit sechs der sieben Regionalstellen sowie mit Netto, Kaiser`s Tengelmann, Kaufland, und Rewe einschließlich Penny und seit September 2015 auch das mittelständische Unternehmen Wasgau finanzieren die Initiative Tierwohl.

Die Initiative Tierwohl ist als Ergänzung zu dem bereits bestehenden hohen Tierschutzniveau in deutschen Ställen zu sehen. In der Tat sind die gesetzlichen Bestimmungen zur Tierhaltung in Deutschland und in der EU im weltweiten Vergleich sehr hoch. Trotzdem erleben wir seit ein paar Jahren vor allem in Deutschland eine intensive Diskussion in der Gesellschaft - besonders in Politik und Öffentlichkeit – über unsere Nutztierhaltung.

Im Rahmen dieser Diskussion werden zahlreiche, über das derzeitige Gesetzesniveau hinausgehende Erwartungen formuliert. Diese Erwartungen sind ernst zu nehmen, sofern sie wissenschaftlich fundiert und praktikabel sind und nicht nur Emotionen widerspiegeln, aber können nicht über gesetzliche nationale Alleingänge, sondern nur in wettbewerbsneutralen und marktorientierten Ansätzen umgesetzt werden. Die Initiative Tierwohl ist so ein Ansatz. Dabei geht sie nicht von einem Marktakteur aus, sondern ist eine Brancheninitiative, an der sich rund 85 Prozent der Lebensmitteleinzelhandelsunternehmen verbindlich beteiligen. Das Entscheidende aus Sicht der Landwirtschaft ist, dass die Initiative freiwillig ist und die teilnehmenden Landwirte einen direkten,

vom Marktpreis losgelösten und unabhängigen Kostenausgleich für die Umsetzung zusätzlicher Tierwohlkriterien erhalten.

Ich stehe hinter diesem Ansatz der Initiative Tierwohl und habe mich deshalb in den letzten beiden Jahren persönlich in die Projektgruppe eingebracht, die die Organisation und Finanzierung der Initiative Tierwohl beim Schwein ausgearbeitet hat. Besonders wichtig war und ist dabei, dass die Initiative Tierwohl einen flexiblen Ansatz bietet, dass Schweinehalter unter verschiedenen Tierwohlkriterien auswählen und damit für ihre individuelle betriebliche Situation passende Wege zu mehr Tierwohl beschreiten können. Die Entscheidung zur Teilnahme muss und kann natürlich nur der landwirtschaftliche Unternehmer selbst treffen. Und es ist auch sehr wichtig, dass Schweinehalter, die nicht teilnehmen, nicht diskriminiert werden. Auch diese Betriebe wirtschaften im Rahmen der in Deutschland besonders weitgehenden Regeln und haben auch im Hinblick auf Tierwohl bereits ein hohes Niveau.

Die überaus große Zahl der Anmeldungen von Schweine- und Geflügelhaltern zur Initiative Tierwohl in den vergangenen Monaten ist ein sehr deutliches Zeichen dafür, dass die Tierhalter bereit sind, Maßnahmen für noch mehr Tierwohl umzusetzen, wenn dies in einem vernünftigen, praxisgerechten Rahmen erfolgt und ihnen die zusätzlichen Kosten erstattet werden. Zur Initiative Tierwohl haben sich 4.653 Schweinehalter sowie 1.058 Hähnchenmäster und 345 Putenmäster angemeldet. Wegen der von Seiten des Lebensmitteleinzelhandels begrenzten Finanzierung konnten nur 2.142 Schweinehalter, 645 Hähnchenmäster und 252 Putenmäster für die Teilnahme zugelassen werden. Jährlich profitieren damit rund 4,5 Mio. Mastschweine, 2,8 Mio. Aufzuchtferkel, 4,7 Mio. Saugferkel, 8,3 Mio. Puten und 247 Mio. Hähnchen von den Maßnahmen der Initiative Tierwohl. Die Beteiligung von weiteren Handelsunternehmen sowie auch von Gastronomiebetrieben und Verarbeitern an der Initiative Tierwohl wie auch die Erhöhung der Beiträge der bereits einzahlenden Unternehmen ist jetzt dringend erforderlich, damit die Initiative Tierwohl eine noch breitere Wirkung entfalten kann und alle interessierten Landwirte daran teilnehmen können.

## Schlussfolgerungen

Die Nutztierhaltung hat eine große Bedeutung in der bayerischen Landwirtschaft. Die Tierhalter sind bereit, ihre Tierhaltung weiterzuentwickeln, wenn dies auf wissenschaftlicher Basis, praxis- und marktgerecht, ohne Beeinträchtigung der Wettbewerbsfähigkeit und unter Berücksichtigung von Zielkonflikten erfolgt. Bei der Initiative Tierwohl sind diese Voraussetzungen erfüllt und mehr als 6.000 Tierhaltungsbetriebe haben sich dafür angemeldet. Wegen der begrenzten Finanzierung durch den Lebensmitteleinzelhandel können sich momentan nur rund 3.000 Betriebe beteiligen. Die Finanzierung muss deshalb deutlich aufgestockt bzw. ausgebaut werden.

Angeichts der aktuell sehr angespannten Erzeugerpreissituation bei vielen tierischen Erzeugnissen mahne ich sowohl den Lebensmitteleinzelhandel als auch die Schlachtunternehmen dringend, beispielsweise das russische Importembargo nicht als Vorwand zur Verstärkung des Marktdrucks zu missbrauchen. Für eine gute Zukunftsperspektive der Tierhaltung ist es entscheidend, dass dauerhafte Anstrengungen zur Erschließung neuer Exportmärkte unternommen werden, dass sich die Marktmacht des Handels nicht noch weiter verstärkt und dass Lebensmittel aus heimischer Erzeugung wieder mehr Wertschätzung erfahren. Alle Beteiligten in der Wertschöpfungskette müssen sich als Teil einer Verantwortungskette verstehen und ihren Beitrag leisten für die Zukunft einer nachhaltigen und heimischen Landwirtschaft und Lebensmittelerzeugung.



**Autorenanschrift**

Präsident Walter Heidl  
Bayerischer Bauernverband  
Max-Joseph-Str. 9  
80333 München  
[praesident@BayerischerBauernVerband.de](mailto:praesident@BayerischerBauernVerband.de)

# Garantiert saftig und zart



Schweinsbraten

## Das AMA-Gütesiegel garantiert ausgezeichnete Qualität.

Schweinefleisch lässt sich auf vielfältigste Art genießen. Damit auch der Klassiker, ein richtiger Schweinsbraten, garantiert saftig und zart schmeckt, achten Kenner auf die Auszeichnung für beste, unabhängig kontrollierte Qualität: Das AMA-Gütesiegel. **Sicher ist sicher.**



- ✓ Ausgezeichnete QUALITÄT
- ✓ Nachvollziehbare HERKUNFT
- ✓ Unabhängige KONTROLLE

# Energie- und Proteinversorgung der laktierenden Zuchtsau mit großen Würfen

## A. Susenbeth

Institut für Tierernährung und Stoffwechselphysiologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Hermann-Rodewald-Str. 9, 24098 Kiel

## Einleitung

Es bedarf keines weiteren Hinweises, dass die Reproduktionsleistung von Sauen in den letzten zehn Jahren enorm zugenommen hat. In erfolgreichen Praxisbetrieben setzen Sauen durchschnittlich 12,5 Ferkel pro Wurf und über 30 Ferkel pro Jahr ab (Schnippe und Niggemeyer, 2014). Es ist zu anzunehmen, dass ein nicht unerheblicher Anteil der Tiere 13-15 Ferkel pro Wurf absetzt, was auch Beobachtungen an der Lehr- und Versuchsanstalt Futterkamp bestätigen (Maier, pers. Mitt.). Diese Leistungssteigerung beruht zum Überwiegenden auf der steigenden Anzahl geborener Ferkel pro Wurf und nur zu einem geringen Teil auf der Reduktion der Ferkelverluste und der Erhöhung der Anzahl der Würfe pro Jahr (Sührk und Hatzakis, 2015). Ein solch hoher Zuwachs des Wurfs wird jedoch nur erreicht, wenn Sauen eine Milchleistung von 14-15 kg pro Tag erbringen. Dies ist ein Leistungsniveau des 4,5-fachen Erhaltungsbedarfs und entspricht damit dem einer Kuh mit einer Milchleistung von 40 kg. Dieser Vergleich ist jedoch etwas problematisch, da Sauen diese Leistung nur über einen relativ kurzen Zeitraum erbringen und ein wesentlich energiereicheres Futter erhalten.

## Die Grundlage zur Ableitung von Empfehlungen zur Versorgung an Energie und Aminosäuren

Die Gesellschaft für Ernährungsphysiologie hat im Jahr 2006 Empfehlungen zur Versorgung mit Energie und Nährstoffen von Zuchtsauen herausgegeben (GfE, 2006). Die dort gemachten Angaben für Wurfzuwächse bis 3,0 kg pro Tag decken jedoch auch den noch heute relevanten Leistungsbereich ab. Es ergibt sich zunächst die Notwendigkeit, die entsprechenden Tabellen für höhere Leistungen zu ergänzen, in denen auch Versorgungsempfehlungen für sehr hohe Wurfzuwächse von 3,5 kg pro Tag angegeben werden.

Die für die Wissenschaft größere Herausforderung als die Erweiterung der bestehenden Tabellen besteht jedoch in der Frage, ob die bei deutlich niedrigeren Leistungen gemessenen Werte zum Erhaltungsumsatz ( $ME_m$ ) und zur Effizienz der Verwertung der Umsetzbaren Energie ( $k_i$ ) und Aminosäuren (z.B.  $k_{Lys}$ ) für die Milchproduktion, die den Empfehlungen der GfE (2006) zugrunde liegen, auch für Tiere mit deutlich höherer Leistung noch zutreffend sind. Diese Frage kann hier nicht erörtert werden, es wird auf die Ausführungen von Susenbeth (2015) verwiesen. Wir können danach davon ausgehen, dass die Grunddaten zur Ableitung der Empfehlungen zur Versorgung von Energie und Nährstoffen (GfE, 2006) auch für Tiere mit hohen Leistungen als zutreffend anzusehen sind. Auch in einem neueren Modell zur Versorgung und zum Bedarf von Sauen (Dourmad et al., 2008), das auf einer umfassenden Auswertung vorliegender Experimente beruht, wird unverändert von den bisher bekannten Werten ausgegangen:  $ME_m = 0,46$  (0,44) MJ ME/kg BW<sup>0,75</sup>;  $k_i = 0,72$  (0,70);  $k_{ri} = 0,87$  (0,89), wobei  $k_{ri}$  die energetische Verwertung der mobilisierten Energie zu Milchenergie bedeutet und in Klammern die von der GfE (2006) verwendeten Werte angegeben sind.

Daraus kann eine wichtige Schlussfolgerung gezogen werden: Die Effizienz der Verwertung der Energie und Aminosäuren ist durch den Züchtungsfortschritt nicht verändert worden, wie dies auch beim wachsenden Schwein nachgewiesen wurde (z.B. bei Susenbeth et al. (1999) für die Lysinverwertung). Daher können die von der GfE (2006) auf dieser Basis erstellten Tabellen, die die Empfehlungen zur Versorgung mit Energie und Aminosäuren beinhalten, für höhere Leistungen leicht erweitert werden. Lediglich beim Erhaltungsbedarf an Aminosäuren könnte eine Anpassung angezeigt sein, da die Bedarfsangabe auf die Körpergröße bezogen ist. Denn die endogenen Verluste hängen von der Höhe der Futteraufnahme und sicherlich auch vom Fasergehalt der Ration ab, die den größten Anteil des Erhaltungsbedarf verursachen, so dass jener bei hohen Futteraufnahmen und bei üblichen Gehalten an Faser deutlich höher liegen dürfte, wie dies auch neuere Studien am wachsenden Schwein nahelegen (Blank et al., 2012). Eine folgerichtige Erhöhung beispielsweise des Lysinerhaltungsbedarfs von 38 (GfE, 2006) auf 71 mg/kg BW<sup>0,75</sup> (Ringel und Susenbeth, 2009) würde den Gesamtbedarf von pcv Lysin für ein Tier mit einem Wurfzuwachs von 3,0 kg/d von 56,2 g (GfE, 2006; Tab. 4.18) jedoch nur um ca. 2 g erhöhen.

## **Die Bedeutung der Kenntnis der Futteraufnahme für die Rationsgestaltung und die erforderlichen Gehalte an Protein und Aminosäuren**

Die Ableitung des Protein- und Aminosäurenbedarfs aus der Leistung ist mit hoher Genauigkeit möglich, da die oben erwähnten Unsicherheiten beim Erhaltungsbedarf aufgrund ihres geringen Anteils kaum ins Gewicht fallen. Da die praktische Umsetzung der Versorgungsempfehlungen bei der Rationsgestaltung oder Mischfutterherstellung durch das Erreichen bestimmter Konzentrationen an Protein und Aminosäuren sichergestellt werden muss, ist die Kenntnis des Futteraufnahmevermögens hierfür eine zentrale Voraussetzung. Diese ist individuell sehr verschieden und von der Leistung, aber auch von der Haltung und Klima, Fütterungstechnik und Hygiene abhängig. Die Futteraufnahme reicht jedoch häufig nicht aus, den Energiebedarf auch bei einer energiereichen Ration zu decken, was zu einem Gewichtsverlust während der Laktation führt. Ein Gewichtsverlust bis zu 20 kg wird noch als unproblematisch angesehen, wenn die Tiere ausreichende Fettreserven aufweisen.

Eine Ration, die für eine bedarfsdeckende Situation konzipiert ist, jedoch nicht in ausreichender Menge aufgenommen wird, wird auch den Bedarf an Protein und Aminosäuren nicht vollständig decken. Die Folge ist – neben einer energetischen Unterversorgung – auch eine Unterversorgung an Protein und Aminosäuren bzw. an Mineralstoffen und Vitaminen. Da entsprechende Körperproteinreserven nicht existieren und die Milch in ihrem Proteingehalt relativ konstant ist und in ihrer Zusammensetzung durch eine Unterversorgung kaum verändert wird, kommt es zu einem Abbau von Protein aus verschiedenen Körpergeweben. Dieser Körperproteinabbau wird als Hauptursache für Fruchtbarkeitsprobleme, insbesondere für einen verzögerten Eintritt der Rausche, angesehen (King, 1987; Quesnel et al, 2005). Dagegen ist ein erheblicher Körperfettabbau, wenn ausreichend Fettreserven vorhanden sind, in dieser Hinsicht offenbar von geringer Bedeutung. Bei einer Milchleistung von 14 kg/d, einer mittleren Futteraufnahme von 7 kg und einem Proteingehalt der Ration von 17 % (bei 5 % Lysin im Protein) kann man davon ausgehen, dass über 1000 g Körperprotein innerhalb von 3 Wochen abgebaut werden. Anders als bei der Energieaufnahme kann unabhängig von der Futteraufnahme eine bedarfsgerechte Versorgung mit Protein und Aminosäuren erreicht werden, indem die Gehalte entsprechend angepasst werden. Bei einer mittleren Milchleistung von 12 bzw. 14 kg/d, was einem Wurfzuwachs von 2,9 bzw. 3,4 kg/d entspricht, müsste für eine bedarfsgerechte Versorgung bei einer durchschnittlichen Futteraufnahme von 7,0 kg der Proteingehalt der Ration 19,5 bzw. 23,5 % betragen (bei einem Lysingehalt im Protein von 5,5 %). Entsprechende Berechnungen für andere Leistungen, Proteinqualitäten und Futteraufnahmen können leicht mit Hilfe der von der GfE (2006) angegebenen Grunddaten zum Bedarf durchgeführt werden.

Da die Tiere eines Bestandes nicht alle gleichermaßen von einer energetischen Unterversorgung betroffen sind, die durch die begrenzte Futteraufnahme und die Höhe der Leistung bestimmt wird, sollten Fütterungsstrategien entwickelt werden, die gezielt eine Unterversorgung mit Protein und Aminosäuren verhindern. Entsprechendes trifft auch für die Mineralstoff- und Vitaminversorgung zu. Dies könnte durch eine Ergänzung mit einem proteinreichen Futter oder durch proteinreichere Alleinfutter geschehen, die nur den betroffenen Tieren angeboten werden. Eine pauschale Erhöhung der Gehalte für alle Tiere wird aus ökonomischen und umweltrelevanten Gründen nicht sinnvoll sein. Neben dem Bemühen um die Realisierung einer hohen Futteraufnahme sollte daher dem Aspekt der bedarfsdeckenden Protein- und Aminosäurenversorgung bei variabler Futteraufnahme eine größere Bedeutung beigemessen werden. Die Brisanz dieser Problematik wird noch durch Druck verschärft, aus umweltrechtlichen Aspekten den Proteingehalt auch bei laktierenden Sauen abzusenken.

## Zitierte Literatur

- Blank, B., Schlecht, E., Susenbeth, A., 2012. Effect of dietary fibre on nitrogen retention and fibre associated threonine losses in growing pigs. *Archives of Animal Nutrition* 66, 86-101.
- Dourmad, Y.I., Etienne, M., Valancogne, A., Dubois, S., van Milgen, J., Noblet, J., 2008. InraPorc: A model and decision support tool for the nutrition of sows. *Animal Feed Science and Technology* 143, 372–386.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie), 2006. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- King, R.H., 1987. Nutritional anoestrus in young sows. *Pig News and Information* 8, 15-22.
- Quesnel, H., Mejia-Guadarrame C.A. Pasquier, A., Dourmand, J.Y., Prunier, A., 2005. Dietary protein restriction during lactation in primiparous sows with different live weights at farrowing: II. Consequences on reproductive performance and interactions with metabolic status. *Reproduction Nutrition Development* 45, 57-68.
- Ringel, J., Susenbeth, A., 2009. Lysine requirement for maintenance in growing pigs. *Livestock Science* 120, 144-150.
- Schnippe, F., Niggemeyer, H., 2014. Wir brauchen große Würfe. *Schweinezucht und Schweinemast* 5/14, 10-14.
- Sührk, J.H., Hatzakis, K., 2015. Erfolgsgeschichte in schwierigem Marktumfeld. *Bauernblatt Schleswig-Holstein* 69, 41-44.
- Susenbeth, A., Dickel, T., Diekenhorst, A., Höhler, D., 1999. The effect of energy intake, genotype, and body weight on protein retention in pigs when dietary lysine is the first-limiting factor. *Journal of Animal Science* 77, 2985-2989.
- Susenbeth, A., 2015. Zur Energie- und Proteinversorgung der laktierenden Zuchtsau. *Proceedings of the Society Nutrition Physiology* 24, 187-189.

## Autorenanschrift

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

## Faser in der Schweinefütterung

### Wolfgang Preißinger

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft Grub/Schwarzenau, Deutschland

### Einleitung

Die aktuelle Diskussion um das Tierwohl rückt die Versorgung mit Faser beim Schwein verstärkt in den Fokus. So stellte bereits 2013 das Bundesland Nordrhein-Westfalen beim Bundesrat einen Antrag zur Verschärfung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (Bundesrat, Drucksache 318/13). Unter anderem wurde gefordert, dass

- alle Schweine Zugang zu Raufutter oder sonstigem strukturierten, rohfaserreichen Material ab dem 8. Lebenstag haben müssen und
- im Futter aller Schweine (außer tragende Sauen) 5 % Rohfaser enthalten sein müssen.

Aktuell wird in der Wissenschaft diskutiert, den Faserteil in der Ration zu erhöhen bzw. den Schweinen organisches Beschäftigungsmaterial oder Grobfutter vorzulegen, um die Problematik der Caudophagie, die insbesondere beim Verzicht des Schwänzekupierens auftritt, einzugrenzen.

Verbindliche Zahlen zur Versorgung mit Faser bzw. Rohfaser liefert bisher nur der Gesetzgeber und das nur für tragende Sauen. Verankert ist dies in der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung, die besagt, dass die Versorgung mit Rohfaser von trächtigen Jungsauen und Sauen bis eine Woche vor dem voraussichtlichen Abferkeltermin sicherzustellen ist. Bei Alleinfuttermitteln wird dabei ein Rohfasergehalt in der Trockenmasse von mindestens 8 % gefordert bzw. die Tiere sind so zu füttern, dass die tägliche Aufnahme von mindestens 200 g Rohfaser je Tier gewährleistet ist.

Der Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE) führt 2006 in den „Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen“ bezüglich der Versorgung mit Faser- bzw. Ballaststoffen keine verbindlichen Zahlen an. Die Faserversorgung wird u.a. dort unter Punkt 8 „Artgerechte Fütterung“ bei der Fütterung guster und tragender Sauen anhand einer Literaturübersicht abgehandelt (siehe Kapitel Funktion der Faser beim Schwein).

Anhaltspunkte bzw. Richtwerte zum Fasergehalt je kg Futter Alleinfutter für die verschiedenen Schweinekategorien finden sich in den einschlägigen Broschüren zur Schweinefütterung der DLG (DLG, 2008; DLG, 2010) sowie in regionalen Futterwerttabellen wie z.B. der Futterwerttabelle der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL, 2014). Die Richtwerte der DLG zum Rohfasergehalt je kg Alleinfutter mit einem T-Gehalt von 88 % sind in Tabelle 1 zusammengestellt und wurden auch in regionale Fütterungsempfehlungen (LfL, 2014) übernommen. Die Richtwerte für die tragenden Sauen entsprechen dabei den gesetzlichen Anforderungen. Für Mastfutter werden durchgängig 30 g und mehr Rohfaser je kg bei 88 % T als Richtwert angegeben (DLG, 2010; LfL, 2014).

Neben diesen Richtwerten gibt die LfL (2014) für Ferkel auch Versorgungsempfehlungen je Tier und Tag gestaffelt nach Lebendmasse (LM) an. Dabei werden 20 g bei 8-12 kg LM, 25 g bei 8-20 kg LM und 35 g Rohfaser bei 20-30 kg LM empfohlen.

Tabelle 1: Richtwerte für Rohfaser für Alleinfutter für Schweine (Angaben in g/kg Futtermittel bei 88 % T)

| <b>Tierkategorie / Futter</b>        | <b>Rohfaser</b> |
|--------------------------------------|-----------------|
| Sauen, nieder- und hochtragend       | ≥ 70            |
| Sauen, laktierend                    | 50              |
| Ferkel, 5-8 kg LM Prestarter         | --              |
| Ferkel, 8-12 kg LM, Absetzfutter     | 40              |
| Ferkel, 8-12 kg LM Diätfutter        | mind. 40        |
| Ferkelaufzuchtfutter I, 12-20 kg LM  | 35              |
| Ferkelaufzuchtfutter II, 20-20 kg LM | 30              |
| Mastfutter (28-110 kg LM)            | >30             |

## Funktion der Faser beim Schwein

Die Funktion der Faser beim Schwein ist vielfältig, wobei Faser nicht gleich Faser ist. Wissenschaftlich untersucht wurde die Funktion der Faser vorwiegend bei güsten und tragenden Sauen. Bedingt durch die geringen Nährstoff- bzw. Energieanforderungen bei diesen Tieren besteht die Gefahr zu geringer Gesamtfuttermittelaufnahmen und einem damit verbundenen Hungergefühl. Dies wird zum einen durch eine nicht ausreichende Füllung des Magen-Darm-Traktes (physikalische Sättigung) und zum anderen durch die zeitweise Änderung des Glucose- bzw. Insulinspiegels im Serum (chemostatische Sättigung) hervorgerufen (Whittaker et al., 1998; Danielsen und Vestergaard, 2001; Van der Peet-Schwering et al., 2004; De Leeuw et al., 2008). Die Folge sind Stereotypen, Aggressionen oder anderes Fehlverhalten (Lawrence und Terlouw, 1993; McGlone und Fullwood, 2001). Um hier ein Sättigungsgefühl zu erreichen werden ballaststoff- bzw. faserreiche Rationen empfohlen (Ramonet et al., 1999). Insgesamt sind die Ergebnisse in der zur Verfügung stehenden Literatur nicht einheitlich. Rohfaserreiche Rationen führten meist zu einer Reduktion der Verhaltensstörungen, die Effekte sind jedoch von verschiedenen Faktoren wie z.B. dem Alter der Sauen, der Gewöhnung (Lawrence und Terlouw, 1993), der Fütterungskondition der Tiere (Holt et al., 2006) oder der Art der Faserzulage bzw. der Fütterungsfrequenz abhängig (Danielsen und Vestergaard, 2001; Van der Peet-Schwering et al., 2004; Robert et al., 2002). Insbesondere Faserträger mit einer hohen Quellfähigkeit und entsprechendem Wasserbindungsvermögen scheinen diesbezüglich besonders effektiv zu sein.

Ein wesentlicher positiver Effekt der Faser betrifft die Passage durch den Magen-Darm-Trakt (Freire et al. 2002). Dies ist besonders bedeutsam für Sauen im geburtsnahen Zeitraum, denn dadurch können Darmträgheit, Verstopfungen und die Gefahr von Mastitis-Metritis-Agalaktie (MMA) vermindert werden. Neben dem Quellvermögen ist auch die bakterielle Verdaulichkeit in den hinteren Darmabschnitten (Gehalt an BFS = bakteriell fermentierbare Substanz) ein wichtiger Punkt für die Darmgesundheit und eine schnelle Passagerate.

Zusammenfassend lassen sich nach verschiedenen Autoren folgende Wirkungen und Funktionen der Faser in der Schweinefütterung ableiten (Dusel, 2014; Stalljohann, 2015; Lindermayer, 2015):

- Keine Überladung des Magens
- Aufquellen und Auflockern des Verdauungsbreies
- Quellung der Faser steuert Futtermittelaufnahme und Sättigungsgefühl ⇒ ruhigere bzw. weniger aggressive Tiere
- Magen-Darm-Trakt wird durch Quellvermögen der Faser voluminöser ⇒ Einfluss auf Futtermittelaufnahme in der Laktation
- Steuerung bzw. Beschleunigung der Passagerate
- Einfluss auf Kotkonsistenz und das Kotabsetzen ⇒ Bedeutsam für den geburtsnahen Zeitraum
- Anregung der Darmtätigkeit, verbesserte Darmperistaltik ⇒ positiv für die Darmgesundheit und Immunkompetenz, Minderung von Durchfallproblemen



- Bildung von bakteriellen Stoffwechselprodukten (flüchtigen Fettsäuren) bei der Fermentation von Faser
- Beeinflussung des pH-Wertes und der Eiweißverdauung
- Erhöhung Enzymsekretion durch mechanische Stimulierung der Darmmucosa
- Stickstofffixierung im Dickdarm durch BFS  $\Rightarrow$  weniger leicht emittierbarer Harnstickstoff
- Bindung toxischer Substanzen
- Geringere Gefahr von Magengeschwüren
- Reduzierte Gefahr von Infektionen (Salmonellen, E. coli)

## Beschreibung der Faser

Beim Schwein wird, wie auch beim Wiederkäuer, die Weenderfraktion „Rohfaser“ nicht mehr als ausreichend zur Beschreibung der Faser angesehen (Stalljohann, 2014). In letzter Zeit werden weitere Parameter diskutiert, um die Faser und deren Wirkungen in der Schweinefütterung genauer charakterisieren zu können. So wurden in die aktuelle Ausgabe der DLG-Futterwerttabellen Schwein (DLG, 2014, vgl. Tabelle 2) zusätzlich die Detergenzienfaserfraktionen  $NDF_{OM}$ ,  $ADF_{OM}$  und ADL mit aufgenommen. Die ADF-Fraktion (acid detergent fiber) enthält dabei im wesentlichen Zellulose und Lignin. Die Zellulose ergibt sich aus der Differenz ADF-ADL (acid detergent lignin), die Hemicellulosen errechnen sich aus der Differenz NDF (neutral detergent fiber) und ADF (Kirchgeßner, 2014).

Neben diesen mittlerweile tabellierten Faserbestandteilen sind die BFS, das Quellvermögen sowie das Wasserhaltevermögen (WHC = water holding capacity) bzw. die Wasserbindungskapazität (WBC = water binding capacity) weitere wichtige Merkmale zur Beschreibung der Faserwirkungen beim Schwein. Darüber hinaus werden die Faserlöslichkeit sowie die aus dem Humanbereich stammenden Begrifflichkeiten Ballaststoffe und Nahrungsfaser (Gierus, 2015) bei der Faserbewertung angeführt. Richtwerte je kg Alleinfutter liegen derzeit nur für die Rohfaser vor. Regional liegen vorläufige Einsatzempfehlungen für NDF und ADF bzw. die Differenz aus NDF und ADF vor (Stalljohann, 2015).

### Rohfaser, NDF, ADF und ADL

In Tabelle 2 sind die Fasergehalte (Rohfaser- bzw. ADF-, NDF-, ADL-Gehalte) wichtiger Futterkomponenten nach DLG- und Gruber Tabelle dargestellt. Zusätzlich wurden zum Vergleich Ergebnisse von Futteruntersuchungen aus Bayern angeführt (LfL, 2015).

Tabelle 2: Fasergehalte wichtiger Futterkomponenten für Schweine (Angaben in g/kg Futtermittel bei 88 % T)

| Futter                | DLG-Futterwerttabelle (2014) |            |            |     | Tabelle Grub (LfL, 2014) | Analysen Bayern 2013/14 (LfL, 2015) |
|-----------------------|------------------------------|------------|------------|-----|--------------------------|-------------------------------------|
|                       | Rohfaser                     | $NDF_{OM}$ | $ADF_{OM}$ | ADL | Rohfaser                 | Rohfaser                            |
| Gerste                | <b>48</b>                    | 319        | 41         | 8   | <b>46</b>                | <b>41</b>                           |
| Weizen                | <b>26</b>                    | 163        | 35         | 8   | <b>26</b>                | <b>24</b>                           |
| Maiskörner            | <b>23</b>                    | 136        | 33         | 5   | <b>23</b>                | <b>21</b>                           |
| Sojaextr.-Schrot, NT  | <b>60</b>                    | 167        | 106        | 16  | <b>60</b>                | <b>64</b>                           |
| Sojaextr.-Schrot, HP  | <b>35</b>                    | 86         | 62         | 8   | <b>35</b>                | <b>40</b>                           |
| Rapsextraktionsschrot | <b>114</b>                   | 275        | 191        | 202 | <b>129</b>               | <b>123</b>                          |

Im Mittel liegen die analysierten Werte niedriger als die Tabellenwerte. Dies gilt insbesondere für die als eher rohfaserreich angesehene Gerste. Gegenüber der DLG-Tabelle lag der mittlere Gehalt bei Gerste um 15 % niedriger. Bei Rohfasergehalten von Gerste unter 40 g je kg lassen sich bei praxisüblichen Rationen die von der DLG 2008 und 2010 angegebenen Richtwerte für Rohfaser je kg Alleinfutter nicht immer realisieren.

In den Tabellen 3 und 4 werden die NDF- und ADF-Gehalte wichtiger Faserträger nach verschiedenen



Autoren miteinander verglichen.

Tabelle 3: NDF-Gehalte wichtiger Faserkomponenten für Schweine nach verschiedenen Autoren (Angaben in g/kg Futtermittel bei 88 % T)

|                   |     | DLG (2014) | Weber (2011) | Stalljohann (2015) | Dusel (2014) |
|-------------------|-----|------------|--------------|--------------------|--------------|
| Gerste            | 880 | 319        | 175          | 218                | --           |
| Weizenkleie       | 880 | 450        | 428          | 453                | 396          |
| Sojaschalen       | 880 | 528        | 588          | 550                | 564          |
| Trockenschnitzel  | 900 | 342        | 428          | 324                | 405          |
| Stroh, Weizen     | 860 | 654        | 671          | 641                | 721          |
| Luzernemehl/-cobs | 900 | 392        |              |                    | 430          |
| Heu               | 880 | 458        |              | 551                |              |
| Maissilage        | 350 | 175        |              | 155                |              |
| Grassilage        | 350 | 173        |              | 173                |              |
| Grünmehl/-cobs    | 900 | 495        | 460          |                    |              |
| Apfeltrester      | 930 |            |              | 580                | 580          |
| Lignocellulose    | 990 |            | 820          | 820                | 820          |

Tabelle 4: ADF-Gehalte wichtiger Faserkomponenten für Schweine nach verschiedenen Autoren (Angaben in g/kg Futtermittel bei 88 % T)

|                   |     | DLG (2014) | Weber(2011) | Stalljohann (2015) | Dusel (2014) |
|-------------------|-----|------------|-------------|--------------------|--------------|
| Gerste            | 880 | 41         | 55          | 49                 | --           |
| Weizenkleie       | 880 | 128        | 128         | 132                | 119          |
| Sojaschalen       | 880 | 352        | 426         | 449                | 404          |
| Trockenschnitzel  | 900 | 180        | 212         | 185                | 206          |
| Stroh, Weizen     | 860 | 396        | 413         | 395                | 458          |
| Luzernemehl/-cobs | 900 | 289        |             |                    | 306          |
| Heu               | 880 | 317        |             | 304                |              |
| Maissilage        | 350 | 95         |             | 76                 |              |
| Grassilage        | 350 | 102        |             | 102                |              |
| Grünmehl/-cobs    | 900 | 279        | 250         |                    |              |
| Apfeltrester      | 930 |            |             | 470                | 470          |
| Lignocellulose    | 990 |            | 700         | 700                | 700          |

Wie aus den Tabellen ersichtlich ist, weichen die Werte der einzelnen Autoren z.T. noch stark voneinander ab bzw. es fehlen Angaben zu wichtigen Faserträger. So sind in der DLG-Tabelle von 2014 die häufig eingesetzten Apfel- bzw. Obsttrester aber auch Lignocellulose nicht tabelliert.

Sollen die Detergenzienfaserfraktionen in der Praxis umgesetzt werden, sind die einschlägigen Tabellenwerke zu ergänzen und zu überarbeiten. Unter diesem Aspekt wurden in einem Projekt an der LFL (Schäffler, 2015) Einzelfuttermittel und Futtermischungen an 6 Labore zur Ermittlung der NDF-, ADF- und ADL-Gehalte gesandt. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 5 bis 7 z.T. den DLG-Tabellenwerten gegenübergestellt. Von den 6 angeschriebenen Laboren konnten nur 5 ADL bestimmen. Auffällig war, dass die ADL-Gehalte von Labor 3 insbesondere für Einzelfuttermittel bis zum 8-fachen höher ausfielen als die aus anderen Laboren. Lediglich bei den Trage-, Ferkelaufzucht- und Mastfutter wurden in diesem Labor ähnlich hohe Werte ermittelt wie in den anderen 4 Laboren.

Bei den Getreidearten (Tabelle 5) wurden im Mittel durchgängig geringere NDF<sub>OM</sub>-Werte analysiert als in den DLG-Tabellen angegeben.

Tabelle 5: In verschiedenen Laboren analysierte NDF-, ADF- und ADL-Gehalte von Getreide (Angaben in g/kg Futtermittel bei 88 % T)

|                     | Gerste            |                   |               | Weizen            |                   |               | Maiskörner        |                   |              |
|---------------------|-------------------|-------------------|---------------|-------------------|-------------------|---------------|-------------------|-------------------|--------------|
| Labor               | NDF <sub>OM</sub> | ADF <sub>OM</sub> | ADL           | NDF <sub>OM</sub> | ADF <sub>OM</sub> | ADL           | NDF <sub>OM</sub> | ADF <sub>OM</sub> | ADL          |
| 1                   | 161               | 38                | 8             | 108               | 30                | 10            | 85                | 35                | 8            |
| 2                   | 131               | 26                | 4             | 115               | 26                | 8             | 90                | 34                | 0            |
| 3                   | 123               | 42                | 31            | 165               | 33                | 31            | 84                | 26                | 21           |
| 4                   | 160               | 39                | 6             | 117               | 26                | 8             | 103               | 26                | 5            |
| 5                   | 145               | 32                | 6             | 107               | 27                | 8             | 87                | 27                | 8            |
| 6                   | 178               | 50                | -             | 165               | 35                | -             | 75                | 36                | --           |
| <b>Mittelwert</b>   | <b>150</b>        | <b>38</b>         | <b>11 (6)</b> | <b>130</b>        | <b>30</b>         | <b>13 (9)</b> | <b>87</b>         | <b>31</b>         | <b>8 (5)</b> |
| SD                  | 21                | 8                 | 11            | 28                | 4                 | 11            | 9                 | 5                 | 8            |
| <b>DLG (88 % T)</b> | <b>315</b>        | <b>41</b>         | <b>8</b>      | <b>163</b>        | <b>35</b>         | <b>8</b>      | <b>135</b>        | <b>33</b>         | <b>5</b>     |

Klammerwerte ohne Labor 3

Mit 33 g beim Weizen und 48 g beim Mais fielen die Unterschiede je kg Futter noch verhältnismäßig gering aus. Bei Gerste übertraf der Tabellenwert mit 315 g den Mittelwert aus den Analysen um mehr als das Doppelte. Stalljohann (2014) gibt für Gerste einen NDF-Gehalt von 218 und einen ADF-Gehalt von 59 g/kg Futter bei 88 % T an. Weber (2011) führt für Gerste 175 g NDF und 55 g ADF je kg Futter an. Somit sind insbesondere für Gerste die tabellierten bzw. im Umlauf befindlichen Werte der Detergenzienfaserfraktionen kritisch zu hinterfragen. Ansonsten fielen die Unterschiede der untersuchten Parameter bei den Einzelfuttermitteln zwischen den Laboren mit Ausnahme des ADL bei Labor 3 in einem vertretbaren Rahmen aus. Wenn man beim ADL Labor 3 nicht berücksichtigt, stimmten im Mittel die ADF<sub>OM</sub>- und ADL-Werte aller analysierten Einzelfuttermittel mit den DLG-Tabellenwerten gut überein. Auch die analysierten Werte des aus 30 % Apfeltrester, 30 % Trockenschnitzeln, 24 % Sojaschalen, 15 % Weizenkleie und 1 % Melasse zusammengesetzten Fasermixes waren passend (siehe Tabelle 7).

Bei den Alleinfuttern bzw. Futtermischungen (Tabelle 6) waren die Unterschiede bei den untersuchten Parametern zwischen den Laboren eher gering. Außer beim Säugefutter waren die Werte von Labor 3 mit denen der anderen vergleichbar.

Tabelle 6: In verschiedenen Laboren analysierte NDF-, ADF- und ADL-Gehalte von Alleinfuttermitteln für Schweine (Angaben in g/kg Futtermittel bei 88 % T)

|                   | Tragefutter       |                   |           | Säugefutter       |                   |           | Ferkelfutter      |                   |          | Mastfutter        |                   |          |
|-------------------|-------------------|-------------------|-----------|-------------------|-------------------|-----------|-------------------|-------------------|----------|-------------------|-------------------|----------|
|                   | NDF <sub>OM</sub> | ADF <sub>OM</sub> | ADL       | NDF <sub>OM</sub> | ADF <sub>OM</sub> | ADL       | NDF <sub>OM</sub> | ADF <sub>OM</sub> | ADL      | NDF <sub>OM</sub> | ADF <sub>OM</sub> | ADL      |
| 1                 | 154               | 57                | 11        | 139               | 56                | 11        | 112               | 39                | 8        | 100               | 35                | 7        |
| 2                 | 150               | 58                | 8         | 147               | 56                | 6         | 114               | 39                | 2        | 101               | 34                | 4        |
| 3                 | 144               | 55                | 21        | 123               | 54                | 58        | 106               | 41                | 8        | 87                | 36                | 6        |
| 4                 | 173               | 60                | 12        | 166               | 59                | 12        | 129               | 36                | 6        | 112               | 40                | 5        |
| 5                 | 162               | 54                | 9         | 139               | 57                | 9         | 122               | 41                | 6        | 103               | 33                | 5        |
| 6                 | 157               | 67                | -         | 142               | 69                | -         | 119               | 46                | --       | 98                | 42                | -        |
| <b>Mittelwert</b> | <b>157</b>        | <b>59</b>         | <b>12</b> | <b>143</b>        | <b>59</b>         | <b>19</b> | <b>117</b>        | <b>40</b>         | <b>6</b> | <b>100</b>        | <b>37</b>         | <b>5</b> |
| SD                | 10                | 5                 | 7         | 14                | 5                 | 21        | 8                 | 3                 | 3        | 8                 | 4                 | 2        |
| Empfehlung*       | >200              | <80               |           | >160              | <70               |           |                   |                   |          | >140              | <40               |          |

\* nach Stalljohann (2015)

Tabelle 7: In verschiedenen Laboren analysierte NDF-, ADF- und ADL-Gehalte von Soja und Fasermix (Angaben in g/kg Futtermittel bei 88 % T)

| Labor               | Sojaextr.-Schrot 48 % Rp |                   |               | Fasermix          |                   |                |
|---------------------|--------------------------|-------------------|---------------|-------------------|-------------------|----------------|
|                     | NDF <sub>OM</sub>        | ADF <sub>OM</sub> | ADL           | NDF <sub>OM</sub> | ADF <sub>OM</sub> | ADL            |
| 1                   | 104                      | 61                | 5             | 421               | 255               | 38             |
| 2                   | 100                      | 53                | 6             | 411               | 253               | 34             |
| 3                   | 98                       | 56                | 53            | 424               | 264               | 263            |
| 4                   | 94                       | 60                | 8             | 451               | 277               | 43             |
| 5                   | 91                       | 50                | 5             | 414               | 253               | 39             |
| 6                   | 114                      | 105               | -             | 401               | 270               | -              |
| <b>Mittelwert</b>   | <b>100</b>               | <b>64</b>         | <b>15 (6)</b> | <b>420</b>        | <b>262</b>        | <b>83 (39)</b> |
| SD                  | 8                        | 20                | 20            | 17                | 10                | 96             |
| <b>DLG (88 % T)</b> | <b>86</b>                | <b>62</b>         | <b>8</b>      | -                 | -                 | -              |

Klammerwerte ohne Labor 3

### Quellvermögen, Wasserbindekapazität, bakteriell fermentierbare Substanz

Wie o.a. werden zur Beschreibung der Faserwirkung auch das Quellvermögen, die Wasserbindekapazität und der Gehalt an BFS diskutiert. Die bakteriell fermentierbare Substanz ist im Prinzip eine gute Kenngröße zur Beschreibung der Faserwirkungen beim Schwein. Die Ermittlung der BFS ist jedoch mit einem großen methodischen Aufwand verbunden und teuer. Für einige ausgewählte Futtermittel liegen BFS-Werte vor (Tabelle 8).

Tabelle 8: BFS-Werte ausgewählter Futtermittel (Lindermayer et al., 2012; Dusel, 2014)

| Futter           | BFS (g/kg bei 88 % T)   |               |
|------------------|-------------------------|---------------|
|                  | Lindermayer et al. 2009 | Dusel, 2014   |
| Gerste           | 75                      | --            |
| Hafer            | 60                      | --            |
| Weizenkleie      | 180                     | 168           |
| Trockenschnitzel | 596                     | 460           |
| Grünmehl/Cobs    | 270                     | 276 (Luzerne) |
| Sojaschalen      | 370                     | 349           |
| Malzkeime        | 180                     | --            |
| Apfeltrester     | 260                     | 268           |
| Biertreber       | 175                     | --            |
| Haferschälkleie  | 117                     | --            |
| Grassilage       | 330                     | --            |
| Maissilage       | 203                     | --            |
| CCM              | 80                      | --            |
| Stroh            | 120                     | --            |
| Fasermix         | 430                     |               |

Ein Großteil von Faserträgern hat die Fähigkeit Wasser zu binden. Zellulose und Lignin weisen z.B. eine niedrige Wasserbindungskapazität auf, während Hemicellulosen eher mehr Wasser binden (Dusel, 2014). Zur Bestimmung der Parameter WBC und WHC liegen verschiedene Methoden vor. Stalljohann (2014) verweist in diesem Zusammenhang auch auf den Vermahlungsgrad des Faserträgers und auf die Verweildauer bei der Bestimmung.

Für die Praxis haben sich die Quellversuche in Bechergläsern, die in Bayern auch im Rahmen der Fachschulausbildung durchgeführt werden, bewährt. Lindermayer und Probstmeier (2007) bzw. Lindermayer (2012) zeigten bei Quellversuchen Volumenausdehnungen bei Weizenkleie um das 1,5-, bei Grascobs um das 2,5-, bei Lignocellulose um das 2,7- und bei Trockenschnitzeln um das 3,5-fache.

Aktuell wurden Quellversuche an der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT) an Weizen und ausgewählten faserreichen Futtermittel durchgeführt (Schneider et al., 2015). Die Ergebnisse sind in Tabelle 9 zusammengestellt.

Tabelle 9: Quellfaktor und Wasserbindungsvermögen von Weizen und ausgewählten Faserträgern (Schneider et al., 2015)

| <b>Futter</b>    | <b>Konfektionierung</b> | <b>Quellfaktor</b> | <b>Wasserbindungsvermögen (l/kg)</b> |
|------------------|-------------------------|--------------------|--------------------------------------|
| Weizen           | geschrotet              | 1,7                | 2,0                                  |
| Haferhäcksel     |                         | 2,4                | 2,7                                  |
| Weizenkleie      |                         | 1,7                | 4,1                                  |
| Melasseschnitzel | lose                    | 2,7                | 2,9                                  |
| Sojaschalen      | pelletiert              | 4,4                | 4,9                                  |
| Grascobs         | pelletiert              | 4,2                | 5,4                                  |
| Raps (Wisan)     | krümelig                | 3,7                | 4,6                                  |
| Lignocellulose   |                         | 2,9                | 5,9                                  |

Eine sehr gute Quellung und ein hohes Wasserbindungsvermögen zeigten Schneider et al. (2015) vor allem bei Sojabohnenschalen und Grascobs. Vergleichbar waren die Werte von Schneider et al., 2015 und Lindermayer und Propstmeier (2007) bei Weizenkleie und Lignocellulose, während Trockenschnitzel nach Lindermayer (2012) ein höheres Quellvermögen aufwiesen.

## Faser in der praktischen Fütterung, Versuchsergebnisse

In der praktischen Fütterung gibt es zwei Möglichkeiten, den Faseranteil zu steigern. Zum einen durch die separate Zulage von Faserfuttermitteln bzw. als organisches Beschäftigungsmaterial in einem extra Trog oder Raufe (Hahn et al., 2014), zum anderen über die Erhöhung des Faseranteils im Alleinfutter z.B. durch Einmischen eines Fasermixes meist im Austausch gegen faserärmeres Getreide (Weizen bzw. Mais) (Preißinger et al., 2013; Preißinger et al., 2015).

In der Praxis wurde befürchtet, dass durch die zusätzliche Gabe von Faserträgern die Aufnahme an Ferkelaufzucht- bzw. Mastfutter und somit auch die Leistungen beeinträchtigt werden könne. Wie eine aktuelle Versuchsreihe aus Schwarzenau zeigt (z.B. Hahn et al., 2014), konnte dies beim Ferkel nicht bestätigt werden. Durch die Beifütterung von Luzerneheu, Grascobs und Maissilage zeigte sich beim Ferkel kein negativer Effekt auf Futteraufnahme, Leistung und Futtereffizienz. Die Zulage von Luzernehäcksel verbesserte sogar die Leistung der Ferkel etwas.

Der erste Weg, den Rohfasergehalt im Alleinfutter zu erhöhen, ist in der Sauenfütterung als „Kombinierte Fütterung“ (Kirchgeßner, 2014) hinreichend bekannt. Aufgrund des hohen Arbeitszeitbedarfes für dieses Verfahren ist im Zusammenspiel mit der Zunahme der Bestandsgrößen die kombinierte Fütterung in der Vergangenheit immer mehr ins Hintertreffen geraten. Durch die aktuelle Diskussion über eine tierwohlorientierte Fütterung erlebt dieses Verfahren jedoch wieder eine Renaissance. Mittlerweile ist die kombinierte Fütterung auch aufgrund des landtechnischen Fortschrittes wieder verstärkt in der Praxis anzutreffen. Aus diesem Grund läuft derzeit am Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum (LVFZ) in Schwarzenau ein Langzeitversuch mit tragenden Sauen und Maissilagefütterung. Dabei interessieren insbesondere die Auswirkungen der Maissilage auf Futteraufnahme und Zuchtleistung in der Folgelaktation. Von der Landtechnikindustrie werden bereits pneumatische aber auch bandbetriebene Vorlagesysteme für Grobfutter (Silagen, Stroh Häcksel, Pellets) an Sauen, Ferkel und Mastschweinen angeboten. In Ferkelaufzucht und Mast hat zur Verabreichung von Stroh neben den Raufen auch der sog. Düsser Wühlturm mit Handbefüllung Eingang gefunden. Mittlerweile sind bei Stroh Häcksel aber auch schon pneumatische Fördersysteme praxisreif (Spotmix-Welfare) und im Einsatz.

Damit der Rohfasergehalt im Futter den gesetzlichen Anforderungen entspricht, werden in der Praxis Fasermixe eingesetzt, die sich in der Regel aus Faserkomponenten mit unterschiedlichen Quell- bzw. Wasserbindungsvermögen zusammensetzen. Sie lassen sich aber auch in der Ferkelaufzucht und Mast problemlos einsetzen. In zwei Versuchen am LVFZ Schwarzenau führte die Erhöhung des Rohfasergehaltes durch Einsatz eines Fasermixes (30 % Apfeltrester, 30 % Trockenschnitzeln, 24 % Sojaschalen, 15 % Weizenkleie und 1 % Melasse) im Austausch gegen Weizen zu leicht verbesserten Aufzuchtleistungen bei etwas geringerem Futterverzehr. Die Futter- bzw. Energieeffizienzzahlen ließen sich dadurch signifikant verbessern. Nachteilig sind die höheren Futterkosten, zumal ein hochwertiger Fasermix im Regelfall teurer als Getreide ist und zum energetischen Ausgleich hochkonzentrierte Energiefutter wie Soja- oder Rapsöl benötigt werden.

Neben dem Einmischen von Faserträgern ins Trockenfutter werden auch in der Flüssigfutterschiene in jüngster Zeit Silagen vermust bzw. aufbereitet und ins Fließfutter eingebracht. Wolf et al. (2013) führten einen Versuch mit tragenden Sauen durch, denen vermaste Maissilage ins Flüssigfutter gemischt wurde. Sie beobachteten einen weicheren Kot und weniger Ferkelverluste in der Folgelaktation. Ein positiver Effekt auf die Höhe der Futteraufnahme in der Folgelaktation konnte hier aber nicht betätigt werden. Ein Verfahren, Maissilage in Mastrationen einzumischen, wurde anlässlich der Eurotier 2014 von einer namhaften Landtechnikfirma präsentiert. Sie wirbt mit diesem Verfahren (Zellaufschluss von Maissilage) für ein gesundes rohfaserreiches Schweinefutter.

## Schlussfolgerungen

Die Faserversorgung ist wichtig für die Gesunderhaltung und das Wohlergehen von Schweinen.

Die Rohfasergehalte der Getreidearten insbesondere von Gerste haben abgenommen und liegen meist unter den einschlägigen Tabellenwerten. Futteruntersuchungen sind deshalb unverzichtbar!

Die alleinige Angabe der Rohfaser zur Beschreibung der Faserwirksamkeit wird als nicht mehr zeitgemäß erachtet. Weitere Parameter wie die Detergenzienfaserfraktionen NDF, ADF bzw. das Quell- und die Wasserhaltevermögen müssen bei der Bewertung berücksichtigt werden

Für die Bestimmung der Detergenzienfaserfraktionen liegen standardisierte Methoden vor, die durchaus zu vergleichbaren Ergebnissen führen.

Die Werte für die Detergenzienfasern sind in den einschlägigen Tabellenwerken zu überprüfen und zu ergänzen.

Es sind Empfehlungen zur Versorgung von Faser unter Berücksichtigung mehrerer Kenngrößen zu erarbeiten.

Die Faserversorgung ist wichtig für die Gesunderhaltung und das Wohlergehen von Schweinen, die Erhöhung des Faseranteils im Futter bzw. die Zufütterung von Grobfutter führt zu keinen Leistungseinbußen.

Maßnahmen zur Technisierung der Faservorlage sind weiterzuentwickeln.

## Literatur

Bundesrat (2013): Drucksache 318/13: Verordnungsantrag des Landes Nordrhein-Westfalen. Entwurf einer Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung. [http://www.bundesrat.de/SharedDocs/drucksachen/2013/0301-0400/318-13.pdf;jsessionid=D1869D803178914177837DA655B34AC1.2\\_cid349?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](http://www.bundesrat.de/SharedDocs/drucksachen/2013/0301-0400/318-13.pdf;jsessionid=D1869D803178914177837DA655B34AC1.2_cid349?__blob=publicationFile&v=3) (Abruf 28.08.2015)

Danielsen, V.; Vestergaard, E.-M. (2001): Dietary fiber for pregnant sows: effect on performance and behavior. Anim Feed Sci. Technol. 90, 71-80

- De Leeuw, J.A.; Bolhuis, J.E.; Bosch, G.; Gerrits, W.J. (2008): Effects of dietary fibre on behaviour and satiety in pigs. *Proc. Nutrition Soc.* 67, 334-342
- DLG (2008): DLG-Information 1/2008 Empfehlungen zur Sauen und Ferkelfütterung, Herausgeber DLG-Arbeitskreis Futter und Fütterung, DLG-Verlag
- DLG (2010): Erfolgreiche Mastschweinefütterung, DLG-Kompakt, Herausgeber DLG e.V., Frankfurt am Main, DLG-Verlag
- DLG (2014): DLG-Futterwerttabellen Schweine, 7. Erweiterte und völlig neu gestaltete Auflage, Herausgeber DLG e.V., Frankfurt am Main, DLG-Verlag
- Dusel, G. (2014): Zur Faserversorgung bei Schweinen. Tagungsband Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda, 1.-2. April 2014, S. 157-160
- Freire, J.P.B.; Guerreiro, A.J.G.; Cunha, L.F.; Aumaitre, A. (2000): Effect of dietary fibre source on total tract digestibility, caecum volatile fatty acids and digestive transit time in weaned piglet. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 87, 71-83
- Gierus, M. (2015): Nahrungsfaser beim Schwein. Persönliche Mitteilung
- GfE [Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie] (2006): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen, Band 10, DLG-Verlag
- Hahn, E.; Preißinger, W.; Lindermayer, H.; Propstmeier, G. (2014): Auswirkungen einer Zulage von faserreichen Grobfuttermitteln auf zootechnische Leistungen und die Kotbeschaffenheit in der Ferkelaufzucht. Tagungsband 52. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V., S 90-96
- Holt, J.P.; Johnston, L.J.; Baidoo, S.K.; Shurson, G.C. (2006): Effects of a high fiber diets and frequent feeding on behavior, reproductive performance and nutrient digestibility in gestating sows. *J. Anim. Sci.* 84, 946-955
- Kirchgeßner (2014): Tierernährung, 14. aktualisierte Auflage von Stangl, Schwarz, Roth Südekum und Eder, DLG-Verlag
- LfL (2014): LfL-Information Futterberechnung für Schweine, 21. Auflage
- Lawrence, A.B.; Terlouw, E.M.C. (1993): A review of behavioral factors involved in the development and continued performance of stereotypic behavior in pigs. *J. Anim. Sci.* 71, 2815-2825
- LfL (2015): Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Jahresbericht 2014
- Lindermayer, H. (2015): Fütterungsmaßnahmen zur Stabilisierung der Tiergesundheit. Vortrag Unternehmertag für Schweinemäster, Triesdorf 14.01.2015
- Lindermayer, H. (2012): Aspekte der Tiergesundheit und des Tierwohls bei der Schweinefütterung, LfL-Information Schweinefütterung Beiträge zur Tiergesundheit und zum Tierwohl
- Lindermayer, H.; Propstmeier, G. (2007): Versuchsbericht: Verdauungsversuche mit Holzfasern (Lignocellulose) als Ballast und Sättigungsstoffe in der Schweineernährung. [http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ite/dateien/26178\\_holzfasern.pdf](http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ite/dateien/26178_holzfasern.pdf) (Abruf 28.08.2015)
- McGlone, J.J.; Fullwood, S.D. (2001): Behavior, reproduction and immunity of crated pregnant gilts: Effect of dietary fiber and rearing environment, *J. Anim. Sci.* 79, 591-599
- Preißinger, W.; Lindermayer, H.; Propstmeier, G. (2013): Auswirkungen unterschiedlicher Rohfasergehalte in der Ferkelaufzucht auf zootechnische Leistungen. Tagungsband 51. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V., S 95-99
- Preißinger, W.; Propstmeier, G.; Scherb, S.; Lindermayer, H. (2015): Auswirkungen unterschiedlicher Tränkewasservorlagen und unterschiedlicher Rohfasergehalte im Futter auf Leistung und Kotbeschaffenheit in der Ferkelaufzucht. Tagungsband 53. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V., eingereicht
- Ramonet, Y.; Meunier-Salaün, M.C.; Dourmad, J.Y. (1999): High fiber diets in pregnant sows: digestive utilization and effects on the behavior of the animals. *J. Anim. Sci.* 77, 2815-2825
- Robert, S.; Bergeron, R.; Farmer, C.; Meunier-Salaün, M.C. (2002): Does the number of daily meals affect feeding motivation of female pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 76, 105-117
- Schäffler, M. (2015): Untersuchungen zum NDF-, ADF- und ADL-Gehalten in Futter und Futtermischungen für Scheine. Persönliche Mitteilung.
- Schneider, S.; Appelman, K.; Bachner, M.; von Hertell, C.; Huber, H.; Langwieder, C.; Lorenz, M.; Mangstl, J.; Westermeier, M. (2015): Analyse der Quellfähigkeit und des Wasserbindungsvermögens verschiedener Rohfaserträger, unveröffentlicht
- Stalljohann, G., (2014): Aktuelle Aspekte der Faserversorgung beim Schwein. Vortrag anlässlich der Euro Tier am 13.11.2014. [http://www.eurotier.com/fileadmin/downloads/2014/Programme/Schwein/6\\_1500\\_Stalljohann.pdf](http://www.eurotier.com/fileadmin/downloads/2014/Programme/Schwein/6_1500_Stalljohann.pdf) (Abruf: 01.09.2015)

Stalljohann, G., (2015): Raufutter in der Schweinefütterung, 7 Seiten, Veredelungsproduktion Proteinmarkt.de [www.proteinmarkt.de/fileadmin/user\\_upload/Fachartikel\\_Raufutter\\_in\\_der\\_Schweinef%C3%BCtterung-WEB.pdf](http://www.proteinmarkt.de/fileadmin/user_upload/Fachartikel_Raufutter_in_der_Schweinef%C3%BCtterung-WEB.pdf). (Abruf: 01.09.2015)

Van der Peet-Schwering, C.M.C; Kemp, B.; Plagge, J.G.; Vereijken, P.F.G.; Den Hartog, L.A.; Spoolder, H.A.M.; Verstegen, M.W.A. (2004): Performance an individual feed intake characteristics of group-housed sows fed an nonstarch polysaccharides diet ad ad libitum during gestation over three parities. J. Anim. Sci. 82, 1246-1257

Weber, M. (2011): "Faserfuttermittel stärken den Darm von Sauen. 4 Seiten, Veredelungsproduktion Proteinmarkt.de [www.proteinmarkt.de/fileadmin/user\\_upload/Versuchsberichte/Fachartikel\\_Faserfuttermittel\\_fu%CC%88r\\_Sauen-WEB.pdf](http://www.proteinmarkt.de/fileadmin/user_upload/Versuchsberichte/Fachartikel_Faserfuttermittel_fu%CC%88r_Sauen-WEB.pdf) (Abruf: 01.09.2015)

Whittaker, X.; Spoolder, H.A.M.; Edwards, S.A.; Lawrence, A.B.; Cornings, S. (1998): The influence of dietary fiber and the provision of straw on the development of stereotypic behavior in food restricted pregnant sows. Appl. Anim. Behav. Sci. 61, 89-102

Wolf, P.; Kleine, S.; Kamphues, J., (2014): Untersuchung zum Einsatz von Maissilage als Rohfaserquelle in der Fütterung tragender Sauen Zur Faserversorgung bei Schweinen. Tagungsband Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda, 9.-10. April 2013, S. 139-144

#### **Autorenanschrift**

Dr. Wolfgang Preißinger  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft  
Dienstort Schwarzenau  
Stadtschwarzacher Str. 18  
D-97359 Schwarzach a. Main  
[Wolfgang.Preissinger@LfL.bayern.de](mailto:Wolfgang.Preissinger@LfL.bayern.de)

# Limitierungen und Potenziale von Getreide in der Schweinefütterung

**Pia Rosenfelder, Rainer Mosenthin**

Universität Hohenheim, Institut für Nutztierwissenschaften

## Einleitung

Im Jahr 2013 wurden in der Europäischen Union etwa 300 Mio. Tonnen Getreide, vor allem Weizen, Gerste, Roggen, Triticale und Mais, produziert (FAOSTAT, 2015; Abbildung 1). Etwa die Hälfte davon wurde an Nutztiere verfüttert. In der Schweinefütterung werden Getreide aufgrund ihres hohen Stärkegehalts vor allem als Energiefuttermittel eingesetzt (Bach Knudsen, 1997). Bei hohen Anteilen in der Gesamtration können sie jedoch auch einen erheblichen Beitrag zur Deckung des Rohprotein- und Aminosäurebedarfs von Mastschweinen leisten (Myrie et al., 2008). Der Proteinwert von Futtermitteln für Schweine wird weniger von der Höhe des Proteingehalts bestimmt, sondern vielmehr vom Anteil der Aminosäuren am Gesamtprotein und deren praecaecaler Verdaulichkeit (Jansman et al., 2002). Neben wertgebenden Inhaltsstoffen wie Stärke und Rohprotein/Aminosäuren enthalten Getreide, je nach Kulturart, jedoch auch verschiedene Arten von anti-nutritiven Inhaltsstoffen (Kamphues et al., 2014). Da diese sich negativ auf die Futteraufnahme, Futterverwertung und Tiergesundheit auswirken können, wird dadurch die maximale Einsatzmenge verschiedener Getreide in Schweinerationen bestimmt.

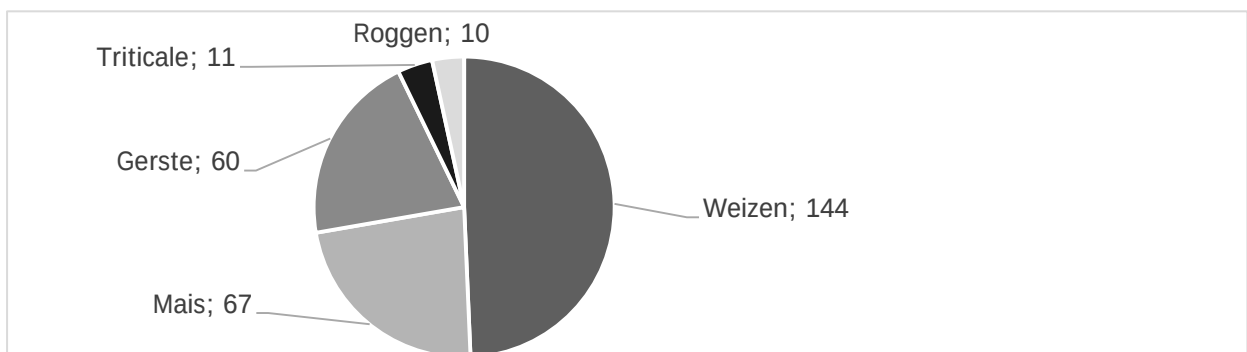


Abbildung 1: Getreideproduktion in der Europäischen Union im Jahr 2013 (in Mio. Tonnen; (FAOSTAT, 2015))

## Proteinwert

Im Rahmen des „GrainUp-Verbundprojekts“ wurde der Futterwert von aktuell verfügbaren Getreidegenotypen verschiedener Kulturarten für Schwein, Wiederkäuer und Geflügel neu bewertet. Bei Mastschweinen wurden je 8 Genotypen der Kulturarten Gerste, Roggen, Triticale und Weizen hinsichtlich ihres Proteinwerts untersucht. Hierfür wurden alle Genotypen auf der gleichen Fläche unter gleichen Umweltbedingungen angebaut. Es muss an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass es sich hierbei nicht um einen Sortenversuch gehandelt hat. Dies bedeutet, dass mögliche Umwelt- und Standorteinflüsse keinen Einfluss auf die Nährstoffgehalte der Genotypen hatten. In



Tabelle 1 sind die Gehalte an Rohprotein, Aminosäuren, Stärke und Neutral-Detergentien-Faser dargestellt. Die größte genetische Variation im Rohproteingehalt wies Weizen auf, während die Gehalte an Kohlenhydraten am stärksten bei Triticale variierten. Jedoch lagen alle Nährstoffgehalte innerhalb der Spannweiten für diese Nährstoffe in gängigen Futtermitteltabellen (z.B. NRC, 2012).

Tabelle 1: Gehalte an Rohprotein, Aminosäuren und Kohlenhydraten in den 8 Genotypen von Gerste, Roggen, Triticale und Weizen aus dem GrainUp-Projekt (g/kg TS)

|                            |                        | Gerste    | Roggen    | Triticale | Weizen    |
|----------------------------|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Rohprotein                 | <i>Mittelwert ± SD</i> | 124 ± 6   | 116 ± 6   | 126 ± 6   | 134 ± 7   |
|                            | <i>Min – Max</i>       | 117 – 132 | 108 – 127 | 118 – 134 | 125 – 152 |
| Lysin                      | <i>Mittelwert ± SD</i> | 4,2 ± 0,2 | 4,2 ± 0,1 | 3,9 ± 0,2 | 3,6 ± 0,2 |
|                            | <i>Min – Max</i>       | 3,8 – 4,5 | 4,0 – 4,4 | 3,6 – 4,2 | 3,4 – 4,0 |
| Methionin                  | <i>Mittelwert ± SD</i> | 1,9 ± 0,1 | 1,8 ± 0,1 | 2,0 ± 0,1 | 2,0 ± 0,1 |
|                            | <i>Min – Max</i>       | 1,8 – 2,0 | 1,7 – 1,9 | 1,8 – 2,1 | 1,9 – 2,3 |
| Threonin                   | <i>Mittelwert ± SD</i> | 4,1 ± 0,2 | 3,8 ± 0,1 | 3,8 ± 0,2 | 3,8 ± 0,2 |
|                            | <i>Min – Max</i>       | 3,8 – 4,3 | 3,6 – 4,0 | 3,5 – 4,0 | 3,6 – 4,4 |
| Tryptophan                 | <i>Mittelwert ± SD</i> | 1,5 ± 0,1 | 1,2 ± 0,1 | 1,3 ± 0,1 | 1,5 ± 0,1 |
|                            | <i>Min – Max</i>       | 1,4 – 1,6 | 1,1 – 1,3 | 1,2 – 1,5 | 1,4 – 1,7 |
| Stärke                     | <i>Mittelwert ± SD</i> | 624 ± 11  | 644 ± 7   | 702 ± 13  | 717 ± 9   |
|                            | <i>Min – Max</i>       | 606 – 642 | 634 – 652 | 682 – 727 | 702 – 735 |
| Neutral-Detergentien-Faser | <i>Mittelwert ± SD</i> | 194 ± 12  | 152 ± 15  | 140 ± 27  | 119 ± 8   |
|                            | <i>Min – Max</i>       | 180 – 209 | 133 – 172 | 101 – 169 | 110 – 133 |

Seit 2006 wird in Deutschland die Verdaulichkeit von Rohprotein und Aminosäuren auf Basis der standardisierten praecaecal Verdaulichkeit (standardized ileal digestibility; SID) bewertet. Besonders auffällig ist, dass die SID-Werte, die im Rahmen des GrainUp-Projekts für die verschiedenen Getreidekulturarten bestimmt wurden, deutlich geringer ausfallen als in der Literatur bisher angegeben (Tabelle 2). Am deutlichsten ist dies bei der SID des Lysins zu erkennen. Hier liegen die aktuell ermittelten SID-Werte bis zu 12%-Punkte unter den vergleichbaren Literaturwerten, ohne dass diese Differenzen mit einer abweichenden chemischen Zusammensetzung der aktuellen Getreidegenotypen erklärt werden konnten. Allerdings basieren die Daten zur SID von Rohprotein und Aminosäuren in der Literatur vor allem auf scheinbaren Verdaulichkeitswerten, die mit Hilfe von Literaturwerten für basale endogene Verluste rechnerisch in die entsprechenden SID-Werte transformiert wurden. Dies steht im Gegensatz zur direkten Verdaulichkeitsbestimmung wie sie im GrainUp-Projekt Anwendung fand. Daher sollten die derzeitigen Angaben zur SID von Rohprotein und Aminosäuren in Futtermitteln für Schweine aktualisiert werden, um eine Überschätzung des Proteinwerts von Getreide für Schweine zu vermeiden.

Obwohl es bei Gerste und Weizen signifikante Unterschiede in der SID von Rohprotein und einigen Aminosäuren gab, ist deren Einfluss auf den prozentualen Gehalt an standardisiert praecaecal verdaulichem Rohprotein bzw. verdaulichen Aminosäuren (Tabelle 3) geringer als der absolute Rohprotein- bzw. Aminosäuregehalt der Getreide. Somit ist es möglich, für jede Kulturart einen repräsentativen Mittelwert für die Verdaulichkeit der betreffenden Aminosäure zur Rationsformulierung zu verwenden. Eine Schätzung der SID für Genotypen innerhalb einer Kulturart aus routinemäßig zu ermittelnden chemischen oder physikalischen Parametern konnte im GrainUp-Projekt bisher nicht bestätigt werden.

Tabelle 2: Neue Daten zur standardisierten praecaecalen Rohprotein- und Aminosäurenverdaulichkeit von Getreide im Vergleich zu Literaturdaten (NRC, 2012 in Klammer) in %.

|            | Gerste <sup>1</sup> | Roggen <sup>2</sup> | Triticale <sup>3</sup> | Weizen <sup>4</sup> |
|------------|---------------------|---------------------|------------------------|---------------------|
| Rohprotein | 72 (79)             | 73 (83)             | 83 (87)                | 84 (88)             |
| Lysin      | 64 (75)             | 62 (74)             | 74 (78)                | 71 (82)             |
| Methionin  | 77 (82)             | 75 (81)             | 85 (89)                | 86 (88)             |
| Threonin   | 71 (76)             | 64 (74)             | 75 (70)                | 79 (84)             |
| Tryptophan | 70 (82)             | 65 (76)             | 81 (82)                | 82 (88)             |

<sup>1</sup>Spindler et al. (2014)<sup>2</sup>Strang et al. (2014)<sup>3</sup>Strang et al. (2015)<sup>4</sup>Rosenfelder et al. (2015)

Eine Erhöhung des Getreideanteils in der Ration bei gleichzeitiger Absenkung des Gehalts an Proteinfuttermitteln ist bei Supplementierung mit kristallinen Aminosäuren wie Lysin möglich. Mit beispielsweise Weizen als alleinige Rohproteinquelle in der Ration könnte der praecaecal verdauliche Rohproteinbedarf des Tieres zu annähernd 100% gedeckt werden (Rosenfelder et al., 2015). In diesem Zusammenhang muss jedoch der Gehalt an anderen Inhaltsstoffen wie Mineralstoffen, Spurenelementen, aber auch an anti-nutritiven Substanzen in den verschiedenen Getreidearten Beachtung finden.

Tabelle 3: Standardisierte praecaecal verdauliche Rohprotein- und Aminosäuregehalte (g/kg TS, GrainUp)

|            |                        | Gerste    | Roggen    | Triticale | Weizen    |
|------------|------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Rohprotein | <i>Mittelwert ± SD</i> | 90 ± 6    | 84 ± 5    | 105 ± 6   | 113 ± 8   |
|            | <i>Min – Max</i>       | 81 – 97   | 79 – 92   | 96 – 112  | 104 – 129 |
| Lysin      | <i>Mittelwert ± SD</i> | 2,7 ± 0,2 | 2,6 ± 0,1 | 2,9 ± 0,2 | 2,6 ± 0,2 |
|            | <i>Min – Max</i>       | 2,3 – 2,9 | 2,4 – 2,7 | 2,6 – 3,1 | 2,5 – 2,9 |
| Methionin  | <i>Mittelwert ± SD</i> | 1,5 ± 0,1 | 1,3 ± 0,1 | 1,7 ± 0,1 | 1,7 ± 0,1 |
|            | <i>Min – Max</i>       | 1,3 – 1,6 | 1,3 – 1,5 | 1,5 – 1,8 | 1,6 – 2,0 |
| Threonin   | <i>Mittelwert ± SD</i> | 2,9 ± 0,1 | 2,4 ± 0,1 | 2,8 ± 0,2 | 3,0 ± 0,2 |
|            | <i>Min – Max</i>       | 2,7 – 3,1 | 2,3 – 2,5 | 2,6 – 3,0 | 2,8 – 3,5 |
| Tryptophan | <i>Mittelwert ± SD</i> | 1,1 ± 0,1 | 0,8 ± 0,0 | 1,1 ± 0,1 | 1,3 ± 0,1 |
|            | <i>Min – Max</i>       | 0,9 – 1,1 | 0,7 – 0,8 | 1,0 – 1,2 | 1,1 – 1,4 |

## Anti-nutritive Substanzen

Getreide enthält neben wertgebenden Inhaltsstoffen wie Stärke und Rohprotein/Aminosäuren unterschiedliche anti-nutritive Substanzen (Kamphues et al., 2014). Die am Häufigsten in Getreide vorkommenden sind in Tabelle 4 zusammengefasst.

Aufgrund ihrer schädlichen Wirkung auf den Tierorganismus sowie auf die menschliche Gesundheit werden Mykotoxine viel diskutiert. Die Gerste ist am unempfindlichsten gegenüber dem Befall mit Mutterkorn oder Fusarien und hat somit die geringsten Mykotoxingehalte. Mykotoxine aus Mutterkorn, den so genannten Mutterkorn- oder Ergotalkaloiden, kommen vor allem im Roggen und in der Triticale vor (BMEL, 2014). Im Gegensatz dazu treten Fusarientoxine wie Zearalenon und Deoxylivanenol vor allem in Triticale und Weizen auf (Kettl-Grömminger, 2005). Großes Interesse in der Forschung findet auch die Phytinsäure, da diese die Phosphorverwertung stark negativ beeinflusst. Die geringsten Phytinsäuregehalte gekoppelt mit einer erhöhten Phytaseaktivität zeichnen den Roggen positiv aus. In

Schweinerationen werden häufig Phytasen zugesetzt, um die Phosphorverwertung der Tiere zu erhöhen und damit die Phosphorausscheidung über den Kot zu verringern.

Die Gehalte an Nicht-Stärke-Polysacchariden (NSP) beeinflussen den Futterwert von Getreide ebenfalls maßgeblich. Nicht-Stärke-Polysaccharide können von körpereigenen Enzymen nicht abgebaut werden (Barrera et al., 2004). Hohe Gehalte an Arabinoxylan (v.a. in Roggen, Triticale, Weizen) bzw.  $\beta$ -Glukan (v.a. in der Gerste) beeinflussen die Nährstoffverdaulichkeit und somit die Futterverwertung, vor allem bei Ferkeln und Geflügel. Das Mastschwein reagiert im Vergleich zu Ferkeln aufgrund seines weiter entwickelten Verdauungssystems nicht so stark auf erhöhte NSP-Gehalte. Unlösliche NSP haben die Eigenschaft, Nährstoffe wie Rohprotein und Aminosäuren in der pflanzlichen Zellwand einzuschließen und so vor enzymatischer Verdauung zu schützen; lösliche NSP erhöhen hingegen die Viskosität des Chymus und verschlechtern dadurch die Verdaulichkeit. Als Gegenmaßnahme werden daher in der Fütterung von Ferkeln und Geflügel häufig NSP-spaltende Enzyme wie Xylanasen und  $\beta$ -Glukanasen dem Futter zugesetzt.

Tabelle 4: Literaturübersicht zu anti-nutritiven Substanzen in Getreiden

|                                          | Einheit    | Gerste      | Roggen      | Triticale   | Weizen     |
|------------------------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| Nicht-Stärke-Polysaccharide <sup>1</sup> | g/kg TS    | 172 $\pm$ 6 | 139 $\pm$ 9 | 103 $\pm$ 7 | 98 $\pm$ 6 |
| Arabinoxylan <sup>1</sup>                | g/kg TS    | 77 $\pm$ 5  | 85 $\pm$ 6  | 55 $\pm$ 12 | 64 $\pm$ 4 |
| $\beta$ -Glukane <sup>1</sup>            | g/kg TS    | 47 $\pm$ 4  | 20 $\pm$ 3  | 7 $\pm$ 1   | 6 $\pm$ 1  |
| Mykotoxine                               |            |             |             |             |            |
| Mutterkornalkaloide                      | Rangierung | 4           | 1           | 2           | 3          |
| ZEA/DON                                  | Rangierung | 4           | 3           | 1           | 2          |
| Phytinsäure <sup>2</sup>                 | g/100 g TS | 1,01        | 0,79        | 1,29        | 1,03       |
| Phytaseaktivität <sup>2</sup>            | PU/g TS    | 1,83        | 6,92        | 4,82        | 3,08       |

<sup>1</sup>GrainUp: Gerste, n=8; Roggen, n=20, Triticale, n=20; Weizen, n=20 (*Mittelwert  $\pm$  SD*)

<sup>2</sup>Egli et al. (2002)

Neben den negativen Einflüssen der NSP konnten jedoch auch schon positive Eigenschaften auf die Tiergesundheit festgestellt werden (Wellock et al., 2007; Wellock et al., 2008). In einer aktuellen Studie von Weiss et al. (2015) hatte die Fütterung von Gerste im Vergleich zu Weizen aufgrund erhöhter NSP-Gehalte positiven Einfluss auf die intestinale Mikrobiota von Mastschweinen (Tabelle 5).

Tabelle 5: Einfluss von Getreidequelle (Gerste vs. Weizen) auf die intestinale Mikrobiota (nach Weiss et al., 2015)<sup>1</sup>

|                                                      | Gerste | Weizen | P-Wert |
|------------------------------------------------------|--------|--------|--------|
| Ileumchymus                                          |        |        |        |
| <i>Enterobacteriaceae</i>                            | 7,0    | 7,4    | 0,060  |
| <i>Lactobacillus</i> spp.                            | 9,4    | 8,8    | 0,049  |
| <i>Lactobacillus</i> spp.: <i>Enterobacteriaceae</i> | 2,3    | 1,3    | 0,012  |
| Kot                                                  |        |        |        |
| <i>Enterobacteriaceae</i>                            | 7,0    | 7,8    | <,001  |
| <i>Lactobacillus</i> spp.                            | 9,6    | 9,5    | 0,423  |
| <i>Lactobacillus</i> spp.: <i>Enterobacteriaceae</i> | 2,6    | 1,4    | <,001  |

<sup>1</sup>Bakterielle log<sub>10</sub> 16S rRNA Genkopienzahl pro g Frischmasse in Ileumchymus bzw. Kot.

## Zusammenfassung

Aufgrund seiner hohen Einsatzrate in Mastschweinerationen kann Getreide neben der Energiezufuhr auch einen großen Anteil des Rohproteinbedarfs der Tiere decken. Vor allem bei Einsatz kristalliner

Aminosäuren kann der Gehalt an Getreide erhöht und damit der Anteil an Proteinfuttermitteln in der Ration gesenkt werden. Allerdings kommt es aufgrund der Gehalte an anti-nutritiven Substanzen in verschiedenen Getreidearten zu einer Limitierung der Einsatzmenge in Schweinerationen. Hier kann jedoch zum Teil durch gezielte Zugabe von Enzymen wie Phytasen, Xylanasen und  $\beta$ -Glukanasen die Einsatzrate erhöht werden. Ein positiver Effekt auf die Darmgesundheit von Ferkeln kann einzelnen NSP, wie  $\beta$ -Glukanen, zugeschrieben werden.

## Literatur

- Bach Knudsen, K. E. 1997. Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding. *Anim. Feed Sci. Technol.* 67(4):319–338. doi:10.1016/S0377-8401(97)00009-6.
- Barrera, M., M. Cervantes, W. C. Sauer, A. B. Araiza, and N. Torrentera. 2004. Ileal amino acid digestibility and performance of growing pigs fed wheat-based diets supplemented with xylanase. *J. Anim. Sci.* 82:1997–2003.
- BMEL. 2014. Handlungsempfehlungen zur Minimierung von Mutterkorn und Ergotalkaloiden in Getreide. [https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Ernaehrung/Rueckstaende/HandlungsempfehlungMutterkornalkaloide.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Ernaehrung/Rueckstaende/HandlungsempfehlungMutterkornalkaloide.pdf?__blob=publicationFile). (Accessed 25 August 2015).
- Egli, I., L. Davidsson, M. A. Juillerat, D. Barclay, and R. F. Hurrell. 2002. The influence of soaking and germination on the phytase activity and phytic acid content of grains and seeds potentially useful for complementary feeding. *J. Food Science* 67(9):3484–3488. doi:10.1111/j.1365-2621.2002.tb09609.x.
- FAOSTAT. 2015. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://faostat3.fao.org/home/E>. (Accessed 20 April 2015).
- Jansman, A. J. M., W. Smink, P. van Leeuwen, and M. Rademacher. 2002. Evaluation through literature data of the amount and amino acid composition of basal endogenous crude protein at the terminal ileum of pigs. *Anim. Feed Sci. Technol.* 98(1-2):49–60. doi:10.1016/S0377-8401(02)00015-9.
- Kamphues, J., P. Wolf, M. Coenen, K. Eder, C. Iben, E. Kienzle, A. Liesegang, K. Männer, Q. Zebeli, and J. Zentek. 2014. 3. Schadwirkungen durch Futtermittel und Fütterung: 2. FM mit antinutritiven/evtl. schädlichen Inhaltsstoffen. In: J. Kamphues, P. Wolf, M. Coenen, and K. Eder, et al., editors, *Supplemente zur Tierernährung für Studium und Praxis*. M. & H. Schaper GmbH, Hannover, Germany. p. 157–159.
- Kettl-Grömminger, M. 2005. Fusarientoxine. [http://www.untersuchungsämter-bw.de/pub/beitrag.asp?subid=0&Thema\\_ID=12&ID=331](http://www.untersuchungsämter-bw.de/pub/beitrag.asp?subid=0&Thema_ID=12&ID=331). (Accessed 25 August 2015).
- Myrie, S. B., R. F. Bertolo, W. C. Sauer, and R. O. Ball. 2008. Effect of common antinutritive factors and fibrous feedstuffs in pig diets on amino acid digestibilities with special emphasis on threonine. *J. Anim. Sci.* 86(3):609–619. doi:10.2527/jas.2006-793.
- NRC. 2012. *Nutrient Requirements of Swine*. 11th ed., Washington D.C. USA.
- Rosenfelder, P., R. Mosenthin, H. K. Spindler, H. Jørgensen, K. E. Bach Knudsen, N. Sauer, J. K. Htoo, and M. Eklund. 2015. Standardized ileal digestibility of amino acids in eight genotypes of soft winter wheat fed to growing pigs. *J. Anim. Sci.* 93(3):1133–1144. doi:10.2527/jas.2014-8079.
- Spindler, H. K., P. Rosenfelder, K. E. Bach Knudsen, H. Jørgensen, N. Sauer, J. K. Htoo, M. Eklund, and R. Mosenthin. 2014. Standardized ileal amino acid digestibility of eight barley genotypes fed to growing pigs. 107. In: *Society of Nutrition Physiology*, editor, *Proceedings of the Society of Nutrition Physiology*, Göttingen, Germany. DLG-Verlag, Frankfurt am Main, Germany. p. 133.
- Strang, E. J. P., M. Eklund, P. Rosenfelder, N. Sauer, J. K. Htoo, and R. Mosenthin. 2015. Standardized ileal amino acid digestibility in eight genotypes of triticale fed to growing pigs: 149. In: *Society of Nutrition Physiology*, editor, *Proceedings of the Society of Nutrition Physiology*, Göttingen, Germany. DLG-Verlag, Frankfurt am Main, Germany. p. 167.
- Strang, E. J. P., M. Eklund, P. Rosenfelder, H. K. Spindler, N. Sauer, J. K. Htoo, and R. Mosenthin. 2014. Standardized ileal amino acid digestibility in eight genotypes of rye fed to growing pigs: 0444. In: *ADSA-ASAS-CSAS*, editor, *2014 Joint Annual Meeting: Abstract Book*, Kansas City, Missouri. p. 222.
- Weiss, E., T. Aumiller, H. K. Spindler, P. Rosenfelder, M. Eklund, M. Witzig, H. Jørgensen, K. E. Bach Knudsen, and R. Mosenthin. 2015. Wheat and barley differently affect porcine intestinal microbiota. *J. Sci. Food Agric.* doi:10.1002/jsfa.7340.

- Wellock, I. J., P. D. Fortomaris, Houdijk, J. G. M., J. Wiseman, and I. Kyriazakis. 2008. The consequences of non-starch polysaccharide solubility and inclusion level on the health and performance of weaned pigs challenged with enterotoxigenic *Escherichia coli*. *Br. J. Nutr.* 99(03):520–530. doi:10.1017/S0007114507819167.
- Wellock, I. J., Houdijk, J. G. M., and I. Kyriazakis. 2007. Effect of dietary non-starch polysaccharide solubility and inclusion level on gut health and the risk of post weaning enteric disorders in newly weaned piglets. *Livest. Sci.* 108(1-3):186–189. doi:10.1016/j.livsci.2007.01.050.

**Autorenanschrift**

Dr. Pia Rosenfelder  
Universität Hohenheim  
Institut für Nutztierwissenschaften  
Emil-Wolff-Str. 6-10  
70599 Stuttgart, Deutschland  
pia.rosenfelder@uni-hohenheim.de



# BayWa Futtermittel.

Bestens beraten, rundum versorgt.

Agrar

BayWa



Unsere Qualitätsmarken für Rinder, Schweine und Geflügel:



**Bovigold®**



**Porcigold®**



**Gallugold®**



# Intensive Milchviehfütterung auf der Basis von Grünland

**Josef J. Gross, und Rupert M. Bruckmaier**

Abt. Veterinär-Physiologie, Vetsuisse Fakultät Universität Bern, Bern, Schweiz

## Einleitung und Fragestellung

Vor dem Hintergrund aktueller Diskussionen um Klimaschutz, Nahrungskonkurrenz zwischen Mensch und landwirtschaftlichen Nutztieren sowie dem Erhalt einer offenen Kulturlandschaft erfährt die Ernährung von Rindern mit heimischen Raufuttermitteln eine verstärkte Aufmerksamkeit. Die weltweite Konkurrenz um Nahrungs- bzw. Futtermittel führte dazu, dass die Kraftfutterpreise in den letzten Jahren deutlich gestiegen sind. Dies gilt insbesondere für Länder wie die Schweiz, wo die Entfernung zu den Importhäfen gross ist. Gleichzeitig ist in unserer Gesellschaft die Beachtung des Tierwohls vor allem bei den Verbrauchern in den letzten Jahren deutlich in den Vordergrund gerückt. Die hohe Akzeptanz von Weide-/Heumilch nebst gesundheitlich positiv bewerteten Gehalten an  $\omega$ -3-Fettsäuren beim Verbraucher spiegelt das gleichsam selbstverständliche Bild der ausschliesslich mit Gras gefütterten Milchkuh wider. Dies gilt insbesondere für die Schweiz, die mit weitgehend naturbezogener Nahrungsmittelproduktion auch für den Export wirbt. In den Zielen der Agrarpolitik 2014-2017 wurde die Begrenzung des Kraftfuttereinsatzes und die Sicherung des Wettbewerbsvorteils durch raufutterbetonte Fütterung in der Schweizer Landwirtschaft festgelegt. Dabei erhalten Landwirte als Direktzahlungen in Form von Beiträgen zur graslandbasierten Milch- und Fleischproduktion, wenn das Grundfutter zum überwiegenden Teil (> 80%) aus Aufwüchsen von Grasland stammt.

In Westeuropa wird die landwirtschaftliche Nutzfläche regional massgeblich von Wiesen und Weideland geprägt. Dies suggeriert zunächst ein enormes Potential zur graslandbasierten Milch- und Fleischerzeugung mit Wiederkäuern. Die jahrzehntelange Züchtung und gezielte Selektion bei Milchkühen äussert sich heute in Leistungen von über 10.000 kg pro Laktation. Die entsprechende bedarfsgerechte Versorgung von Hochleistungskühen ist auf energie- und nährstoffreiche Futtermittel, insbesondere auf Getreide und eiweissreiche Komponenten, angewiesen. Gras und dessen Konserven (Silagen, Heu) werden nach wie vor als wesentliche Grundfutterbestandteile in Milchviehrationen eingesetzt. Auf der anderen Seite führen Gras-betonte Rationen insbesondere bei höheren Milchleistungen auch zu Nährstoffimbilanzen innerhalb des Tieres (Bruinenberg et al., 2002). Daneben ändert sich die Nährstoffdichte und –zusammensetzung von Gras deutlich in Abhängigkeit von Witterung, Saison und Wachstumsstadium. Generell hat junges Gras (z.B. bei guter Weideführung bzw. häufigen Schnitten) einen hohen Gehalt an leicht verdaulichen Kohlenhydraten. Allerdings stösst die Gras-betonte Fütterung wegen der geringen Energiedichte und wegen einer unausgewogenen Nährstoffzusammensetzung (z.B. limitierte Bereitstellung an nutzbarem Rohprotein) an Grenzen, was zur Beeinträchtigung der Leistung führt. Dabei sind auch negative Folgen für Stoffwechsel, Gesundheit, Fruchtbarkeit und Wohlbefinden der Tiere insbesondere während der metabolisch belastendsten frühen Laktationsperiode zu erwarten.

Die Frage, ob Kühe nicht allein mit Gras gefüttert werden können bzw. mit nur minimaler Kraftfutterergänzung, wird von verschiedenen Seiten gestellt. In letzter Zeit wurde in verschiedenen Schweizer Medien wiederholt eine reine Grasfütterung ohne zusätzliche Kraftfuttergabe als ideal und besonders tiergerecht dargestellt, was offenbar von vielen Konsumentinnen und Konsumenten positiv aufgenommen wird. Es bleibt aber unklar, ob eine ausschliessliche Grasfütterung und damit eine bewusst unausgewogene Ernährung den Stoffwechsel und das Wohlbefinden bei Kühen besonders mit höherer Milchproduktion so negativ beeinflusst, dass auch Kriterien des Tierschutzes verletzt werden, und damit genau das Gegenteil von dem erreicht wird, was breite Verbraucherschichten erwarten. Die

genannte gesellschaftliche Entwicklung und die Forderung nach dem Verzicht auf Kraftfutter verlangt deshalb dringend eine wissenschaftlich fundierte Beantwortung dieser Frage.

## Stoffwechsel der Milchkuh während defizitärer Versorgung

Bei hochleistenden Milchkühen steigt mit dem Beginn der Laktation der Bedarf an Energie und Nährstoffen entsprechend des Anstiegs in der Laktationskurve enorm an. Aufgrund ihres genetischen Potentials geben sie mehr Energie über die Milchproduktion ab, als sie gleichzeitig über das Futter aufnehmen können. Eine Deckung des Energiebedarfs über die Futteraufnahme ist praktisch nicht mehr möglich. Es kommt zu einer negativen Energiebilanz (NEB). Ein Ansatz zur Erhöhung der Energiedichte im Futter wäre das Einmischen von energiereicherem Kraftfutter. Jedoch kann selbst bei optimaler Grundfutterqualität Kraftfutter nicht unbegrenzt zugefüttert werden, da es sonst zu massiven Störungen in der Vormagenmotorik und -verdauung (Azidose) kommen kann. Die Wirkung bzw. Effizienz von supplementärem Kraftfutter hängt jedoch von mehreren Faktoren ab (Kellaway und Harrington, 2004). Dies sind zum einen tierbedingte Faktoren (Stand der Laktation, genetisches Potential, Fütterungsniveau im Verhältnis zum Milchleistungspotential, Hitzestress), aber auch Faktoren seitens des Futters (Weide-/Grasverfügbarkeit und Energie-/Nährstoffgehalt, Verfügbarkeit Ergänzungsfutter und Energie-/Nährstoffgehalt, Verdrängung der Grundfutteraufnahme durch Kraftfutter).

Bei der modernen Milchkuh ist die Priorität des Stoffwechsels in Richtung Milchsekretion in den ersten Laktationswochen so ausgeprägt entwickelt, dass trotz des Vorhandenseins einer deutlich negativen Energiebilanz die hormonellen Veränderungen eine massive Milchsekretion ermöglichen. Die Züchtung auf hohe Milchleistungen brachte es zunehmend mit sich, dass der Bedarf an Energie und Nährstoffen in der Früh-laktation über mehrere Wochen durch die Futteraufnahme nicht gedeckt werden kann, die zusätzlich um den Geburtszeitraum reduziert ist. Trotz starkem Energiedefizit und insgesamt kataboler Stoffwechsellaage mit niedrigsten Konzentrationen von Insulin und entkoppelter somatotroper Achse (hohe Wachstumshormonspiegel, niedrige Konzentrationen von IGF-1) unmittelbar nach der Geburt steigt die Milchproduktion aber weiter an (Gross et al., 2011a, b). Dies ist nur möglich, weil die für die Synthese der Lactose unersetzbare Glucose in der Früh-laktation primär durch den Glucosetransporter GLUT1 aufgenommen wird, der unabhängig von Insulin reguliert wird (Mattmiller et al., 2011; Gross et al., 2015). Während aufgrund des niedrigen Insulinspiegels die anderen peripheren Gewebe keine Glucose aufnehmen, kann die aus der Gluconeogenese der Leber stammende Glucose durch die Milchdrüse aufgenommen und zur Lactosebildung herangezogen werden, was letztendlich die Höhe der Milchleistung bestimmt. Die Aufnahme der vorhandenen Glucose in die Milchdrüse funktioniert aufgrund der Insulinunabhängigkeit des Transports auch in der Früh-laktation. So ist es nicht erstaunlich, dass in der Phase der Früh-laktation aufgrund der hohen Stoffwechsellpriorität der Milchdrüse züchterisch die grössten Leistungszunahmen erzielt werden konnten.

Bei Weide- bzw. Grasfütterung gilt die niedrige Futteraufnahme als limitierender Faktor für die Milchproduktion bei hochleistenden Kühen. In eigenen Arbeiten zeigten Kühe ohne Kraftfütterergänzung trotz ad libitum Fütterung von Gras eine niedrigere Futteraufnahme im Vergleich zu Kühen mit Kraftfütterergänzung (Zbinden et al., 2014). Zusätzliches Kraftfutter hat eine gewisse Verdrängungswirkung auf die Aufnahme von Gras, aber auch auf die Mehrleistung an Milch. So führte bei Bargo et al. (2003) eine Erhöhung der Kraftfuttermenge von 1,2 auf 10 kg TM/d im Vergleich zur reinen Weidehaltung ohne Supplementierung zu einer Erhöhung der Gesamtfutteraufnahme um 24% und der Milchleistung um 22% bei einer Effizienz des eingesetzten Kraftfutters von 1 kg Milch/kg Kraftfutter.

Die negative Energiebilanz bei Hochleistungstieren kann durch Mobilisierung von vor allem Rücken Fett, aber auch von Muskelgewebe zum Verlust von bis zu 40% der körpereigenen Reserven führen. Die dadurch bedingte erhöhte Oxidation langkettiger Fettsäuren, die durch Mobilisierung aus dem



Depotfett freigesetzt werden, kann eine Verzehrsreduktion bewirken und darüber die negative Energiebilanz in der Hochlaktation weiter verstärken. Da diese metabolische Situation auch die Voraussetzung für eine gesteigerte Synthese der ebenfalls verzehrsreduzierend wirkenden Ketonkörper darstellt, kann dies als weiterer Faktor für die Ausprägung der NEB angesehen werden.

Der Verzicht auf Kraftfutter führt je nach Laktationsstadium zu einer geringeren Milchleistung und könnte für Kühe mit geringem bis mittlerem genetischem Potential geeignet sein. Gerade ausschliesslich mit Gras gefütterte hochleistende Kühe ohne Kraftfutter zeigten einen deutlich geringeren Anstieg in der Milchleistung im Vergleich zu Kühen ähnlichen Leistungspotentials mit Kraftfutterergänzung (Zbinden et al., 2014). Sehested et al. (2003) zeigten den Rückgang der Laktationsleistung von 6.723 auf 5.090 kg bei gänzlichem Verzicht auf Kraftfutter, ohne dass es zu gesundheitlichen Problemen bei den Tieren kam. Bei Kühen mit einer höheren Milchleistung (ca. 7.500 kg/Jahr) ohne Kraftfutterzulage zeigte sich laut Haiger und Sölkner (1995) eine höhere Mobilisierung von Körperreserven im ersten Laktationsdrittel. Im Hinblick auf die Fragestellung dieses Beitrags muss angemerkt werden, dass die Rationen in früheren Studien nicht allein auf Gras basierten, sondern auch Maissilage als wesentlichen Grundfutteranteil beinhalteten. Kühe mit Grasfütterung ohne Kraftfutter hatten höhere Konzentrationen an freien Fettsäuren im Vergleich zu Kraftfutter supplementierten Kühen (Zbinden et al., 2014). Besonders auffällig war dabei der Einfluss des Leistungspotentials in Verbindung mit der Rationsgestaltung. Während hoch leistende Kühe ohne zusätzliches Kraftfutter eine deutlich höhere Stoffwechselbelastung aufwiesen, kamen niedrig leistende Kühe offenbar deutlich besser mit reiner Grasfütterung zurecht.

Eine besondere Belastung für die Leber entsteht aufgrund der Lipolyse im Fettgewebe während der negativen Energiebilanz. Die Lipolyse bei modernen Kühen übersteigt jedoch den Bedarf an Fettsäuren zur energetischen Verwertung. Das Auftreten von freien Fettsäuren und Ketonkörpern ist umso größer, je mehr Reserven mobilisiert werden. Überschreiten deren Konzentrationen die Kapazitätsgrenzen v. a. des Leberstoffwechsels, so kommt es zu gesundheitlichen Problemen für das Tier. Insbesondere Ketonkörper bedingen durch ihre immunsuppressive Wirkung ein erhöhtes Infektionsrisiko, und es treten vor allem Euterentzündungen (Mastitiden) auf. Wenn Triglyceride in hohem Maße in das Lebergewebe eingebaut und nicht abtransportiert werden, kommt es zur Ausbildung einer Fettleber (Gross et al., 2013). Durch die Verfettung der Leber kann sie die geforderten Stoffwechselaufgaben nicht mehr erfüllen, und es kann zu massiven Störungen des Leberstoffwechsels bei den Hochleistungskühen kommen. Ein Schutzmechanismus zugunsten des Gesamtstoffwechsels, der die Nährstoffaufnahme der Milchdrüse beschränken würde, existiert nicht.

In der Frühlaktation, in der die Futteraufnahme bei der Hochleistungskuh ohnehin gegenüber der Milchleistung ungenügend ist, entsteht durch eine weitere Reduktion der Futteraufnahme bedingt durch die Ketonkörperbildung aus freien Fettsäuren ein Teufelskreis. Dieser wird noch zusätzlich verstärkt, da durch eine erhöhte Ketonkörperkonzentration nach neuesten Erkenntnissen noch zusätzlich die hepatische Gluconeogenese gehemmt wird, vermittelt durch reduzierte Glucagon-Konzentrationen (Zarrin et al., 2013). Hochleistende Kühe ohne Beifütterung von Kraftfutter zeigten bis zur achten Laktationswoche deutlich erhöhte Konzentrationen von BHBA über der Schwelle zur Diagnose von subklinischer bzw. klinischer Ketose im Vergleich zu niedrigleistenden und mit Kraftfutter versorgten grasgefütterten Tieren (Zbinden et al., 2014). Die erhöhte Konzentration von Ketonkörpern suggeriert dem Organismus eine ausreichende Energieversorgung. Der hohe spezifische Bedarf an Glucose für die Milchsynthese bleibt dabei aber unberücksichtigt, da offenbar der extrem hohe Glucoseverbrauch, wie er bei der modernen Milchkuh vorherrscht, auf die evolutive Entwicklung beim Rind zunächst keinen Selektionsdruck darstellte.

In der Phase der abnehmenden Milchproduktion, in der das Kalb nicht mehr zwingend auf Milch angewiesen ist, reagiert auch die Milchkuh auf ein Energiedefizit völlig anders als in der Frühlaktation. Bei restriktiver Fütterung in dieser Phase erfolgt eine unmittelbare Reduktion der Milchproduktion, d.h. das Energiedefizit wird wesentlich durch eine verringerte Nährstoffaufnahme durch die Milchdrüse

ausgeglichen (Gross et al., 2011a). Es wurde gezeigt, dass in der Milchdrüse die nach dem Überschreiten des Laktationspeaks die Expression des GLUT1 abnimmt, während die Expression des GLUT4 zunimmt, der durch Insulin reguliert wird (Mattmiller et al., 2011). In der Laktationsperiode, in der beim Kalb bereits die Vormagenfermentation funktionsfähig ist, und damit auch pflanzliches Futter das Überleben sichert, wird die Milchdrüse Teil der homeostatischen Stoffwechselregulation des Gesamtorganismus. Trotz eines Energiedefizits in der späteren Laktation fiel die Stoffwechselbelastung im Vergleich zur NEB der Früh-laktation deutlich geringer aus (Gross et al., 2011a). Je nach Leistungshöhe kann ab Mitte der Laktation Gras als alleiniges Futtermittel durchaus den Bedarf des Tieres decken.

## Wiederholbarkeit von Anpassungsreaktionen im Stoffwechsel an defizitäre Situationen

In einer retrospektiven Auswertung wurden 25 Milchkühe nach ihrer Stoffwechselbelastung in der Früh-laktation während des laktationsinduzierten Energiedefizits eingeteilt. Alle Kühe wurden nach Erreichen einer positiven Energiebilanz erneut einer durch Fütterungsrestriktion induzierten Unterversorgung unterzogen (Gross et al., 2015). In der Früh-laktation zeigten Tiere mit einer höheren Milchleistung weitaus höhere Konzentrationen an NEFA und BHBA bei deutlich negativerer Energiebilanz im Vergleich zu Tieren mit einer niedrigeren Milchleistung. Interessanterweise reagierten Kühe, die in der Früh-laktation stärkere Reaktionen auf das Defizit zeigten, bei der späteren Unterversorgung wiederholt mit höheren NEFA und BHBA Konzentrationen, obwohl hier die Energiebilanz und Milchleistung nicht von Kühen mit geringerer Reaktion im Stoffwechsel verschieden war. Dies lässt eindeutig eine genetische Veranlagung der Anpassungsfähigkeit des Stoffwechsels vermuten.

Die genetische Disposition gegenüber veränderten Umwelt- und Haltungsbedingungen mit deutlichen Unterschieden zwischen verschiedenen Zuchtlinien der gleichen Rasse wurde eindrucksvoll in der Studie von Grala et al. (2011) gezeigt. Neuseeländische Holstein-Kühe hatten im Vergleich zu Nordamerikanischen eine geringere Milchleistung und geringere Stoffwechselbelastung. Die zugrunde liegenden Unterschiede konnten auf den unterschiedlichen Grad der Entkopplung der somatotropen Achse zurückgeführt werden. Die höher leistenden amerikanischen Kühe hatten niedrigere Konzentrationen an Insulin und IGF-1 im Vergleich zu den Kühen aus Neuseeland. Diese Unterschiede in den endokrinen Regulationsmechanismen begründen das Ausmass der unterschiedlichen Stoffwechselbelastung, aber bestimmen auch indirekt das Leistungsvermögen der Tiere.

## Einfluss der Stoffwechsellaage auf die Fruchtbarkeit

Die Fütterung spielt eine wichtige Rolle bei der Fruchtbarkeit der Milchkuh. Langfristig moderate oder chronische Fütterungsrestriktionen führten zu einer graduellen Reduktion der Wachstumsrate des dominanten Follikels sowie seines maximalen Durchmessers und seiner Persistenz (Diskin et al., 2003). In deren Studie wurden Tiere anöstrisch, wenn sie durchschnittlich 22-24% ihres ursprünglichen Körpergewichtes verloren. Eine akute Futterrestriktion auf 40% des Bedarfs reduzierte innerhalb 13-15 Tagen die Wachstumsrate von dominanten Follikeln bei 60% der Rinder (Diskin et al., 2003). Auch in laktierenden Milch- und Mutterkühen konnten Diskin et al. (2003) die Auswirkungen einer NEB bzw. reduzierten Futteraufnahme in der frühen Phase post-partum auf eine Verringerung der Grösse und Ovulationsfähigkeit des dominanten Follikels zeigen. Für die Wachstumsrate und Grösse des dominanten Follikels sind die peripheren Konzentrationen von IGF-1 und Insulin neben LH und Östradiol verantwortlich. Es gibt keine speziell für die Reproduktion erforderlichen Nährstoffe, die nicht auch für andere normalen physiologischen Prozesse im Körper notwendig wären. Daher ist es schwierig, die spezifischen Funktionen und Mechanismen zu bestimmen, durch die die Fütterung die

Reproduktionsfunktion beeinflusst (Roche und Diskin, 1994). Direkte Einflüsse der Fütterung auf die Ovarfunktion scheinen eher durch die hepatische Regulation als durch die folliculäre Regulation von IGF-1 vermittelt und abhängig von der systemischen IGF-1 Konzentration, dessen Bindungsproteinen und Insulin. So konnten als Reaktion auf eine Insulinverabreichung durch Butler et al. (2004) in der NEB-Phase bei frühlaktierenden Kühen geringere Plasmakonzentrationen an NEFA sowie erhöhten Konzentrationen an IGF-1 und Östradiol während der ersten Ovulationswelle postpartum beobachtet werden. Kawashima et al. (2012) zeigten, dass das Ausmass einer NEB direkten Einfluss auf das postpartum Intervall bis zur ersten Ovulation hatte. In eigenen Arbeiten konnte bei Gras gefütterten Kühen ohne Kraftfutterergänzung ein grösserer Anteil an Tieren mit verzögerter erster Ovulation postpartum identifiziert werden (Gross et al., 2015). Diese waren gleichzeitig durch hohe Plasmakonzentrationen an NEFA und BHBA gekennzeichnet.

## Schlussfolgerungen

Der Zusammenhang zwischen dem Leistungspotential einer Milchkuh und den Anforderungen an eine adäquate bedarfsgerechte Versorgung sind unumstritten. Eine unzureichende Versorgung manifestiert sich in einer vermehrten Mobilisierung von Körperreserven und damit einhergehend erhöhter Stoffwechselbelastung mit entsprechend negativen Auswirkungen auf Leistung, Gesundheit und Fruchtbarkeit. Gerade in kritischen Phasen der Versorgungsmöglichkeit, insbesondere zu Laktationsbeginn und bei hohem Leistungspotential, ist eine rein auf Gras basierte Fütterung auf eine entsprechende Ergänzung angewiesen, um Einbussen in Milchleistung und Fruchtbarkeit zu vermeiden.

## Literatur

- Bargo, F., Muller, L.D., Kolver, E.S. and Delahoy, J.E. (2003): Invited Review: Production and Digestion of Supplemented dairy cows on pasture. *J. Dairy Sci.* **86**: 1-42
- Bruckmaier, R.M., Wellnitz, O. and Gross, J.J. (2013): Die Physiologie der modernen Milchkuh im Spannungsfeld zwischen Evolution und leistungsorientierter Züchtung. *Der Praktische Tierarzt.* **94**: 330-337
- Bruinenberg, M. H., van der Honing, Y., Agnew, R.E., Yan, T., van Vuuren, A. M. and Valk, H. (2002): Energy metabolism of dairy cows fed on grass. *Livestock Prod. Sci.* **75(2)**: 117-128
- Butler, S.T., Pelton, S.H. and Butler, W.R. (2004): Insulin increases 17 $\beta$ -estradiol production by the dominant follicle of the first postpartum follicle wave in dairy cows. *Reproduction* **127**: 537-545
- Diskin, M.G., Mackey, D.R., Roche, J.F. and Sreenan, J.M. (2003): Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. *Anim. Reproduction Sci.* **78**: 345-370
- Grala, T.M., Lucy, M.C., Phyn, C.V., Sheahan, A.J., Lee, J.M. and Roche, J.R. (2011): Somatotrophic axis and concentrate supplementation in grazing dairy cows of genetically diverse origin. *J. Dairy Sci.* **94**: 303-315
- Gross, J.J., van Dorland, H.A., Bruckmaier, R.M. and Schwarz, F.J. (2011a): Performance and metabolic profile of dairy cows during a lactational and deliberately induced negative energy balance with subsequent realimentation. *J. Dairy Sci.* **94**: 1820-1830
- Gross, J.J., van Dorland, H.A., Schwarz, F.J. and Bruckmaier, R.M. (2011b): Endocrine changes and liver mRNA abundance of somatotrophic axis and insulin system constituents during negative energy balance at different stages of lactation in dairy cows. *J. Dairy Sci.* **94**: 3484-3494
- Gross, J.J., Schwarz, F.J., Eder, K., van Dorland, H.A. and Bruckmaier, R.M. (2013): Liver fat content and lipid metabolism in dairy cows during early lactation and during a mid-lactation feed restriction. *J. Dairy Sci.* **96**: 5008-5017
- Gross, J.J., van Dorland, H.A., Wellnitz, O. and Bruckmaier, R.M. (2015): Glucose transport and milk secretion during manipulated plasma insulin and glucose concentrations and during LPS-induced mastitis in dairy cows. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl)*. doi: 10.1111/jpn.12259

Gross, J.J., Kawashima, C., Dohme-Meier, F., Miyamoto, A. and Bruckmaier, R.M. (2015): Metabolic load affects resumption of ovarian cycle postpartum of dairy cow in herbage-based feeding systems, 48th Annual Conference on Physiology and Pathology of Reproduction / 40th Joint Congress of Veterinary and Human Medicine, Zurich, Switzerland, Feb. 11-13th, 2015, *Reprod. Domest. Anim.* **50: Special Issue: SI Suppl. 1**: 68, Abstract: P105

Haiger, A. and Sölkner, J. (1995): Der Einfluss verschiedener Futterniveaus auf die Lebensleistung kombinierter und milchbetonter Kühe. *Züchtungskunde* **67**: 263-273

Kawashima, C., Matsui, M., Shimizu, T., Kida, K. and Miyamoto, A. (2012): Nutritional factors that regulate ovulation of the dominant follicle during the first follicular wave postpartum in high-producing dairy cows. *J. Reprod. Develop.* **58**: 10-16

Kellaway, R. and Harrington, T. (eds., 2004): Feeding concentrates: supplements for dairy cows. Revised edition. Landlinks Press, Collingwood, Australia

Mattmiller, S.A., Corl, C.M., Gandy, J.C., Looor J.J. and Sordillo, L.M. (2011): Glucose transporter and hypoxia-associated gene expression in the mammary gland of transition dairy cattle. *J. Dairy Sci.* **94**: 2912-2922

Roche, J.F. and Diskin, M.G. (1994): Hormonal regulation of reproduction and interactions with nutrition in female ruminants. In: Proceedings of the Eighth International Symposium on Ruminant Physiology, September 1994, Willengen, Germany

Sehested, J., Kristensen, T. and Sægaard, K. (2003): Effect of concentrate supplementation level on production, health and efficiency in an organic dairy herd. *Livestock Prod. Sci.* **80**: 153-165

Zarrin, M., De Matteis, L., Vernay, M.C.M.B., Wellnitz, O., van Dorland, H.A. and Bruckmaier, R.M. (2013): Long-term elevation of beta-hydroxybutyrate in dairy cows through infusion: effects on feed intake, milk production, and metabolism. *J. Dairy Sci.* **96**: 2960-2972

Zbinden, R.S., Gross, J.J., Falk, M., van Dorland, H.A., Münger, A., Dohme-Meier, F. and Bruckmaier, R.M. (2014): Interactions between Metabolic Load and Dairy Cow Welfare-related Parameters in Herbage based Feeding Systems. Abstract no. 514. Joint Annual Meeting ADSA, ASAS, CSAS, July 2014, Kansas City, MO, USA

#### Autorenanschrift

Dr. Josef J. Gross und Prof. Dr. Rupert M. Bruckmaier  
Abt. Veterinär-Physiologie  
Vetsuisse Fakultät Universität Bern  
Bremgartenstrasse 109a  
CH-3012 Bern  
Email: josef.gross@vetsuisse.unibe.ch

## Grenzen des Einsatzes von Kraftfutter beim Wiederkäuer

**Herbert Steingaß**

Universität Hohenheim, Institut für Nutztierwissenschaften, FG Tierernährung, Emil-Wolff-Str. 6-10, 70599 Stuttgart

### Einleitung

In den vergangenen Jahren erfolgte ein stetiger Anstieg der Milchleistungen und es ist zu erwarten, dass sich dieser Trend auch in Zukunft fortsetzen wird. Auch die Futterraufnahme der Milchkühe hat in diesem Zeitraum zugenommen, nicht zuletzt bedingt durch Fortschritte in der Fütterungstechnik und Verbesserung der Grundfutterqualität. Dennoch ist festzuhalten, dass die Milchleistung und damit der Nährstoff- und Energiebedarf stärker gestiegen ist als die Futterraufnahmekapazität. Um hochleistende Milchkühe bedarfsdeckend zu versorgen, ist daher eine hohe Energie- und Nährstoffkonzentration in der Ration notwendig. Bei begrenzter Steigerungsfähigkeit der Grundfutterqualität erfolgt dies in erster Linie durch einen erhöhten Kraftfuttereinsatz. Andererseits benötigen Wiederkäuer eine Mindestmenge an strukturiertem Futter in der Ration zur Aufrechterhaltung einer normalen Pansenfunktion und der Gesunderhaltung des Tieres, was entsprechend Begrenzungen in der Höhe des Kraftfuttereinsatzes nach sich zieht. Strukturfutter ist primär das Grobfutter und zeichnet sich durch einen bestimmten Gehalt an Rohfaser bzw. Neutral-Detergenzfaser (NDF) verbunden mit bestimmten physikalischen Eigenschaften wie Länge, Steifheit und Dichte der Futterpartikel sowie bestimmten Eigenschaften des ruminalen Abbaus (Ausmaß und Geschwindigkeit der Faser- und Nicht-Faser-Kohlenhydrate) aus. Die Gesamtration sollte ausreichende physikalisch-physiologische Stimuli für das Wiederkauen, die Ausbildung der Pansenmatte und des Pansenepithels liefern (ZEBELI et al., 2006). Als zentrale Größe zur Beurteilung der physiologischen Funktionen kann hierbei der pH Wert des Pansens betrachtet werden, der von der Produktionsrate kurzkettiger Fettsäuren (SCFA), der Speichelproduktion und der Absorptionskapazität der SCFA abhängt. Vor diesem Hintergrund spielen folglich sowohl Menge, Art und Qualität der Grobfutterkomponenten wie auch die Menge und die Zusammensetzung des Kraftfutters eine entscheidende Rolle.

Nachfolgend sollen in erster Linie anhand eines Modells von ZEBELI et al. (2008) wichtige Einflussgrößen auf den pH Wert des Pansens demonstriert und der daraus abgeleitete Bedarf an strukturiertem Futter bzw. obere Grenzen des Einsatzes von Kraftfutter abgeleitet werden. In Ergänzung dazu werden einige Überlegungen bezüglich möglicher „Untergrenzen“ des Kraftfutteranteils vorgestellt und diskutiert.

### Modell zur Berechnung des pH Wertes im Pansen

In einer Meta-Analyse wurden von ZEBELI et al. (2008) zunächst die Grenzen zwischen physiologischen und nicht physiologischen pH-Werten (d.h. die Induktion einer subakuten Pansenacidose) des ventralen Pansens abgeleitet. Die Ergebnisse ergaben, dass eine normale Pansenfunktion vorliegt, wenn 1.) das Tagesmittel des pH Wertes  $\geq 6,16$  und/oder 2.) die Dauer einer Unterschreitung eines pH Wertes von 5,8 weniger als ca. 5 Stunden pro Tag beträgt.

Im Folgenden wurde anhand von Daten der Literatur und eigenen Untersuchungen Modelle zur Vorhersage des pH Wertes im ventralen Pansen entwickelt (ZEBELI et al. 2008). Diese Modelle enthalten in der Praxis zugängliche Kennzahlen der Ration und des Tieres wie die Trockenmasse (TM)-aufnahme, der Gehalt an Stärke bzw. ruminal abbaubarer Stärke sowie der Gehalt an physikalisch

effektiver NDF (peNDF). Diese wird ermittelt mit Hilfe einer standardisierten Siebanalyse (Pennsylvania State Particle Separator, „Schüttelbox“; KONONOFF et al. 2003) und dem Gehalt an NDF der Ration. Dabei wird der Gehalt an NDF in der TM der Ration mit der Siebfraction >1,18 mm (peNDF>1,18) bzw. der Siebfraction >8 mm (peNDF>8), jeweils in % der Originalprobe, verrechnet (GfE 2014). Die Modelle zur Schätzung des pH Wertes sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Modelle zur Berechnung des pH Wertes im Pansen

|    | peNDF <sub>&gt;1,18mm</sub>        | peNDF <sub>&gt;8mm</sub>           |        |
|----|------------------------------------|------------------------------------|--------|
| pH | = 6,05                             | = 6,19                             |        |
|    | + 0,044peNDF                       | + 0,044peNDF                       | % i.TM |
|    | - 0,0006 peNDF <sup>2</sup>        | - 0,00085peNDF <sup>2</sup>        | % i.TM |
|    | - 0,017 abbaub. Stärke             | - 0,0093 Stärke                    | % i.TM |
|    | - 0,016 TM-Aufnahme                | - 0,0134 TM-Aufnahme               | kg     |
|    | R <sup>2</sup> = 0,66; RMSE = 0,11 | R <sup>2</sup> = 0,65; RMSE = 0,11 |        |

Der Vorteil des Modells mit peNDF>1,18 besteht in der Verwendung des Gehaltes an ruminal abbaubarer Stärke, da schnell und umfangreich abbaubare Stärke, z.B. aus Weichgetreide, den pH Wert des Pansen weit stärker belastet als langsam und unvollständig fermentierbare Stärkequellen, z.B. aus Mais. Nachteilig ist, dass nur totale Mischrationen mit dieser Variante bewertet werden können. Der Vorteil des Modells auf Basis peNDF>8 besteht darin, dass es auch für die Analyse von Teilmischrationen geeignet ist, da separat verabreichtes Kraftfutter ohnehin nicht in der Siebfraction >8 mm wiedergefunden wird. Außerdem werden in der Fraktion >8 mm die Partikelgröße des Grobfutters und damit auch Einflüsse durch technische Bearbeitungsverfahren besser wiedergegeben als in der Fraktion >1,18 mm. Daher hat die GfE (2014) mittelfristig die Verwendung der Variante auf Basis peNDF>8 empfohlen.

Für die Beurteilung der Versorgung mit strukturiertem Futter, d.h. mit peNDF, muss neben dem Gehalt der Ration an (abbaubarer) Stärke die TM-Aufnahme mit einbezogen werden, da bei höherer Futteraufnahme mehr organische Masse fermentiert wird ohne dass sich die Produktion an Speichelpuffer entsprechend erhöht (SHAYER, 2002). Für die Einhaltung eines Mindest-pH-Wertes von 6,2 sind die in Tabelle 2 dargestellten Gehalte an peNDF der Gesamtration erforderlich.

## Ableitung von Grenzen des Kraftfuttereinsatzes

Eine Obergrenze der Höhe des Kraftfuttereinsatzes kann nicht pauschal genannt werden. Die Festlegung einer solchen Grenze hängt von vielen Rationsfaktoren ab, wie von Art und Qualität des Grundfutters sowie von der Nährstoffzusammensetzung und der ruminalen Abbaucharakteristik der Kraftfutterkomponenten.

Nachfolgend werden beispielhaft einige Einflussfaktoren der Ration auf den pH-Wert des Pansens dargestellt, um daraus physiologische Grenzen des Kraftfuttereinsatzes abzuleiten. Diese Modellberechnungen werden teilweise mit experimentellen Daten verglichen.

Tabelle 2: Notwendige Gehalte an peNDF in Abhängigkeit von Futteraufnahme und Gehalt an (abbaubarer) Stärke der Ration

|                               | TM Aufnahme (kg/d) |    |     |      |     |
|-------------------------------|--------------------|----|-----|------|-----|
|                               | 18                 | 20 | 22  | 24   | 26  |
| Abbaubare Stärke<br>(% in TM) | Für peNDF >1,18mm  |    |     |      |     |
| 8                             | 18                 | 20 | 21  | 23   | 25  |
| 12                            | 21                 | 23 | 25  | 27.5 | 31  |
| 16                            | 25                 | 28 | 32* | 32*  | 32* |
| 20                            | 32                 | 35 | 32* | 32*  |     |
| Gesamtstärke<br>(% in TM)     | Für peNDF >8 mm    |    |     |      |     |
| 14                            | 12                 | 13 | 15  | 16   | 18  |
| 18                            | 14                 | 15 | 17  | 18   | 21  |
| 22                            | 16                 | 17 | 19  | 21   | 22* |
| 26                            | 18                 | 20 | 22  | 22*  | 22* |

\* peNDF muss begrenzt werden zur Vermeidung eines Futteraufnahmerückgangs; ein pH Mittelwert von >6,14 wird dabei erreicht

## Gehalt an abbaubarer Stärke

Im Rahmen des Verbundprojektes „GrainUP“ wurden umfangreiche Untersuchungen zum ruminalen Nährstoffabbau verschiedener Getreidearten durchgeführt. Jeweils 20 Genotypen von Mais, Weizen, Triticale, Roggen und Gerste wurden mit Hilfe einer in situ Methode untersucht (STEINGASS et al. 2015). Die Ergebnisse zum effektiven ruminalen Abbau der Stärke sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

Tabelle 3: Ruminale Abbau von Getreidestärke in situ

| jeweils<br>n=20 | Passagerate 5 %/h |         | Passagerate 8 %/h |         |
|-----------------|-------------------|---------|-------------------|---------|
|                 | MW                | von-bis | MW                | von-bis |
| Gerste          | 90 <sup>c</sup>   | 88-92   | 85 <sup>c</sup>   | 82-88   |
| Roggen          | 96 <sup>a</sup>   | 95-97   | 95 <sup>a</sup>   | 92-96   |
| Triticale       | 95 <sup>ab</sup>  | 93-96   | 93 <sup>ab</sup>  | 90-95   |
| Weizen          | 94 <sup>b</sup>   | 91-96   | 91 <sup>b</sup>   | 87-94   |
| Mais            | 65 <sup>d</sup>   | 58-76   | 55 <sup>d</sup>   | 48-68   |

Verschiedene Hochbuchstaben (vertikal) kennzeichnen signifikante Unterschiede (p<0,05)

Bei einer angenommenen Passagerate von 8 %/h ist der Stärkeabbau der Weichgetreide hoch und liegt zwischen 85 und 95 % bei geringen Unterschieden zwischen den Genotypen. Dagegen beträgt der Stärkeabbau bei Mais im Mittel 55 % mit größerer genotypischer Variation.

Nimmt man für Weizen und Mais die Mittelwerte des Stärkeabbaus für die Passagerate 8 %/h an und setzt diese Futtermittel in eine TMR ein, lässt sich aus dem Modell für peNDF>1,18 die Wirkung auf den ruminalen pH Wert berechnen. So kann eine TMR auf Basis von Maissilage, Grassilage, Heu und Rapsextraktionsschrot (1:1:0,5:0,75 in TM) bis zu 32 % Maisschrot in der TM enthalten und benötigt zusätzlich 29 % peNDF>1,18 in der TM, um einen pH Tagesmittelwert von 6,2 zu sichern. Wird dagegen Weizen als Energieträger verwendet, ist dessen Einsatz auf 21 % der TM zu begrenzen und

zugleich erhöht sich der Bedarf an  $\text{peNDF} > 1,18$  auf 33 % der TM um einen Ziel-pH-Wert von 6,2 zu halten.

## Zusammensetzung des Kraftfutters

Neben der Eigenschaft der Stärke ist die generelle Zusammensetzung der Kohlenhydratfraktion des Kraftfutters wichtig in Bezug auf den tolerierbaren Kraftfutteranteil. Kraftfutter kann reich an Stärke sein, wenn Getreide die Hauptkomponenten darstellen. Es kann aber auch aus Komponenten mit geringen Stärkegehalten und hohen Gehalten an gut verdaulichen Nicht-Stärke-Polysacchariden bestehen, als Beispiele wären Sojabohnenschalen, Trockenschnitzel, Citrustrester, Maiskleberfutter oder Palmkernexpeller zu nennen. Solche Mischfuttermittel sind vorzusehen, wenn davon hohe Anteile in der Ration eingesetzt werden sollen und dabei ein ausreichend hoher Fettgehalt der Milch erhalten bleiben soll, da beim ruminalen Abbau dieser Nicht-Stärke-Polysaccharide ein hohes Verhältnis von Essigsäure:Propionsäure resultiert. Es muss aber betont werden, dass sich die positive Wirkung auf den Milchfettgehalt ausschließlich aus dem Essigsäure:Propionsäure-Verhältnis ergibt und dass von diesen Kraftfutterkomponenten keinerlei "Strukturwirkung" im eigentlichen Sinn ausgeht indem z.B. die Wiederkauaktivität stimuliert wird.

WEBER (2007) hat zu dieser Frage Untersuchungen an Milchkühen in der zweiten Laktationshälfte durchgeführt. Dieselbe Grundfuttermischung (53 % der TM) wurde mit vier verschiedenen Kraftfuttermischungen (47 % der TM) ergänzt, die sich im Stärke- bzw. NDF-Gehalt stark unterschieden (Stärke hoch; niedrig) sowie jeweils noch eine unterschiedliche ruminale Abbaucharakteristik aufwiesen (niedrig; hoch). Neben Futteraufnahme und Milchleistung wurden auch die pH Werte im Pansen untersucht (Tabelle 4).

Tabelle 4: Einfluss der Kohlenhydratzusammensetzung und der Abbaucharakteristik auf Leistung und den ruminalen pH Wert bei Milchkühen (WEBER, 2007)

|                         | 1                 | 2                 | 3                  | 4                 |
|-------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| Stärkegehalt            | hoch              | hoch              | niedrig            | niedrig           |
| Abbaurrate OM           | niedrig           | hoch              | niedrig            | hoch              |
| TM Aufnahme, kg/d       | 22,2 <sup>a</sup> | 20,0 <sup>c</sup> | 21,0 <sup>b</sup>  | 18,7 <sup>d</sup> |
| Milch, kg/d             | 25,7 <sup>a</sup> | 23,0 <sup>b</sup> | 24,2 <sup>ab</sup> | 22,7 <sup>b</sup> |
| Milchfett, %            | 4,2 <sup>b</sup>  | 4,4 <sup>ab</sup> | 4,6 <sup>a</sup>   | 4,6 <sup>a</sup>  |
| Milcheiweiß, %          | 3,8 <sup>a</sup>  | 3,9 <sup>a</sup>  | 3,6 <sup>b</sup>   | 3,7 <sup>b</sup>  |
| pH Tagesmittel          | 6,3 <sup>ab</sup> | 6,2 <sup>b</sup>  | 6,5 <sup>a</sup>   | 6,4 <sup>ab</sup> |
| gemessen                |                   |                   |                    |                   |
| pH berechnet (Modell    | 6,2               | 6,2               | 6,4                | 6,45              |
| $\text{peNDF} > 1,18$ ) |                   |                   |                    |                   |

Verschiedene Hochbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede ( $p < 0,05$ )

Kraftfutter in % der TM:

- 1 75 Mais; 19 RES; 6 Kartoffeleiweiß
- 2 18 Weizen; 21 Erbsen; 31 Ackerbohnen; 30 Gerste
- 3 32 Palmexpeller; 3 RES; 32 Maiskleberfutter; 33 Sojaschalen
- 4 24 SES; 34 Melasseschnitzel; 31 Zitrustrester; 10 Sojaschalen

Niedrige Abbauraten (1, 3) führen zu höherer Futteraufnahme und Milchleistung sowie zu höheren ruminalen pH Werten. Hohe Stärkegehalte (1, 2) bewirken geringere Milchfettgehalte aber höhere Milcheiweißgehalte und niedrigere pH Werte. Setzt man die Rationscharakteristika in die Gleichung für  $\text{peNDF} > 1,18$  ein, ergibt sich eine sehr gute Übereinstimmung zu den gemessenen Werten, was die generelle Eignung des Modells demonstriert.



## Reduzierung des Kraftfuttereinsatzes

Wenn Obergrenzen für Kraftfutter diskutiert werden erhebt sich analog auch die Frage nach Untergrenzen. Ein völliger Verzicht auf Kraftfutter resultiert eher aus „sportlichem Ehrgeiz“ als aus ernährungsphysiologischen Gesichtspunkten. Spezielle Produktionssysteme, wie Vollweidehaltung oder Milchviehhaltung im ökologischen Landbau demonstrieren aber grundsätzlich, dass ein Verzicht auf Kraftfutterergänzung auch bei Milchkühen mit hohem Leistungspotenzial grundsätzlich möglich ist, ohne die Gesundheit, Fruchtbarkeit und Langlebigkeit negativ zu beeinflussen. Voraussetzungen für eine Fütterung ohne Kraftfutter sind eine ausgezeichnete Grundfutterqualität ( $\geq 6,5$  MJ NEL/kg TM) und keinerlei Einschränkungen der Möglichkeit zur Futtermittelaufnahme (Futtermittelverfügbarkeit, Fressplatzverhältnis etc.). Unter diesen Voraussetzungen ist es durchaus möglich, ohne Kraftfutter Laktationsleistungen von 6000 bis 7000 kg Milch zu erzielen.

Unter konventionellen Bedingungen ist eher die Frage relevant, wie sich eine gewisse Reduzierung des Kraftfuttereinsatzes, entweder generell über die gesamte Laktationsperiode oder speziell in bestimmten (späteren) Laktationsabschnitten auswirkt. In einer älteren Untersuchung (STEINGASS et al. 2002) haben wir in einem zweifaktoriellen Versuch die Grundfutterqualität und die Höhe der Kraftfütterversorgung über einen Zeitraum von drei Laktationsperioden variiert. Dabei war eine Frage, ob auch ein durch späten Schnitt und reduzierte Düngung erzeugtes extensiviertes Grundfutter für Milchkühe geeignet ist und zugleich, wie sich eine Halbierung des Kraftfutterangebots um 50 % gegenüber der Rationsberechnung nach Leistung auswirkt. Einige zentrale Ergebnisse sind in Tabelle 5 zusammengestellt.

Tabelle 5: Wirkung eines reduzierten Kraftfutterangebots bei unterschiedlicher Grundfutterqualität

| Grundfutter<br>Kraftfutter  | Extensiv (5,2 MJ NEL/kg TM) |                   | Konventionell (5,6 MJ NEL/kg TM) |                   |
|-----------------------------|-----------------------------|-------------------|----------------------------------|-------------------|
|                             | 50 %<br>reduziert           | nach<br>Leistung  | 50 %<br>reduziert                | nach<br>Leistung  |
| n =                         | 16                          | 10                | 22                               | 22                |
| TM Aufnahme, kg/d           |                             |                   |                                  |                   |
| Grundfutter                 | 14,6 <sup>a</sup>           | 13,1 <sup>b</sup> | 14,4 <sup>a</sup>                | 12,5 <sup>b</sup> |
| Kraftfutter                 | 3,3 <sup>b</sup>            | 7,5 <sup>a</sup>  | 3,6 <sup>a</sup>                 | 6,6 <sup>a</sup>  |
| Gesamt                      | 17,9 <sup>c</sup>           | 20,6 <sup>a</sup> | 18,0 <sup>bc</sup>               | 19,1 <sup>b</sup> |
| ECM, kg/Laktation           | 5890 <sup>b</sup>           | 7143 <sup>a</sup> | 7101 <sup>a</sup>                | 7107 <sup>a</sup> |
| Besamungsindex              | 1,8                         | 1,3               | 1,7                              | 1,7               |
| Stoffwechselerkrankungen, % | 8                           | 23                | 3                                | 11                |
| Verdauungsstörungen, %      | 19                          | 31                | 3                                | 23                |
| Remontierung, %             | 32,4                        | 48,6              | 33,3                             | 34,3              |

Verschiedene Hochbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede ( $p < 0,05$ )

Auch wenn die Energiekonzentration des Grundfutters (Heu:Grassilage extensiv = 2:1; konventionell = 1:2) bei weitem nicht den heutigen Anforderungen entspricht, konnte gezeigt werden, dass eine Reduzierung des Kraftfuttermittelaufwandes um ca. 50 % langfristig möglich ist. Das reduzierte Kraftfutterangebot in Kombination mit extensiv erzeugtem Grundfutter erbrachte allerdings eine deutliche Minderleistung. Zugleich war aber auch erkennbar, dass die Einschränkung des Kraftfutterangebots oder die Reduzierung der Grundfutterqualität keine negativen Wirkungen auf die Gesundheit und Fruchtbarkeit der Kühe hatte.

In einem weiteren Versuch (GRUBER und STEINGASS, unveröffentlicht) wurde untersucht, wie sich eine Reduzierung des Kraftfutterangebots, generell und abgestuft nach Laktationsstadium, auf

Futtermittelaufnahme und Leistung auswirken. Die wichtigsten Ergebnisse sind in Tabelle 6 zusammengefasst.

Tabelle 6: Wirkung eines unterschiedlichen Kraftfutterangebotes in verschiedenen Abschnitten der Laktation bei Milchkühen

| Gruppe (je n=9)  | Futtermittelaufnahme (kg TM/d) |             |        | ECM<br>(kg/d) | Bilanz<br>(MJ NEL/d) |
|------------------|--------------------------------|-------------|--------|---------------|----------------------|
|                  | Grundfutter                    | Kraftfutter | Gesamt |               |                      |
| N-N (20/10/0) ## | 15,7                           | 2,3         | 18,0   | 22,0          | -2,4                 |
| M-M (40/30/15)   | 15,1                           | 6,0         | 21,1   | 27,7          | 6,1                  |
| M-N (40/30/0)    | 15,2                           | 5,2         | 20,4   | 26,5          | 4,2                  |
| H-H (55/50/30)   | 13,1                           | 9,3         | 22,4   | 29,9          | 13,9                 |
| H-M (55/50/15)   | 13,3                           | 8,4         | 21,7   | 29,8          | 7,6                  |
| H-N (55/50/0)    | 13,3                           | 7,6         | 20,9   | 28,0          | 6,2                  |

## Kraftfutteranteil (% TM) im (1./2./3.) Laktationstrimester

N Kraftfutterangebot „niedrig“

M Kraftfutterangebot „mittel“

H Kraftfutterangebot „hoch“

Die Gruppe H-H kann als die nach Leistung gefütterte Gruppe angesehen werden. Ihre mittlere Laktationsleistung lag bei ca. 9200 kg ECM. Eine Reduzierung der Kraftfuttermenge im letzten Laktationstrimester auf 15 % (H-M) bzw. 0 % (H-N) spart in der Laktation ca. 275 bzw. 520 kg TM Kraftfutter und mindert die Leistung um ca. 30 bzw. 580 kg. Die Reduzierung des Kraftfutters von Gruppe M-M nach M-N spart 245 kg TM Kraftfutter bei Reduzierung um 365 kg Milch. Lediglich beim Vergleich der Gruppen M-M mit N-N ist eine hohe Effizienz des Kraftfuttereinsatzes ersichtlich (1740 kg Milch pro 1130 kg TM Kraftfutter). Die Untersuchung zeigt, dass besonders am Ende der Laktation eine Einsparung von Kraftfutter möglich ist ohne die Milchleistung stark zu tangieren. Auch in dieser Untersuchung führte eine extreme Reduzierung des Kraftfutterangebots (N-N) außer auf die Leistung zu keinen gravierenden Effekten im Gesundheitsstatus der Tiere.

## Aspekte der Grünfütterung

Auch wenn die Fütterung von Grünland, entweder als Weide oder im Stall, bis auf wenige Ausnahmen rückläufig ist, soll an dieser Stelle noch auf einige Besonderheiten der Frischgrasfütterung eingegangen werden, vor allem was die Ergänzungsfütterung mit Kraftfutter angeht. Frischgras zum optimalen Nutzungszeitpunkt kommt bezüglich Nährstoffzusammensetzung und Energiekonzentration einer TMR für Hochleistungskühe nahe, es enthält in der TM ca. 35 % NDF und bis zu 7 MJ NEL. Dennoch ist die erzielbare TM-Aufnahme deutlich geringer als bei Fütterung einer Mischration, was in erster Linie auf den hohen Kauaufwand pro kg TM zurückzuführen ist (STEINGASS, 2010). Daher liegt es nahe, die limitierte Energieaufnahme durch Supplementierung mit Kraftfutter zu verbessern. Dem sind allerdings enge Grenzen gesetzt, da die mittleren pH Werte im Pansen aufgrund des hohen Angebots an leicht fermentierbaren Kohlenhydraten (Zuckergehalte zum Teil über 20 % der TM) sowie des hohen Ausmaßes der Fermentierbarkeit der Strukturkohlenhydrate bereits ohne Kraftfutterergänzung im Grenzbereich liegen. So konnten SEYFANG et al. (unveröffentlicht) zeigen, dass bei Kühen auf Vollweide, ergänzt mit 2 kg Kraftfutter pro Tag, der pH Tagesmittelwert bereits bei 6,2 lag, was eine weitere Ergänzung mit Kraftfutter praktisch ausschließt.

Analog dazu zeigten BARGO et al. (2003) in einer Literaturschau, dass der pH Wert im Pansen bei weiter Streuung zwischen den Versuchen im Mittel bei 6,2 lag, wenn die Weide nicht

supplementiert wurde. Abbildung 1 wurde aus diesen Daten erstellt. Die pH Absenkung von im Mittel 0,06 Einheiten pro 10 % Kraftfutter war in allen Versuchen relativ einheitlich und demonstriert, dass diesbezüglich nur wenig Spielraum für eine Supplementierung besteht ohne dass das Risiko einer subakuten Pansenacidose aufkommt.

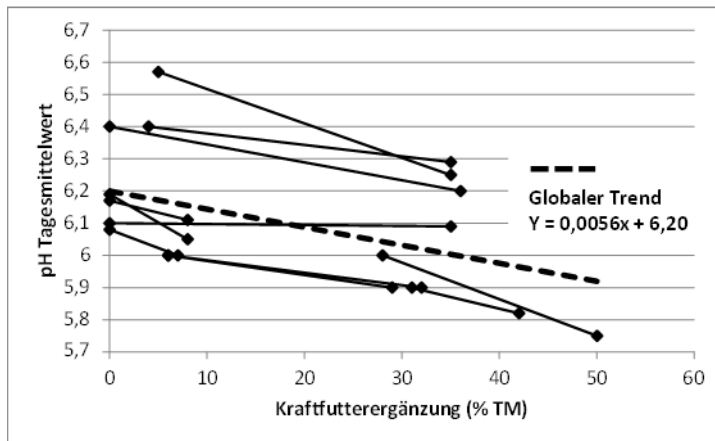


Abbildung 1: Wirkung einer Kraftfutterergänzung zu Weide auf den ruminalen pH Wert (eigene Darstellung nach BARGO et al. 2003)

## Schlussfolgerungen

Die mögliche Höhe des Kraftfutterangebotes hängt von den Eigenschaften sowohl des Grundfutters als auch des Kraftfutters ab. Das entscheidende Kriterium für eine wiederkäuergerechte Ration ist der mittlere pH Wert im Pansen. Mit Hilfe eines Modells auf Basis der physikalisch effektiven NDF unter Einbeziehung des Gehaltes an (abbaubarer) Stärke und der TM-Aufnahme kann der pH Wert zuverlässig abgeschätzt werden. Zugleich erlaubt dieses System eine Kontrolle der tatsächlich gefütterten Ration sowie eine adäquate Bemessung des Angebotes an strukturiertem Futter.

## Literatur

- BARGO, F., MULLER, L.D., KOLVER, E.S., DELAHOY, J.E., 2003. Invited Review: Production and Digestion of Supplemented Dairy Cows on Pasture. J. Dairy Sci. 86, 1-42.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie), 2014. Evaluation of structural effectiveness of mixed rations for dairy cows – status and perspectives. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 23, 166-178.
- KONONOFF, P. J., HEINRICHS, A. J., BUCKMASTER, D. R., 2003. Modification of the Penn State Forage and Total Mixed Ration Particle Separator and the effects of moisture content on its measurements. J. Dairy Sci. 86, 1858-1863.
- SHAVER, R. D., 2002. Rumen acidosis in dairy cattle: Bunk management considerations. Proc. 12th Int. Symp. on Lameness in Ruminants, Orlando, FL, 75-81.
- STEINGASS, H., 2010. Milch vom Grünland – Leistungspotenziale und Fütterungsstrategien. VDLUFA Schriftenreihe 66, Kongressband 2010, Kiel, 56-65.
- STEINGASS, H., MACK, S., LANG, G.U., TAFARJ, M., SUSENBETH, A., 2002. Extensivierung der Grundfuttererzeugung und Variation des Kraftfutterangebots: Faktoren der Futteraufnahme, Lebendmasseentwicklung und Leistung bei Kühen der Rasse Deutsche Holsteins. 2. Mitteilung: Kühe mit mehreren Abkalbungen. Züchtungskunde, 74, 169-182.

- STEINGASS, H., SEIFRIED, N., KRIEG, J., RODEHUTSCORD, M., 2015. Ruminale Umsetzung von Stärke und Rohprotein. Tagung „Neue Erkenntnisse zum Futterwert von Getreide“, 10./11. Februar 2015, Universität Hohenheim. [http://www.grain-up.de/uploads/media/04\\_Ruminale\\_Umsetzung\\_01.pdf](http://www.grain-up.de/uploads/media/04_Ruminale_Umsetzung_01.pdf)
- WEBER, I., 2007. Effekte von Partikellänge, Faseranteil und Fermentierbarkeit von Rationen für Milchkühe auf Parameter der ruminalen Toleranz. Dissertation, Univ. Hohenheim, Fak. A.
- ZEBELI, Q., DIJKSTRA, J., TAJAJ, M., STEINGASS, H., AMETAJ, B. N., DROCHNER, W., 2008. Modeling dietary fibre adequacy in dairy cows based on responses of ruminal pH and milk fat production to diet composition. J. Dairy Sci. 91, 2046-2066.
- ZEBELI, Q., TAJAJ, M., METZLER, B., STEINGASS, H., DROCHNER, W., 2006. Neue Aspekte zum Einfluss der Qualität der Faserschicht auf die Digestakinetik im Pansen der Hochleistungskuh. Übers. Tierernährg. 34, 165-196.
- ZEBELI, Q., TAJAJ, M., WEBER, I., DIJKSTRA, J., STEINGASS, H., DROCHNER, W., 2007. Effects of varying dietary forage particle size in two concentrate levels on chewing activity, ruminal mat characteristics, and passage rate in dairy cows. J. Dairy Sci. 90, 1929-1942.

#### **Autorenanschrift**

Dr. Herbert Steingaß  
Universität Hohenheim  
Institut für Nutztierwissenschaften, Fachgebiet Tierernährung  
Emil-Wolff-Str. 6-10  
70599 Stuttgart  
[herbert.steingass@uni-hohenheim.de](mailto:herbert.steingass@uni-hohenheim.de)

# Milkra ImmunStart® 2.0



## Der beste Milchaustauscher für die ersten Lebenstage

- Beste Schmackhaftigkeit
- Höchste Verträglichkeit
- Natürlicher Darmschutz

Trouw Nutrition Deutschland GmbH  
Tel.: 08432/89-0 • [www.milkivit.de](http://www.milkivit.de)

 **trouw nutrition**  
a Nutreco company

**Milkivit**

THE NATURAL CHOICE FOR HEALTHY GROWTH

## Perspektiven der Proteinversorgung beim Wiederkäuer

**K.-H. Südekum**

Institut für Tierwissenschaften, Universität Bonn

### Einleitung

Im vorliegenden Beitrag werden einige Aspekte erörtert, die im Rahmen einer Fortentwicklung des derzeitigen Proteinbewertungssystems für Milchkühe und Aufzuchtrinder, des nXP-Systems („nutzbares Rohprotein am Duodenum“), insgesamt von Relevanz sein können. Soweit zum derzeitigen Zeitpunkt bereits möglich, werden auch Ansätze zur praktischen Umsetzung aufgezeigt. Diese Überlegungen beruhen weitestgehend auf schon publizierten Beiträgen von H. Steingäß, Universität Hohenheim (Steingäß und Südekum, 2013; Steingäß, 2014).

Die aktuellen Versionen von Futterbewertungssystemen für landwirtschaftliche Nutztiere und die damit zusammenhängenden Energie- und Nährstoffbedarfsangaben geben in der Regel den Stand des Wissens wieder, der von den Verfassern der Systeme als experimentell so weit gesichert angesehen wird, dass er als tragfähige Basis für verallgemeinerungsfähige Empfehlungen zur Rationsgestaltung dienen kann. Dies bedeutet implizit, dass zum einen grundsätzlich alle Futterbewertungssysteme Veränderungen und Weiterentwicklungen offen stehen und zum anderen, dass in besonderen Einzelfällen – etwa bei Rationen mit sehr hohen Anteilen einzelner Futtermittel – die Empfehlungen die realen Anforderungen nicht adäquat abzudecken vermögen. Deshalb ist es nicht verwunderlich, dass seit dem Erscheinen der „blauen Broschüre“ für Milchkühe und Aufzuchtrinder (GfE 2001) vielfach diskutiert wurde, ob die dort abgeleiteten Versorgungsempfehlungen noch hinreichend genau für die Versorgung von Milchkühen sind. Ziel dieses Beitrags ist es dabei vor allem, die Möglichkeiten der Ermittlung des Proteinwertes von Futtermitteln als Basis zur Quantifizierung der Versorgung der Milchkühe zu erörtern. Hierbei wird ein besonderes Augenmerk auf das Potenzial und die Grenzen von Labormethoden zur Ermittlung des Futterproteinwertes gelegt, weil nur solche – verglichen mit *in vivo*-Messungen am Tier – „einfachen“ Verfahren routinemäßig bis hin zu Futtermittelkontrollzwecken zur Anwendung kommen können. Dabei wird auch diskutiert, welche Möglichkeiten bestehen, die unter anderem durch die Höhe der Trockenmasse-(TM)-Aufnahme bedingte Variation der Passage des Verdauungsbreis aus den Vormägen und seine Auswirkungen auf den Umfang des ruminalen Futterrohproteinabbaus so zu berücksichtigen, dass auch in der konkreten Rationsgestaltung die bisherige Vorgehensweise eines fixen Proteinwertes durch Nutzung variabler Werte abgelöst werden kann. Wenn dies zu plausiblen und in klassischen Fütterungsversuchen bestätigten Werten führt, könnte das Milchproteinbildungspotenzial von Futtermitteln für ganz unterschiedliche Situationen ohne die Notwendigkeit aufwändiger Tierversuche noch besser als bisher möglich vorhergesagt werden.

Die hier erörterten Ansätze zur Weiterentwicklung der Proteinbewertung betreffen vor allem jene Größen, die bisher als Konstanten dem Bedarf zugeordnet werden – der Anteil an Aminosäuren (AS) am nXP und die Absorbierbarkeit der AS im Dünndarm –, dennoch aber eine Variation aufweisen. Zusätzlich werden Überlegungen angestellt, welche methodischen und analytischen Möglichkeiten bei einer Erweiterung des nXP-Systems um essenzielle AS bei Beibehaltung der Grundzüge des Systems bestehen. Zu diesem Themenkomplex wurde kürzlich bereits eine ausführliche Übersicht publiziert (Schuba und Südekum, 2012).

Eine kritische Bestandsaufnahme und Würdigung des Proteinbedarfs von Wiederkäuern, insbesondere Milchkühen – entsprechend den Ausführungen zur Futterproteinbewertung – ist nicht Inhalt der nach-

folgenden Ausführungen sondern sollte in einer separaten gründlichen Literaturübersicht und -auswertung adressiert werden.

## Ansätze für eine Weiterentwicklung der Proteinbewertung

Im Folgenden werden einige Aspekte erläutert, die im Rahmen einer Fortentwicklung der Futterproteinbewertung beziehungsweise des nXP-Systems insgesamt von Relevanz sein können. Dabei handelt es sich um eine persönliche Einschätzung, da diesbezügliche Entscheidungen dem Ausschuss für Bedarfsnormen der GfE vorbehalten bleiben. Zunächst sei aber auf eine Studie verwiesen (Schwab et al., 2005), die in einem Vergleich verschiedener Proteinbewertungssysteme für laktierende Milchkühe dem nXP-System eine „exzellente Leistung“ hinsichtlich der Vorhersagegenauigkeit der Milchproteinleistung (13 Studien mit 59 Rationen) bescheinigte. Es bleibt offen, ob dieser Befund trotz oder gerade wegen der – gegenüber anderen Proteinbewertungssystemen – relativen Stabilität der Werte für den ruminalen Abbau des Futter-XP und der konstanten Werte für den Anteil des AS-N am Nicht-Ammoniak-N des Duodenalchymus und die Absorbierbarkeit des AS-N im Dünndarm zustande kam. Dieses Beispiel kann aber durchaus als Beleg für ein – auch im internationalen Vergleich – grundsätzlich gut funktionierendes System gesehen werden. Die Autoren gehen aber davon aus, dass ein revidiertes Proteinbewertungssystem – wie immer es auch aussehen wird und genannt werden mag – seine Schnittstelle am Duodenum hat und der Fluss an „Protein“ in das Duodenum – wie bei allen Systemen in anderen Ländern auch – aus dem ruminal unabgebauten Futter-XP und dem in den Vormägen gebildeten mikrobiellen XP besteht.

Im gegenwärtigen nXP-System ist es aber unbefriedigend, den AS-N des Duodenal-XP und dessen Absorbierbarkeit – im Wesentlichen durch Eigenschaften des Futters bedingte Größen – als Komponente des Bedarfs anzugeben. Bei Erweiterung des Kenntnisstandes hinsichtlich futtermittelspezifischer oder durch technische Bearbeitung ausgelöster Unterschiede (z. B. Verfahren des Proteinschutzes) in den Absorbierbarkeiten des AS-N aus UDP ist dadurch keine flexible Anpassung möglich. Zudem würde ein solcher erweiterter Kenntnisstand verdeutlichen, dass den Futterwert bestimmende und nicht dem Bedarf des Tieres zuzuordnende Einflussgrößen wirksam sind. Gleiches gilt für das Aminosäurenmuster im Duodenalchymus. Konsequenterweise wäre deshalb der Bedarf des Tieres **nicht** in der Einheit „nutzbares Rohprotein am Duodenum“ (nXP) anzugeben, sondern als „verdauliches Reinprotein“ oder „absorbierbare Aminosäuren“. Damit würde zwar das System geändert, aber bei Beibehaltung der mittleren Größen kann durchaus ziemlich das gleiche für mittlere Rationen herauskommen, so dass es keine Probleme für die Praxis gäbe, wenn umgestellt würde. Auch eine Erweiterung des Systems auf einzelne absorbierbare Aminosäuren wäre so möglich, womit auch der Diskussion Rechnung getragen würde, dass bei hochleistenden Milchkühen Methionin oder Lysin leistungsbegrenzend wirken könnten (siehe dazu jüngst Schuba und Südekum, 2012). Derzeit existiert bereits ein Vorschlag, bei Beibehaltung der Struktur des nXP-Systems dieses um Angaben zum „nutzbaren Methionin (Lysin) am Duodenum“ zu erweitern (Schröder et al., 2008). Basis für diese Erweiterung sind Dosis-Wirkungsstudien (mit dem Milcheiweißgehalt als Zielgröße), die zur Ableitung des französischen Proteinbewertungssystems dienten (Rulquin et al., 1993). Schröder et al. (2008) geben auch erste Empfehlungen für die Versorgung von Milchkühen mit „nutzbarem Methionin (Lysin) am Duodenum“, ausgedrückt als Anteil (%) am nXP. Es erscheint sinnvoll und angemessen, eine kritische Prüfung dieser Vorgehensweise in eine Weiterentwicklung des nXP-Systems einzubeziehen.

Nachfolgend sind einige wesentliche Punkte der Verbesserung des gegenwärtigen nXP-Systems angeführt. Soweit zum derzeitigen Zeitpunkt bereits möglich, werden auch Ansätze zur praktischen Umsetzung aufgezeigt.



## Berücksichtigung der Passage – der Proteinwert und damit das Milchproteinbildungsvermögen eines Futtermittels ist nicht konstant

Es ist unbestritten, dass der Fluss an XP am Duodenum bei Fütterung einer bestimmten Ration nicht konstant sein muss, sondern wesentlich von der Passagerate bzw. Verweildauer im Pansen abhängt. Diese Tatsache wird im jetzigen nXP-System nicht berücksichtigt, sondern es wird vielmehr ein für jedes Futtermittel konstanter Wert angegeben. Eine Änderung der Passage bewirkt entsprechend der Abbaukinetik des Rohproteins eine Änderung im pansenstabilen Rohprotein (UDP; und demnach auch im nXP). Es könnte daher künftig ein „**effektives UDP**“ und „**effektives nXP**“ für bestimmte Passageraten angegeben werden. Eine Schätzung dieser Größen mit den zur Verfügung stehenden Methoden (*in situ*, erweiterter Hohenheimer Futterwerttest (eHFT), chemische Rohproteinfraktionierung, enzymatischer Proteinabbau) ist kein Problem, sondern bereits integraler Bestandteil dieser Methoden. Gegebenenfalls muss, wenn nur der UDP-Wert eines Futtermittels geschätzt wird, zusätzlich der Gehalt an umsetzbarer Energie (metabolisable energy, ME) bekannt sein. Dieser kann routinemäßig aus der chemischen Zusammensetzung des Futtermittels und der 24-h Gasbildung im HFT geschätzt werden, wobei die von der GfE für Grobfuttermittel (GfE 2008) und Mischfuttermittel (GfE 2009) publizierten Formeln angewandt werden sollten. Eine andere Herausforderung ist dagegen, sich auf realistische Passageraten in Abhängigkeit vom Futteraufnahme- und Leistungsniveau zu einigen, um einen konsistenten Bewertungsrahmen zu erhalten. Dabei scheint eine Differenzierung zwischen dem Grobfutter und dem Fluss kleiner Partikel (Kraftfutter) notwendig zu werden. Für Ersteres dürften Passageraten auch im Hochleistungsbereich < 5 %/h betragen (Zebeli et al., 2007), während bei letzterem eine höhere Passage angenommen werden kann. Ob diese, wie vom AFRC (1993) unterstellt, bis über 10 %/h betragen kann, erscheint aufgrund der vorliegenden experimentellen Befunde allerdings fraglich (siehe dazu etwa zahlreiche Quellenangaben bei Rothfuss et al., 1997).

Neben dem UDP ist auch die Quantität des Mikrobenproteins von der Passagerate betroffen. Eine höhere Passagerate verringert die Menge der gesamten in den Vormägen abgebauten OM, entsprechend wie es oben für den XP-Abbau beschrieben wurde. Da die mikrobielle Biomasse- und somit auch Proteinsynthese von der Menge der im Pansen fermentierten OM abhängt, geht das mikrobielle Protein mit steigender Passagerate theoretisch zunächst zurück. Andererseits kann bei Erhöhung der Passagerate die Effizienz des mikrobiellen Wachstums verbessert sein, da unter diesen Bedingungen weniger mikrobielle Lysis sowie ein geringerer Anteil am Erhaltungsbedarf der Mikroben zu Buche schlägt. Auf diese Weise findet zumindest eine teilweise Kompensation der am Duodenum anflutenden Menge an Protein oder AS-N statt. Konkrete Zahlen hierzu sollen an dieser Stelle nicht angegeben werden, weil diese Werte zu einem erheblichen Anteil auch methodisch bedingten Streuungen unterliegen, so dass eine kritische Würdigung der verwendeten Methoden erforderlich wäre, um zu wünschenswerten Festlegungen zu kommen. Hierzu bedarf es einer gründlichen Literaturrecherche, die im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht geleistet werden kann. Deshalb soll hier auf Zitate verzichtet werden, die möglicherweise eine verzerrte Sichtweise wiedergeben könnten.

Grundsätzlich ist die Menge an mikrobiellem Protein am Duodenum in jedem Proteinbewertungssystem aufgrund ihres Beitrages am duodenalen Proteinfluss die wichtigste, zugleich aber die am schwierigsten zu quantifizierende und mit der größten Unsicherheit behaftete Größe. Alle anderen mit der Proteinbewertung zusammenhängenden Fragen sind demgegenüber als nachrangig zu bewerten. In den Proteinbewertungssystemen der Niederlande (Tamminga und Blok, 2007) und Dänemarks (Hvelplund und Weisbjerg, 2007) werden differenzierte Angaben zur mikrobiellen Effizienz von Einzelfuttermitteln in Abhängigkeit von der Zusammensetzung der organischen Masse (OM) bzw. der Kohlenhydrate getroffen. Ein Nachweis der Additivität der Einzelwerte in der Ration bzw. das Auftreten von Wechselwirkungen der Rationszusammensetzung auf die mikrobielle Effizienz konnte jedoch bisher nicht belegt werden. Vielleicht ist die Stabilität des jetzigen nXP-Systems auch damit begründet,



die mikrobielle Effizienz lediglich auf die verdauliche OM bzw. ME zu beziehen und nur eine Korrektur über die Gehalte an UDP und Rohfett vorzunehmen.

Der Bezug der mikrobiellen Rohprotein-Syntheseleistung im Pansen auf die ME oder im Gesamttrakt verdaute OM lässt Unterschiede im Ort der Verdauung energieliefernder Substanzen ebenso unberücksichtigt wie Unterschiede in Ausmaß und Geschwindigkeit des Abbaus im Pansen. Die mikrobielle Syntheseleistung lässt sich durch eine synchrone Versorgung der Mikroorganismen mit Energie und N-Verbindungen verbessern, wozu jedoch Kenntnisse über ruminale Abbaucharakteristika der Futtermittel vorliegen müssen. Auch wenn es – auch in Übersichtsarbeiten – viele widersprüchliche Interpretationen und Diskussionen gibt zum potenziellen Einfluss synchroner versus asynchroner Rationen (z. B. Blank et al., 1998; Reynolds und Kristensen, 2008), stehen zielführende Versuche insbesondere zur Sequenz der Aufnahme von Futtermitteln mit hochleistenden Tieren nach wie vor aus (Cabrita et al., 2006).

Zu diesem Punkt bleibt festzuhalten: Eine dynamische Betrachtung des nXP in Abhängigkeit von der Passagerate hin zu einem „**effektiven nXP**“ erscheint wünschenswert. Dabei ist die Festlegung des „**effektiven UDP**“ mit den zu Verfügung stehenden Schätzmethoden gut möglich. Die Quantifizierung des „**effektiven mikrobiellen (Roh-)Proteins**“ dagegen ist **die** Herausforderung.

## Verdaulichkeit des Proteins im Dünndarm

Im derzeitigen nXP-System wird eine Absorbierbarkeit des AS-N aus mikrobiellen und unabgebauten AS des Futters einheitlich mit 85 % angenommen. Für das mikrobielle Protein bzw. dessen AS ist die Annahme einer konstanten wahren Verdaulichkeit wohl gerechtfertigt. Die absolute Höhe der Absorbierbarkeit der mikrobiellen AS muss unter Einbeziehung neuer Literaturdaten festgelegt werden, eine Größenordnung von 85 - 90 % dürfte wohl ein realistischer Bereich sein. Für eine individuelle Messung der Absorbierbarkeit mikrobieller AS im Dünndarm bzw. eine entsprechende Methodenentwicklung besteht in diesem Bereich keine Notwendigkeit, unter anderem auch deshalb, weil nach Auffassung der Autoren der mögliche Gewinn an Information und Genauigkeit in keinem vertretbaren Verhältnis zum zusätzlichen methodischen Aufwand stehen würde.

Im Gegensatz zum mikrobiellen Protein scheint bei der Verdaulichkeit des UDP eine größere Variation vorzuliegen und die Werte sind im Mittel niedriger als die des mikrobiellen Proteins bzw. dessen AS. Eine variierende Verdaulichkeit des UDP im Dünndarm tritt z. B. bei (hitze)geschädigten, aber auch bei gezielt physikalisch oder chemisch „geschützten“ Proteinträgern auf (Schroeder et al., 1996). Auch scheint die Verdaulichkeit des UDP von der Höhe des UDP selbst abzuhängen und umso niedriger zu sein, je kleiner der UDP-Anteil eines Futtermittels ist. Aufgrund dieses Zusammenhangs kann gefolgert werden, dass die XP-Fraktionen, die beständig gegenüber dem ruminalen Abbau sind, auch schlechter intestinal verdaut werden oder mit anderen Worten, dass die Proteasen mikrobiellen und tierischen Ursprungs ähnliche Proteinfractionen abbauen. Für Rapsextraktionsschrot sind diese Zusammenhänge exemplarisch in Tabelle 1 dargestellt. Es ist anzunehmen, dass dies in ähnlicher Form auch für andere Eiweißfuttermittel gilt, was in eigenen Arbeiten bereits für 13 Trockenschlempen aus europäischer Produktion nachgewiesen werden konnte (Westreicher-Kristen et al., 2013).

Tabelle 1: *In vitro*-Pepsin-Pankreatinverdaulichkeit des XP (IPD) von Rapsextraktionsschroten (n = 10) und deren ruminalen Inkubationsrückständen (UDP; Steingass et al., 2011)

|                | Inkubationszeit (h)   |                        |                        |
|----------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
|                | 0 (Schrot)            | 8                      | 16                     |
| UDP (% des XP) |                       | 48 ± 10,8 <sup>a</sup> | 23 ± 6,5 <sup>b</sup>  |
| IPD (%)        | 80 ± 2,6 <sup>a</sup> | 57 ± 4,3 <sup>b</sup>  | 44 ± 10,2 <sup>c</sup> |

<sup>a,b,c)</sup> Verschiedene Hochbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede (p < 0,05)

Methodisch ist die Frage lösbar, indem entsprechende Inkubationsrückstände aus *in situ*-Versuchen dargestellt werden, die mit einer geeigneten *in vitro*-Methode zur Schätzung der intestinalen Proteinverdaulichkeit untersucht werden. Aufgrund ihrer Referenzen könnte hierzu die Methode nach Boisen und Fernández (1995) gewählt werden. Alternativ kann zusätzlich auch das ruminal unabgebaute XP (UDP) enzymatisch ermittelt und damit das gesamte Verfahren unabhängig von fistulierten Tieren durchgeführt werden (Irshaid, 2007).

## Aminosäuregehalte im nXP

Der **AS-N Anteil des mikrobiellen Rohproteins** wird im derzeitigen nXP-System mit 73 % angenommen. Dieser Wert darf zwar nicht als absolut konstant gelten, es sollte jedoch unter Einbeziehung aktueller Literatur möglich sein, unter Ausschluss methodisch bedingter Artefakte eine begründete Ableitung vorzunehmen, deren Größenordnung sich vermutlich nicht wesentlich von dem derzeit benutzen Wert unterscheiden wird. Dieses Problem kann daher gegenüber anderen die Proteinbewertung betreffenden Schwierigkeiten als eher marginal eingestuft werden. Wenn die Proteinbewertung auf der Basis von „nutzbaren AS“ erfolgt, muss auch der bisher nicht näher berücksichtigte **Anteil des AS-N im UDP** differenziert werden. Für Konzentrate und Proteinfuttermittel dürfte dies kein großes Problem sein, hier gibt es ausreichende Informationen aus Tabellenwerken für die Aminosäuregehalte und deren Zusammensetzung. Ein gewisses Problem könnte sich im Bereich der Grobfuttermittel, insbesondere der Silagen, ergeben, wo der AS-Anteil im UDP niedriger ist, stärker schwankt und überhaupt weniger gut bekannt ist (Weisbjerg und Hvelplund, 2005). Allerdings ist die quantitative Bedeutung dieser Fraktion dort wiederum nicht so groß, da fast alle Grobfuttermittel wenig UDP liefern (siehe Übersicht von Hoedtke et al., 2010). Dennoch sollte auch Grobfuttermittel wegen ihres hohen Anteils in wiederkäuergerechten Rationen hinreichend genau charakterisiert werden.

## Aminosäurenmuster des mikrobiellen Proteins

Das AS-Profil des mikrobiellen XP ist zwar in gewissem Umfang von den Fütterungsbedingungen abhängig (Yang et al., 2001), jedoch werden diese Unterschiede gegenüber denen des Futter-XP bzw. des UDP als viel geringer eingestuft. Deshalb besteht die Aussicht, konstante Werte annehmen zu können, was von Clark et al. (1992) bereits vor mehr als 20 Jahren aus einer umfassenden Literaturlauswertung abgeleitet wurde. Dies wird in Tabelle 2 anhand einiger ausgewählter essenzieller AS aus einer neueren Studie verdeutlicht. In dieser Arbeit (Hildebrand et al., 2011) wurde in einer *in vitro*-Pansensimulation die Einflüsse des Grobfutters, dessen Partikelgröße und die Fraktionen der Bakterien in der freien Flüssigkeit und an Partikeln assoziiert untersucht und es wurden nur sehr geringe Unterschiede zwischen diesen Varianten festgestellt.

## Aminosäurenmuster des UDP

Das Aminosäurenmuster des UDP ist dann von zunehmender Bedeutung, wenn Rationen mit höheren Anteilen an „geschütztem“ Protein, d. h. hohen UDP-Anteilen, eingesetzt werden. In eigenen Untersuchungen an Rapsfuttermitteln wurde der Einfluss einer unterschiedlichen ruminalen Verweildauer auf das Aminosäurenmuster untersucht (Südekum und Andree, 1997). Das Aminosäurenmuster eines chemisch (mit Formaldehyd) vor dem Abbau im Pansen geschützten Rapsextraktionsschrotes weitgehend dem des Futterrohproteins entsprach, während ein handelsübliches, „ungeschütztes“ Rapsextraktionsschrot deutlich veränderte Aminosäurenmuster im UDP nach Inkubation der Futtermittel in den Vormägen aufwies. Eine neuere systematische Auswertung publizierter Daten unter kritischer

Würdigung der verwendeten Methoden ist erforderlich, um eine bessere Entscheidungsgrundlage zu finden.

Tabelle 2: Gehalte einiger essenzieller Aminosäuren des mikrobiellen Proteins (%) in Abhängigkeit von verschiedenen Fütterungsfaktoren (nach Hildebrand et al. 2011)

|           | Ration     |            | Partikelgröße     |                   | Bakterienfraktion  |            | Mittelwert |
|-----------|------------|------------|-------------------|-------------------|--------------------|------------|------------|
|           | Maissilage | Grassilage | Grob <sup>1</sup> | Fein <sup>2</sup> | Partikel-assoziert | Frei       |            |
| Lysin     | 8,3 ± 0,04 | 8,0 ± 0,24 | 8,2 ± 0,14        | 8,2 ± 0,19        | 8,2 ± 0,10         | 8,2 ± 0,20 | <b>8,2</b> |
| Methionin | 2,7 ± 0,02 | 2,7 ± 0,13 | 2,7 ± 0,13        | 2,7 ± 0,10        | 2,6 ± 0,07         | 2,8 ± 0,07 | <b>2,7</b> |
| Threonin  | 5,9 ± 0,27 | 5,7 ± 0,30 | 5,9 ± 0,26        | 5,9 ± 0,26        | 5,7 ± 0,20         | 6,1 ± 0,11 | <b>5,9</b> |
| Valin     | 6,7 ± 0,09 | 6,7 ± 0,18 | 6,4 ± 0,40        | 6,5 ± 0,36        | 6,3 ± 0,45         | 6,6 ± 0,13 | <b>6,5</b> |
| Leucin    | 8,5 ± 0,16 | 8,5 ± 0,16 | 8,4 ± 0,19        | 8,4 ± 0,20        | 8,4 ± 0,20         | 8,4 ± 0,19 | <b>8,4</b> |
| Isoleucin | 5,6 ± 0,09 | 5,7 ± 0,11 | 5,6 ± 0,10        | 5,7 ± 0,08        | 5,6 ± 0,09         | 5,6 ± 0,09 | <b>5,6</b> |

<sup>1)</sup> Grob = Vermahlen durch ein Sieb mit 4 mm Sieblochgröße

<sup>2)</sup> Fein = Vermahlen durch ein Sieb mit 1 mm Sieblochgröße

Auch in der Arbeit von Steingass et al. (2011) wurden bei Rapsextraktionsschroten für einzelne AS signifikante Unterschiede zum Abbau des gesamten XP nachgewiesen, was bedeutet, dass die AS-Zusammensetzung des UDP von der des Futterproteins verschieden ist. Da der Abbau der nicht-essenziellen AS überwiegend höher war als der des XP und der Abbau einiger essenzieller AS niedriger, hat sich das AS-Muster des UDP nicht nachteilig verändert. In dieser Arbeit wurden auch lineare Regressionsgleichungen berechnet, mit deren Hilfe der Abbau einzelner AS aus dem XP-Abbau mit hoher Genauigkeit geschätzt werden kann (Tabelle 3).

Diese Gleichungen sind zunächst spezifisch für Rapsextraktionsschrot, in neueren Arbeiten in Hohenheim wurde jedoch festgestellt, dass diese Umrechnung auch auf Getreidetrockenschlempen anwendbar ist. Wenn also ein Proteinbewertungssystem auf Basis nutzbarer oder verdaulicher AS angestrebt wird, ist dies eine Möglichkeit, die Aminosäurenlieferung aus dem UDP zu berechnen, indem entsprechende Umrechnungsformeln für die wichtigen Eiweißfuttermittel abgeleitet werden.

Tabelle 3: Lineare Regressionsgleichungen für die Schätzung des ruminalen Abbaus einiger essenzieller AS aus dem ruminalen Abbau des Rohproteins von Rapsextraktionsschrote (x) (y und x jeweils in %)

| Aminosäure   | Gleichung           | R <sup>2</sup> | RSD  |
|--------------|---------------------|----------------|------|
| Isoleucin    | y = 1,129 x - 12,40 | 0,991          | 1,70 |
| Leucin       | y = 1,113 x - 9,09  | 0,998          | 0,87 |
| Lysin        | y = 0,945 x + 4,59  | 0,993          | 1,26 |
| Methionin    | y = 1,090 x - 5,97  | 0,998          | 0,62 |
| Phenylalanin | y = 1,145 x - 13,82 | 0,995          | 1,22 |
| Threonin     | y = 1,126 x - 13,19 | 0,997          | 0,99 |
| Valin        | y = 1,125 x - 12,72 | 0,991          | 1,67 |

## Fazit

Nach Auffassung des Autors ist es erforderlich und möglich, auch bei einem zu erwartenden Mangel oder sogar völligem Fehlen von *in vivo* ermittelten Referenzwerten den Proteinwert von Futtermitteln für Wiederkäuer mit Hilfe von Labormethoden zu ermitteln, um damit letztlich auch das Milchproteinbildungsvermögen eines Futtermittels in Rationen abschätzen zu können. Voraussetzung ist allerdings, dass eine einheitliche, standardisierte und durch Ringversuche überprüfte Methodik angewandt wird. Bei fehlenden *in vivo*-Werten kann eine Kalibration an *in situ*-Werten erfolgen, wobei auch hier eine strikte Standardisierung unerlässlich ist, wozu im vorliegenden Beitrag Hinweise zusammengefasst wurden. Eine Anpassung, Weiterentwicklung und Erweiterung des derzeitigen nXP-Systems erscheint ohne grundsätzlichen Systemwechsel möglich. Es wird empfohlen, einige bisher als Konstanten dem Bedarf zugeordnete Kenngrößen wie den AS-Anteil im Chymus am Duodenum und die Absorbierbarkeit des AS-N im Dünndarm zukünftig als Variablen zu betrachten. Die Erweiterung des nXP-Systems um essenzielle AS kann ebenfalls erfolgen, ohne dass ein Systemwechsel erforderlich wird.

## Literatur

AFRC (1993): Energy and Protein Requirements of Ruminants. CAB International, Wallingford

Blank, R., K.-H. Südekum, I. Immig und J. Kleinmans (1988): Synchroner Abbau von Kohlenhydraten und Rohprotein in den Vormägen - eine neue Variable für die Rationsgestaltung? Übers. Tierernährg. 26, 157-188

Boisen, S. u. J.A. Fernández (1995): Prediction of the apparent ileal digestibility of protein and amino acids in feedstuffs and feed mixtures for pigs by in vitro analyses. Anim. Feed Sci. Technol. 51, 29-43

Cabrita, A.R.J., R. J. Dewhurst, J.M.F. Abreu und A.J.M. Fonseca (2006): Evaluation of the effects of synchronising the availability of N and energy on rumen function and production responses of dairy cows – a review. Anim. Res. 55, 1-24

Clark, J.H., T.H. Klusmeyer und M.R. Cameron (1992): Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. J. Dairy Sci. 75, 2304-2323

GfE – Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. DLG-Verlag, Frankfurt/Main.

GfE – Gesellschaft für Ernährungsphysiologie – (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 – (2009): New equations for predicting metabolisable energy of compound feeds for cattle. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 18, 143-146

Hildebrand, B., J. Boguhn und M. Rodehutscord (2011): Effect of maize silage to grass silage ratio and feed particle size on protein synthesis and amino acid profile in different microbial fractions in a semi-continuous rumen simulation. Animal 5, 537-546.

Hoedtke, S., M. Gabel und A. Zeyner (2010): Der Proteinabbau im Futter während der Silierung und Veränderungen in der Zusammensetzung der Rohproteinfraktionen. Übers. Tierernährg. 38, 157-179

Hvelplund, T. und M.R. Weisbjerg (2007): Energy and protein evaluation systems for dairy cows in Denmark. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 16, 129-131.

Irshaid, R.A.-H.H. (2007): Estimating Intestinal Digestibility of Feedstuffs for Ruminants Using Three-step in Situ-in Vitro and in Vitro Procedures. Dissertation, Agrar- und Ernährungswissenschaftliche Fakultät, Christian-Albrechts-Universität, Kiel.

Reynolds, C.K. und N.B. Kristensen (2008): Nitrogen recycling through the gut and the nitrogen economy of ruminants: An asynchronous symbiosis. J. Anim. Sci. 86 (E. Suppl.), E293-E305

Rothfuss, H., K.-H. Südekum und M. Stangassinger (1997): Ermittlung der Passage eines Markers im Verdauungstrakt von Milchkühen mit Hilfe unterschiedlicher Schätzverfahren: Einfluss von Laktationsstadium, Fütterungsniveau und Rationszusammensetzung. Arch. Anim. Nutr. 50, 43-61

Rulquin, H., P.M. Pisulewski, R. Vérité und J. Guinard (1993): Milk production and composition as a function of postruminal lysine and methionine supply: a nutrient-response approach. Livest. Prod. Sci. 37, 69-90

- Schröder, A., R. Bennett und H. Rulquin (2008): Rationsgestaltung mit Aminosäuren: Das nXAA-System – eine Erweiterung des nXP-Systems. VDLUFA-Schriftenreihe 64, 305-312
- Schroeder, G.E., L.E. Erasmus, K.-J. Leeuw und H.H. Meissner (1996): The use of acid detergent insoluble nitrogen to predict digestibility of rumen undegradable protein of heat processed plant proteins. S. Afr. J. Anim. Sci. 26, 49-52
- Schuba, J. und K.-H. Südekum (2012): Pansengeschützte Aminosäuren in der Milchkuhfütterung unter besonderer Berücksichtigung von Methionin und Lysin. Übers. Tierernährg. 40, 113-149
- Schwab, G.C., P. Huhtanen, C.W. Hunt und T. Hvelplund (2005): Nitrogen requirements of cattle. In: E. Pfeffer u. A.N. Hristov (Eds). Nitrogen and Phosphorus Nutrition of Cattle. CABI Publishing, Wallingford, 13-70
- Steingass, H., G. Kneer, S. Lehen, G. Wischer und M. Rodehutschord (2011): Ruminale Abbau des Rohproteins und der Aminosäuren sowie Verdaulichkeit des unabgebauten Futterrohproteins bei Rapsextraktionsschroten. UFOP-Schriften, Abschlussbericht Agrar. [www.ufop.de/downloads/UFOP\\_Endbericht\\_RES.pdf](http://www.ufop.de/downloads/UFOP_Endbericht_RES.pdf). Zugriff: 07.02.2012
- Steingass, H. und K.-H. Südekum (2013): Proteinbewertung beim Wiederkäuer – Grundlagen, analytische Entwicklungen und Ausblick. Übers. Tierernährg. 41, 51-73
- Steingass, H. (2014): Perspektiven der Proteinbewertung beim Wiederkäuer. VDLUFA-Schriftenr. 70, 94-99
- Südekum, K.-H. und H. Andree (1997): Evaluation of three rapeseed commodities in the rumen of steers. 1. Degradation of organic matter and crude protein and disappearance of amino acids *in situ*. J. Anim. Feed Sci. 6, 23-40
- Tamminga, S. und M.C. Blok (2007): Energy and protein systems in dairy cows: The Netherlands. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 16, 136-139
- Weisbjerg, M.R. und T. Hvelplund (2005): Current status of using *in situ* estimates in feedstuff evaluation for dairy cows in the nordic countries. Übers. Tierernährg. 33, 157-167
- Westreicher-Kristen, E., H. Steingass und M. Rodehutschord (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
- Yang, W.Z., K.A. Beauchemin und L.M. Rode (2001): Effect of dietary factors on distribution and chemical composition of liquid- or solid-associated bacterial populations in the rumen of dairy cows. J. Anim. Sci. 79, 2736-2746
- Zebeli, Q., M. Tafaj, I. Weber, J. Dijkstra, H. Steingass und W. Drochner (2007): Effects of varying dietary forage particle size in two concentrate levels on chewing activity, ruminal mat characteristics, and passage in dairy cows. J. Dairy Sci. 90, 1929-1942

#### Autorenanschrift

Prof. Dr. Karl-Heinz Südekum  
Institut für Tierwissenschaften  
Universität Bonn  
Endenicher Allee 15  
53115 Bonn  
[ksue@itw.uni-bonn.de](mailto:ksue@itw.uni-bonn.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](mailto:info@orffa.com) I [www.orffa.com](http://www.orffa.com)

  
**ORFFA**

Your Key to a world of ingredients...

## **Auswirkungen unterschiedlicher Tränkwasservorlagen und unterschiedlicher Rohfasergehalte im Futter auf Leistung und Kotbeschaffenheit in der Ferkelaufzucht**

**Wolfgang Preißinger<sup>1</sup>, Günther Propstmeier<sup>1</sup>, Simone Scherb<sup>1</sup>, Hermann Lindermayer<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>)Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft Grub/Schwarzenau, Deutschland

<sup>2</sup>)Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Abteilung Versuchsbetriebe Grub, Deutschland

### **Einleitung**

Eine auf das Tierwohl abzielende Fütterung beruht im Bereich der Schweinefütterung auf mehreren Säulen. Dazu zählen nach Lindermayer (2012) u.a. eine optimierte Wasserversorgung (Wassermenge, -qualität) und die Stabilisierung der Magen-Darmgesundheit durch z.B. pufferarme Rationen, Ballaststoffe, Schrotfeinheit, Futterzusatzstoffe etc.

Fütterungsversuche zur Optimierung der Tränkwasservorlage, zum Rohfasergehalt des Ferkelfutters und zur Partikelgröße des Futters wurden bereits unter dem Aspekt des Tierwohles und der Tiergesundheit durchgeführt (Pitzner et al., 2012; Preißinger et al., 2013; Lindermayer et al., 2014). Es fehlte jedoch eine Kombination der einzelnen Einflussgrößen. Deshalb wurde in vorliegender Untersuchung die Wasservorlage, die Schrotfeinheit und der Rohfasergehalt zu einer Fütterungsstrategie für das Tierwohl kombiniert. Dazu wurde der Einfluss der Rationsgestaltung (Rohfasergehalt) in Verbindung mit der Futterstruktur (Partikelgröße) und der Tränkwasservorlage (Zapfen- oder Beckentränke) geprüft. In der Testgruppe wurde deshalb der Rohfasergehalt im Ferkelaufzuchtfutter durch Einsatz eines Fasermixes auf knapp 50 g/kg Futter erhöht, bei gleichzeitiger Gabe des Tränkwassers aus der offenen Fläche. Mindestens 50 g Rohfaser pro kg Futter für alle Schweine war im Übrigen eine wesentliche Forderung eines Antrags zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung durch das Land Nordrhein-Westfalen im Jahr 2013 (o.V. 2013).

### **Material und Methoden**

Die Untersuchung wurde am Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum Schwarzenau durchgeführt und bestand aus einem Ferkelfütterungsversuch im Lebendmassebereich zwischen 10,4 und 33,9 kg. Für den Versuch wurden 192 Ferkel der Rasse Pi x (DL x DE) nach Lebendmasse, Abstammung und Geschlecht ausgewählt und gleichmäßig auf folgende zwei Gruppen aufgeteilt:

- Kontrolle: FAF I und II mit 30 g Rohfaser/kg Futter, fein geschrotetes Getreide, Tränkwasser über Zapfentränken
- Testgruppe: FAF I und II mit 50 g Rohfaser/kg Futter, grob geschrotetes Getreide, Tränkwasser über Beckentränken

Die Ferkel wurden in 16 Buchten zu je 12 Tieren auf Kunststoffspalten ohne Einstreu gehalten. Sie waren zu Versuchsbeginn im Durchschnitt 31 Tage alt und wogen 10,4 kg. Pro Behandlungsgruppe wurden 2 Buchten mit weiblichen Tieren, 2 Buchten mit männlich kastrierten Tieren und 4 Buchten gemischtgeschlechtlich aufgestellt. Die Fütterung erfolgte am Kurztrug mit Trogsensor und separaten

Spotmix-Fütterungsanlagen (Fa. Schauer) für jede Behandlungsgruppe. Die Futtermengen wurden für jede Bucht automatisch verwogen. Die Lebendmassen wurden wöchentlich am Einzeltier erfasst. Die Ferkelaufzuchtfutter (FAF I, FAF II; Tabelle 1) wurden in der Versuchsmahl- und Mischanlage Schwarzenau hergestellt. Beim Schroten des Getreides wurde auf Siebe mit einem Lochdurchmesser von 4 mm für das Kontrollfutter) bzw. von 6 mm für das Testfutter zurückgegriffen.

Die Futteranalysen wurden im Labor der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft in Grub nach VDLUFA-Richtlinien durchgeführt. Die Verteilung der Partikelgrößen wurde mit einem Siebkasten ermittelt. Folgende Verteilungen wurden prozentual bestimmt: >3 mm, 3-2 mm, 2-1 mm und <1 mm. Während des Versuchs wurde der Kot in den Buchten bonitiert. Dabei wurden folgende Noten vergeben: 1 für wässrig bis 4 für hart.

Die Kontrollrationen aus Weizen, Gerste, Sojaextraktionsschrot, Soja-/Rapsöl, Mineralfutter mit 4 Aminosäuren und Fumarsäure waren einfach aufgebaut und kamen sehr nahe an die Zielvorstellungen (DLG, 2008) heran (siehe Tabelle 1).

**Tabelle 1:** Rationszusammensetzungen, Partikelgrößenverteilung und analysierte Inhaltswerte

|                      |     | <b>Kontrolle</b> |        | <b>Testgruppe</b> |        |
|----------------------|-----|------------------|--------|-------------------|--------|
|                      |     | 30 g Rohfaser    |        | 50 g Rohfaser     |        |
|                      |     | Mühlensieb 4 mm  |        | Mühlensieb 6 mm   |        |
|                      |     | FAF I            | FAF II | FAF I             | FAF II |
| Weizen               | %   | 36,0             | 37,5   | 24,0              | 25,5   |
| Gerste               | %   | 40               | 40     | 40                | 40     |
| Soja-/Rapsöl         | %   | 1                | 1      | 3                 | 3      |
| Sojaschrot 48        | %   | 18               | 17     | 18                | 17     |
| Fumarsäure           | %   | 1                | 1      | 1                 | 1      |
| Fasermix             | %   | 0                | 0      | 10                | 10     |
| Mineralfutter*       | %   | 4,0              | 3,5    | 4,0               | 3,5    |
| Schrotfeinheit <1mm  | %   | 25               | 22,5   | 25                | 17,5   |
| Schrotfeinheit 1-2mm | %   | 45               | 40     | 30                | 32,5   |
| Schrotfeinheit 2-3mm | %   | 25,0             | 32,5   | 32,5              | 40,0   |
| Schrotfeinheit >3mm  | %   | 5                | 5      | 12,5              | 10,0   |
| Preis/dt             | €   | 28,72            | 28,13  | 31,18             | 30,57  |
| ME                   | MJ  | 13,33            | 13,40  | 13,39             | 13,27  |
| Rohprotein           | g   | 176              | 170    | 175               | 168    |
| Rohfaser             | g   | 35               | 31     | 46                | 47     |
| Lysin                | g   | 12,0             | 11,1   | 12,1              | 11,4   |
| Ca                   | g   | 7,0              | 6,2    | 6,9               | 6,8    |
| P                    | g   | 5,0              | 4,7    | 5,0               | 4,8    |
| SBV                  | meg | 600              | 548    | 615               | 605    |

\*) 15,5 % Ca, 3,7 % P, 5 % Na, 10 % Lys, 3 % Met, 3,5 % Thr, 0,5 % Trp

Die Erhöhung des Rohfasergehaltes in der Testgruppe wurde durch Einsatz von 10 % eines praxisüblichen Fasermix im Austausch gegen Weizen realisiert. Da beide Versuchsrationen einen vergleichbaren Energiegehalt aufweisen sollten, wurde in der Testgruppe zum Energieausgleich der Ölanteil auf 3 % heraufgesetzt. Dadurch ergaben sich in dieser Behandlung die rund 2,5 € höheren Futterpreise pro dt.

Mit Ausnahme des Rohfasergehaltes waren somit die Energie-, Rohnährstoff-, Aminosäuren- und Mineralstoffausstattung beider Versuchsrationen vergleichbar.



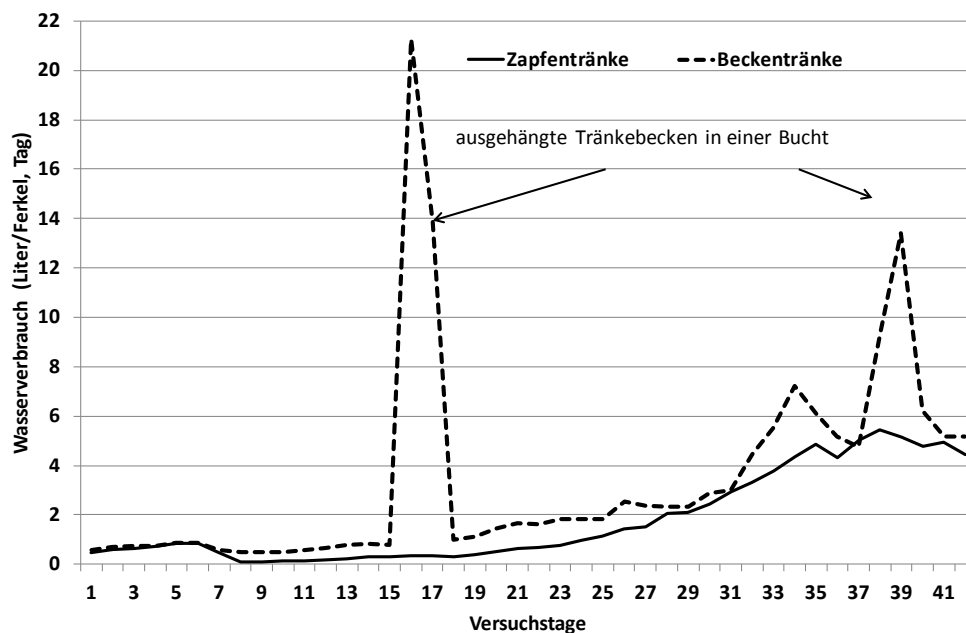
## Ergebnisse und Diskussion

Der Versuch begann für beide Gruppen mit 10,4 kg LM und endete nach 42 Versuchstagen (6 Wochen) bei ca. 34 kg Lebendmasse. Aus beiden Gruppen musste jeweils ein Tier während des Versuchs auf Grund von Fundamentproblemen herausgenommen werden. In der Kontrollgruppe wurden 2 und in der Testgruppe 3 Tiere mit Medikamenten behandelt. Die Kotbonitierung zeigte in beiden Gruppen einen vergleichbar festen Kot, sowohl in der 1. Versuchswoche als auch während des gesamten Versuchs (siehe Tabelle 2).

**Tabelle 2:** Kotbonitierung (Durchschnittswerte über die jeweiligen 8 Behandlungsbuchten)

| Gruppen                                                    | Kontrolle<br>30 g Rohfaser<br>Mühlsieb 4 mm<br>Zapfentränken | Testgruppe<br>50 g Rohfaser<br>Mühlsieb 6 mm<br>Beckentränken |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| <b>Kotkonsistenzen (1-4: hart, normal, weich, wässrig)</b> |                                                              |                                                               |
| 1 Versuchswoche                                            | 2,0                                                          | 2,0                                                           |
| Gesamt (10-30 kg LM)                                       | 2,1                                                          | 2,1                                                           |

Der Wasserverbrauch pro Ferkel und Tag war bei den Beckentränken mit im Mittel 3,2 l fast doppelt so hoch wie bei den Zapfentränken mit 1,7 l. Da die Ferkel einer Bucht das Tränkebecken an einigen Tagen aushebelten und somit ständig Wasser nachlief, kam es in dieser Gruppe zu einer sehr hohen Wasservergeudung (vgl. Abb. 1).



**Abbildung 1:** Wasserverbrauch an Zapfen- und Beckentränken

Das erreichte Leistungsniveau war mit über 570 g täglichen Zunahmen in beiden Gruppen unter anderem aufgrund der hohen Startgewichte sehr gut. Die Tiere der Testgruppe erzielten geringfügig höhere tägliche Zunahmen (577 gegenüber 570 g) und verbrauchten etwas weniger Futter bzw.

Energie pro Tag (-41 g/Tag bzw. -0,7 MJ ME/Tag) als die Tiere der Kontrollgruppe. Insgesamt ergaben sich dadurch in der Testgruppe ein signifikant geringerer Futter- bzw. Energieaufwand sowie eine bessere Futter- bzw. Energieverwertung (siehe Tabelle 3) was auf eine bessere Darmgesundheit und somit erhöhte Verdauungseffizienz hindeuten könnte.

Durch die vorliegende Arbeit konnten Ergebnisse eines früheren Versuches (Preißinger et al., 2013) bestätigt werden. Preißinger et al. (2013) zeigten bei erhöhten Rohfasergehalten im Ferkelfutter in der Tendenz höhere Leistungen und einen geringfügig verminderten Futterverzehr. Wie in der vorliegenden Untersuchung waren Energieaufwand und Energieverwertung bei höherem Rohfasergehalt im Futter günstiger.

**Tabelle 3:** Aufzuchtleistungen (LSQ-Werte) und Futterkosten

|                           |                  | <b>Kontrolle</b><br>30 g Rohfaser<br>Mühlensieb 4 mm<br>Zapfentränken | <b>Testgruppe</b><br>50 g Rohfaser<br>Mühlensieb 6 mm<br>Beckentränken | <b>Sign.</b> |
|---------------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Tierzahl                  | n                | 95                                                                    | 95                                                                     | -            |
| Lebendmasse, Beginn       | kg               | 10,4                                                                  | 10,4                                                                   | n.s.         |
| Lebendmasse, Ende         | kg               | 33,7                                                                  | 34,1                                                                   | n.s.         |
| Zunahmen/Tag              | g                | 570                                                                   | 577                                                                    | n.s.         |
| Futtermverbrauch/Tag      | g                | 999                                                                   | 958                                                                    | n.s.         |
| Energieaufnahme/Tag       | MJ               | 13,4                                                                  | 12,7                                                                   | n.s.         |
| Futteraufwand             | kg/kg Zuw.       | 1,74                                                                  | 1,64                                                                   | 0,001        |
| Futterverwertung          | g Zun./kg Futter | 575                                                                   | 609                                                                    | 0,001        |
| Energieaufwand            | MJ ME/kg Zuw.    | 23,3                                                                  | 21,9                                                                   | 0,001        |
| Energieverwertung         | g Zun./MJ ME     | 43                                                                    | 46                                                                     | 0,001        |
| <b>Futterkosten</b>       |                  |                                                                       |                                                                        |              |
| pro Ferkel (23,5 kg Zuw.) | €                | 11,62                                                                 | 11,90                                                                  | -            |
| pro 1 kg Zuwachs          | €                | 0,49                                                                  | 0,51                                                                   | -            |

## Schlussfolgerungen

Durch mehr Rohfaser im Futter, gröberes Schroten sowie die Wasserversorgung aus der offenen Fläche werden die Leistungen in der Ferkelaufzucht gegenüber einem standardmäßigen Rohfasergehalt mit feiner Schrotung und der Wasserversorgung aus Zapfentränken nicht reduziert. Bei den Effizienzzahlen (Futter- bzw. Energieaufwand) waren die mit mehr Rohfaser und gröberem Schrot gefütterten Tiere sogar überlegen. Die höheren Futterkosten von ca. 2,5 €/dt werden dadurch zum Teil kompensiert. Sie waren aber im vorliegenden Versuch immer noch um knapp 0,3 € für das Ferkel mit 23,5 kg Zuwachs höher als beim standardmäßigem Futter.

Hinzu kam ein erhöhter Arbeitsaufwand, um Wasserverluste und eine optimale Hygiene an den offenen Kipptränken zu gewährleisten.

## Literatur

DLG (2008): Empfehlungen zur Sauen und Ferkelfütterung, DLG-Information 1/2008

Lindermayer, H., 2012: Aspekte der Tiergesundheit und des Tierwohls bei der Schweinefütterung, LfL-Information Schweinefütterung Beiträge zur Tiergesundheit und zum Tierwohl, S. 4-5

Lindermayer, H.; Preißinger, W.; Propstmeier, G., 2014: Weniger Stress an Trogtränken? SUS, Nr.1, S 50

o.V., 2013: NRW will Schweine-Haltungsverordnung deutlich verschärfen. <http://www.topagrar.com/news/Schwein-News-Schwein-NRW-will-Schweine-Haltungsverordnung-deutlich-verschaerfen-1139826.html> (Abruf: 25.08.2015)

Pitzner, L.; Preißinger, W.; Lindermayer, H.; Propstmeier, G., 2012: Ferkelaufzucht mit unterschiedlichem Vermahlungsgrad von Getreide. Tagungsband 50. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V., S 94-100

Preißinger, W.; Lindermayer, H.; Propstmeier, G., 2013: Auswirkungen unterschiedlicher Rohfasergehalte in der Ferkelaufzucht auf zootechnische Leistungen. Tagungsband 51. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V., S 95-99

## Autorenanschrift

Dr. Wolfgang Preißinger  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft  
Dienstort Schwarzenau  
Stadtschwarzacher Str. 18  
D-97359 Schwarzach a. Main  
[Wolfgang.Preissinger@LfL.bayern.de](mailto:Wolfgang.Preissinger@LfL.bayern.de)



Hy•D®

©

# ROVIMIX® Hy•D®

Für ein starkes Fundament

**ROVIMIX® Hy•D®**  
Das bessere Vitamin D<sub>3</sub> von DSM für:

- Bessere Skelettentwicklung
- Bessere Selektionsraten bei Jungsauen
- Bessere Lebensleistung bei Zuchtsauen

DSM Nutritional Products GmbH  
Animal Nutrition and Health  
Im Breuel 10, D-49565 Bramsche  
[www.dsm.com/animal-nutrition-health](http://www.dsm.com/animal-nutrition-health)

 Follow us on twitter @DSMFeedTweet

**HEALTH • NUTRITION • MATERIALS**



**DSM**  
BRIGHT SCIENCE. BRIGHTER LIVING.

# **Zum Einfluss pflanzenbaulicher Maßnahmen auf die Trypsininhibitor-Aktivität von Maiskörnern**

**<sup>1</sup>Daniel Brugger, <sup>2</sup>Karl Mayer, <sup>3</sup>Dagobert Eberdorfer, <sup>1</sup>Wilhelm Windisch, <sup>1</sup>Carmen Bolduan**

<sup>1</sup>Lehrstuhl für Tierernährung, Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt, Technische Universität München, Deutschland

<sup>2</sup>Landwirtschaftskammer Steiermark, Österreich

<sup>3</sup>Versuchsreferat des Landes Steiermark, Österreich

## **1 Einleitung**

Aktuelle Untersuchungen legen nahe, dass Trypsininhibitoren in allen gängigen Futterpflanzen vorkommen. Bisher konzentrierte sich die Forschung in diesem Zusammenhang auf Leguminosen insbesondere auf Sojabohnen, da diese eine vergleichsweise hohe Trypsininhibitor-Aktivität (TIA) aufweisen. In ersten Untersuchungen konnten wir das Potential von Maiskörnern zur spezifischen Hemmung von Trypsin nachweisen (Brugger et al. 2015). Aufbauend auf diesen ersten Erfahrungen wurde ein Folgeprojekt in Kooperation mit der Landwirtschaftskammer Steiermark (Österreich) und dem Versuchsreferat des Landes Steiermark (Österreich) ins Leben gerufen, um zu untersuchen inwieweit sich diese Ergebnisse in Proben aus laufenden Parzellenversuchen mit Körnermais reproduzieren lassen und ob es einen Zusammenhang zwischen bestimmten Anbaumaßnahmen und der Höhe der TIA in Körnermais gibt.

## **2 Material und Methoden**

110 druschreife Körnermaisproben zu je 150 g Frischmasse wurden im Rahmen von vier Parzellenversuchen im Großraum des Landes Steiermark (Österreich) gezogen (Sortenversuch N=33, Saatzeitpunktversuch N=24, Insektizidversuch N=48, Stickstoffdüngungsversuch N=5). Bei einem Sortenversuch wurden elf verschiedene Körnermaisgenetiken (N=33, n=3) (DKC4590, KXB2373, P9569, DKC4717, P9241, P9400, Sherley, DKC4814, DKC5007, Ferarixx ,DKC4431) unter kontrollierten Anbaubedingungen verglichen. Im Rahmen eines Saatzeitpunktversuches wurde der Einfluss verschiedener Anbaetermine (1. April 2014, 15. April 2015, 15. Mai 2015, 28. Mai 2015) unter kontrollierten Anbaubedingungen untersucht (N=24, n=6). Ein Insektizidversuch verglich die Effekte variierender Pflanzenschutzmaßnahmen (Behandlung gegen Insektenfraß zur Blüte ja/nein) unter kontrollierten Anbaubedingungen (N=48, n=24). Im Rahmen eines Stickstoffdüngungsversuch wurde der Einfluss einer variierenden Stickstoffversorgung (0, 115, 145, 180 und 210 kg N/ha) abgeleitet (N=5, n=1).

Sämtliche Proben wurden bis zur weiteren Verwendung bei -80°C gelagert. Im Vorfeld der chemischen Analytik wurden die Proben in gefrorenem Zustand durch ein 0,5mm Sieb gemahlen. Die gemahlene Proben wurden ebenfalls auf -80°C bis zur weiteren Verwendung gelagert.

Die Bestimmung des Rohprotein- (XP) und Trockenmassegehaltes (TM) erfolgte nach Standardmethoden (Naumann und Bassler 2012). Die *in vitro* Bestimmung der Trypsininhibitor-Aktivität (TIA) erfolgte nach DIN EN ISO 14902:2002-02 auf dem Spektrophotometer UV MC<sup>2</sup> (Safas Scientific Instruments, Monaco, Monaco) unter Verwendung der folgenden Reagenzien:Trypsin (T4649, Sigma Aldrich, Taufkirchen, Deutschland), BAPA (B3133, Sigma Aldrich, Taufkirchen,



Deutschland). Die Berechnung der TIA erfolgte nach Smith et al. (1980). Sämtliche Analysen erfolgten im Doppelansatz.

Für alle Parzellenversuche, mit Ausnahme des Stickstoff-Düngungsversuches, lag zudem eine Bonitur des Anteils an Narbenfraß durch Insektenschädlinge in den jeweiligen Beständen vor.

Die statistische Auswertung erfolgte mittels einfaktorieller (Sortenversuch: Sorte) bzw. zweifaktorieller Varianzanalysen (Saatzeitpunktversuch: Zeitpunkt und Sorte). Der Zusammenhang zwischen Insektizidbehandlung und Korninhaltsstoffen bzw. Pflanzenschaden wurde mit einem zweiseitigen T-Test abgeleitet. Zudem wurde der Maßkorrelationskoeffizient nach Pearson für den Zusammenhang zwischen TIA und XP im Korn über alle Proben und innerhalb einzelner Versuche geschätzt.

### 3 Ergebnisse

Die Spannweite der ermittelten TIA und XP Gehalte sämtlicher untersuchter Proben betrug 0,6-2,1 mg/g TM und 60-106 g/kg TM bei einem Mittelwert/Median von 1/1 mg/g TM und 77/76 g/kg TM.

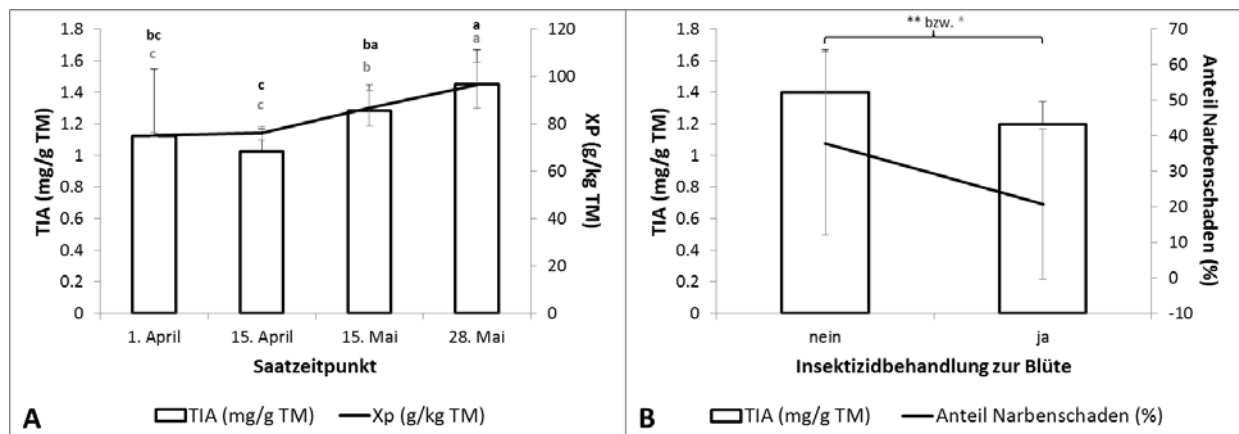
Die Spannweite der TIA und XP Gehalte innerhalb des Sortenversuches lag bei 0,6-1,5 mg/g TM und 70-90 g/kg TM mit einem Mittelwert/Median von 1/1 mg/g TM und 80/81 g/kg TM. Dabei offenbarte sich ein höchst signifikanter Effekt der Sorte auf die Höhe von TIA und XP ( $p < 0,0001$ ). Der Anteil an Narbenfraß betrug im Mittel der untersuchten Parzellen 35% mit einer Spannweite von 0-100%. Auch hier konnte ein höchst signifikanter Sorteneffekt abgeleitet werden ( $p < 0,0001$ ).

Der Saatzeitpunktversuch lieferte TIA und XP Gehalte zwischen 0,6-1,7 mg/kg TM und 72-106 g/kg TM bei einem Mittelwert/Median von 1/1 mg/g TM und 84/79 g/kg TM. Der Anteil an Narbenfraß lag während des Versuches im Mittel der untersuchten Parzellen bei 60% mit einer Spannweite von 10-100%. Der Saatzeitpunkt hatte einen statistisch hoch bzw. höchst signifikanten Einfluss auf TIA ( $p = 0,002$ ) und XP ( $p < 0,0001$ ) (in beiden Fällen linearer Anstieg ab dem 15. April), nicht jedoch auf die Anteile an Narbenfraß (Abbildung 1A).

Im Insektizidversuch lagen die Spannweiten von TIA und XP bei 0,9-2,1 mg/g TM und 60-90 g/kg TM bei Mittelwerten/Medianen von 1/1 mg/g TM und 72/71 g/kg TM. Der Anteil an Narbenfraß betrug im Mittel 29% in einem Bereich zwischen 0-82%. Die Käferspritzung zur Blüte hatte einen signifikanten bis hochsignifikanten Einfluss auf den Grad an Insektenfraß und TIA (in beiden Fällen niedrigere Werte bei behandelten Beständen) (Abbildung 1B).

Tabelle 1 stellt die Korrelation zwischen TIA und XP im Korn über sämtliche Proben hinweg und innerhalb einzelner Versuche dar. Signifikante bis höchstsignifikante positive Korrelationen konnten innerhalb des Saatzeitpunktversuches und Stickstoffdüngungsversuches abgeleitet werden. Im Insektizidversuch zeigte sich kein Zusammenhang bei Betrachtung sämtlicher Proben, allerdings brachte eine alleinige Betrachtung der Proben die eine Insektizidbehandlung zur Blüte erhielten eine signifikante, positive Korrelation zutage. Ein Ausschluss der Proben aus dem Insektizidversuch aus dem Gesamtdatensatz brachte eine höchstsignifikante positive Korrelation zwischen TIA und XP hervor.

Tabelle 2 stellt die Korrelation zwischen dem Anteil an Fraßschaden und TIA bzw. XP, aufgeschlüsselt nach Parzellenversuchen und über den gesamten Datensatz (mit Ausnahme des Düngungsversuches) dar. Innerhalb des Gesamtdatensatzes zeigte sich sowohl mit und ohne Betrachtung des Insektizidversuches ein hoch- bzw. höchstsignifikanter positiver Zusammenhang zwischen dem Anteil an Narbenfraß im Bestand und TIA bzw. XP im Korn. Dies gilt auch für den Saatzeitpunktversuch. Beim Insektizidversuch war, über sämtliche Daten bzw. innerhalb der Parzellen die keine Insektizidbehandlung zur Blüte erfahren haben, ein hochsignifikanter positiver Zusammenhang zur TIA nachweisbar nicht aber zu XP. Der Sortenversuch offenbarte einen positiven numerischen Trend zwischen Fraßschaden und TIA.



**Abbildung 1:** Einfluss des Saatzeitpunktes auf die Trypsininhibitor-Aktivität und den Rohproteingehalt in Maiskörnern (A) und der Insektizidbehandlung zur Blüte auf die Trypsininhibitor-Aktivität und den Anteil an Narbenschaden im Bestand (B).

**Tabelle 1:** Korrelation zwischen Rohproteingehalt und Trypsininhibitor-Aktivität in sämtlichen untersuchten Körnermaisproben, aufgeschlüsselt nach Parzellenversuchen und über den gesamten Datensatz

| Parzellenversuch       | N   | r      | p-Wert     |
|------------------------|-----|--------|------------|
| Gesamtdatensatz        | 110 | 0,104  | 0,28       |
| Sortenversuch          | 33  | 0,275  | 0,12       |
| Saatzeitpunktversuch   | 24  | 0,618  | <0,001**   |
| N-Düngungsversuch      | 5   | 0,972  | <0,005**   |
| Insektizidversuch      | 48  | 0,030  | 0,84       |
| Ohne Käferspritzung    | 24  | -0,222 | 0,30       |
| Mit Käferspritzung     | 24  | 0,405  | <0,05*     |
| Gesamtdaten            |     |        |            |
| ohne Insektizidversuch | 62  | 0,524  | <0,0001*** |

p-Werte  $\leq 0,05$  wurden als statistisch signifikant angesehen, \*signifikant, \*\*hoch signifikant, \*\*\*höchst signifikant

**Tabelle 2:** Korrelation zwischen dem Anteil an Insektenfraß und dem Rohproteingehalt (% TM) bzw. der Trypsin-Inhibition (mg/g TM) in Körnermaisproben, aufgeschlüsselt nach Parzellenversuchen und über den gesamten Datensatz (mit Ausnahme des Düngungsversuches)

| Parzellenversuch                        | N   | $r_{XP}$ | p-Wert <sub>XP</sub> | $r_{TIA}$ | p-Wert <sub>TIA</sub> |
|-----------------------------------------|-----|----------|----------------------|-----------|-----------------------|
| Gesamtdatensatz                         | 105 | 0,373    | <0,0001***           | 0,342     | 0,0004**              |
| Sortenversuch                           | 33  | 0,133    | 0,462                | 0,294     | 0,1                   |
| Saatzeitpunktversuch                    | 24  | 0,761    | <0,0001***           | 0,586     | 0,003**               |
| Insektizidversuch                       | 48  | -0,166   | 0,26                 | 0,479     | <0,0006**             |
| Ohne Käferspritzung                     | 24  | -0,319   | 0,128                | 0,687     | 0,0002**              |
| Mit Käferspritzung                      | 24  | -0,074   | 0,73                 | -0,262    | 0,216                 |
| Gesamtdaten                             |     |          |                      |           |                       |
| Ohne Insektizidversuch                  | 57  | 0,511    | <0,0001***           | 0,499     | <0,0001***            |
| Nur Proben mit Käferspritzung zur Blüte | 81  | 0,315    | <0,0001***           | 0,315     | 0,004*                |

p-Werte  $\leq 0,05$  wurden als statistisch signifikant angesehen, \*signifikant, \*\*hoch signifikant, \*\*\*höchst signifikant

## 4 Diskussion

Die ermittelte Spannweite der TIA und XP Gehalte über sämtliche Maisproben hinweg deckt sich in etwa mit unseren früheren Befunden (Brugger et al. 2015). Der vorhandenen Literatur zufolge ist ein Molekül eines pflanzenbürtigen Trypsininhibitors in der Lage ein bis zwei Moleküle Trypsin suizidal zu binden. Aufbauend auf dieser Annahme lässt sich der Anteil an Trypsininhibitor im Rohproteinpool von Mais errechnen. Die mittlere Molekülmasse der im Mais vorhandenen Trypsininhibitoren liegt in etwa bei 18000 Dalton (D) wohingegen Schweinetrypsin 24000 D aufweist. Demnach waren zwischen 0,5-1,5 mg bzw. 0,25-0,75 mg Trypsininhibitor notwendig um die ermittelte Spannweite an Trypsininhibition (0,6-2,1 mg/g) zu erreichen. Bei einem mittleren Rohproteingehalt von 80 g/kg entspricht das einem mittleren prozentualen Anteil an Trypsininhibitor am Rohprotein zwischen 0,6-2% bzw. 0,3-1%.

Die Auswertung des Sortenversuchs offenbarte einen klaren Sorteneffekt auf die Trypsininhibition. Obwohl nicht statistisch signifikant, so weist doch das Muster der Korrelationen zwischen TIA und XP bzw. Narbenfraß und TIA innerhalb des Sortenversuches darauf hin, dass höhere XP Gehalte bzw. höhere Pflanzenschädigung tendenziell mit höherer TIA einhergehen. Gleichzeitig bestand aber auf Basis der abgeleiteten Korrelation kein Zusammenhang zwischen XP und Narbenfraß. Dies deutet darauf hin, dass Pflanzenschädigung und XP einen eigenen Einfluss auf die Trypsininhibition ausüben. Das sorteneigene Potential zur Trypsinhemmung stellt demnach einen Mischeffekt aus der Anfälligkeit für Fraßschaden und dem genetischen Potential zur XP Synthese dar.

Der Einfluss des Saatzeitpunktes auf die TIA im Maiskorn scheint mit einer Trendwende verbunden zu sein, ab der es im Jahresverlauf zu einem sukzessiven Anstieg kommt. Da der XP Gehalt ein vergleichbares Muster aufweist bestätigt dies die Befunde aus dem Sortenversuch hinsichtlich eines Zusammenhangs zwischen Rohproteingehalt und TIA. Der Verlauf über Zeit könnte mit der zeitlichen Hierarchie der Synthese von Korninhaltsstoffen zusammenhängen. So scheint es im Verlauf des Pflanzenwachstums zunächst zur XP Synthese zu kommen bevor die Stärkeeinlagerung einsetzt (z.B. Dure 1975). Bei späteren Aussaatterminen wäre somit der verfügbare Zeitraum zur Bildung von Stärke geringer wodurch sich das Verhältnis in der Gesamtmatrix zugunsten des Rohproteins verschiebt. Inwieweit ein Zielkonflikt zwischen einer möglichst hohen Ertragsleistung je ha und dem Potential der Trypsin-Inhibition im Korn besteht, müsste in Folgeuntersuchungen geklärt werden. Gleichzeitig zeigte sich, wie bereits im Sortenversuch, dass es einen klaren, positiven Zusammenhang zwischen Pflanzenschädigung und TIA gibt. Interessanterweise schlug sich dieser Effekt hier auch auf den XP Gehalt nieder. Anders als beim Sortenversuch scheint in vorliegendem Fall also eine Kopplung zwischen Rohprotein und TIA im Falle von Narbenfraß vorgelegen zu haben. Über die Ursache dieser gegenläufigen Beobachtungen kann zum gegenwärtigen Zeitpunkt nur gemutmaßt werden, was die Notwendigkeit für Folgeuntersuchungen hervorhebt.

Der Insektizidversuch etablierte erfolgreich verschiedene Grade der Pflanzenschädigung im Vergleich zwischen Beständen mit und ohne Insektizidbehandlung zur Blüte. Diesem Trend folgte auch die TIA im Korn, was auf einen direkten Zusammenhang zwischen Pflanzenschädigung und Trypsininhibition hindeutet und die Befunde aus dem Sorten- und Saatzeitpunktversuch bestätigt. Interessanterweise kam es in vorliegendem Fall zu einer inversen Korrelation zwischen Pflanzenschädigung und XP. Dies erklärt sich aus dem Befund der inversen Korrelation zwischen TIA und XP bei den Proben ohne Insektidbehandlung. Offenbar kam es zu einer Entkopplung der Synthese von Trypsininhibitoren von der allgemeinen Rohproteinsynthese im Falle massiv erhöhter Pflanzenschädigung. Das deutet darauf hin, dass Trypsininhibitoren als aktiver Verteidigungsmechanismus gegen Fraßschaden eine Rolle spielen und bestätigt frühere Befunde anderer Arbeitsgruppen über erhöhte Synthese von Trypsininhibitoren infolge einer Verletzung des Pflanzengewebes (z.B. Zhao et al. 1996). Möglicherweise weist das auf die Bedeutung eines angemessenen Pflanzenschutzmanagements zur Gewährleistung der Futterqualität hin.

Leider lagen zur Auswertung des Stickstoffdüngungsversuches nur Mischproben der Parzellen mit unterschiedlicher Stickstoffversorgung vor. Trotzdem zeigte sich klarer Zusammenhang zwischen der Düngungsstufe und TIA bzw. Rohprotein. Offenbar ist die Synthese von Trypsininhibitoren zumindest



unter basalen Bedingungen an die Gesamtrohproteinsynthese geknüpft. Letztere ist ganz klar von der Stickstoffversorgung im Verlauf der Vegetationsperiode abhängig wie in früheren Arbeiten anderer Gruppen gezeigt werden konnte (z.B. Ulger et al. 1997). Dies wirft die Frage auf inwieweit im Rahmen der Körnermaisproduktion ein Zielkonflikt zwischen qualitätsorientierten Stickstoffgaben und der Synthese antinutritiver Inhaltsstoffe besteht. Weiterführende Untersuchungen mit einer höheren Stichprobengröße müssen zeigen inwieweit diese Befunde reproduziert werden können.

## 5 Schlussfolgerungen

Zusammengenommen lässt sich festhalten, dass frühere Daten zur Trypsininhibition in Maiskörnern reproduziert werden konnten (Brugger et al. 2015). Demnach hat Mais unabhängig von der Anbauregion wohl grundsätzlich ein messbares Potential zur Trypsinhemmung. Zudem scheint ein klarer Zusammenhang zwischen TIA und XP zu bestehen. Dies stützt die Annahme, dass der Großteil der maisbürtigen Trypsininhibitoren Peptide sind. Unseren Schätzungen zufolge kann der Anteil an Trypsininhibitor am Mais-Rohprotein in Extremfällen bis zu 2% betragen. Zudem konnte unsere frühere Hypothese über einen Zusammenhang zwischen Trypsininhibition in Körnermais und Pflanzenschädigung bestätigt werden. Unter den Bedingungen besonders hohen Fraßdrucks durch Insekten, infolge einer unterlassenen Insektizidbehandlung, scheint es sogar zur Entkopplung der Synthese von Trypsininhibitoren von der allgemeinen Rohproteinsynthese zu kommen. Dies erklärt die widersprüchlichen Befunde aus der Literatur hinsichtlich der Korrelation zwischen TIA und XP in verschiedenen Pflanzenarten (Lin und Chen 1980, Griffiths 1984, Aletor et al. 1994, Zdunczyk et al. 1997, Wang und Daun 2004, 2006) und unterstreicht die dringende Notwendigkeit der Berücksichtigung von Anbaubedingungen im Rahmen von Metanalysen zur Futterqualität über Anbauregionen hinweg.

## 6 Literatur

- Aletor VA, Goodchild AV, Abd El Moneim AM. 1994. Nutritional and antinutritional characteristics of selected Vicia genotypes. Anim. Feed Sci. Technol. 47:125-139.
- Brugger D, Loibl P, Schedle K, Windisch WM, Fahn C. Editor. In-silico and in-vitro evaluation of the potential of maize kernels to inhibit trypsin activity. Anim. Feed Sci. Technol. 2015;207:289-294.
- Dure LS. 1975. Seed Formation. Ann. Rev. Plant Physiol. 26:259-278.
- Griffiths DW. 1984. The trypsin and chymotrypsin inhibitor activities of various pea (Pisum spp.) and field bean (Vicia faba) cultivars. J Sci Food Agric. 35:481-486.
- Lin YH, Chen HL. 1980. Level and heat stability of trypsin inhibitor activity among sweet potato (Ipomoea batatas L.) varieties. Bot Bulletin AcadSinica. 21:1-13.
- Naumann C, Bassler R. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. Darmstadt: VDLUFA-Verlag, 2012.
- Smith C, van Megen W, Twaalfhoven L, Hitchcock C. Editor. The determination of trypsin inhibitor levels in foodstuffs. J. Sci. Food Agric. 1980;31:341 - 350.
- Ulger AC, Ibrikci H, Cakir B, Guzel N. 1997. Influence of nitrogen rates and row spacing on corn yield, protein content, and other plant parameters. J. Plant. Nutr. 20:1697 - 1709.
- Wang N, Daun JK. 2004. Effect of variety and crude protein content on nutrients and certain anti-nutrients in field peas (Pisum sativum). J Sci Food Agric. 84:1021-1029.
- Wang N, Daun JK. 2006. Effects of variety and crude protein content on nutrients and anti-nutrients in lentils (Lens culinaris). Food Chemistry. 95:493-502.
- Zdunczyk Z, Godycka I, Amarowicz R. 1997. Chemical composition and content of antinutritional factors in polish cultivars of peas. Plant Foods Human Nutr. 50:37-45.

Zhao Y, Botella MA, Subramanian L, Niu X, Nielsen SS, Bressan RA, Hasegawa PM. 1996. Two wound-inducible soybean cysteine proteinase inhibitors have greater insect digestive proteinase inhibitory activities than a constitutive homolog. Plant Physiol. 111:1299 - 1306.

#### **Autorenanschrift**

Daniel Brugger  
Lehrstuhl für Tierernährung  
Hans-Eisenmann-Zentrum für Agrarwissenschaften  
Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt  
Technische Universität München  
Liesel-Beckmann-Straße 2  
85354 Freising  
Daniel.Brugger@wzw.tum.de  
Tel.: +49 8161 71 3116

## Neue Wege in der Konservierung mit Ameisensäure

**Elisabeth Holl, Monika Korzekwa, Sven Brenner, Bernhard Eckel**

Dr. Eckel GmbH, Niederzissen, Deutschland

### Einleitung

Vor dem Hintergrund einer ständig wachsenden Weltbevölkerung und immer knapper werdender Ressourcen gilt es, die Effizienz der Lebensmittel- und Futtermittelproduktion immer weiter zu erhöhen, um den steigenden Bedarf zu decken.

Da die landwirtschaftliche Nutzfläche nicht beliebig erweiterbar ist, ist es notwendig, die vorhandene Fläche so gut wie möglich auszunutzen. Dazu gehört es auch, das geerntete Futter vor Verderb zu schützen. Das Ziel einer geeigneten Konservierung muss es sein, das Wachstum von Bakterien, Hefen und Schimmel zu verhindern. Neben der Reduzierung des ernährungsphysiologischen Wertes, zählen die Bildung von Toxinen sowie eine reduzierte Futteraufnahme mit daraus resultierender Wachstumsdepression zu den negativen Auswirkungen einer mikrobiellen Belastung von Futtermitteln. Die Verwendung von Konservierungsmitteln verringert das Risiko einer Kontamination mit Mykotoxinen sowie einer Nacherwärmung und der daraus folgenden Trockensubstanzverluste.

Konserviert werden Getreide, Mischfutter und Silagen mit langer Lagerdauer, aber auch kurzfristig haltbar gemachte Produkte wie Flüssigfutter und totale Mischrationen. Man unterscheidet also zwischen aerober Konservierung ganzer Getreidekörner und der anaeroben Konservierung von gequetschtem oder geschrotetem Getreide unter Luftabschluß. Traditionell wird zur Verhinderung der Schimmelbildung bei aerober Lagerung von Getreide Propionsäure in verschiedenen Formulierungen eingesetzt. Dass auch ein überwiegend auf Ameisensäure basierendes Gemisch in der Getreidekonservierung effektiv wirken kann, wurde in vitro und in der Praxis überprüft.

### Material und Methoden

In vitro: Maisproben wurden mit  $10^4$  KBE/g Aspergillus Sporen bzw.  $10^6$  KBE/g Fusarium Sporen beimpft und anschließend entweder mit 2 kg/t respektive 4 kg/t Propionsäure 90 % oder mit einer Ameisen-/Propionsäuremischung (Mould Control LF2 NC) behandelt. Beide Produkte sind mit Ammoniak bzw. Ammoniak und Natriumformiat gepuffert. Die Proben wurden bei Raumtemperatur (22 – 23°C) gelagert. Die mikrobiologische Analyse auf Schimmelpilze wurde am Tag der Kontamination sowie an Tag 7, 14 und 30 nach Kontamination durchgeführt.

In der Praxis: In einem Lagerungsversuch im Erntejahr 2014 wurde Weizen mit einer Feuchte von 16 – 18 % entweder mit 6 kg/t gepuffert Propionsäure 90 % oder mit 7 kg/t Mould Control LF2 NC konserviert und praxisüblich gelagert. Die eingesetzten Dosierungen entsprechen einem Wirkstoffgehalt von 5,4 g/kg Propionsäure in der Propionsäuregruppe bzw. ca 4,2 g/kg Ameisensäure und 1,4 g/ Propionsäure in der Mould Control-Gruppe. Über einen Zeitraum von 10 Monaten wurden mehrere Proben gezogen und mikrobiologisch nach VDLUFA Bd. III, 28.1.1 bis 28.1.4 untersucht.

## Ergebnisse in vitro

Beide Konservierungsmittel führten zu einer kontinuierlichen Reduktion der Keimbelastung sowohl bei *Aspergillus* ssp. als auch bei *Fusarium* ssp. (Abb. 1). Bei einer Dosierung von 0,2 % wurde eine vollständige Dekontamination der Körner sowohl bei Fusarien als auch bei *Aspergillus* mit Mould Control LF 2 NC bereits am Tag 14, mit Propionsäure erst am Tag 30 erreicht. Eine Dosierung von 0,4 % Mould Control LF2 NC bewirkte eine vollständige Dekontaminierung von *Aspergillus* in 7 Tagen gegenüber 30 Tagen bei 0,4 % Propionsäure. Fusarien wurden von 0,4 % Mould Control innerhalb von 24 h vollständig abgetötet, während es mit Propionsäure bis zum Tag 7 dauerte.

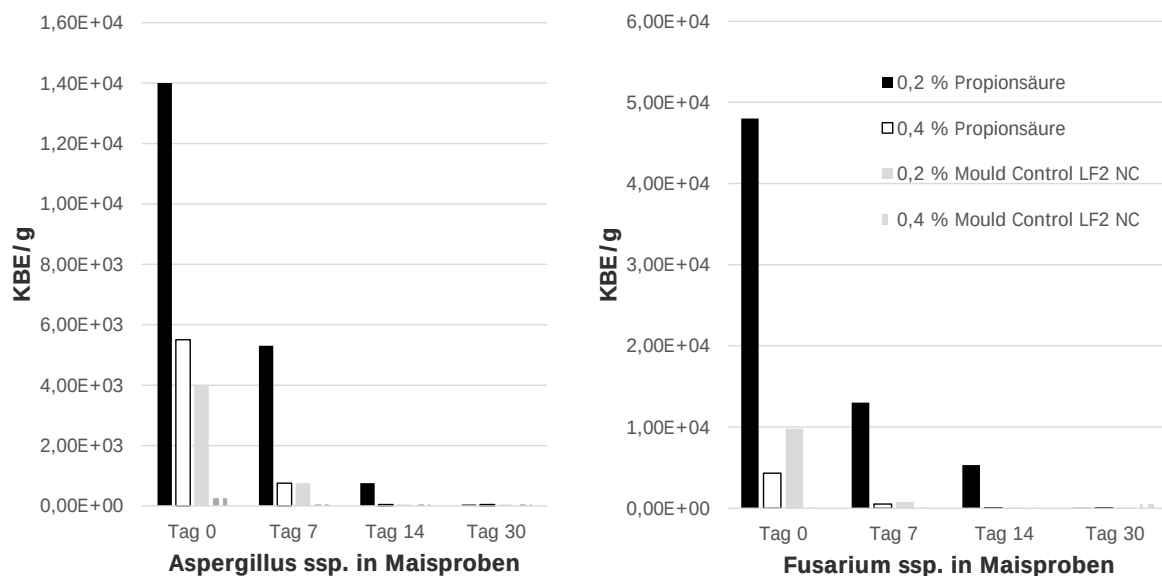


Abb. 1: *Aspergillus*- und *Fusarium*besiedlung von Mais nach Konservierung

## Ergebnisse in der Praxis

Im Mittel wurden in der Propionsäuregruppe 0,33 % Propionsäure und in der Mould Controlgruppe 0,23 % Ameisen- und 0,12 % Propionsäure im Getreide nachgewiesen.

Die mikrobielle Belastung der Weizenproben mit Hefen und Schimmelpilzen war sowohl bei Konservierung mit Propionsäure als auch mit Mould Control LF2 NC innerhalb der Orientierungswerte. Der Besatz an Hefen lag am Tag 14 nach der Einlagerung bei 400 KBE/g in der Propionsäuregruppe und unterhalb der Nachweisgrenze in der auf Ameisensäure basierenden Mould Control-Gruppe. Schimmelpilze lagen in der Propionsäuregruppe bei 38000 KBE/g und in der Mould Control-Gruppe bei 200 KBE/g.

Die Zahl der mesophilen aeroben Bakterien lag in beiden Gruppen innerhalb der Orientierungswerte und war in der Mould Control-Gruppe tendenziell niedriger als in dem mit Propionsäure behandelten Getreide (Abb. 2).

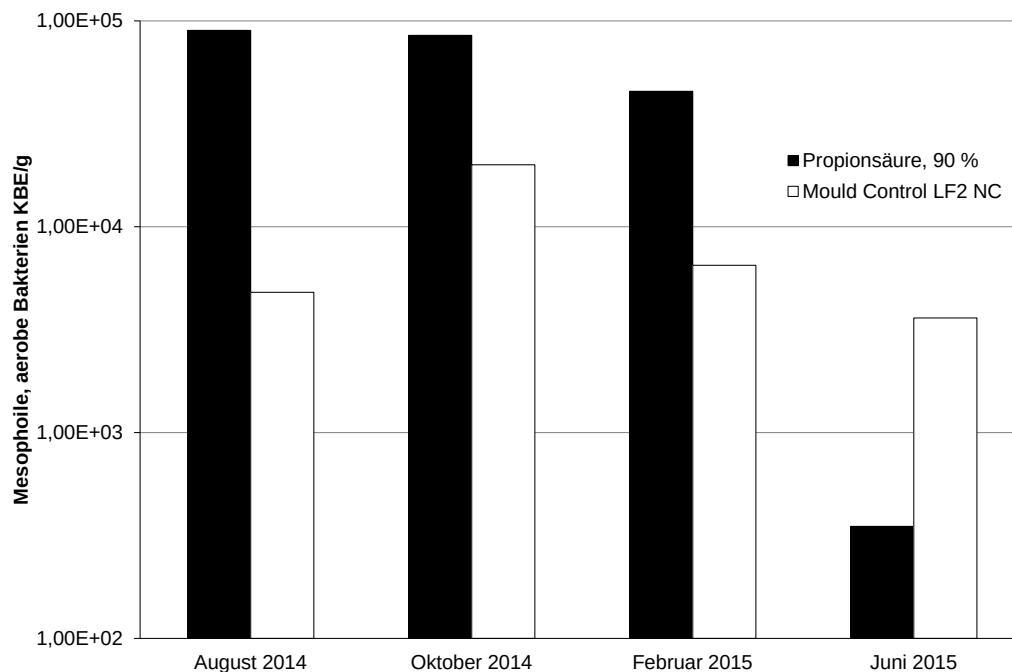


Abb. 2: Bakterielle Besiedlung von Weizen nach Konservierung

## Diskussion

Der Einsatz von Propionsäure wird als eine wirksame Methode zur Konservierung von Feuchtgetreide angesehen. Higgins und Brinkhaus (1999) wiesen in vitro eine gute Wirkung von Propionsäure gegen *Aspergillus* ssp. und *Fusarium* ssp. nach. Sie hat sich in der Praxis weitestgehend durchgesetzt und es gibt zahlreiche auf Propionsäure beruhende Produkte – sowohl gepuffert als auch ungepuffert – für diesen Zweck. Sowohl Propionsäure als auch Ameisensäure gehören zu den sogenannten schwachen Säuren. Je nach pKa-Wert der Säure und dem pH-Wert der Umgebung, liegt ein Teil der Säure undissoziiert vor und kann die Zellwand von Mikroorganismen passieren. Der daraus resultierende Abfall des pH-Werts im Zellinneren führt zum Absterben der Zelle (Eklund, 1985; Stratford & Anslow, 1996). Schimmelpilze sind eukaryotische Zellen, deren komplexe Zellwandstruktur von der lipophilen Propionsäure besser überwunden werden kann als von Ameisensäure. Daher wird Ameisensäure überwiegend wegen seiner antibakteriellen Wirkung eingesetzt, weniger in der Getreidekonservierung. Im vorliegenden Praxisversuch konnte die Besiedlung durch mesophile anaerobe Bakterien mit beiden Konservierungsmitteln wirksam unterdrückt werden, wobei die Mould Control-Gruppe tendenziell geringer belastet war, als die Propionsäuregruppe. Die gute antibakterielle Wirkung der Ameisensäure konnte damit bestätigt werden.

Die beobachteten Ergebnisse zeigen außerdem, dass ein Ameisensäure-/Propionsäuregemisch auch gegen Hefen und Schimmelpilze über eine längere Lagerperiode effizient wirken kann. Wie auch schon Higgins und Brinkhaus (1999) zeigten, reagierten die Fusarien unabhängig von dem eingesetzten Konservierungsmittel empfindlicher als *Aspergillus*. In beiden Fällen war der Effekt mit Mould Control LF2 NC tendenziell besser als mit der Propionsäure.

Im durchgeführten Praxisversuch konnten keine Anzeichen von Verderb während des Lagerverlaufs in der Mould Control-Gruppe beobachtet werden. Hefen und Schimmelpilze wurden wirksam bekämpft. Strauß und Hayler (2001) zeigten auf, dass Propionsäure und Ameisensäure unterschiedliche minimale Hemmkonzentrationen gegenüber unterschiedlichen Schimmelpilzen aufweisen. Eine Kombination

verschiedener Säuren nutzt außerdem die unterschiedlichen pH-Optima, die vom pK-Wert der jeweiligen Säure abhängen (Stonerock, 2009). Dies lässt vermuten, dass eine Kombination aus Ameisensäure und Propionsäure synergistische Effekte bewirken kann.

## Schlussfolgerung

Die Ergebnisse der beschriebenen Versuche zeigen, dass eine Konserveirung von Feuchtgetreide auch mit überwiegend auf Ameisensäure basierenden Konservierungsmitteln möglich ist. Dem Einsatz von gepufferten Säuren ist aus Arbeitssicherheit der Vorzug zu geben.

## Literatur

- Eklund T. (1985) Inhibition of microbial growth at different pH levels by benzoic and propionic acids and esters of *p*-hydroxybenzoic acid. *International Journal of Food Microbiology*, 2, 159 – 167
- Higgins C. und F. Brinkhaus (1999): Efficacy of several organic acids against molds. *Journal of Applied Poultry Research*, 8, 480 – 487
- Stratford M. und P. A. Anslow (1996): Comparison of the inhibitory action on *Saccharomyces cerevisiae* of weak-acid preservatives, uncouplers, and medium-chain fatty acids. *FEMS Microbiology Letters*, 142, 53 – 58
- Strauss, G. und R. Hayler (2001): Effects of organic acids on microorganisms. *Feed magazine* 4, 147-151
- Stonerock R. 2009: Possibilities of Salmonella control with the aid of acidifiers. In: *Acidifiers in animal nutrition*, C. Lückstedt (Editor), Nottingham University Press

### Autorenanschrift

Elisabeth Holl  
Dr. Eckel GmbH  
Product Management and Development  
Im Stiefelfeld 10  
56651 Niederzissen  
Germany  
Phone +49 (0) 2636 9749-15  
E-Mail: e.holl@dr-eckel.de  
www.dr-eckel.de

# Erstaunlich vielfältig, erstaunlich wirksam.

Einzigartige Kombination, einmalig  
breites Spektrum: **Anta®Phyt**, der  
phytogene Vorteil für alle Tierarten.



Die international preisgekrönte **Anta®Phyt**-Linie ist die neue Generation phytogener Produkte. Die einzigartige Kombination sorgfältig ausgewählter und höchst wirksamer Pflanzenextrakte bietet ein breites Spektrum weit über die bisher bekannten Möglichkeiten hinaus. Ausführlich getestet: in vivo – für alle Tierarten, für Ihre Herausforderungen, für Ihren Erfolg.

Nutzen auch Sie die Vorteile von **Anta®Phyt**.  
Wir beraten Sie gerne.

Anta®Phyt: gefördert vom „Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie.



# **Trockenmasse- und Nährstoffverluste bei der Konservierung von Gras, Mais und Luzerne in Fahrsiloanlagen**

**Evi Frimmer, Brigitte Köhler, Johannes Ostertag**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Prof.-Dürrwaechter-Platz 3, 85586 Grub

## **Einleitung**

Jährlich steigt die Nachfrage nach Lebens- und Futtermitteln sowie nach Substraten für die Energieproduktion bei abnehmender, verfügbarer Produktionsfläche weltweit, wodurch eine effiziente Ressourcennutzung immer mehr an Bedeutung gewinnt. Das Potential der möglichen Effizienzsteigerung im Grobfutter sollte zukünftig für alle Betriebe von großem Interesse sein, denn durch wenig spezielle Maßnahmen kann dessen Qualität von der Ernte des Frischgutes über die Konservierung in Fahrsiloanlagen bis zur Entnahme der Silage deutlich verbessert werden. Dabei sind vorrangig die Mengen- und Nährstoffflüsse in einem Produktionssystem quantitativ aufzustellen, um betriebsindividuelle Schwachstellen zu erkennen und Möglichkeiten der Behebung zu finden. Des Weiteren sind die Nährstofferträge im Speziellen von Energie und Eiweiß von den Flächen zu verbessern und diese auch während der Konservierung im Fahrsilo zu erhalten

Die Ergebnisse des folgenden Praxisversuches, der nach der total in:total out-Methode bezüglich der ein- und ausgelagerten Futtermengen im Fahrsilo durchgeführt worden ist, sollen es ermöglichen die Verluste im Silo unter realen Praxisbedingungen mengenmäßig abschätzen zu können und die wichtigsten beeinflussenden Effekte für die Silagen aus Gras, Mais und Luzerne zu berücksichtigen bzw. zu ermitteln. Hierauf basierend sollen die Möglichkeiten der weiteren Effizienzsteigerung beim Grobfutter abgeschätzt werden und so Lösungsansätze für die Verbesserung der Silagequalität sowie des Silagemanagements gegeben werden. Auch die Sensibilität für betriebsindividuelle Silageverluste soll durch die Erhebung von praxisnahen Orientierungswerten als Anhaltspunkt für die Größenordnung und Quellen der Konservierungsverluste verbessert werden.

## **Material und Methoden**

Für die Auswertung des Praxisversuches, der an der Versuchsstation Grub durchgeführt worden ist, wurde eine Gesamtanalyse nach dem Messprinzip „total in:total out“ bezüglich der ein- und ausgelagerten Futtermengen im Fahrsilo angewendet (Abb.1). Dabei wurden alle betrieblichen Grobfutterflüsse von der Ernte bis zur Verfütterung bezüglich Menge sowie Nährstoffgehalte dokumentiert. Bei der Ernte wurden sämtliche Mengen von Gras, Mais und Luzerne über eine Fuhrwerkswaage erfasst und mit der Nummer des zugeordneten Fahrsilos schriftlich festgehalten, die sogenannte Einlagerungsmenge. Auf der anderen Seite wurden bei der Entnahme mit dem Futtermischwagen sämtliche eingefrästen Silagemengen über das Programm „Futter R“ festgehalten, die sogenannte Auslagerungsmenge. So können die gesamten Frischmasseströme in ein und aus einem Fahrsilo verfolgt werden. Durch die berechnete Differenz zwischen total in:total out eines Silos werden dann die Konservierungsverluste bestimmt. Der Siloabraum ist in den berechneten Verlusten enthalten.

Um Aussagen über die Nährstoffveränderungen in einem Silo treffen zu können, wurden Mischproben bei der Ernte auf schlag- und siloebene gezogen sowie mehrmals über den gesamten



Entnahmezeitraum aus einem Fahrsilo, wodurch die Rohnährstoffe nach Weender mittels Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) sowie die Mineralstoffgehalte mittels Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) bzw. Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) (nur P in Grüngütern) analysiert werden konnten. Besondere Bedeutung haben für die Auswertung vor allem neben dem TM-Gehalt, XA, XF, XL, XP,  $NDF_{om}$ ,  $ADF_{om}$  und Phosphor P. Die Energien GE und NEL werden über Schätzformeln berechnet. Der bei der Ofentrocknung analysierte TM-Gehalt wurde bei den Gras-, Luzerne- und Maissilagen entsprechend der von Weißbach und Kuhla (1995) erhobenen Korrekturgleichungen bereinigt.

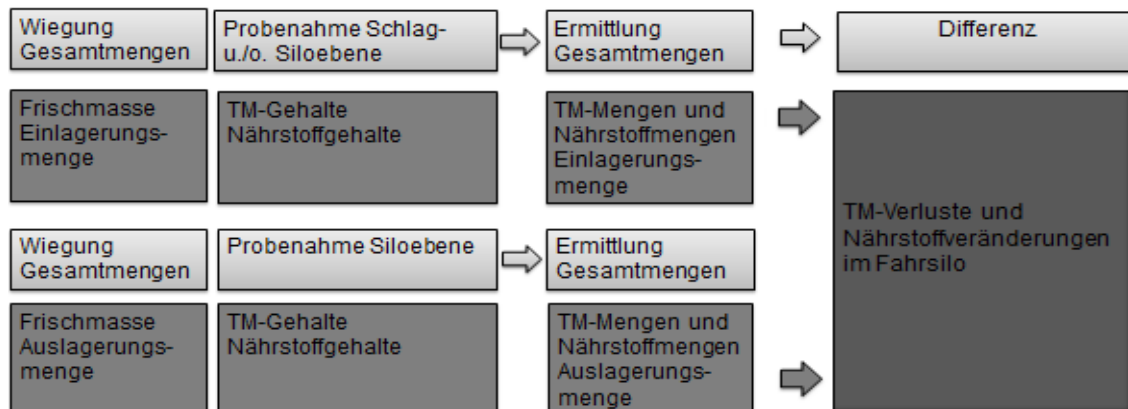


Abbildung 1: Versuchsmethodik zur Bestimmung der TM-Verluste und Nährstoffveränderungen im Fahrsilo

Der Versuchszeitraum umfasste die Jahre 2008-2011 hinsichtlich der geernteten Menge und bezüglich der entnommenen Silage den Zeitraum von 2009-2012. Dabei wurden insgesamt an der Versuchsstation Grub 32 Fahrsilos ausgewertet, 16 Gras-, 5 Luzerne- und 11 Maissilagen. Zum Teil wurden mehrere Silos gemeinsam betrachtet.

Darüber hinaus wurde neben der Nährstoffdifferenzberechnung bei jedem geöffneten Silo einmal ein Controlling am Silo (Richter et al., 2009) durchgeführt, bei dem bestimmte Qualitätskriterien bestimmt worden sind. Um die Höhe der TM-Verluste und die Ausmaße der Nährstoffveränderungen im Silo begründen zu können, wurden die Daten der Qualitätsbeurteilung der Silagen mit den berechneten TM- und Nährstoffmengendifferenzen in Verbindung gebracht. Somit sollten die Nährstoffveränderungen während der Konservierung in den Fahrsiloanlagen auf eine mögliche Ursache zurückgeführt werden können.

## Ergebnisse und Diskussion

Die ermittelten TM-Differenzen der einzelnen Silagen werden in Abbildung 2 aufgeführt. Dabei kann für die 16 ausgewerteten Grassilagen ein mittlerer TM-Verlust von -6,3 % ermittelt werden, wobei der Median bei -6,1 % liegt. Bei den 11 berücksichtigten Maissilagen wird dagegen ein deutlich höherer TM-Verlust von -9,0 % im Mittel festgestellt. Der Median liegt dabei etwas unter dem Mittelwert mit -7,8 %. Die 5 ausgewerteten Luzernesilagen weisen einen mittleren Verlust von -8,5 % und einen Median von -9,3 % auf. Alle ermittelten, mittleren Verluste liegen etwas unter den Verlusten, die für die Auswertung von Köhler et al. (2013) berechnet worden sind. Ebenso liegen sie im Rahmen bzw. leicht über den nach Zimmer (1980) beschriebenen bei der Konservierung unvermeidbaren Verlusten von -7 %.

Die Streubreite der einzelnen TM-Verluste ist bei den Grassilagen am größten, da das Ausgangsmaterial zwischen den einzelnen Schnitten sowie in der Bestandszusammensetzung sehr variabel bzw. heterogen ist. Wohingegen der Mais sowie die Luzerne im Ackerfutterbau meist als sortenreine Bestände etabliert werden und dadurch ein wesentlich homogeneres Ausgangsmaterial liefern, zumindest für die Trockenmassebestimmung.

Die positiven TM-Veränderungen bei Gras und Luzerne sind aufgrund der Berechnungsmethode sowie der Probenahme zu erläutern, denn eine TM-Zunahme im Silo ist nicht plausibel.

Die hohen TM-Verluste bei den Maissilagen lassen auf vermehrten Stoffabbau durch Nacherwärmung nach der Siloöffnung schließen, da das Ausgangsmaterial für den Konservierungsprozess im Fahrsilo an sich sehr gut geeignet ist. Bei Gras und Luzerne treten vermehrt Verluste während der anaeroben Phase der Silierung auf.

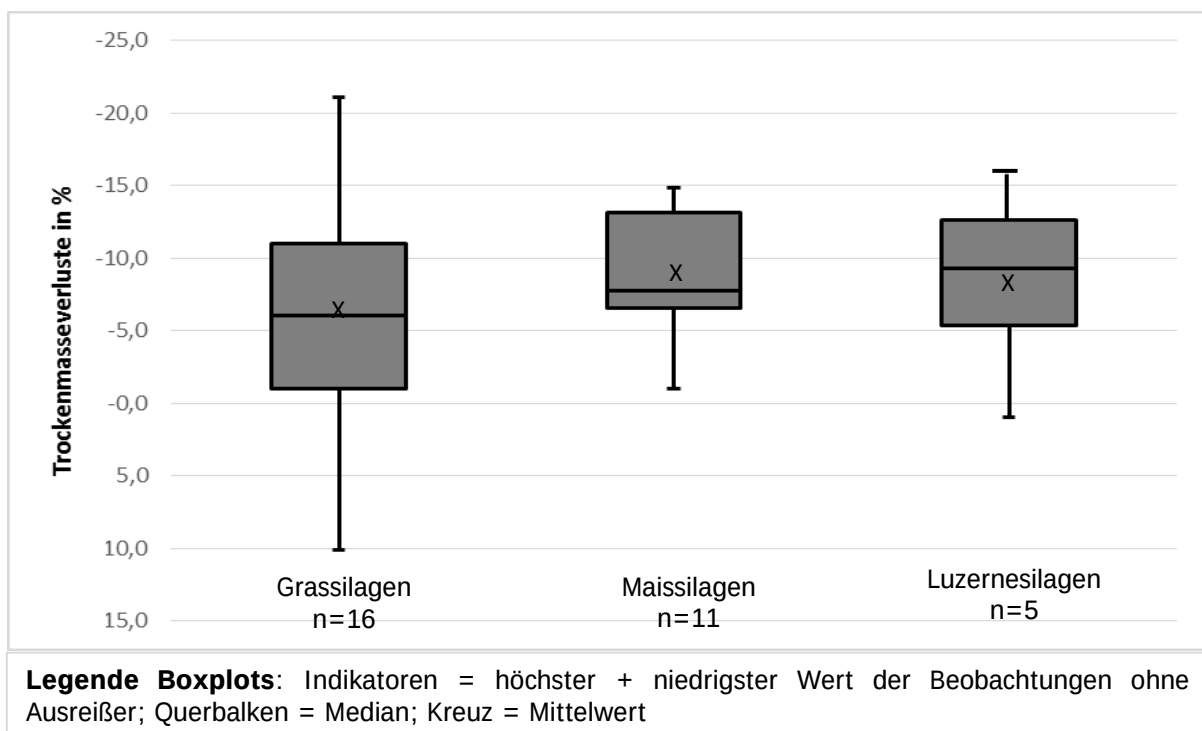


Abbildung 2: Boxplots der TM-Veränderungen in Gras-, Mais- und Luzernesilos in %

In Abbildung 3 werden die einzelnen, mittleren Nährstoffveränderungen der drei betrachteten Silagearten aufsummiert über alle Fahrsiloanlagen aufgeführt. Die Rohascheverluste (XA) sind beim Mais verglichen mit Gras mit -8,2 % und Luzerne mit -5,3 % am größten mit -22,0 %. Bei Betrachtung der Rohproteinveränderungen (XP) stellt sich über alle Silagearten ein ähnlicher Verlust ein, wobei die XP-Verluste bei Luzerne am höchsten sind, da auch die XP-Gehalte bei diesem Ausgangsmaterial höher sind.

Das Rohfett (XL) weist über alle Silagearten eine deutliche, nicht erklärbare aber bekannte Anreicherung auf, was vermutlich auf die Analytik zurückgeführt werden kann (Rutzmoser et al., 2001). Bei Betrachtung der Rohfaser (XF) wird bei Gras und Luzerne eine minimale Anreicherung ermittelt. Lediglich bei der Maissilage stellt sich ein Verlust von -10,2 % ein. Die energientischen

Verluste (GE, NEL) liegen im Rahmen der TM-Verluste. Der hohe, mittlere Verlust an NEL bei der Luzernesilage ist vermutlich auf eine Abnahme der Verdaulichkeit bei der Silierung zurückzuführen.

Die Phosphorverluste (P) sind bei Gras und Luzerne wiederum um den Nullpunkt anzusiedeln. Der mittlere P-Verlust liegt dagegen bei den Maissilagen bei -14,6 %. Da es bei der Silierung zu keinem bekannten P-Abbau kommt, ist dies auf die Probenahme zurückzuführen. Ebenso ist eine Verlagerung von P bzw. XA mit dem Sickersaft von oben nach unten im Fahrsilo denkbar und in weiteren Untersuchungen zu überprüfen.

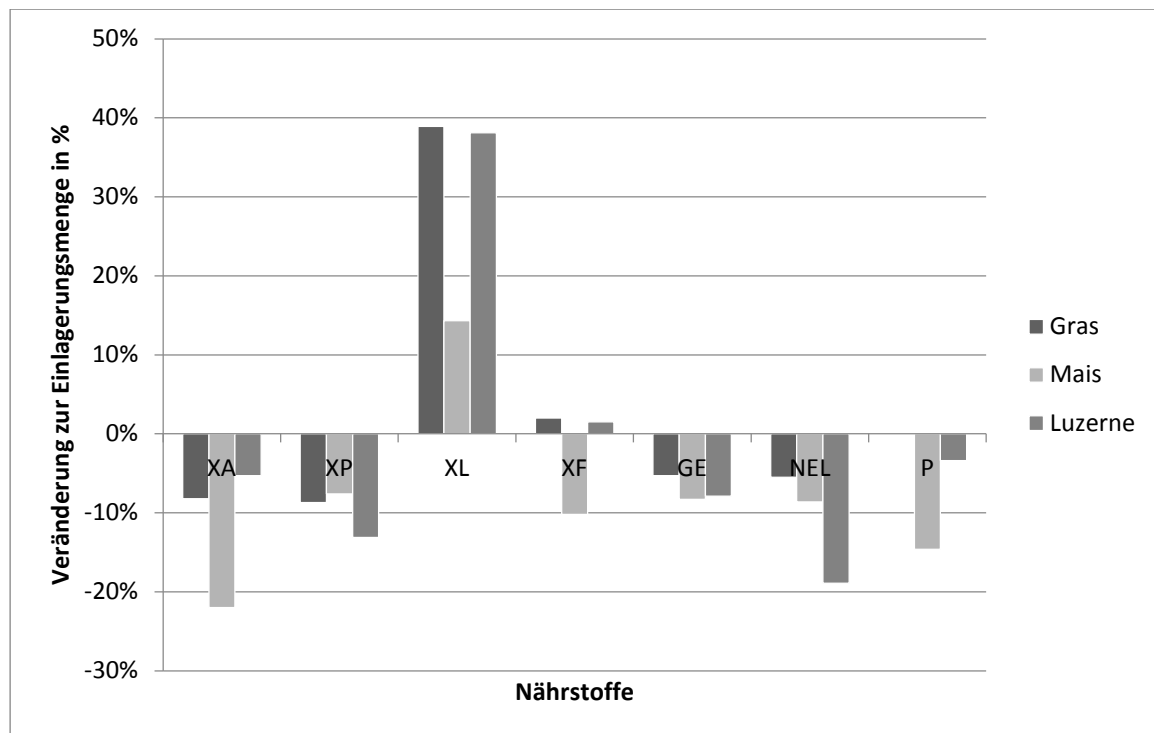


Abbildung 3: mittlere Nährstoffveränderungen von Gras, Mais und Luzerne aufsummiert über alle untersuchten Fahrsiloanlagen

## Schlussfolgerungen

Grassilagen weisen die bei Betrachtung aller Nährstoffe sowie des TM-Verlustes hohe Streubreiten zwischen den einzelnen Fahrsiloanlagen auf. Dies lässt sich zum einen mit Hilfe des heterogenen Ausgangsmaterials erklären sowie auch mit den relativ schlechten Gäreigenschaften, die Gras für die Konservierung unter Milchsäurebildung aufweist. Dadurch ist auch ein anaerober Stoffabbau durch Clostridien (XP-Abbau) möglich. Der aerobe Stoffabbau ist bei den Grassilagen an der Versuchsstation in Grub gering, da bereits gezielt Siliermittel für diesen Bereich eingesetzt wird.

Bei Betrachtung der Maissilagen lassen sich über alle aufgestellten Versuchsgrößen geringere Streubreiten zwischen den einzelnen Fahrsiloanlagen ermitteln, was auf das homogenere Ausgangsmaterial sowie die sehr guten Gäreigenschaften von Mais zurückzuführen ist. Aufgrund dessen sind die hohen, berechneten Verluste auch vor allem auf einen aeroben Stoffabbau zu begründen. Somit ist als Hauptverlustquelle bei Maissilagen die Nacherwärmungsproblematik zu nennen, welcher mit der Wahl geeigneter Siliermittel entgegengewirkt werden kann.

Luzerne hat sehr schlechte Gäreigenschaften mit hohen XP- und niedrigen Zuckergehalten. Damit sind die Verluste hauptsächlich auf anaeroben Stoffabbau zurückzuführen.

Die ermittelten TM-Verluste haben sich seit der letzten Auswertung durch Köhler et al. (2013) am Versuchsstandort leicht verbessert, was durch eine weitere Optimierung des Silagemanagements bedingt sein konnte. Verglichen mit Praxisbetrieben sind die berechneten Verluste an der Versuchsstation Grub als gering einzustufen und man muss in der Praxis durchaus mit höheren TM- sowie Nährstoffverlusten rechnen.

Die berechneten Größen sind als Orientierungswerte für Praxisbetriebe zu sehen, denn für genauere Ergebnisse ist die Stichprobenanzahl der Mischproben der einzelnen zu betrachtenden Größen zu vergrößern sowie die Anzahl der in der Auswertung befindlichen Fahrsiloanlagen. Die Versuchsmethodik ist in Abänderungen durchaus auch für den Praxiseinsatz geeignet, um die möglichen Verlustquellen eines jeden Betriebes ermitteln zu können und somit die Nährstoffeffizienz beim Grobfutter zu steigern.

## Literatur

Köhler, B., Diepolder, M., Ostertag, J., Thurner, S. & Spiekers, H. (2013): Dry matter losses of grass, lucerne and maize silages in bunker silos. Agricultural and Food Science, special issue of the XVI International Silage Conference in Hämeenlinna, Finnland, Vol. 22 No.1, 2013, p.145-150.

Richter, W., Zimmermann, N., Abriel, M., Schuster, M., Kölln-Höllrigl, K., Ostertag, J., Meyer, K., Bauer, J. & Spiekers, H. (2009): Hygiene bayerischer Silagen: Validierung einer Checkliste zum Controlling am Silo. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Schriftenreihe 09/2009, ISSN 1611-4159, 130 Seiten.

Rutzmoser, K., Spann, B. & Richter W. (2001): Vorschätzung von Silagen aus dem Grüngut – Teil 1. Fachinformation aus der Landwirtschaftsverwaltung in Bayern „Schule und Beratung, Heft 9/01, Landshut, ISSN 0941-360X, S. IV-10 bis IV-15.

Weißbach, F. & Kuhla, S. (1995): Stoffverluste bei der Bestimmung des Trockenmassegehaltes von Silagen und Grünfutter: Entstehende Fehler und Möglichkeiten der Korrektur. Übersichten Tierernährung 23: Seite 189-214.

Zimmer, E. (1980): Efficient silage systems. Proceedings of the British Grassland Society Occasional Symposium No 11 Brighton, UK. p. 186-197.

### Autorenanschrift

Evi Frimmer  
Dorfstraße 11, Ebertshausen  
82064 Straßlach-Dingharting  
evi.frimmer@gmail.com

# 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 23732218

BTC for Italy  
Tel. +39 03625121

BTC for Iberia  
Tel. +34 93521 4299

BTC for Greece  
Tel. +30 210 686 0205

A brand of

 **BASF**

We create chemistry

## Evaluation of performance parameters of weaned piglets receiving different natural growth promoters via feed application

**Sabine Pruckner<sup>1</sup>, Attila Kovács<sup>1</sup>, Roger Berrios<sup>1</sup>, Wolfgang Markert<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>BIOMIN Holding GmbH, Erber Campus 1, 3131 Getzersdorf, Austria

<sup>2</sup>BIOMIN Additive Deutschland GmbH, Am Güterbahnhof 7a, 37627 Stadtoldendorf, Germany

### Introduction

Organic acids are well-known to improve the feed hygiene and growth performance of animals (Dibner and Buttin, 2002, Papatsiros et al., 2012). Besides the effect on the feed hygiene and the performance of weaned and growing piglets, organic acids also have a beneficial effect on digestibility and nutrient resorption, as well as an antimicrobial function (Freitas et al., 2006, Roth et al., 1998). As every organic acid has a different mode of action, a combination of different organic acids gives interest in improving its efficacy (Franco et al., 2005) against *E.coli*, *Salmonella typhimurium* and animal performance compared to individual acids (Roth et al., 2009). The basic principle of the mode of action of organic acids on bacteria can be separated in two different categories. In terms of the pH of the environment and the pKa value of the organic acids, they act in dissociated form, reducing the pH of the given environment, or in undissociated form, penetrating the bacterial cell wall and disrupting the normal physiology of pH-sensitive bacteria (Brul and Coote, 1999).

Besides organic acids, phytochemicals also have proven antimicrobial activity. Phytochemicals are bioactive substances which occur naturally in plants having protective and disease preventive properties (Laura et al., 2009). Cinnamaldehyde, a phytochemical, has proven antimicrobial efficacy by targeting the FtsZ proteins that have an essential role in the cell division, inhibiting the formation of the Z-ring and cell division (Domadia et al., 2007).

The combination of organic acids and phytochemicals has selective antimicrobial action, reducing harmful, pathogenic bacteria and promoting beneficial microflora (Hellweg et al., 2006). Permeabilizing substances are able to weaken the outer membrane of Gram-negative bacteria, facilitating the entrance of organic acids and cinnamaldehyde in the cytoplasm of the bacteria (Alakomi et al., 2006). Some permeabilizing substances act as boosters for the organic acids and cinnamaldehyde in terms of antimicrobial efficacy (Alakomi et al., 2004).

The aim of the trial was to prove that the combination of organic acids (formic, propionic and acetic), a phytochemical and a permeabilizing substance (Biotronic® Top3, BIOMIN, Austria) can replace part of benzoic acid without affecting the growth performance of piglets.

### Materials and Methods

A trial was carried out at the Center of Applied Animal Nutrition (CAN) in Austria. 120 weaned piglets [(Landrace x Large White) x Pietrain] were assigned to 4 treatments with 3 replicate pens. All piglets were fed a 2-phase diet during the experimental period, where starter diet was fed between day 0 to 14 and grower diet from day 15 until the end of the trial. The negative control group (NC) received

standard diet with no antibiotic or natural growth promoter, diet of positive control group (PC) was supplemented with benzoic acid at an inclusion level of 5.0 kg/t of feed, diet of trial group I (NGP I) was supplemented with Biotronic® Top3 at an inclusion level of 2.0 kg/t of feed and trial group II (NGP II) diet contained Biotronic® Top3 at 1.0 kg/t of feed + benzoic acid at 3.0 kg/t of feed.

The duration of the trial was 42 days. The weight of each animal was recorded on day 1, 28 and 42. Daily feed consumption was recorded automatically. Feed conversion ratio and average daily gain were calculated.

## Results

The results of the present study showed that growth performance was improved in groups supplemented with Biotronic® Top3. Body weight (BW) at day 42 in NGP I was improved by 1.9% and 1.7% compared to NC and PC. BW of NGP II was 4.3% and 4.1% higher than NC and PC. Average daily gain (ADG) in NGP I was improved by 2.9% and 2.5% and in NGP II by 6.5% and 6.1% compared to NC and PC. NGP I had a slightly (0.6%) higher average daily feed intake (ADFI) than NC, whereas NGP II showed a by 4.4% and 2.5% higher ADFI compared to NC and PC. FCR was 2.2% and 3.8% lower in NGP I compared to NC and PC and it was decreased by 4.1% and 3.8% in NGP II compared to NC and PC. The differences between NGP II and PC were statistically significant ( $p < 0.05$ ) (*Table 1*). Based on cost-benefit analysis, PC had a loss of €265.60 compared to NC, resulting in a ROI of 1:-1.19. NGP I resulted in a net income of €727.54, obtaining a ROI of 1:2.48, while NGP II led to a net income of €1251.39 and resulted in a ROI of 1:1.58.

**Table 1.** Growth performance of weaned piglets in control and trial groups

| Parameters            | NC                 | PC                | NGP I             | NGP II            |
|-----------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| BW* (kg)              | 30.46              | 30.53             | 31.04             | 31.78             |
| ADG** (g)             | 476                | 478               | 490               | 507               |
| ADFI <sup>~</sup> (g) | 867                | 883               | 872               | 905               |
| FCR <sup>^^</sup>     | 1.82 <sup>ab</sup> | 1.85 <sup>b</sup> | 1.78 <sup>a</sup> | 1.78 <sup>a</sup> |

\* BW = Body weight; \*\* ADG = Average daily gain; <sup>~</sup> ADFI = Average daily feed intake; <sup>^^</sup> FCR = Feed conversion ratio

<sup>a,b</sup> values with different superscripts differ significantly ( $p < 0.05$ )

## Discussion

In the past organic acids were used individually to improve feed hygiene, but nowadays it is well-known that the use of a combination of acids instead of single acids is more beneficial due to a broader spectrum of activity (Van Immerseel et al., 2006). In addition, the combination of organic acids and phytochemicals has selective antimicrobial action by reducing harmful, pathogenic bacteria and promoting beneficial microflora (Hellweg et al., 2006) and permeabilizing substances are able to weaken the outer membrane of Gram-negative bacteria, facilitating the entry of organic acids and cinnamaldehyde in the cytoplasm of the bacteria (Alakomi et al., 2006). All this statements were confirmed in the above trial, where the group with benzoic acid alone had a lower effect on the growth performance of the animals than the combined product, where formic, propionic and acetic acid together with the cinnamaldehyde and the permeabilizing substance were added. This can be explained by the synergistic effect of using a blend of organic acids together with phytochemicals and permeabilizing substances.

## Conclusion

Supplementation of piglet diet with NGP enhanced weaning pig performance. The combination of NGP plus benzoic acid is more effective on the growth performance of piglets than benzoic acid alone. The combination is also more cost efficient with a ROI of 1:1.58 meaning an extra € 1.25/pig more earning for the end customer. This demonstrates that the NGP used in this trial can replace part of the benzoic acid in the feed while having a positive effect on the growth performance of the animals.

## References

- ALAKOMI, H.-L., ARRIEN, N., GORBUSHINA, A. A., KRUMBEIN, W. E., MAXWELL, I., MCCULLAGH, C., ROBERTSON, P., ROSS, N., SAARELA, M. & VALERO, J. Year. Inhibitors of biofilm damage on mineral materials (Biodam). *In: Proceedings of the 10th International Congress on Deterioration and Conservation of Stone*, 2004. International Council on Monuments and Sites: Stockholm, 399-406.
- ALAKOMI, H.-L., PAANANEN, A., SUIHKO, M.-L., HELANDER, I. & SAARELA, M. 2006. Weakening effect of cell permeabilizers on gram-negative bacteria causing biodeterioration. *Applied and environmental microbiology*, 72, 4695-4703.
- BRUL, S. & COOTE, P. 1999. Preservative agents in foods: mode of action and microbial resistance mechanisms. *International journal of food microbiology*, 50, 1-17.
- DIBNER, J. & BUTTIN, P. 2002. Use of organic acids as a model to study the impact of gut microflora on nutrition and metabolism. *The Journal of Applied Poultry Research*, 11, 453-463.
- DOMADIA, P., SWARUP, S., BHUNIA, A., SIVARAMAN, J. & DASGUPTA, D. 2007. Inhibition of bacterial cell division protein FtsZ by cinnamaldehyde. *Biochemical pharmacology*, 74, 831-840.
- FRANCO, L. D., FONDEVILA, M., LOBERA, M. B. & CASTRILLO, C. 2005. Effect of combinations of organic acids in weaned pig diets on microbial species of digestive tract contents and their response on digestibility. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 89, 88-93.
- FREITAS, L. S. D., LOPES, D. C., FREITAS, A. F. D., CARNEIRO, J. D. C., CORASSA, A., PENA, S. D. M. & COSTA, L. F. 2006. Effects of feeding organic acids for piglets from 21 to 49 days old. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35, 1711-1719.
- LAURA, A., ALVAREZ-PARRILLA, E. & GONZALEZ-AGUILAR, G. A. 2009. *Fruit and vegetable phytochemicals: chemistry, nutritional value and stability*, John Wiley & Sons.
- PAPATSIROS, V., CHRISTODOULOPOULOS, G. & FILIPPOPOULOS, L. 2012. The use of organic acids in monogastric animals (swine and rabbits). *J. Cell Anim. Biol*, 6, 154-159.
- ROTH, F., WINDISCH, W. & KIRCHGESSNER, M. 1998. Effect of potassium diformate (Formi (TM) LHS) on nitrogen metabolism and nutrient digestibility in piglets at graded dietary lysine supply. *Agribiological research (Germany)*.
- VAN IMMERSEEL, F., RUSSELL, J., FLYTHE, M., GANTOIS, I., TIMBERMONT, L., PASMANS, F., HAESEBROUCK, F. & DUCATELLE, R. 2006. The use of organic acids to combat Salmonella in poultry: a mechanistic explanation of the efficacy. *Avian Pathology*, 35, 182-188.

### Corresponding author

Sabine Pruckner DI  
BIOMIN Holding GmbH  
Erber Campus 1  
3131 Getzersdorf, Austria  
Tel.: +43 2782 803 11343  
sabine.pruckner@biomin.net



# 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® ≡**

# Effects of Lignocellulose Supplementation on Growth Performance and Health of Piglets: Preliminary Study

**Paola Superchi<sup>1</sup>, Alberto Sabbioni<sup>1</sup>, Mattia Sereni<sup>1</sup>, Silvio Zavattini<sup>1</sup>,  
Stephan Welp<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Department of Veterinary Science, Via del Taglio, 10 - 43126 Parma (Italy)

<sup>2</sup> J. Rettenmaier & Söhne GmbH + Co KG, 73494 Rosenberg (Germany)

## Introduction

The interaction between fibrous components of the diet and intestinal microbiota affects the development and maturation of the gastrointestinal tract (GIT), enhancing the mucosal immune system in weaning piglets (Montagne et al., 2003; Molist et al., 2009). The beneficial or detrimental effects of fiber in non-ruminant diets depend to a large extent on the physicochemical properties, such as solubility, viscosity, physical structure and water-holding capacity (Molist et al., 2014). The consumption of soluble and insoluble fiber has been shown to reduce, albeit in a different way, the Enterobacteriaceae counts in pigs' GIT (Sweeney et al., 2012). According to Hedemann et al. (2006), pigs fed high insoluble fiber diets might be better protected against pathogenic bacteria than pigs fed diets rich in soluble fiber. Evidence exists that insoluble fiber improves gut morphology and increases mucosal enzyme activity (Jin et al., 1994; Hanczakowska et al., 2008), decreases digesta retention time (Montagne et al., 2003; Heo et al., 2013) and increases water retention of the digesta (Freire et al., 2000; Högberg and Lindberg, 2006). The functional properties of insoluble or inert fiber sources in post-weaning pig diets seem to be related to a higher feed intake and development of the GIT (Molist et al., 2014). Moreover, the consumption of dietary fiber has been shown to regulate systemic and intestinal inflammation (Weber et al., 2008).

The aim of the study was to evaluate, under field conditions, if a lignocellulose supplementation affects the growth performance and health status of piglets.

## Materials and Methods

### Animals

The study involved 100 piglets [D x (Lw x L)], born from 8 pluriparous sows (parity order =  $3.5 \pm 1.5$ ), divided into 2 groups:

GROUP 0: Piglets received standard diets from days 22 to 31 (weaning) and from day 1 to 21 after weaning (n. 49 piglets).

GROUP PW: Piglets received a standard diet from days 22 to 31 (weaning) and a standard diet supplemented with 1% of lignocellulose (ARBOCEL<sup>®</sup> RC Fine) from day 1 to day 21 after weaning (n. 51 piglets).

From 52 to 64 days of age (end of post-weaning period) all groups received the same standard diet (on dry matter: CP 18.12 %; CF 4.08 %; Lysine 1.36 %; ME 3623 kcal/kg). During each period piglets had *ad libitum* access to diets and water.

During lactation piglets were reared in the same farrowing room (mean environmental temperature: 24.5 °C; mean relative humidity - RH: 81.9 %). After weaning and until 64th day of age (end of post-weaning period) piglets were split in pens (9 pens/group) and reared in the same nursery facility

under the same environmental conditions (mean temperature: 24.8 °C; mean RH: 56,6 %). Environmental conditions were detected daily (10:00 h) using a digital thermo-hygrometer (1620A Digital Thermometer-Hygrometer, Fluke Biomedical, Everett, Washington, USA).

At day 19 of age piglets were vaccinated against *Mycoplasma hyopneumoniae* and Porcine Circovirus Type 2 (PCV2).

Piglets were individually ear tagged and body weight (BW, kg) was measured at day 31 (weaning), at day 52 and at the end of post-weaning period (day 64).

Average daily weight gain (ADG, g) and average daily feed intakes (ADFI, g/day) were evaluated per litter during lactation and per pen during post-weaning period. Feed efficiency (FE, g of average daily gain/g of feed intake) was calculated.

Animals were checked daily to evaluate health status. Consistency of the feces per litter and per pen was daily evaluated and a rank (1 = liquid, 2 = soft, 3 = normal, 4 = hard) was assigned (Wellock et al., 2007). Diarrhea incidence (number of pigs/pen/group/d with back dirty) was evaluated (Hermes et al., 2009). Piglets with watery feces were treated with enrofloxacin (Baytril® 5%, Bayer HealthCare LLC, Shawnee Mission, Kansas 66201, U.S.A.). Mean number of antibiotic injections as a result of diarrhea were recorded (group/d).

## Statistical analysis

The data were subjected to ANOVA analysis using the GLM procedure (SAS 9.4, 2012) with the animal as the experimental unit for growth and the litter and pen as the experimental unit for feed intake and feed efficiency. Growth performance, feed intake and feed efficiency data were checked using a mixed model with group, sex and group x sex interaction as fixed factors, and sow nested within group or pen nested within group as random factors. For fecal score data, diarrhea incidence and number of antibiotic injections, and group were considered. Data are presented in tables as least squares means, and standard error means (SEM) is reported. Statistically significant differences were assumed using  $p \leq 0.05$ , as  $0.10 > p > 0.05$  was considered as a trend.

## Results

### Growth performance

The BW at day 31 was equal with 8.4 kg. At days 52 and 64 PW group showed significantly improved BW compared to 0 group with 13.0 kg vs 10.7 kg and 15.9 kg vs 13.9 kg (+ 21 % and + 14 %) ( $p < 0.05$ ) (Figure 1).

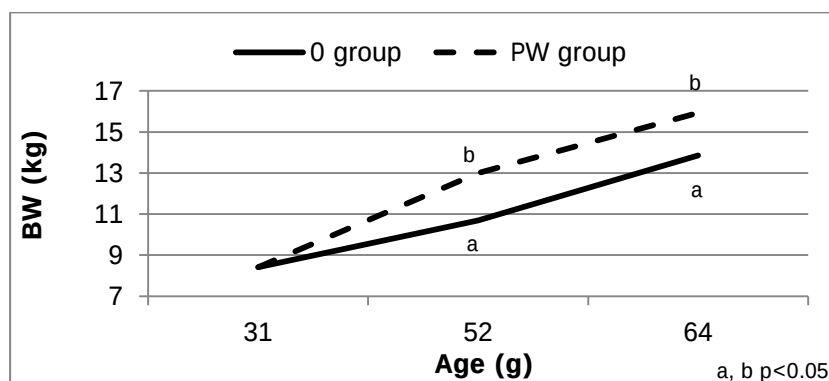


Figure 1: The effect of supplemented lignocellulose from day 31 to 51 in PW group compared to a standard diet (0 group) on body weight (BW).

From days 31 to 51 the PW group reached with 222 g a significantly higher ADG compared to 0 group with 104 g ( $p < 0.05$ ). The ADG at day 64 of the 0 group was still lower than the PW group (245 g vs 255 g), but not significant (Figure 2).

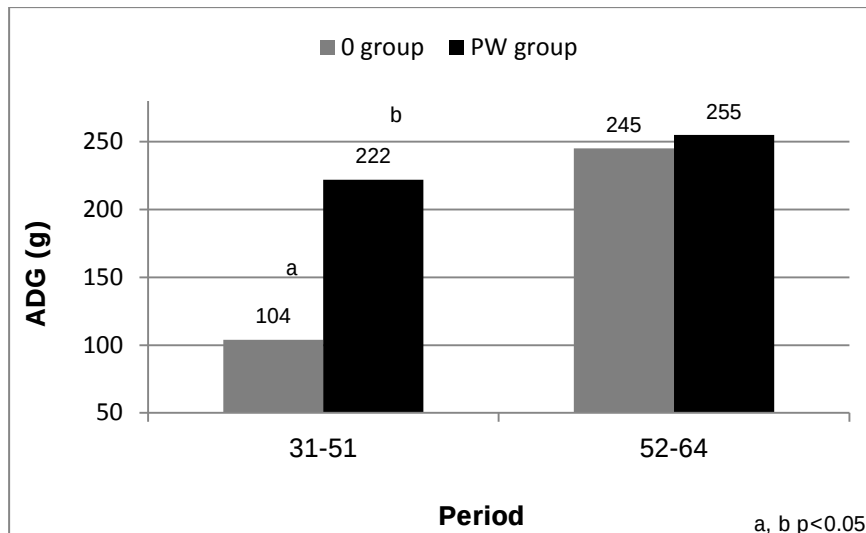


Figure 2: The effect of supplemented lignocellulose from day 31 to 51 in PW group compared to a standard diet (0 group) on average daily weight gain (ADG).

In cause of the addition of lignocellulose in the diet of PW group during days 31 to 51, the ADFI was significantly higher (559 g) than the control group (389 g) ( $p < 0.05$ ). Comparable results were measured for the ADFI during days 52 to 64, 0 group reached also tendentially lower ADFI rates than PW group (587 g vs 623 g) ( $p < 0.1$ ) (Figure 3).

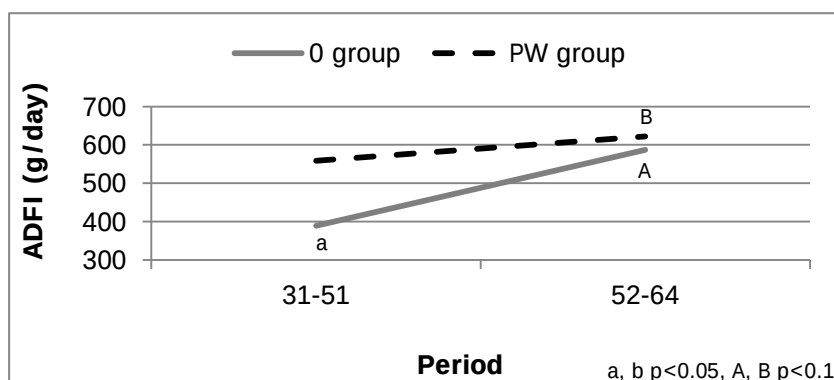


Figure 3: The effect of supplemented lignocellulose from day 31 to 51 in PW group compared to a standard diet (0 group) on average daily feed intake (ADFI).

The FE was significantly higher in PW group during the supplementation period between days 31 to 51 (0.39 vs 0.26) ( $p < 0.05$ ). The piglets in this group showed a + 50 % improved FE than the 0 group. From day 52 to the end of post-weaning period the FE was equal for both groups (Figure 4).

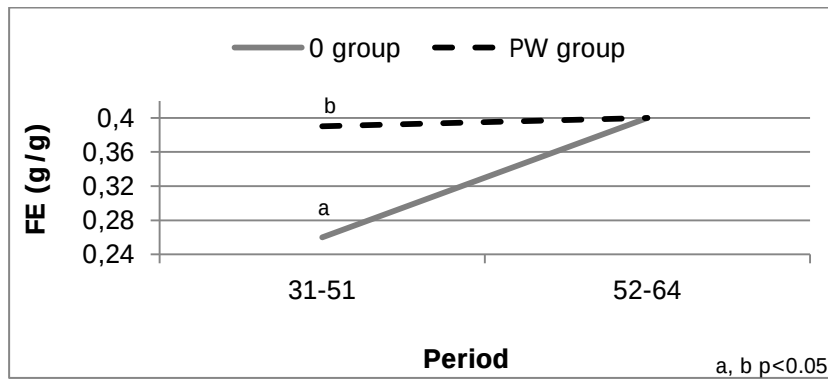


Figure 4: The effect of supplemented lignocellulose from day 31 to 51 in PW group compared to a standard diet (0 group) on feed efficiency (FE).

#### Fecal score, diarrhea incidence and antibiotic interventions

Although data from days 31 to 51 show that PW group had a significant reduced fecal score compared to the 0 group, is this difference not statistically relevant from days 52 to 64.

From 31 to 51 and 52 to 64 diarrhea incidence and antibiotic interventions did not differ among groups ( $p>0.05$ ).

## Discussion

Weaning is associated with a transient inflammation of the gut, and thus, controlling early intestinal inflammation is certainly a challenge in managing post-weaning gut disorders in piglets (Lallès et al., 2004). Growing evidence exists that dietary fiber have a positive effect on intestinal microflora and mucosal architecture and increases the gut health of piglets (Molist et al., 2009). Its functional properties seem to be related to a higher feed intake (Molist et al., 2014). Marion et al. (2002) showed that 56% of the histological variations in the proximal small intestine that occur at weaning are explained by the level of feed intake. In this study we observed that supplemented lignocellulose (ARBOCEL® RC Fine) in post-weaning diet favorably influences the feed intake and daily weight gain. The better daily weight gain and feed intake recorded in PW group could be explained due to the use of insoluble dietary fiber which mechanically enhances the capacity of the gut epithelium to secrete mucus, an important protector against invading organisms, and physical and chemical injury to the epithelium (Montagne et al., 2003). Therefore, the functional effects of ARBOCEL® RC Fine could be the foremost responsible for the high feed intake and daily gain observed in PW group.

## Conclusion

ARBOCEL® RC Fine in post-weaning diets enhances body weight, average daily weight gain, average daily feed intake and promotes beneficial effect in controlling diarrhea in piglets reared in good hygiene conditions.

## References

- Freire JPB, Guerreiro AJG, Cunha LF, Aumaitre A. (2000): Effect of dietary fibre source on total tract digestibility, caecum volatile fatty acids and digestive transit time in the weaned piglet. *Anim Feed Sci Technol* 87:71–83.
- Hanczakowska E, Świątkiewicz M, Białecka A (2008): Pure cellulose as a feed supplement for piglets *Medycyna Wet.* 64: 45-48.

- Hedemann MS, Eskildsen M, Laerke HN, Pedersen C, Lindberg JE, Laurinen P, Bach Knudsen KE (2006): Intestinal morphology and enzymatic activity in newly weaned pigs fed contrasting fiber concentrations and fiber properties. *J Anim Sci* 84: 1375-1386.
- Heo JM, Opapeju FO, Pluske JR, Kim JC, Hampson DJ, Nyachoti CM (2013): Gastrointestinal health and function in weaned pigs: a review of feeding strategies to control post-weaning diarrhoea without using in-feed antimicrobial compounds. *J Anim Physiol Anim Nutr* 97: 207-237.
- Hermes RG, Molist F, Ywazaki M, Nofrías M, Gomez de Segura A, Gasa J, Pérez JF (2009): Effect of dietary level of protein and fiber on the productive performance and health status of piglets. *J. Anim. Sci.* 87:3569–3577.
- Högberg A and Lindberg JE (2006): The effect of level and type of cereal non-starch polysaccharides on the performance, nutrient utilization and gut environment of pigs around weaning. *Anim Feed Sci Technol* 127:200–219.
- Jin L, Reynolds LP, Redmer DA, Caton JS, Crenshaw JD (1994): Effects of dietary fiber on intestinal growth, cell proliferation, and morphology in growing pigs. *J Anim Sci* 72:2270-2278.
- Lallès JP, Boudry G, Favier C, Le Floch N, Luron I, Montagne L, Oswald IP, Pié S, Piel C, Sève B. (2004): Gut function and dysfunction in young pigs: physiology. *Anim Res* 53: 301–316.
- Marion J, Biernat M, Thomas F, Savary G, Le Breton Y, Zabielski R, Huerou-Luron I, Le Dividich J (2002): Small intestine growth and morphometry in piglets weaned at 7 days of age. Effects of level of energy intake. *Reprod. Nutr. Dev.* 42:339–354.
- Molist F, Gómez de Segura A, Gasa J, Hermes RG, Manzanilla EG, Anguita M, Pérez JF (2009): Effects of dietary fibre on physicochemical characteristics of digesta, microbial activity and gut maturation in early weaned piglets. *Anim Feed Sci Technol* 149:346–353.
- Molist F, van Oostrum M, Pérez JF, Mateos GG, Nyachoti CM, van der Aar PJ (2014): Relevance of functional properties of dietary fibre in diets for weanling pigs. *Anim Feed Sci Technol* 189: 1-10.
- Montagne L, Pluske J R, Hampson DJ (2003): A review of interactions between dietary fiber and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminants animals. *Anim Feed Sci Technol*, 108: 95-117.
- Sweeney T, Collins CB, Reilly P, Pierce KM, Ryan M, O'Doherty JV (2012): Effect of purified  $\beta$ -glucans derived from *Laminaria digitata*, *Laminaria hyperborean* and *Saccharomyces cerevisiae* on piglet performance, selected bacterial populations, volatile fatty acids and pro-inflammatory cytokines in the gastrointestinal tract of pigs *Br J Nutr* 108: 1226-1234.
- Weber TE, Ziemer CJ, Kerr BJ (2008): Effects of adding fibrous feedstuffs to the diet of young pigs on growth performance, intestinal cytokines, and circulating acute-phase proteins *J Anim Sci* 86:871–881.
- Wellock IJ, Houdijk JGM & Kyriazakis I (2007): Effect of dietary non-starch polysaccharide solubility and inclusion level on gut health and the risk of post weaning enteric disorders in newly weaned piglets. *Livest Sci* 108: 186 –189. 8.

#### Corresponding author

Dr. Stephan Welp  
Holzmühle 1  
73494 Rosenberg  
Tel.: 07967-152598  
stephan.welp@jrs.de

# Dry grape extract supplementation in organic swine, a way to improve pork meat quality

Paul Engler<sup>1</sup>, Julia Piesk<sup>2</sup>, Nicolas Tessier<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Nor-Feed Sud, Angers, France

<sup>2</sup> Pulte GmbH & Co. KG, Grünwald, Germany

## Introduction

Meat quality is an important factor for the consumer and is more and more regarded as a critical criterion in the purchase decision. Several parameters are considered when talking about meat quality (Nam Kuk et al. 2008), such as meat color or quantity of “meat juice” in the packaging (drip loss). Studies have proven that an addition of antioxidant in meat preparations had a protective effect on the meat quality parameters (Brannan 2009, Kulkarni et al. 2011, Jongberg et al. 2011). This trial was conducted to evaluate the potential use of a commercial dry grape extract (Nor-Grape<sup>®</sup>, Nor-Feed Sud) as a natural source of antioxidant in the diet of the animal in order to improve the quality of its meat, compared to a control diet.

## Material and methods

Piglets from the same farrowing farm were randomly divided in two groups, 104 in the control group and 102 in the treated group. Both groups were fed the same classic growing diet until 130 days of age. The control group was then fed a typical finishing diet (with 25ppm vitamin E), and the Nor-Grape<sup>®</sup> group received the same diet supplemented with 10ppm of Nor-Grape<sup>®</sup>.

Both groups were slaughtered the same day at 182 days of age and a sample of 10 pork joints and 20 pork chops per group from different animals were packaged in a classic false-bottom polystyrene punnet, without modified atmosphere. All meat samples were stored at 4°C until the expiry date.

### Pork joints – Visual impact of drip loss:

A picture of each individual punnet standing vertically was taken on D+1, D+2, D+3, D+4, D+7, D+8 and D+9 days following the slaughtering. The visual impact of drip loss was evaluated and scored according to the instructions presented in table 1.

| Drip loss                                                            | Corresponding score |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------|
| No drip loss visible                                                 | 0                   |
| Little drip losses (hardly visible, a few drops)                     | 1                   |
| Medium drip losses (little visual impact)                            | 2                   |
| High drip losses (high visible impact when packaging vertical)       | 3                   |
| Tremendous drip loss (high visible impact when packaging horizontal) | 4                   |

**Table 1.** Scoring table

### **Pork joints – Quantity of drip loss:**

On the day of the expiry date (D+9), the punnets were opened and the content of each of them was drained individually in a glass beaker and weighed. The result was compared to the initial weight of the meat on the day of slaughter and expressed as a percentage of the initial meat weight.

However, due to the absorbent character of the polystyrene punnet, meat samples were also weighed in order to estimate the real loss. The weight of the pork joints on the expiry date was then compared to the one on the day of slaughter and the result was expressed as the percentage of total drip loss.

### **Pork chops – Evaluation of the color:**

On the expiry date, punnets were opened and pictures of the pork chops were taken in a controlled environment (no day light, constant artificial lighting, identical camera settings, identical distance between the meat sample and the camera).

20 random pairs were then created (one pork chops from each group) and randomly disposed in front of the camera (either on the left or on the right side of the picture taken). The 20 pictures were then anonymized and randomly presented to a panel of 26 consumers who had to individually assess whether they were able to detect any difference between the two samples of meat on the picture and in that case, which piece of meat appeared more red to them.

The results were then compared with the groups from which the redder pork chop from every single pair belonged and the overall percentage of times where a piece of meat from each group was identified as more red was calculated.

### **Statistics**

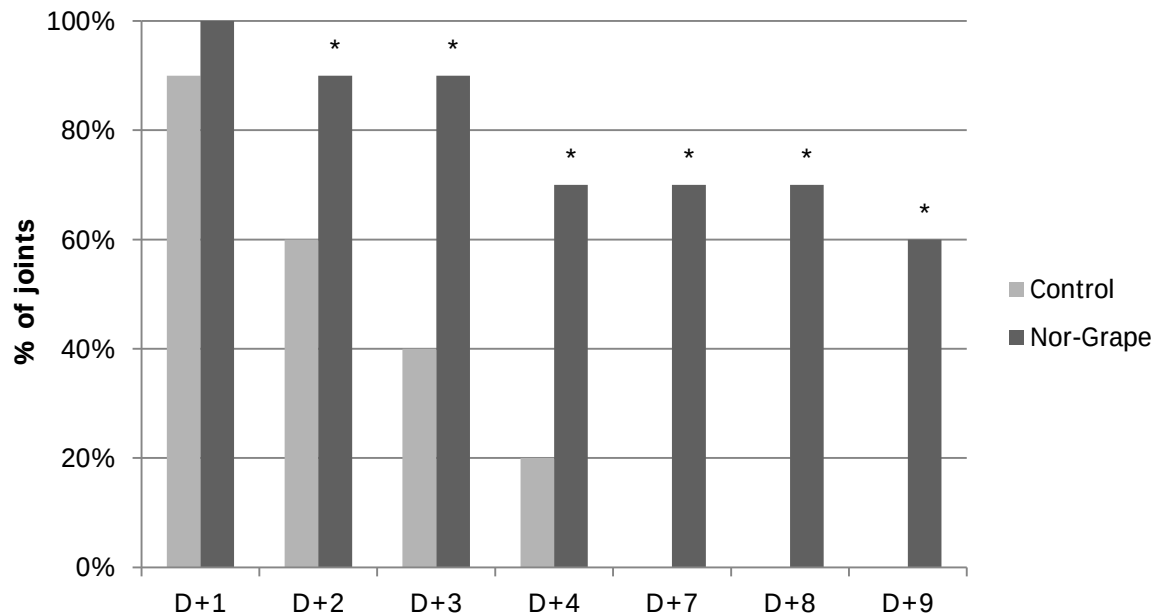
A statistical analysis of the collected data was performed using the software R (v3.2.1).

## **Results**

### **Pork joints – Visual impact of drip loss:**

A significant difference appeared between the two groups after only 2 days of storage where 40% of the joints from the control group presented a medium to important drip loss phenomenon compared to 10% of the joints from the Nor-Grape® group (Wilcoxon,  $p < 0,01$ ). The difference then increased with the number of days and stayed significant between the two groups ( $p < 0,01$ ). Moreover, whereas half of the pork joints presented a medium to important visible drip loss after only 3 days, this stage was never reached by the meat from the Nor-Grape® group as 60% of the pork joints presented no or little visible drip loss on the expiry date (Figure 1).

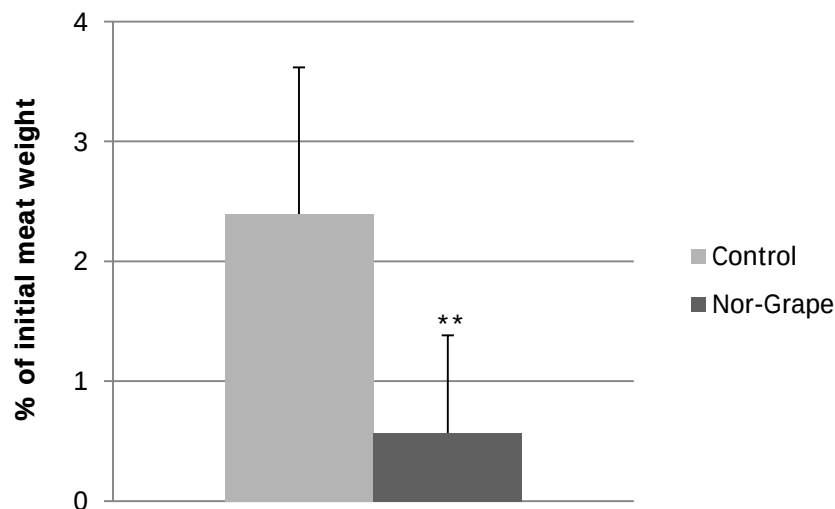




**Figure 1.** Percentage of joints with no or little visible drip loss in packaging.

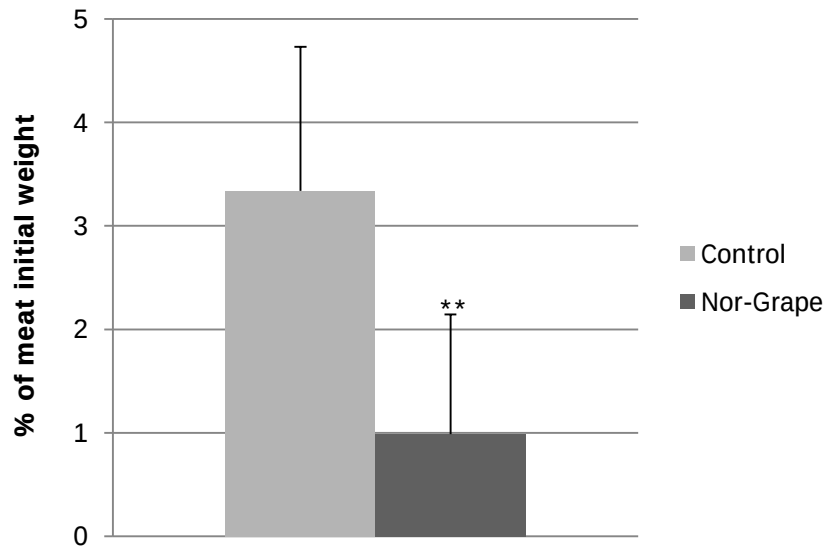
#### Pork joints – Quantity of drip loss:

At the opening of the punnets on the expiry date, the average proportion of drip loss drained from the containers of the control group was significantly higher than of the Nor-Grape® group, respectively representing 2.40% and 0.57% of the initial meat weight (Wilcoxon,  $p < 0.001$ , Figure 2).



**Figure 2.** Proportion of liquid drain from the punnet.

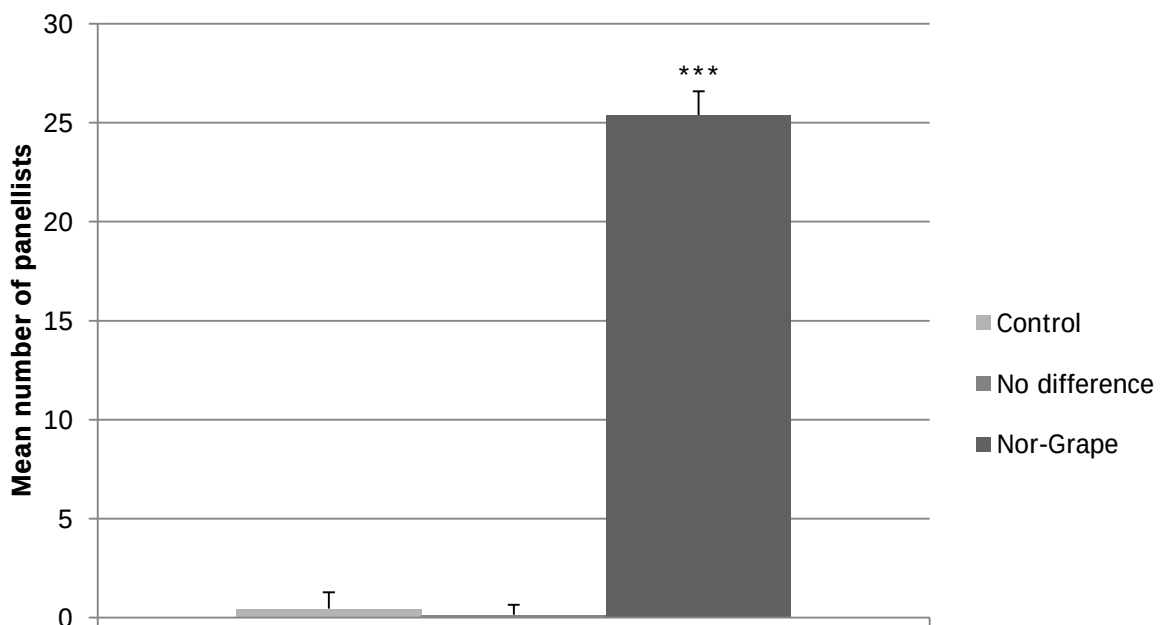
Moreover, results evidenced that the percentage of total weight of drip loss was significantly higher in the meat from the control group than in the Nor-Grape® group (3.34% of initial weight vs 0.99% respectively, Welsh,  $p < 0.001$ , Figure 3).



**Figure 3.** Proportion of total weight of drip loss.

#### Pork chops colour:

Over the 20 pairs of pork chops presented to the panellists, the meat from the Nor-Grape group was found more red by the consumers in 97.7% of cases (Figure 4). Moreover, following this criterion, the choice of the meat from the Nor-Grape group was made for over 90% of the panellists in 19 of the pairs, and over 80% for the 20 pairs.



**Figure 4.** Pork chop identified as "more red" by the consumer panel in the randomized evaluation. (\*\*\*) : Wilcoxon  $p < 0.0001$ )

## Discussion and conclusion

The results evidenced that the meat from pigs fed with the dry grape extract during a finishing period of 52 days in organic farming was significantly more resistant to drip loss than the meat from the control group. Furthermore, this supplementation also seems to enhance the red color of the meat. Thus, such a supplementation appears to have a beneficial effect on the parameters influencing the visual impact on the consumer which are involved in the act of purchase.

This trial was conducted in organic swine but the use of dry grape extract in conventional farming could potentially also lead to an improvement of the meat quality.

## References

- Nam Kuk K., Soohyun C., Seung Hwan L., Hye Ran P., Chang Soo L., Yong Min C., Yun Ho C., Duhak Y., Seok Ki I., Eung Woo P., (2008): Proteins in longissimus muscle of Korean native cattle and their relationship to meat quality. Meat Science Vol. 80, 1068-1073
- Brannan R.G. (2009): Effect of grape seed extract on descriptive sensory analysis of ground chicken during refrigerated storage. Meat Science Vol. 81, 598-595
- Kulkarni S. DeSantos F.A. Kattamuri S. Rossi J.S. Brewer M.S. (2011): Effect of grape seed extract on oxidative, color and sensory stability of a pre-cooked, frozen, re-heated beef sausage model system. Meat Science Vol. 88, 139-144
- Jongberg S. Skov S.H. Torngren M.A. Skibsted L.H. Lund M.N. (2011): Effect of white grape extract and modified atmosphere packaging on lipid and protein oxidation in chill stored beef patties. Food Chemistry Vol. 128, 276-283

### Corresponding author

Paul Engler  
Nor-Feed Sud  
3 rue Amedeo Avogadro  
49070 Beaucouzé, France  
paul.engler@nor-feedsud.fr  
www.nor-feedsud.fr

# Einsatz enzymproduzierender Mikroorganismen in Futter mit reduzierten Sojaschrotanteilen: Effekte auf Leistungsparameter und N-Ausscheidungen bei Mastschweinen

Ferdinand Brockhaus<sup>1</sup>, Alexandra Schlagheck<sup>1</sup>, Petra Prößler<sup>1</sup>, Rudolf Hartwigsen<sup>2</sup>, Georg Thaller<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Biochem Zusatzstoffe, Handels- und Produktionsgesellschaft mbH

<sup>2</sup> Universität zu Kiel, Institut für Tierzucht und Tierhaltung

## Einleitung

Für eine nachhaltige und moderne Schweineproduktion sind möglichst geringe Produktionskosten und Umweltbelastungen von zentraler Bedeutung. Hohe Futterkosten wirken sich negativ auf den Gewinn der Erzeuger aus, und hohe Nährstoffausscheidungen werden im Zuge der Novellierung der Düngeverordnung zu einer wachsenden Belastung für flächenknappere Betriebe. Daher spielen nährstoffreduzierte Rationen eine immer größere Rolle in der Schweinemast. Fütterungsstrategien bzw. -konzepte, die den Austausch von teuren Futterkomponenten ermöglichen und außerdem Stickstoffausscheidungen beim Schwein vermindern, sind stark gefragt. Dabei ist das Ziel, trotz Nährstoffreduzierung die Tierleistungen auf einem hohen Niveau zu halten oder sogar noch zu steigern. Futteradditive können dazu beitragen, die Futterqualität bzw. bestimmte Futterkomponenten aufzuwerten, d.h. die Nährstoffverfügbarkeit zu verbessern. Nachfolgend beschriebener Versuch zeigt die Effekte des Zusatzstoffes BioPlus<sup>®</sup> YC auf die Mast- und Schlachtleistung sowie die N-Ausscheidungen von Schweinen, die ein Futter mit reduzierten Sojaschrotanteilen erhielten.

## Material und Methoden

48 männliche, kastrierte Ferkel und 48 weibliche Ferkel (Danzucht x Piétrain) wurden mit einem durchschnittlichen Gewicht von 25kg eingestallt. Es gab zwei Fütterungsgruppen. Die Kontrollgruppe erhielt ein Standardfutter ohne Probiotikum. Bei dem Futter der Versuchsgruppe wurden 2% Soja durch 2% Weizen ausgetauscht. Dabei wurde der Sojaschrotanteil um 9,8%, 10,8% und 12,9% (rel.) reduziert und der Rohproteingehalt um 0,6 - 0,7% (abs.) abgesenkt. Des Weiteren enthielt das Versuchsfutter den probiotischen Zusatzstoff BioPlus<sup>®</sup> YC mit einer Dosierung von 400g/t Futter (=1,28 x 10<sup>9</sup> KBE/kg Futter). BioPlus<sup>®</sup> YC besteht aus *Bacillus subtilis* DSM 5750 und *B. licheniformis* DSM 5749 im Verhältnis 1:1. Tabelle 1 zeigt die Nährstoffgehalte des Kontroll- und Versuchsfutters in der Vor-, Mittel- und Endmast.

Tab. 1: Nährstoffgehalte von Kontroll- und Versuchsfutter

|            | Mastabschnitt<br>(Gewicht in kg) | Energie<br>(MJ ME/kg) | Lysin (%) |          | Rohprotein (%) |           |
|------------|----------------------------------|-----------------------|-----------|----------|----------------|-----------|
|            |                                  |                       | Kontrolle | Versuch* | Kontrolle      | Versuch** |
| Vormast    | >25                              | 13,7                  | 1,15      | 1,11     | 17,3           | 16,7      |
| Mittelmast | >60                              | 13,6                  | 1,01      | 0,97     | 16,6           | 16,0      |
| Endmast    | >85                              | 13,6                  | 0,90      | 0,86     | 15,7           | 15,0      |

\*Austausch von 2% (abs.) Sojaschrot durch 2% Weizen plus 400ppm BioPlus<sup>®</sup> YC (*B. licheniformis* und *B. subtilis*) (=1,28 x 10<sup>9</sup> KBE/kg Futter)

Die Tiere wurden in Zweiergruppen gehalten. Jeweils zwei Tiere teilten sich einen Futterautomaten. Das durchschnittliche Mastendgewicht betrug 120kg. Es wurden Einzeltiergewichte am Versuchsanfang und -ende sowie bei jedem Futterwechsel dokumentiert. Des Weiteren wurde die Futteraufnahme pro Futterautomat, die Mortalität und wichtige Schlachtdaten dokumentiert.

Als Auswertungsmodell wurde SAS V. 9.1 verwendet. In den Varianzanalysen wurde der Effekt der Fütterungsgruppe und des Geschlechtes als Faktorvariable sowie das Anfangsgewicht der Tiere im Mastabschnitt als Kovariable berücksichtigt.

Die N-Ausscheidungen und der Flächenbedarf für die Gülleverwertung wurden aus den Futtermengen, den Nährstoffgehalten des Futters und den Leistungsergebnissen der jeweiligen Gruppe kalkulatorisch ermittelt. Dabei fanden Vergleichswerte und Vorgehensweisen der DLG (DLG, 2014) und der GFE (GFE, 2012) Berücksichtigung.

## Ergebnisse

Während der Vor-, Mittel- und Endmast ließen sich kleine Unterschiede in der Mastleistung zwischen den beiden Fütterungsgruppen verzeichnen, die sich allerdings statistisch nicht absichern ließen. In der Endmast waren die Gewichtszunahmen der BioPlus® YC-Gruppe um 79g höher im Vergleich zur Kontrollgruppe. Bei Betrachtung der gesamten Mastperiode ließen sich für die BioPlus® YC-Gruppe 23g höhere Tageszunahmen verzeichnen. Außerdem hatten die Tiere der Versuchsgruppe im Vergleich zur Kontrolle eine verbesserte Futterverwertung von -0,07. Ein Tier schied vorzeitig aus der BioPlus® YC-Versuchsgruppe aufgrund gesundheitlicher Probleme, die nicht auf die Fütterung zurückzuführen waren, aus.

Tab. 2: Mast- und Schlachtleistungen (Mittelwerte)

|                                   | Kontrolle | Versuch* |
|-----------------------------------|-----------|----------|
| Tierzahl                          | 48        | 47       |
| Mastdauer (Tage)                  | 92,4      | 90,6     |
| Tägliche Zunahmen (g/Tag)         |           |          |
| Vormast (37 Tage)                 | 994       | 1000     |
| Mittelmast (Tag 38-65)            | 1039      | 1031     |
| Endmast (Tag 66-Schlachtung)      | 1101      | 1180     |
| Gesamte Mast                      | 1034      | 1057     |
| Futterverwertung 1: (kg/kg)       |           |          |
| Vormast (37 Tage)                 | 1,63      | 1,61     |
| Mittelmast (Tag 38-65)            | 2,76      | 2,79     |
| Endmast (Tag 66-Schlachtung)      | 3,79      | 3,58     |
| Gesamte Mast                      | 2,64      | 2,57     |
| Schlachtgewicht (kg)              | 95,6      | 96,1     |
| Schlachtausbeute (%)              | 79,4      | 79,2     |
| Magerfleisch (%)                  | 55,2      | 55,4     |
| Magerfleischwachstumsrate (g)     | 452       | 465      |
| Magerfleischfutterverwertung (kg) | 5,89      | 5,53     |

\* im Versuchsfutter Austausch von 2% (abs.) Sojaschrot durch 2% Weizen plus 400ppm BioPlus® YC (B. licheniformis und B. subtilis) (=1,28 x 10<sup>9</sup> KBE/kg Futter)

In Bezug auf die Schlachtergebnisse hatten die Tiere der BioPlus® YC-Gruppe tendenziell ein höheres Schlachtgewicht und einen höheren Magerfleischanteil (Tabelle 2). Die Unterschiede waren statistisch nicht abzusichern.

Die Kalkulation der unterschiedlichen N-Ausscheidungen der Mastschweine ist vergleichend in Tabelle 3 dargestellt. Die N-Ausscheidungen der Versuchstiere konnten im Vergleich zu denen der Kontrolltiere um 9,25% gesenkt werden. Umgerechnet auf den Flächenbedarf eines 1000 Mastplätze umfassenden Stalles und unter Berücksichtigung der Vorschriften der Düngeverordnung kann der Flächenbedarf dadurch um 4,88 ha verringert werden.

Tab. 3 Kalkulation der N-Ausscheidungen und des Flächenbedarfes

|                                       | Vormast   |           | Mittelmast |           | Endmast   |         | Gesamt    |         |
|---------------------------------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|---------|-----------|---------|
|                                       | Kontrolle | Versuch   | Kontrolle  | Versuch   | Kontrolle | Versuch | Kontrolle | Versuch |
| N im Futter (g/kg)                    | 27,73     | 26,73     | 26,6       | 25,58     | 25,08     | 24,06   | 26,47     | 25,457  |
| N-Aufnahme pro Schwein gesamt (kg)    | 1,65      | 1,59      | 2,13       | 2,05      | 2,79      | 2,54    | 6,57      | 6,18    |
| N-Ansatz gemäß GFE* (kg/Schwein)      | 0,896     | 0,896     | 0,734      | 0,734     | 0,706     | 0,706   | 2,34      | 2,34    |
| N Ausscheidung pro Schwein (kg/Tier)* | 0,76      | 0,69      | 1,39       | 1,31      | 2,08      | 1,83    | 4,23      | 3,84    |
|                                       |           | Kontrolle | Versuch    | Differenz |           |         |           |         |
| N-Anfall gesamt (kg/Mastplatz)**      |           | 12,69     | 11,52      | 9,25%     |           |         |           |         |
| Anzahl Mastplätze [n/ha] ***          |           | 18,95     | 20,89      | 1,94      |           |         |           |         |
| Flächenbedarf [ha/1000 Mastplätze]    |           | 52,76     | 47,88      | 4,88      |           |         |           |         |

\* Kalkulation nach GFE, 2006; \*\* 3 Durchgänge; \*\*\* 243 kg N/ha plus; -30% Lagerverluste= 170 kg N/ha

Durch den Austausch von Sojaschrot und Weizen im Futter der Versuchstiere konnten erhebliche Mengen Sojaschrot eingespart werden. Tabelle 4 zeigt die eingesparten Mengen in der jeweiligen Mastphase. Bei einem Stall mit 1000 Mastplätzen hätten somit alleine während eines Durchgangs 5,8 Tonnen Sojaschrot eingespart werden können. Bei 3 Durchgängen wären das 17,4 Tonnen Einsparung im Jahr.

Tab 4. Futtermenge und Sojaschrot Bedarf

|                          | Bedarf Soja-X |         |
|--------------------------|---------------|---------|
|                          | Kontrolle     | Versuch |
| Vormast (kg)             | 12,21         | 10,98   |
| Mittelmast (kg)          | 14,8          | 13,22   |
| Endmast (kg)             | 17,21         | 14,25   |
| Saldo (kg)               | 44,2          | 38,4    |
| Differenz:               | 5,8 kg        |         |
| Bei 1000 MS*:            | 5,8 t         |         |
| Bei 3 Umtrieben im Jahr: | 17,4 t        |         |

\* MS, Mastschweine

## Diskussion

Aufgrund des Bestrebens nach einer umweltfreundlichen und ressourcenschonenden Tierproduktion werden unter anderem Strategien gesucht, die vermeidbare Umweltbelastungen reduzieren und Futterkosten einsparen. Ebenso wird versucht, den Einsatz importierter Proteinquellen wie Soja zu verringern. Dies ist heute ohne negative Auswirkungen auf Tierleistung und Gesundheit möglich. Während Probiotika schon lange dafür bekannt sind, die Darmgesundheit positiv zu beeinflussen, kann mit dem Einsatz von BioPlus® YC auch die Nährstoffausnutzung positiv beeinflusst werden. Dafür werden zwei speziell selektierte Bakterienstämme verwendet: *B. subtilis* wurde aufgrund seiner enzymproduzierenden Eigenschaft ausgewählt, während *B. licheniformis* in erster Linie als Darmflorastabilisator fungiert. Daraus ergibt sich eine einzigartige probiotische Kombination, die aufgrund ihrer Hitzeunempfindlichkeit zudem auch problemlos in pelletiertem Futter eingesetzt werden kann. Nach Alexopoulos et al. (2004a) hat der Einsatz des Probiotikums BioPlus® YC nicht nur einen positiven Einfluss auf den Gesundheitsstatus von Sauen und Saugferkeln, sondern hat auch bei Absetzferkeln sowie in der Mast Vorteile (Alexopoulos et al., 2004b).

Ziel dieses Versuches war es, die direkten und indirekten Effekte von BioPlus® YC auf die Mast- und Schlachtleistungen, sowie auf die Nährstoffausscheidungen von Schweinen aufzuzeigen, die ein Futter mit niedrigerem Sojaschrotanteil erhielten.

Im präsentierten Versuch konnten die Ergebnisse bisheriger Erfahrungen bestätigt werden, die zeigten, dass die BioPlus® YC-Gabe in nährstoffreduziertem, kostenoptimiertem Futter mindestens zu vergleichbaren Leistungen wie in der Kontrollgruppe führte (Prößler et al., 2014). Trotz der geringeren Soja- und höheren Weizengehalte im Versuchsfutter konnten keine Leistungseinbußen oder negativen Auswirkungen auf die Schlachtkörperqualität beobachtet werden. Die Ergebnisse stützen sich auf die These, dass die über BioPlus® YC zugesetzten enzymproduzierenden Mikroorganismen, durch eine Steigerung der Nährstoffverdaulichkeit des Futters einerseits und durch eine Stabilisierung der Darmflora andererseits, die Leistung positiv beeinflussen können.

Zusätzlich zu den positiven Einflüssen auf Leistung und Verdaulichkeit konnten die N-Ausscheidungen und der Bedarf von Sojaschrot im Futter der Tiere gesenkt werden.

Wie in Tabelle 3 dargestellt, verringern sich die N-Ausscheidungen um 9,25%, was bei einem 1000er Maststall eine Verringerung des Flächenbedarfes um 4,88 ha zur Folge hat. Dadurch können weitere Kosten eingespart werden. Insbesondere bei flächenknappen Betrieben fallen dadurch Pachtkosten oder Kosten für die Abgabe der überschüssigen Gülle weg. Im Zuge verringerter N-Ausscheidungen der Tiere senkt sich auch die Belastung durch Ammoniak im Stall. Nach einer Studie von Wang et al. (2009) konnten mithilfe von BioPlus® YC ebenfalls Ammoniakemissionen aus der Gülle reduziert werden. Daher ist der Einsatz besonders in Gebieten interessant, in denen Emissionen und Austräge aus der Tierhaltung zu zunehmenden Umweltbelastungen führen. Das Risiko einer Überschreitung von Grenzwerten kann reduziert werden.

Tabelle 4 stellt die im Versuch eingesparten Mengen an Sojaschrot dar. Zudem wird gezeigt, welche Auswirkungen dies im Umkehrschluss auf den Bedarf eines 1000er Maststalles hat. Hochgerechnet ergibt sich eine Einsparung von 17,4 Tonnen Sojaschrot im Jahr. Vor dem Hintergrund langjähriger und anhaltender Kritik an der Einfuhr proteinhaltiger Futtermittel aus ökologisch sensiblen Gebieten, kann dieser Versuch als innovativer und moderner Lösungsbeitrag verstanden werden, um hohe Sojaanteile in den Rationen von Mastschweinen zu verringern. Dies kann einen sinnvollen Beitrag zur Kostenoptimierung des Futters darstellen und zu mehr gesellschaftlicher Akzeptanz in der Bevölkerung führen.

## Schlussfolgerung

Dieser Versuch zeigt, dass der Einsatz von BioPlus® YC in Futter mit reduzierten Sojagehalten im Vergleich zur Kontrolle zu gleichen bzw. sogar tendenziell besseren Mast- und Schlachtleistungen und zu geringeren N-Ausscheidungen bei den Schweinen der Versuchsgruppe führt. Somit bietet BioPlus® YC eine sehr gute Möglichkeit, um teure Proteinquellen und Ressourcen einzusparen und um Umweltbelastungen zu verringern.

## Literatur

Alexopoulos C., Georgoulakis I.E., Tzivara A., Kritas S.K., Siochu A., Kyriakis S.C. (2004a): Field evaluation of the efficacy of a probiotic containing *Bacillus licheniformis* and *Bacillus subtilis* spores, on the health status and performance of sows and their litters. *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 88, 381–392

Alexopoulos C., Georgoulakis I.E., Tzivara A., Kyriakis C.S., Govaris A., Kyriakis S.C. (2004b): Field Evaluation of the Effect of a Probiotic-containing *Bacillus licheniformis* and *Bacillus subtilis* Spores on the Health Status, Performance, and Carcass Quality of Grower and Finisher Pigs. *J. Vet. Med. A* 51, 306–312

Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e. V. (DLG) (2014): Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere, 2. Auflage, S. 75

Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE) (2006): Empfehlungen zur Energie und Nährstoffversorgung von Schweinen, S. 30-31.

Prößler P., Schlagheck A., Hartwigsen R., Thaller G. (2014): Efficient pig fattening with enzyme-producing micro-organisms. *BAT Proceedings*, 189 – 193

Wang Y., Cho J. H., Chen Y.J., Yoo J. S., Huang Y., Kim H. J., Kim I. H. (2009): The effect of probiotic BioPlus® 2B on growth performance, dry matter and nitrogen digestibility and slurry noxious gas emission in growing pigs. *Livestock Science* 120, 35 – 42

## Autorenanschrift

Ferdinand Brockhaus  
Biochem Zusatzstoffe Handels- u. Produktionsges. mbH  
Küstermeyerstr. 16  
D-49393 Lohne  
brockhaus@biochem.net



# BioPlus® Yc

MULTI-  
SPECIES



## ENZYMPRODUZIERENDE MIKROORGANISMEN

- ⊕ Stabilisieren die Darmflora
- ⊕ Verbessern die Proteinverdaulichkeit
- ⊕ Reduzieren N-Ausscheidungen



[www.biochem.net](http://www.biochem.net)

 **Biochem**

Feed Safety for Food Safety®

# Supplementation with Plant Alkaloids Decreased Stress and *Salmonella* Shedding in Pigs after Transportation to the Slaughterhouse

Valeria Artuso-Ponte<sup>1\*</sup>, T. Steiner<sup>2</sup>, I. Rogge<sup>2</sup>, S. Moeller<sup>3</sup>, P. Rajala-Schultz<sup>1</sup> and W. Gebreyes<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Veterinary Preventive Medicine, College of Veterinary Medicine, The Ohio State University, Columbus, OH, U.S.A. <sup>2</sup>Phytobiotics Futterzusatzstoffe GmbH, Eltville, Germany. <sup>3</sup>Department of Animal Sciences, College of Food, Agricultural, and Environmental Sciences, The Ohio State University, Columbus, OH, U.S.A

## Introduction

Salmonellosis is one of the leading foodborne diseases worldwide and the consumption of contaminated pork has been associated with nearly 1% of all human salmonellosis (Hoelzer et al., 2011). Infected pigs entering the abattoir are considered the primary source of carcass contamination (Davies, 2011). Several factors including stress due to transportation has shown to increase *Salmonella* shedding even among pigs with subclinical infections thus increasing the food safety risk (Verbrugghe et al., 2011).

The use of herbal extracts, such as sanguinarine and chelerythrine has been proposed as a good alternative to the use of in-feed antibiotics to enhance growth in pigs (Robbins et al., 2013). These quaternary benzo(c)phenanthridine alkaloids (QBA) compounds have shown anti-inflammatory, antimicrobial and immunomodulatory properties and to increase the availability of aromatic amino acids such as tryptophan (Colombo and Bosisio, 1996; Drsata et al., 1996). Additionally, QBA supplementation decreased *Salmonella* shedding and improved intestinal permeability in nursery pigs (Robbins et al., 2013). However, the effect of QBA supplementation on transportation-stress response in finishing pigs and its relevance to pork safety has not been investigated. The objectives of the present study were to: 1) evaluate the effect of QBA supplementation on salivary cortisol concentrations; 2) determine correlation between cortisol levels and *Salmonella* shedding; and 3) assess the effectiveness of QBA supplementation on *Salmonella* shedding and carcass contamination.

## Materials and Methods

A total of 82 pigs (initial body weight: 47.9 ± 7.2 kg) were enrolled in a randomized controlled intervention study. Animals were blocked by litter, breed and sex and randomly assigned to nine pens. Two empty pens and a solid barrier prevented the direct contact between different treatment groups. Feed and water were provided *ad libitum*. All procedures described below were approved by The Ohio State University Institutional Animal Care and Use Committee (IACUC). On day 0 (D 0) and D 9 (booster challenge), all pigs received 15 ml of a bacterial suspension *per os* containing a cocktail of approximately 10<sup>8</sup> CFU/ml of *Salmonella* Bovismorbificans, Newport, Hartford and Meleagridis serovars isolated from the study pigs. The resident *Salmonella* serovars were pan-susceptible to a panel of 12 antibiotics (CLSI, 2012).

Fourteen days after the initial oral challenge (D 14), treatments and control groups were randomly assigned to the pens. Pigs in treatment 1 (T1; *n* = 27) received supplementation with 150 g QBA /ton

of feed for two weeks. Pigs in treatment 2 (T2;  $n = 27$ ) received supplementation with 150 g QBA/ton of feed for two weeks and 100 g QBA/1000 l of drinking water during the last three days to augment the effect of in-feed QBA. No supplementation was given to pigs in the control group (CON;  $n = 28$ ). QBA treatment consisted in a feed or water additive containing at least 1-1.5% sanguinarine (Sangrovit® and Sangrovit® WS, Phytobiotics GmbH, Eltville, Germany).

On day 28 (D 28), all pigs were transported to the slaughterhouse located about 45-50 minutes from the farm. All pigs were unloaded to the lairage (holding) pens and slaughtered after approximately 19 hours (D 29). No direct (nose to nose) contact was allowed between pigs of different treatment groups during transport or lairage.

**Samples Collection and Processing:** Saliva was collected from all pigs using a cotton swab (Salivette® Cortisol, SARSTEDT AG & Co., Germany) on D 0, D 14, D 27 and D 28. Pigs were allowed to chew the cotton swab for approximately 60 seconds or until the cotton was thoroughly saturated with saliva. Upon arrival, all samples were centrifuged at  $1,500 \times g$  at 4 °C for 10 minutes (Shen et al., 2012) and the saliva obtained was stored at -80 °C until further processing. A total of 310 saliva samples (T1,  $n = 107$ ; T2,  $n = 104$ ; CON,  $n = 99$ ) were analyzed in duplicate for determination of salivary cortisol concentrations as a measure of stress by using a commercially available enzyme immunoassay kit (Salimetrics LLC, State College, PA). The intra- and inter-assay coefficients of variation were found to be 6 % and 2.9 % respectively.

Fresh fecal matter was aseptically collected from the rectum of all pigs on D 0, D 3, D 14, D 21, D 27 and D 28 and individually placed into sterile bags (Nasco Whirl-Pak® Easy-To-Close, Fort Atkinson, WI). A total of 384 fecal samples were collected (T1,  $n = 129$ ; T2,  $n = 130$ ; CON,  $n = 125$ ) and the genomic DNA was extracted by using the QIAamp® Fast DNA Stool Mini Kit (QIAGEN, Valencia, CA) following manufacturer's instructions. Carcass swabs were collected from all carcasses (internal and external surfaces) after evisceration and before final wash and chilling using sterile sponges (Nasco Whirl-Pak® Speci-Sponge®, Fort Atkinson, WI) pre-moistened with 10 ml of Buffered Peptone Water (BPW, D 29). To extract the genomic DNA, a total of 72 sponges (T1,  $n = 25$ ; T2,  $n = 23$ ; CON,  $n = 24$ ) were placed into individual sterile containers with 50 ml of a 0.02 % Tween 20 (Sigma, St. Louis, MO) solution and agitated for 30 minutes in a shaker at 37 °C. Subsequently, 15 ml of the liquid was poured into a sterile 15 ml Falcon tube (BD Falcon® Franklin Lakes, NJ) and centrifuged at  $1,500 \times g$  for 10 minutes to obtain the pellet (Guy et al., 2006). Finally, the DNA was extracted using the DNeasy® Blood & Tissue kit (QIAGEN, Valencia, CA) following manufacturer's directions. All fecal samples and carcass swabs were analyzed in triplicate for the quantification of *Salmonella* by performing a quantitative real-time PCR assay (qPCR) to amplify a 119-base pair fragment of the *invA* gene, as previously described (Hoorfar et al., 2000).

**Statistical analysis:** Salivary cortisol was analyzed using the MIXED procedure of SAS (SAS 9.4). The final model included the effect of treatment, day of sample collection, their interaction and sex. The Kruskal-Wallis test was performed for the analysis of *Salmonella* shedding and carcass contamination between treatment groups. Furthermore, the Wilcoxon Sum Rank (Mann-Whitney) test and the Wilcoxon Signed Rank test were performed to conduct pairwise comparisons between and within treatment groups respectively. The Spearman rank correlation coefficient ( $r_s$ ) was calculated to determine the association between salivary cortisol and *Salmonella* shedding at D 28 and it was interpreted as described previously (Mukaka, 2012). For all analyses, a  $P$ -value < 0.05 was considered significant.

## Results

The Spearman rank correlation coefficient revealed a very high to a high positive association between salivary cortisol and *Salmonella* shedding after transportation in all groups, with the highest  $r_s$  in the CON group (Figure 1;  $r_s = 0.93$ ,  $P < 0.001$ ), followed by T1 ( $r_s = 0.85$ ,  $P = 0.0002$ ) and T2 ( $r_s = 0.82$ ,  $P = 0.0006$ ).

**Salivary cortisol:** Overall, mean concentrations of salivary cortisol decreased significantly in all groups from D 0 to D 27 (Figure 2;  $P < 0.0001$ ). After transportation to the slaughterhouse (D 28) only the CON group showed a significant increase in salivary cortisol as compared to D 27 (1.87 ng/ml to 5.48 ng/ml,  $P < 0.0001$ ). Additionally, the mean salivary cortisol on D 28 was significantly higher in the CON group than in T1 (5.48 ng/ml versus 2.73 ng/ml,  $P = 0.0002$ ) and T2 (5.48 ng/ml versus 1.88 ng/ml,  $P < 0.0001$ ).

***Salmonella* fecal shedding:** *Salmonella* shedding was significantly different between groups at D 27 (Figure 3;  $P = 0.0002$ ) and D 28 ( $P = 0.01$ ). At D 27 (before transportation), pigs in the CON group shed lower amounts of *Salmonella* as compared to pigs receiving either in-feed QBA ( $P < 0.0001$ ) or in-feed and water soluble QBA ( $P = 0.001$ ). At D 28 (after transportation), pigs in T2 shed significantly lower numbers of *Salmonella* as compared to T1 ( $1.3E+02$  CFU/g versus  $8E+03$  CFU/g,  $P = 0.002$ ), implying a better response when QBA was added to the drinking water, perhaps due to a higher bioavailability (del Castillo et al., 1998). However, the differences were not statistically significant between T2 and the CON group ( $1.3E+02$  CFU/g versus  $5.9E+02$  CFU/g,  $P = 0.08$ ). In addition, pigs in the CON group showed a significant increase in *Salmonella* shedding after transportation ( $6E+01$  CFU/g to  $5.9E+02$  CFU/g,  $P = 0.04$ ). Conversely, pigs in T2 exhibited a significant decrease in *Salmonella* shedding after transportation as compared to pre-transport levels ( $3.8E+02$  CFU/g to  $1.3E+02$  CFU/g,  $P = 0.03$ ).

**Carcass contamination with *Salmonella*:** *Salmonella* was detected in 37.5% (27/72) of all carcasses. The quantity of *Salmonella* contaminating the carcasses was significantly different between treatment groups (Figure 4;  $P = 0.03$ ). The amount of *Salmonella* contaminating the carcasses in the CON group was significantly higher as compared to both T1 and T2 ( $3.7E+01$  CFU/ml versus  $9E+00$  CFU/ml and  $1E+01$  CFU/ml respectively,  $P = 0.01$ ).

## Discussion

The primary findings of this study are: 1) transportation is a stressful event for pigs resulting in increased salivary cortisol and *Salmonella* shedding; and 2) adding these alkaloids (i.e. QBA) to the feed and the drinking water was effective in regulating transportation stress response and reducing the quantity of *Salmonella* shed through their feces.

Transportation to the slaughterhouse is one of the most stressful events for pigs, which can negatively affect the normal functioning of the gastrointestinal tract (Rostagno et al., 2009). Moreover, stress has been associated with increased *Salmonella* shedding and a higher food safety risk (Rostagno, 2009). Our results are in accordance with previous reports and showed that only pigs in the CON exhibited an increase in salivary cortisol after transportation, indicating that transportation is truly a stressor for finishing pigs. Additionally, only non-supplemented pigs showed a significant increase in *Salmonella* shedding after transportation. Furthermore, our results, in accordance with other studies (Verbrugghe et al., 2011), showed a high positive correlation between salivary cortisol and *Salmonella* shedding after transportation, suggesting that regulating stress may be a good strategy to decrease *Salmonella* shedding after transportation to the slaughterhouse. In addition to other physiological effects, QBA have shown to decrease *Salmonella* shedding in nursery pigs (Robbins et al., 2013). In agreement with Robbins et al. (2013) the current results showed a significant decrease in the amount of *Salmonella* shed through the feces after transportation to the slaughterhouse when alkaloids were

included in the feed and the drinking water. Additionally, pigs in the T2 tended to shed lower amounts of *Salmonella* as compared to the CON group ( $P = 0.08$ ) after transportation. Therefore, the results showed that in-feed and water QBA supplementation was effective in reducing *Salmonella* shedding after transportation to the slaughterhouse.

In the present study, about 38% of all carcasses were contaminated with *Salmonella* and similar results were previously reported (Arguello et al., 2013). Carcass contamination by *Salmonella* was significantly higher in the CON group as compared to T1 and T2. Moreover, pigs in T2 tended to shed fewer *Salmonella* after transportation as compared to the CON group, suggesting that pigs in T2 entering the slaughter line were not as highly infected as pigs of the CON group thus, reducing the risk of carcass contamination with highly contaminated feces. In the present study, the analysis of salivary cortisol concentrations showed a significantly lower stress response after transportation in pigs of T1 as compared to the CON group. However, the lower stress response in T1 did not result in a decrease in the shedding of *Salmonella* after transportation to the slaughterhouse. The significantly lower contamination of the carcasses in T1 suggested a better adaptation to stress during lairage that might have decrease the shedding of *Salmonella* in pigs entering the abattoir and thus, the risk of carcass contamination. More research is needed to elucidate the mechanism by which QBA supplementation ameliorates stress adaptability and *Salmonella* shedding during lairage.

## Conclusion

Results from this study indicated that adding alkaloids (i.e. QBA) to the feed and the drinking water of finishing pigs was effective in reducing the amount of *Salmonella* shed after transportation to the slaughterhouse that can potentially contaminate the carcasses. Additionally, the results suggested that QBA supplementation was successful in reducing carcass contamination with *Salmonella*. Furthermore, QBA supplementation was effective in regulating stress response due to transportation, which might have decreased the negative impact of stress on the gastrointestinal tract, decreasing the shedding of *Salmonella*. Further research is needed to determine underlying mechanisms for reducing *Salmonella* shedding and reducing salivary cortisol. Additionally, more research is necessary to evaluate the effect of QBA supplementation on antibiotic resistance in *Salmonella*.

## Literature

- Arguello, H., Carvajal, A., Naharro, G., Arcos, M., Rodicio, M.R., Martin, M.C., Rubio, P. Sero- and genotyping of *Salmonella* in slaughter pigs, from farm to cutting plant, with a focus on the slaughter process. *Int J Food Microbiol* 2013;161:44–52.
- CLSI. Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing: Twenty-Second Informational Supplement. CLSI document M100-S22. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute; 2012.
- Colombo, M.L., Bosisio, E. Pharmacological activities of *Chelidonium majus* L. (Papaveraceae). *Pharmacol Res* 1996;33:127–134.
- Davies, P.R. Intensive swine production and pork safety. *Foodborne Pathog Dis* 2011;8:189–201.
- Drsata, J., Ulrichová, J., Walterová, D. Sanguinarine and chelerythrine as inhibitors of aromatic amino acid decarboxylase. *J Enzym Inhib* 1996;10:231–237.
- Hoelzer, K., Moreno Switt, A.I., Wiedmann, M. Animal contact as a source of human non-typhoidal salmonellosis. *Vet Res* 2011;42:34.
- Hoorfar, J., Ahrens, P., Rådström, P. Automated 5' nuclease PCR assay for identification of *Salmonella enterica*. *J Clin Microbiol* 2000;38:3429–3435.
- Mukaka, M.M. Statistics corner: A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. *Malawi Med J* 2012;24:69–71.

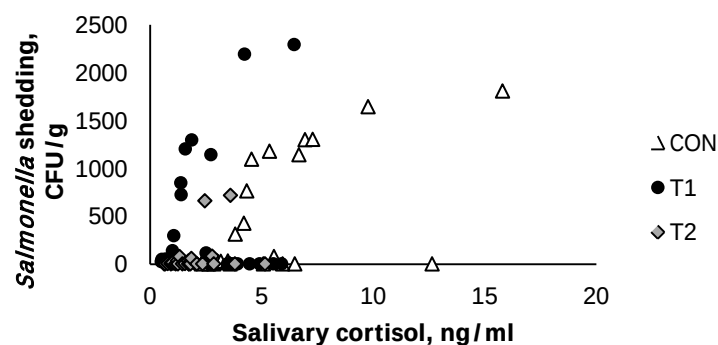
Robbins, R.C., Artuso-Ponte, V.C., Moeser, A.J., Morrow, W.E.M., Spears, J.W., Gebreyes, W.A. Effects of quaternary benzo(c)phenanthridine alkaloids on growth performance, shedding of organisms, and gastrointestinal tract integrity in pigs inoculated with multidrug-resistant *Salmonella* spp. Am J Vet Res 2013;74:1530–1535.

Rostagno, M.H. Can stress in farm animals increase food safety risk? Foodborne Pathog Dis 2009;6:767–776.

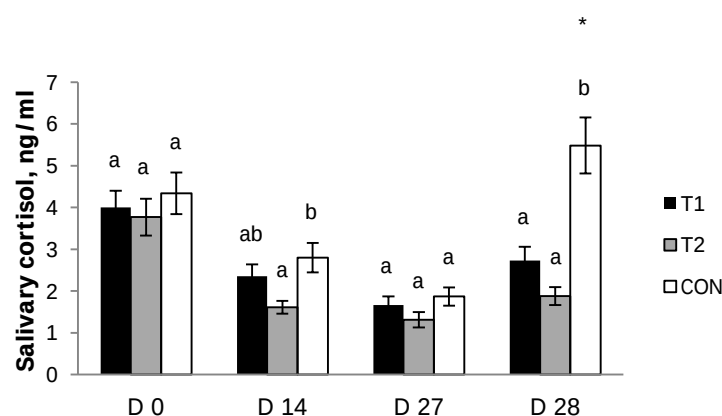
SAS Institute Inc. 2013. SAS 9.4 Guide to Software Updates. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

Shen, Y.B., Voilqué, G., Kim, J.D., Odle, J., Kim, S.W. Effects of increasing tryptophan intake on growth and physiological changes in nursery pigs. J Anim Sci 2012;90:2264–2275.

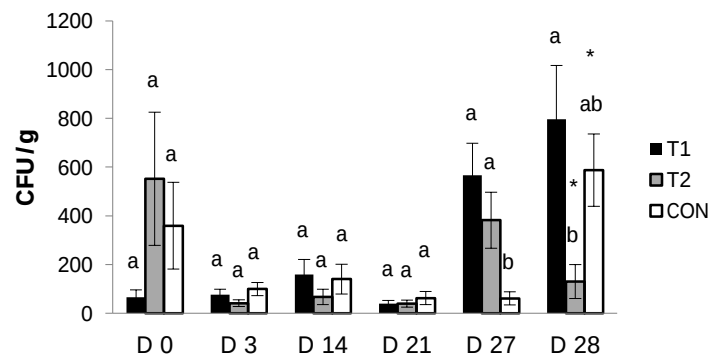
Verbrugghe, E., Boyen, F., Van Parys, A., Van Deun, K., Croubels, S., Thompson, A., Shearer, N., Leyman, B., Haesebrouck, F., Pasmans, F. Stress induced *Salmonella* Typhimurium recrudescence in pigs coincides with cortisol induced increased intracellular proliferation in macrophages. Vet Res 2011;42:118.



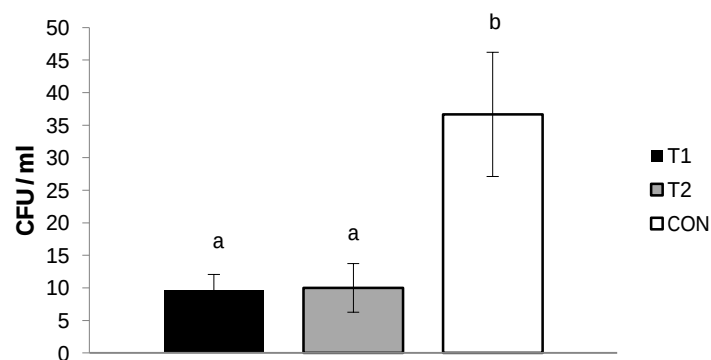
**Figure 1: Spearman correlation between *Salmonella* shedding and salivary cortisol after transportation to the slaughterhouse**



**Figure 2: Comparison of salivary cortisol concentrations among treatments and control groups. Different letters denote significance between treatment groups. \*Denotes significance within a treatment between D 27 and D 28**



**Figure 3: Comparison of *Salmonella* shedding levels among treatments and control groups. Different letters denote significance between treatment groups. \*Denotes significance within a treatment between D 27 and D 28**



**Figure 4: Comparison of carcass contamination with *Salmonella* among treatments and control groups. Different letters denote significance between treatment groups.**

**Corresponding author**

Valeria Artuso-Ponte  
1920 Coffey Rd. Columbus  
OH 43210  
artusoponte.1@osu.edu

## **Beeinflussung der Durchfallhäufigkeit und Produktion flüchtiger Fettsäuren im Colon von Absetzferkeln mittels eubiotischer Lignocellulose**

**Arthur Kroismayr\*, Jeffrey R. Morton\* und Stefan Breinesberger\***

\*Agromed Austria GmbH

### **Einleitung**

Eine verminderte Darmperistaltik im peri - parternalen Zeitraum (kurz vor und nach der Geburt) kann ein Problem in der Zuchtsauenfütterung darstellen da sie zu sehr hartem Kot und fallweise zu Verstopfung führen kann. Als Folge wird in der Literatur (Martineu et al. 1992; Kamphues et al. 1998) eine erhöhte Belastung der Tiere durch Endotoxine aus dem Darm sowie erhöhte MMA Häufigkeit beschrieben.

Der gezielte Einsatz bestimmter Rohfaserquellen eignet sich jedenfalls die Defäkationsfrequenz positiv zu beeinflussen (Nelson et al. 1992) und somit Verstopfungen vorzubeugen.

Palisse et al. (1979) konnten nachweisen, dass eine Reduktion des Rohfaseranteils im Futter zu einer deutlich erhöhten Inzidenz von Störungen der Defäkation während der Trächtigkeit führte.

Eine grundsätzliche Erhöhung des Rohfasergehalts führt zu einer Erhöhung der Passagegeschwindigkeit im Colon was zu weicherem Dickdarminhalt (Morgenthum und Bolduan 1987) und erhöhter Kotabsatzhäufigkeit (Masse et al. 2003) führt.

Warzecha (2006) konnte nachweisen, dass der Einsatz von Lignocellulose eine positive Auswirkung auf die Kotbeschaffenheit und –qualität von Zuchtsauen hat. Braunsberger (2009) hat eine verkürzte Abferkeldauer durch die mehrwöchige Zugabe von ca. 2.5% eubiotischer Lignocellulose im Vergleich zu etwa 10% Weizenkleie bei gleichbleibendem Rohfasergehalt der Vergleichsrationen festgestellt. Dies führt der Autor auf die spezielle Wirkung von eubiotischer Lignocellulose auf die Darmperistilatik (Entleerung des Dickdarm prepartum) zurück.

In der in dieser Übersicht beschriebenen Studie wurde der Einfluss von 1% eubiotischer Lignocellulose (OptiCell®, agromed Austria) auf die Abferkeldauer von Zuchstauen untersucht.

### **Material und Methoden**

39 Sauen (Topigs 30 Genetik, besamt mit Pietrain Genetik) wurden ca. eine Woche vor dem kalkulierten Abferkeltermin auf zwei Futtergruppen aufgeteilt. Versuchsende war der Absetztag, im Durchschnitt 26 Tage nach dem Abferkeln. Die Tiere der Kontrollgruppe erhielten ein Standard - Laktationsfutter, die Versuchsration enthielt 1% eubiotische Lignocellulose welche auf Kosten von Sonnenblumenschrot substituiert wurde (Tabelle 1).

Das Abferkelverhalten der einzelnen Tiere wurde Tag und Nacht überwacht. Folgende Parameter wurden bei diesem Versuch erhoben:



- Tägliche Futteraufnahme der Zuchtsauen ab der Umstallung in den Abferkelstall bis zum Absetzen.
- Anzahl aller geborenen Ferkel (lebend, tot, mumifiziert)
- Geburtsgewicht der Ferkel

Alle Tiere erhielten während der Tragendphase die gleiche Diät. Mit der Umstallung der Tiere in den Abferkelstall (ca. 7d prepartum) wurden die zwei verschiedenen Versuchsfutter die sich im Gehalt an Lignocellulose unterschieden (ja/nein) verabreicht.

**Tabelle 1:** Errechnete Nährstoffgehalte der Zuchtsauen - Rationen

|              |     | Kontrolle | Lignocellulose |
|--------------|-----|-----------|----------------|
| Rohprotein   | (%) | 15.0      | 15.0           |
| Rohfett      | (%) | 4.8       | 5.0            |
| Rohfaser     | (%) | 5.7       | 6.1            |
| Rohasche     | (%) | 6.8       | 6.7            |
| Feuchtigkeit | (%) | 12.0      | 11.9           |
| Stärke       | (%) | 34.5      | 34.8           |
| Ca (total)   | (%) | 0.98      | 0.98           |
| P (total)    | (%) | 0.55      | 0.54           |
| Energie      | MJ  | 9.4       | 9.4            |

## Ergebnisse

Die Dauer des Geburtsvorganges wurde von allen Tieren im Versuch erhoben. Der Geburtsvorgang startete mit der Geburt des ersten und endete mit der Geburt des letzten Ferkels.

Die Daten waren nicht normalverteilt weshalb sie mit einem nicht – parametrischen Test (Mann Whitney U) statistisch analysiert wurden.

Dabei zeigte sich ein numerisch stark verkürzter Geburtsvorgang in der Lignocellulose Gruppe. Dieser Effekt war aber aufgrund der hohen Streuung nicht statistisch absicherbar.

**Tabelle 2:** Geburtsdauer in Minuten (Median und Interquartilsabstand).

|                            | Kontrolle       | Versuch         | Sign. |
|----------------------------|-----------------|-----------------|-------|
| N Sauen                    | 20              | 19              |       |
| 1. Ferkel – letztes Ferkel | 220 (154 – 330) | 180 (149 – 265) | 0.41  |

Ingesamt wurden 20 Sauen der Kontrollgruppe und 19 der Versuchsgruppe in die Ergebnisanalyse miteinbezogen. Tabelle 3 zeigt die Anzahl der Ferkel pro Wurf, die Anzahl lebend geborener, tot geborener sowie muifizierter Ferkel. Es zeigte sich, dass die Ferkelzahl pro Wurf fast gleich mit 16.0 in der Kontrollgruppe bzw. 15.9 in der Lignocellulose Gruppe war. Ebenso war die Anzahl mumifizierter Ferkel sehr ähnlich (3.0% vs. 2.6%). Unterschiede konnten allerdings bei der Anzahl lebend geborener Ferkel beobachtet werden. (90.2% vs. 93.2%).

Für die weitere Datenanalyse wurden die Ferkel in zwei Gruppen eingeteilt. Jene die in der ersten Hälfte des Geburtsvorgangs geboren wurden und jene die in der zweiten Hälfte geboren wurden. Dabei zeigte sich, dass die Ferkel die in der 2. Hälfte des Geburtsvorgangs geboren wurden eine wesentlich höhere Sterblichkeit aufwiesen als jene der ersten Hälfte (Tabelle 4).

**Tabelle 3:** Information über die geborenen Ferkel

|                         | Kontrolle         | Lignocellulose    |
|-------------------------|-------------------|-------------------|
|                         | 20                | 19                |
| <b>Ferkel pro Wurf</b>  | <b>16.0 ± 3.2</b> | <b>15.9 ± 3.4</b> |
| <b>Ferkel total</b>     | <b>328</b>        | <b>310</b>        |
| - Ferkel lebend geboren | 296 (90.2%)*      | 289 (93.2%)*      |
| - Ferkel tot geboren    | 22 (6.7%)*        | 13 (4.2%)*        |
| - Mumifizierte Ferkel   | 10 (3.0%)*        | 8 (2.6%)*         |

\* in Prozent der total geborenen

**Tabelle 4:** Anzahl und Prozent lebend oder totgeborener Ferkel in Abhängigkeit des Voranschreitens des Geburtsprozesses **ohne** mumifizierte Ferkel.

| n Ferkel*            | Kontrolle |        |           | Lignocellulose |        |           |
|----------------------|-----------|--------|-----------|----------------|--------|-----------|
|                      | 318*      |        |           | 302*           |        |           |
|                      | Gesamt    | Lebend | Tot       | Gesamt         | Lebend | Tot       |
| <b>Geburtshälfte</b> | 164       | 160    | 4 (2.4%)  | 155            | 154    | 1 (0.6%)  |
| <b>Geburtshälfte</b> | 154       | 136    | 18(11.7%) | 147            | 135    | 12 (8.2%) |
| <b>Total</b>         | 318       | 296    | 22 (6.9%) | 302            | 289    | 13 (4.3%) |

\* mumifizierte Ferkel wurden nicht berücksichtigt

Alle Ferkel wurden unmittelbar nach der Geburt gewogen. Die lebend geborenen Ferkel der Lignocellulose Versuchsgruppe zeigten statistisch signifikant höhere Geburtsgewichte. Sowohl jene die in Geburtshälfte 1 als auch jene die in Geburtshälfte 2 geboren wurden (Tabelle 5).

**Tabelle 5:** Geburtsgewichte der Ferkel

|                                | Kontrolle  | Lignocellulose | p-Wert          |
|--------------------------------|------------|----------------|-----------------|
| <b>Geburtsgewicht</b>          |            |                |                 |
| - Lebend geboren (g)           | 1127 ± 266 | 1241 ± 324     | <b>&lt;0.01</b> |
| - Tot geboren (g)              | 857 ± 373  | 942 ± 295      | 0.49            |
| - Ferkel geb. in Hälfte 1 (g)* | 1092 ± 272 | 1212 ± 321     | <b>&lt;0.01</b> |
| - Ferkel geb. in Hälfte 2 (g)* | 1125 ± 293 | 1246 ± 336     | <b>&lt;0.01</b> |

Analysiert mit SPSS (T-test)

\*lebend und tot geborene Ferkel.

## Diskussion

Der Einsatz eubiotischer Lignocellulose im geburtsnahen Zeitraum (ab 1 Woche vor dem Abferkeln) bis zum Absetzen hat sich positiv auf die Abferkelzeit bzw. die Dauer des gesamten Geburtsvorgangs ausgewirkt. Dies steht im Einklang mit den von Braunsberger (2009) erhobenen Daten wo das gleiche eingesetzte Lignocellulose Produkt (OptiCell®) ebenso zu signifikant verkürzter Abferkeldauer führte.

Dies dürfte an der positiven Wirkung von eubiotischer Lignocellulose auf die Dickdarmpassage liegen. Dieser Effekt dürfte zu einer rascheren prepartalen Entleerung des Darmrohres führen was wiederum den Geburtsvorgang erleichtert.

Die in dieser Studie beobachtete erhöhte Überlebensrate der Ferkel in der Lignocellulose Gruppe hängt direkt mit der verkürzten Abferkeldauer zusammen. Wie die Daten zeigen, steigt die Ferkelsterblichkeit bei spät geborenen Ferkeln stark. Je kürzer also der Geburtsvorgang im allgemeinen, desto niedriger die Ferkelsterblichkeit.

Interessant ist sicher auch das signifikant höhere Ferkelgewicht nach der Geburt in der Lignocellulose Gruppe. Dies dürfte in direktem Zusammenhang mit einer verbesserten Nährstoffverwertung der Sau bedingt durch die präbiotische Wirkung eubiotischer Lignocellulose stehen.

## Schlussfolgerung

Diese Studie hat gezeigt dass sich der Einsatz eubiotischer Lignocellulose im Laktationsfutter von Zuchtsauen (1 Woche prepartum bis zum Absetzen) positiv auf die Dauer des Geburtsvorgangs, die Ferkelüberlebensrate sowie die Geburtsgewichte der Ferkel auswirkt.

## Literatur

- BRAUNSBERGER, F. (2009): Einfluss verschiedener Rohfaserträger auf die Reproduktionsleistung von Zuchtsauen. Diplomarbeit, HFLS St. Florian, Austria
- KAMPHUES, J. (1998): Peripartale Fütterungsmaßnahmen bei Sauen. Prakt. Tierarzt 79, 76
- MARTINEAU, G. P., B. B. SMITH u. B. DOIZÉ (1992): Pathogenesis, prevention and treatment of lactational insufficiency in sows. Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract. 8 (3), 661-680
- MASSÉ, D. I., F. CROTEU, L. MASSE, R. BERGERON, J. BOLDUE, Y. RAMONET, M. C. MEUNIER-SALAFIN u. S. ROBERT (2003): Effect of dietary fiber incorporation on the characteristics of pregnant sows slurry. Can. Biosystem Engineering 45, S. 6.7 - 6.12
- MORGENTHUM, R., u. G. BOLDUAN (1987): Zur Beeinflussung der Dauer des Geburtsvorganges durch Lebendmasse und Diätfaktoren bei Sauen. Monatsh. Veterinärmed. 43, 194-196
- NELSON, D. A., M. G. HOGBERG, E. R. MILLER u. M. S. ALLEN (1992): Wheat straw and soybean hull additions to sow gestation diets during two consecutive parities. Michigan State University Swine Rpt. 92, 10
- PALISSE, M., M. COLIN u. Y. MAURY (1979): Etudes de quelques aspects du transit digestifs chez la truie gestantes: Variation avec le taux de cellulose et relation avec le phenomene de constipation. J. Rech. Porcine en France 11, 217-222
- Warzecha, A (2006): Untersuchungen zu Fütterungseinflüssen (Einsatz von Trockenschnitzeln bzw. Lignocellulose sowie unterschiedliche Vermahlungsgrade der Mischfutterkomponenten) auf die Kotbeschaffenheit und -zusammensetzung bei Sauen Dissertation, TiHo Hannover, Germany

### Autorenanschrift

Dr. Arthur Kroismayr  
Bad Haller Straße 23  
A-4550 Kremsmünster (Österreich)  
e-mail: Kroismayr@agromed.at



Höheres Geburtsgewicht -  
verbesserte Produktionsleistung

OPTICELL<sup>®</sup> ÜBERZEUGT -  
WISSENSCHAFTLICH BELEGT!

- Schnelleres Abferkeln
- Mehr Milch
- Höheres Absetzgewicht
- Gesundere Ferkel

OptiCell<sup>®</sup>  
EUBIOTIC FIBRE

## **Einfluss einer Zulage einer Vormischung aus Süßungsmittel und speziellem Zuckersiruparoma zu Kraftfutter mit Propylenglycol im VMS auf die freiwillige Melkfrequenz**

**T. Ettle<sup>1</sup>, F. Hillerbrand<sup>2</sup>, A. Obermaier<sup>1</sup>, S. Hartmann<sup>3</sup>, C. Bolduan<sup>2</sup>, W. Windisch<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft; <sup>2</sup>Technische Universität München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan; <sup>3</sup>BayWa AG München

### **Einleitung**

Eine hohe freiwillige Melkfrequenz ist maßgeblich für den erfolgreichen Einsatz eines vollautomatischen Melksystems (VMS). Die Erhöhung der Schmackhaftigkeit des im VMS verabreichten Lockfutters könnte die freiwillige Melkfrequenz erhöhen und das Nachtreiben der Kühe reduzieren. Von besonderer Bedeutung könnte dies sein, wenn das über das VMS verabreichte Kraftfutter mit Propylenglycol (PG) angereichert ist, da PG bei den Kühen keine hohe Akzeptanz hat (Pieper et al., 2005). Aus diesem Grund sollte mit vorliegendem Versuch geklärt werden, ob die Zulage einer Vormischung aus Süßungsmittel und speziellem Zuckersiruparoma zu Kraftfutter + PG im VMS positive Auswirkungen auf die freiwillige Melkfrequenz und den Kraftfutterabruf hat.

### **Material und Methoden**

Der Versuch wurde im mit Liegeboxen ausgestatteten VMS-Bereich des Milchviehstalles der LfL Bayern in Grub durchgeführt. Für den Versuch wurden 37 Kühe ausgewählt, die absehbar über den gesamten Versuch in der Herde verbleiben würden, und gleichmäßig auf die Gruppen „Kontrolle“ und „Aroma“ aufgeteilt wurden. Als Einteilungskriterien wurden während einer 4-wöchigen Vorperiode insbesondere der relative Abruf an Lockfutter im VMS, die Melkfrequenz und die Anzahl Registrierungen an dem RFID-(Radio Frequency Identification)-Tor, das zum Vorwarteraum des VMS-führt, ermittelt. Weitere Einteilungskriterien waren Tage in Laktation, Futteraufnahme, Gewicht der Tiere und Milchleistungskriterien. Der Versuch wurde im cross-over-design über einen Versuchszeitraum von insgesamt 8 Wochen durchgeführt, d.h. nach 4 Wochen wechselte jedes Tier die entsprechende Behandlung und wurde damit einer neuen Gruppe zugeordnet.

Alle Tiere wurden einheitlich über eine Teilmischration (PMR) auf Basis Maissilage (38,1 % der TM), Grassilage (14,8 % der TM), Luzernesilage (10,8 % der TM), Grascobs (4,9 % der TM), Stroh (4,7 % der TM) und Kraftfutter versorgt, die bei Annahme einer TM-Aufnahme von etwa 18,5 kg/Tier und Tag für eine Milchleistung von etwa 25 kg ausgelegt war (6,7 MJ NEL und 146 g nXP/kg TM). Bei Leistungen über 25 kg Milch wurde pelletiertes Leistungskraftfutter (LKF; 8,3 MJ NEL/kg TM, 219 g XP/kg TM, 197 g nXP/kg TM) nach der zu Versuchsbeginn festgestellten Leistung über die Kraftfutterstation des VMS und bei Bedarf über Kraftfutterstationen im Stallbereich verabreicht. Bei Milchleistungen unter 25 kg/Tag wurde eine Mindestmenge von 1 kg LKF/Tag am VMS zugeteilt. Bis zum 70. Laktationstag wurde LKF unabhängig von der Leistung nach festgelegter Anfütterungskurve zugeteilt. Aufgrund möglicher Interaktionen zum LKF-Abruf erfolgte während des Versuches keine laufende Anpassung der Höhe der zugeteilten LKF-Menge an eine veränderte Milchleistung, lediglich beim Gruppenwechsel nach 4 Wochen Versuchsdauer wurde die Kraftfutterzuteilung angepasst.

Den Tieren der Kontrollgruppe wurde im VMS über einen Flüssigdosierer (DeLaval, GD 500) PG zugeteilt, wobei die Zudosierung an die Auswurfgeschwindigkeit des Leistungskraftfutters (50 g PG/kg



LKF) gekoppelt war. Dies entspricht einer maximalen Zuteilung von 250 g PG/Tier und Tag bei maximaler Kraftfutterzuteilung. Den Tieren der Gruppe Aroma wurde analog ein Gemisch aus PG (99,8 %) und einem sensorischen Zusatzstoff mit zuckersirupartigem Geschmack zugeteilt.

Der Versuch wurde unter den Bedingungen eines teilgelenkten Kuhverkehrs durchgeführt, was bedeutet, dass die Kühe nur unter bestimmten Bedingungen Melkberechtigung hatten. Die entsprechenden Parameter für die Melkberechtigungen sind in Tabelle 1 dargestellt. z.B. hatten Erstlingkühe in der Früh-laktation frühestens 7 Stunden nach der letzten Melkung eine erneute Melkberechtigung, oder aber wenn die erwartete Milchmenge des entsprechenden Gemelkes  $\geq 9$  kg betrug. Da die Kapazität des Warteraumes vor dem VMS grundsätzlich auf maximal 8 Tiere begrenzt ist, wurden zur Steuerung des Kuhverkehrs weitere Parameter berücksichtigt. Wenn Tiere den Warteraum des VMS betreten wollen, deren aktuelle Melkberechtigung mindestens 4 Stunden zurückliegt, wird die Kapazität auf 10 Tiere erweitert. Zusätzlich wird die Kapazität des Vorwarteraums für Tiere, die im VMS gefüttert (Lockfutter) aber nicht gemolken werden, auf 14 erweitert. Bei solchen Tieren handelt es sich um Kalbinnen, die an das VMS gewöhnt werden müssen.

Tab. 1: Parameter für die Melkberechtigungen beim teilgelenkten Kuhverkehr während des Versuches

| Laktation | Laktationstage, d | Tiere       | Stunden, h | Erwartete Milchmenge, kg |
|-----------|-------------------|-------------|------------|--------------------------|
| früh      | 1-120             | Junge Tiere | 7          | 9                        |
|           |                   | Alte Tiere  | 7          | 11                       |
| mittel    | 121 - 290*        | Junge Tiere | 7          | 9                        |
|           |                   | Alte Tiere  | 7          | 11                       |
| spät      | 291 - TRS*        | Junge Tiere | 7          | 9                        |
|           |                   | Alte Tiere  | 8          | 9                        |

\* TRS = Trockenstelldatum; Späte Laktation beginnt ab 70 Tagen vor der fälligen Kalbung

Die tierindividuelle Aufnahme an Teilmischration (PMR) wurde automatisch über Wiegetröge ermittelt, die LKF-Aufnahme, der relative Kraftfutterabruf und die Aufnahme an PG bzw. PG+Aroma über die Kraftfutterstationen am VMS und im Stall. Von den Einzelfuttermitteln wurden regelmäßig Proben gezogen, an denen die Roh-nährstoffgehalte nach Standardmethoden (Naumann und Bassler, 1976) analysiert wurden. Die Energiegehalte der Einzelkomponenten wurden nach den Vorgaben der GfE (2001, 2008, 2009) aus den Roh-nährstoffen errechnet. Die Roh-nährstoff- und Energiegehalte der PMR wurden aus den täglich im Futtermischwagen eingewogenen Einzelkomponenten und deren Roh-nährstoff- und Energiegehalten ermittelt.

Milchproben wurden wöchentlich einmalig vom gesamten Tagesgemelk gezogen. Die Milch-inhaltsstoffe wurden beim Milchprüf-ring Bayern nach Standardmethoden analysiert. Das Gewicht der Tiere wurde mit Hilfe einer automatischen Waage im VMS erfasst. Zu Versuchsbeginn und zu Versuchsende wurde bei allen Tieren die Rücken-fettdicke mit einem Ultraschallgerät nach Staufenbiel (1992) erfasst und eine Bewertung der Körperkondition (BCS) nach Edmonson (1989) vorgenommen. Die Auswertung der Daten erfolgte mit einer einfaktoriellen Varianzanalyse mit dem Statistikprogramm SAS. In den Tabellen sind die Behandlungsmittelwerte in den einzelnen Versuchsabschnitten und über den Gesamtversuch hinweg und die jeweilige Standardabweichung dargestellt. Signifikante ( $p < 0,05$ ) Unterschiede zwischen den Gruppenmittelwerten sind mit unterschiedlichen Hochbuschstaben gekennzeichnet. Auf Grund von 2 Tieraussfällen, die nicht als Folge einer der beiden Behandlungen angesehen werden können, kamen für beide Gruppen im Mittel des Gesamtversuches jeweils Daten von 35 Tieren zur Auswertung.

## Ergebnisse und Diskussion

In Tabelle 2 sind die Hauptzielgrößen, die durch Zulage des Aromastoffes zu PG beeinflusst werden sollten, zusammengefasst. Die Melkfrequenz lag in den Gruppen Kontrolle und Aroma im ersten Versuchsabschnitt mit 2,4 bzw. 2,5 Melkungen auf dem Niveau der Vorperiode, es zeigten sich keine Unterschiede zwischen den Gruppen. Auch im zweiten Versuchsabschnitt zeigten sich keine Auswirkungen der Behandlung auf die Melkfrequenz, so dass sich auch über den gesamten Versuch hinweg kein Effekt der Behandlung erkennen ließ. Das Melkintervall lag in beiden Versuchsabschnitten und damit auch im Mittel des Gesamtversuches in beiden Gruppen einheitlich bei 10 h. Während die Parameter Melkfrequenz und Melkintervall die tatsächlichen Auswirkungen der Behandlung auf die Besuche des VMS unter den Bedingungen des teilgelenkten Kuhverkehrs zeigen sollten, sollte die Anzahl der Registrierungen der Kühe am RFID-Tor Aufschluss darüber geben, wie oft die Tiere Zugang zum Vorwarteraum zum VMS suchten. Im Mittel des gesamten Versuches wurden die Tiere beider Gruppen einheitlich 7,5 mal täglich am RFID-Tor registriert. Dabei lag die Zahl der Registrierungen in Abschnitt 1 in der Versuchsgruppe geringfügig höher als in der Kontrollgruppe, in Abschnitt 2 lagen die entsprechenden Torregistrierungen dagegen in der Kontrollgruppe etwas höher. Insgesamt ergeben sich aus keinem der dargestellten Messparameter Hinweise, dass die Zulage des Aromastoffes zum PG die Besuchshäufigkeit im VMS beeinflussen könnte. Diese Ergebnisse stehen im Widerspruch zu einer vergleichbaren Untersuchung von Migliorati et al. (2009), in der die Besuchshäufigkeit am VMS und die Melkfrequenz durch Einsatz eines sensorischen Zusatzstoffes erhöht werden konnte. Ob in vorliegender Untersuchung allein die Einschränkungen durch den teilgelenkten Kuhverkehr mögliche Effekte verdeckt haben bleibt fraglich, da in anderen Untersuchungen unter vergleichbaren Bedingungen die entsprechenden Parameter durch die Wahl des Kraftfutters am VMS deutlich beeinflusst werden konnten (Madsen et al., 2010).

Tab. 2: Einfluss einer Zudosierung von PG oder PG + Aromastoff im VMS auf die Melkfrequenz, das Melkintervall und die Registrierungen am Zugang zum Vorwarteraum

|                            | Versuchsgruppe |             | P-Wert |
|----------------------------|----------------|-------------|--------|
|                            | Kontrolle      | Aroma       |        |
| Abschnitt 1                |                |             |        |
| Melkfrequenz               | 2,41 ± 0,29    | 2,46 ± 0,30 | 0,649  |
| Melkintervall              | 10,0 ± 1,2     | 9,8 ± 1,2   | 0,685  |
| Torregistrierungen         | 7,4 ± 1,9      | 8,1 ± 1,9   | 0,265  |
| Kraftfutterabruf am VMS, % | 87,0 ± 18,1    | 92,3 ± 11,3 | 0,306  |
| Nachtreibungen ins VMS, n  | 0              | 2           |        |
| Abschnitt 2                |                |             |        |
| Melkfrequenz               | 2,43 ± 0,27    | 2,37 ± 0,31 | 0,568  |
| Melkintervall              | 10,0 ± 1,1     | 10,2 ± 1,2  | 0,505  |
| Torregistrierungen         | 7,6 ± 1,9      | 6,9 ± 2,0   | 0,258  |
| Kraftfutterabruf am VMS, % | 93,9 ± 9,5     | 90,0 ± 19,2 | 0,456  |
| Nachtreibungen ins VMS, n  | 1              | 5           |        |
| Gesamt                     |                |             |        |
| Melkfrequenz               | 2,42 ± 0,27    | 2,42 ± 0,30 | 0,925  |
| Melkintervall              | 10,0 ± 1,1     | 10,0 ± 1,2  | 0,844  |
| Torregistrierungen         | 7,5 ± 1,9      | 7,5 ± 2,0   | 0,944  |
| Kraftfutterabruf am VMS, % | 90,4 ± 14,8    | 91,1 ± 15,7 | 0,830  |
| Nachtreibungen ins VMS, n  | 1              | 7           |        |

Eine weitere Versuchsfrage war, ob die Zulage des Aromastoffes zum Lockfutter und PG im VMS den relativen Abruf an Lockfutter erhöhen könnte. Wie aus Tabelle 2 hervorgeht, lag der relative Lockfutterabruf in beiden Versuchsabschnitten und im Gesamtversuch in beiden Gruppen einheitlich bei etwa 90 % und damit auf einem hohen Niveau, das auch bereits in der Vorperiode erreicht wird. Hinweise auf eine positive Beeinflussung des Kraftfutterabrufes durch die Zulage des Aromastoffes zu PG ergeben sich aus diesen Daten nicht. Da die alleinige Zulage des PG jedoch nicht zu einem niedrigen Kraftfutterabruf führte, sind mögliche Effekte der Zulage des Aromastoffes kaum darzustellen. Zu diskutieren ist, ob in weiteren Versuchsansätzen bewusst negative Effekte durch weit über die Empfehlungen (Engelhard et al., 2013) hinausgehende PG-Zulagen erzeugt werden könnten, um mögliche maskierende Effekte des sensorischen Zusatzstoffes besser darstellen zu können.

Ergänzend wurde die Anzahl der Tiere erfasst, die aufgrund fehlender freiwilliger Melkungen (Alarm am VMS-PC) vom Personal in den VMS nachgetrieben wurden. Es zeigt sich, dass die Anzahl dieser Aktionen insgesamt auf einem sehr niedrigen Niveau lag. Trotz der nominalen Unterschiede zwischen den Gruppen sollte auf Grund dieses geringen Niveaus nicht von einem Einfluss der Zulage von PG oder PG+Aroma ausgegangen werden.

Im Mittel des gesamten Versuches lag die Futteraufnahme in der Kontroll- und Versuchsgruppe mit 21,7 und 21,4 kg TM/d in einem vergleichbaren Bereich (Tabelle 3). Auch in den einzelnen Versuchsabschnitten zeigte sich kein deutlicher Effekt der Zulage von PG oder PG+Aroma auf die Gesamtfutteraufnahme. Da die PMR für beide Versuchsgruppen gleich war und sich nur geringe Unterschiede in der Kraftfutteraufnahme ergaben, ergibt sich auch kein Unterschied in der Energie- und Nährstoffaufnahme zwischen den Versuchsgruppen.

Tab. 3: Einfluss einer Zudosierung von PG oder PG + Aromastoff im VMS auf die tägliche Futter-, Energie- und Nährstoffaufnahme

|                           | Versuchsgruppe |             |        |
|---------------------------|----------------|-------------|--------|
|                           | Kontrolle      | Aroma       | P-Wert |
| Abschnitt 1               |                |             |        |
| TM- Aufnahme, kg/d        | 21,8 ± 3,1     | 21,6 ± 2,6  | 0,862  |
| LKF-Aufnahme, kg TM/d     | 3,06 ± 1,98    | 2,96 ± 1,88 | 0,873  |
| Futterabruf PG, g/d       | 140 ± 70       | 0,0 ± 0,0   | 0,790  |
| Futterabruf PG+Aroma, g/d | 0,0 ± 0,0      | 150 ± 80    |        |
| NEL-Aufnahme, MJ/d        | 152 ± 23       | 150 ± 20    | 0,868  |
| nXP-Aufnahme, g/d         | 3456 ± 534     | 3424 ± 461  | 0,853  |
| RNB, g/d                  | 20,3 ± 7,4     | 19,9 ± 6,7  | 0,871  |
| Abschnitt 2               |                |             |        |
| TM- Aufnahme, kg/d        | 21,5 ± 2,4     | 21,2 ± 3,1  | 0,732  |
| LKF-Aufnahme, kg TM/d     | 2,82 ± 1,92    | 2,64 ± 2,14 | 0,801  |
| Futterabruf PG, g/d       | 140 ± 80       | 0,0 ± 0,0   | 0,515  |
| Futterabruf PG+Aroma, g/d | 0,0 ± 0,0      | 120 ± 80    |        |
| NEL-Aufnahme, MJ/d        | 149 ± 19       | 146 ± 23    | 0,726  |
| nXP-Aufnahme, g/d         | 3407 ± 427     | 3352 ± 532  | 0,741  |
| RNB, g/d                  | 26,0 ± 6,7     | 25,2 ± 7,8  | 0,762  |
| Gesamt                    |                |             |        |
| TM- Aufnahme, kg/d        | 21,7 ± 2,7     | 21,4 ± 2,8  | 0,701  |
| LKF-Aufnahme, kg TM/d     | 2,94 ± 1,93    | 2,80 ± 2,00 | 0,753  |
| Futterabruf PG, g/d       | 140 ± 70       | 0,0 ± 0,0   | 0,742  |
| Futterabruf PG+Aroma, g/d | 0,0 ± 0,0      | 140 ± 80    |        |
| NEL-Aufnahme, MJ/d        | 150 ± 21       | 148 ± 22    | 0,699  |
| nXP-Aufnahme, g/d         | 3432 ± 479     | 3387 ± 493  | 0,701  |
| RNB, g/d                  | 23,0 ± 7,5     | 22,6 ± 7,7  | 0,819  |



Die tägliche Milchleistung lag im Versuchsmittel bei etwa 30 kg/Kuh und Tag (Tabelle 4) was dem üblichen Niveau der Gruber VMS-Herde bei entsprechendem Laktationsstand entspricht. Zwischen den Versuchsgruppen zeigten sich weder im ersten noch im zweiten Versuchsabschnitt nennenswerte Unterschiede, was sich mit der zwischen den Gruppen vergleichbaren Futter-, Energie- und Nährstoffaufnahme deckt. Der Abfall der Milchleistung vom ersten zum zweiten Versuchsabschnitt ist mit dem normalen Absinken der Milchleistung im Laktationsverlauf erklärbar. Der Milchfettgehalt lag im Mittel des Versuches in beiden Versuchsgruppen bei rund 4,3 %, in beiden Versuchsabschnitten zeigten sich keine nennenswerten Gruppenunterschiede. Der auffallend hohe Milchfettgehalt im 2. Versuchsabschnitt in beiden Gruppen lässt sich durch die Rationsgestaltung nicht erklären. Ähnlich wie beim Milchfettgehalt ergaben sich auch beim Milcheiweiß und -laktosegehalt keine deutlichen Unterschiede zwischen den Gruppen. Auch der Milchharnstoffgehalt war zwischen den Gruppen vergleichbar und lag im Erwartungsbereich. Zusammenfassend lässt sich aussagen, dass sich keine Einflüsse der Behandlung auf Milchleistung und Milchinhaltsstoffe ergeben, was sich mit den Daten der Futter- Energie- und Nährstoffaufnahme deckt.

Tab. 4: Einfluss einer Zudosierung von PG oder PG + Aromastoff im VMS auf Milchleistung und Milchinhaltsstoffe

|                       | Versuchsgruppe |             |        |
|-----------------------|----------------|-------------|--------|
|                       | Kontrolle      | Aroma       | P-Wert |
| Abschnitt 1           |                |             |        |
| Milchleistung, kg/Tag | 32,0 ± 8,6     | 31,0 ± 7,8  | 0,717  |
| Milchfett, %          | 4,10 ± 0,54    | 4,00 ± 0,43 | 0,569  |
| Milcheiweiß, %        | 3,62 ± 0,21    | 3,61 ± 0,24 | 0,895  |
| ECM, kg/d             | 32,5 ± 7,7     | 31,2 ± 7,0  | 0,586  |
| Harnstoff, mg/l       | 238 ± 30       | 229 ± 36    | 0,403  |
| Abschnitt 2           |                |             |        |
| Milchleistung, kg/Tag | 28,7 ± 7,3     | 28,9 ± 8,0  | 0,920  |
| Milchfett, %          | 4,43 ± 0,43    | 4,53 ± 0,65 | 0,608  |
| Milcheiweiß, %        | 3,75 ± 0,23    | 3,75 ± 0,21 | 0,965  |
| ECM, kg/ d            | 30,5 ± 7,1     | 31,1 7,5    | 0,824  |
| Harnstoff, mg/l       | 235 ± 38       | 247 ± 29    | 0,284  |
| Gesamt                |                |             |        |
| Milchleistung, kg/Tag | 30,4 ± 8,1     | 29,9 ± 7,9  | 0,812  |
| Milchfett, %          | 4,26 ± 0,51    | 4,27 ± 0,61 | 0,923  |
| Milcheiweiß, %        | 3,68 ± 0,23    | 3,68 ± 0,23 | 0,961  |
| ECM, kg/d             | 31,6 ± 7,4     | 31,1 ± 7,1  | 0,801  |
| Harnstoff, mg/l       | 237 ± 34       | 238 ± 33    | 0,831  |

Die Lebendgewichte der Tiere zeigten keine bedeutsamen Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen. Im Versuchsverlauf blieben die Körpergewichte der Tiere weitgehend konstant. Angaben zur Entwicklung der Rückenfettdicke und des BCS finden sich in Tabelle 9. Da keine Erfassung der BCS und RFD beim Gruppenwechsel erfolgte, sind die Daten aller Versuchstiere für den Versuchsbeginn und das Versuchsende zusammengefasst. Bei der BCS und der RFD zeigte sich insgesamt eine leicht steigende Tendenz zwischen der Messung zu Versuchsbeginn und Versuchsende. Daraus lässt sich schließen, dass die Energiezufuhr ausreichend war, um einen Aufbau von Körpersubstanz zu erlauben. Dies entspricht beim entsprechenden Laktationsstand den Erwartungen.

## Fazit

Mit vorliegendem Versuch sollte geklärt werden, ob die Zulage einer Vormischung aus Süßungsmittel und speziellem Zuckersiruparoma zu Kraftfutter + PG im VMS positive Auswirkungen auf die freiwillige Melkfrequenz und den Kraftfutterabruf hat. Unter den gewählten Bedingungen des teilgelenkten Kuhverkehrs lag der relative Kraftfutterabruf im VMS im Bereich von 90 % und damit auf einem hohen Niveau. Beim relativen Kraftfutterabruf im VMS ergaben sich keine Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen. Da die alleinige Zulage des PG jedoch nicht zu einem niedrigen Kraftfutterabruf führte, sind mögliche Effekte der Zulage des Aromastoffes kaum darzustellen. In gleicher Weise zeigten sich keine Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen bei der Melkfrequenz oder dem Melkintervall. Dementsprechend konnte auch kein Einfluss der Behandlung auf denkbare Folgewirkungen wie Gesamtfuttermittelaufnahme, Nährstoffversorgung oder Milchleistungskriterien festgestellt werden. Damit lassen sich aus vorliegender Untersuchung keine Hinweise eines Einflusses der Zulage der gewählten Vormischung aus Süßungsmittel und speziellem Zuckersiruparoma zu Kraftfutter + PG im VMS auf die untersuchten Parameter ableiten.

## Literatur

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

Engelhard, T., Pries, M., Spiekers, H., Staudacher, W. (2013): Zum Einsatz von Propylenglykol in der Milchkuhfütterung. Herausgeber: Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft, Bundesarbeitskreis der Fütterungsreferenten in der DLG, DLG-Arbeitskreis Futter und Fütterung

GfE (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. DLG-Verlag, Frankfurt a. Main, Germany.

GfE (2008): Mitteilungen des Ausschusses für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie. Neue Gleichungen zur Schätzung der Umsetzbaren Energie für Wiederkäuer von Gras- und Maisprodukten. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 17, 191-198.

GfE (2009): Mitteilungen des Ausschusses für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie. Neue Gleichungen zur Schätzung der Umsetzbaren Energie von Mischfuttermitteln für Rinder. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 18, 143-146.

Madsen, J., Weisbjerg, M. R., Hvelplund, T. (2010): Concentrate composition for Automatic Milking Systems — Effect on milking frequency. In: Livestock Science 127 (1), S. 45–50.

Naumann, C., Bassler, R. (2007): Methodenbuch Band III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. 3. Auflage inklusive 1-7. Ergänzungslieferung. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

Pieper, R., Schröder, A., Furchs, E., Riestock, H., Beschoren, W., Staufenbiel, R. (2005): Einfluss von Propylenglykol und Glycerin auf Milchleistung und Stoffwechselparameter von Kühen mit hohen Leistungen. 8. Symposium Fütterung und Management von Kühen mit hohen Leistungen, 111-120

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

## Autorenanschrift

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



# EINFACHE KONTROLLE VON EBERGERUCH UND EBERVERHALTEN



## INNOVATIVE LÖSUNG FÜR EIN ALTES PROBLEM



## Effects of a natural plant antioxidant premixture on milk yield, antioxidative status and the expression of genes involved in endoplasmic stress response in dairy cows

**Winkler Anne<sup>1</sup>, Denise Gessner<sup>3</sup>, Christian Koch<sup>2</sup>, Franz-Josef Romberg<sup>2</sup>, Georg Dusel<sup>1</sup>, Erika Most<sup>3</sup>, Eva Herzog<sup>3</sup>, Klaus Eder<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> University of Applied Science Bingen, Germany

<sup>2</sup> Educational and Research Centre for Animal Husbandry Münchweiler, Germany

<sup>3</sup> Institute of Animal Nutrition and Nutrition Physiology, Justus-Liebig-University Giessen, Germany

### Introduction

The transition period represents the most critical period in the productive life of high-yielding dairy cows. During this period, the liver experiences pronounced metabolic stress due to a marked influx of non-esterified fatty acids (NEFA), which are mobilized from adipose tissue triacylglycerol (TAG) stores due to a severe negative energy balance (NEB). During this period, a markedly increased amount of non-esterified fatty acids (NEFA) released into the blood (Xu et al., 2008), which are mobilized from adipose tissue triacylglycerol (TAG) stores. The great amount of NEFA partially taken up by the liver by promoting liver-associated diseases such as fatty liver and ketosis (Gruffat et al., 1996). Besides this metabolic stress, the liver of early lactating cows is exposed to diverse inflammatory challenges, like microbial components, pro-inflammatory cytokines and reactive oxygen species, as a result of infectious diseases, such as mastitis, endometritis, but also subacute rumen acidosis and abomasal displacement (Vels et al., 2009; Zebeli and Metzler-Zebeli, 2012), which frequently occur during parturition and/or the onset of lactation. It has been shown that metabolic stress and inflammation induce the development of stress of the endoplasmic reticulum (ER) in the liver of early lactating cows (Gessner et al., 2014; Ringseis et al., 2014). Thereby the ER homeostasis disturbed associated with the activation of an adaptive response called the unfolded protein response (UPR) to restore the ER homeostasis and functions (Marciniak and Ron, 2006; Ron and Walter, 2007). Polyphenols are members of a large family of plant-derived compounds classified as flavonoids and non-flavonoids. Polyphenols, including those from green tea, as well as curcumin, a polyphenol of *curcuma longa* have been shown to exert strong anti-inflammatory effects under various pro-inflammatory conditions such as in obese rats, rats fed a high-fat diet or rats challenged with endotoxins (Jobin et al., 1999; Terra et al., 2009). More recently, it has been shown that polyphenols, including curcumin, are also able to suppress the development of ER stress in liver and muscle cells from humans and rodents (Giordano et al., 2014; Li et al., 2015). In the present study, we investigated the hypothesis that supplementing a natural plant antioxidant premixture (NPAP) is able to suppress the development of ER stress in the liver and to improve liver function in dairy cows.

### Materials and methods

The trial included 27 dairy cows (7 heifers, 9 primi- and 11 multiparous) which were housed in a freestall barn with straw bedding boxes with weighing troughs from Insentec B.V. (Marknesse, Netherlands) to measure the individually feed intake. The animals were allocated to two experimental groups (group A: 14 animals, parities  $2.8 \pm 1.6$ , group B: 13 animals, parities  $3.1 \pm 2.2$ , mean  $\pm$  SD). Meanwhile all animals were offered a total mixed ration (TMR) consisting of (DM basis) 23.0% grass

silage, 18.2% maize silage, 12.8% sugar beet pulp, 4.9% hay and 41.1% concentrate for ad libitum intake of basic feed, the ration of group B were supplemented with 0.175 g of NPAP per cow and day containing green tea and curcuma extract (Lohmann Animal Nutrition GmbH, Cuxhaven). Already 3 weeks prepartum before expected calving date, the cows received their allocated diets in a local separated adaption unit. Immediately before calving, the cows were kept apart from the adaption unit in straw-bedded calving pens for the parturition and accordingly assigned to their allocated diets. The provided feed components were sampled every second week, TMR were weekly collected and all samples stored at -20°C for further analysis. The lactating cows were milked twice daily (0500 and 1500 h) using a combination of a 1 × 8 herring-bone parlor and a 1 × 10 side-by-side milking system, manufactured by GEA Farm Technologies (Boenen, Germany). From week 1 to week 9 postpartum, once per week milk samples of 1 evening and the next morning milking were taken and pooled for further analysis (milk composition). Energy-corrected milk was calculated according to GfE (2001) which is adjusted to 4% fat and 3.4% protein content. Blood samples were collected from all cows in the morning before feeding at an interval of 2 weeks, beginning at 1 week before the expected date of parturition until 5 weeks postpartum. The blood samples were taken via puncture of the *vena caudalis* into tubes containing ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) as an anticoagulant. After centrifugation of blood at 3500 × g for 15 min, serum was frozen (-20°C) for further analysis (NEFA, BHBA, TAG, TEAC, TBARS, α-tocopherol, β-carotin, retinol). In addition, liver biopsies were taken in week 1 and week 3 postpartum directly after blood sampling to determine the hepatic gene expression of genes involved in endoplasmic stress response and inflammation in dairy cows. About 50 mg of liver tissue were immediately snap-frozen in liquid nitrogen and stored at -80°C until further analysis. Data were analyzed with a linear mixed-effects model using packages lmerTest (Kuznetsova et al., 2014) and lsmeans (Lenth, 2014) in R version 3.1.1 (R Core Team 2014). The linear mixed-effects model included treatment, week, lactation number (1, 2-3 or ≥ 4) and the treatment x week interaction as fixed factors and cow as a random factor. Multiple comparisons between the overall treatment means and means at each sampling time point were performed using linear contrasts for least square means. Differences between means were considered significant for P < 0.05.

## Results and discussion

Cows of the NPAP group did not differ in dry matter intake (DMI) and net energy intake from cows of the control group (Table 1). Cows receiving the NPAP had a tendency towards increased milk yield (+3.0 kg/day; p=0.087) and a significantly increased energy corrected milk yield (ECM; +4.2 kg/day; p=0.010) from week 2 to 9 of lactation compared to the control group (Table 2). Milk composition (concentrations of fat, protein and lactose) was not different between both groups of cows (Table 2). Milk fat (+0.17 kg/day; p=0.032) and milk protein contents (+0.12 kg/day; p=0.031) were significantly increased adding NPAP to the cows diet. The onset of lactation led to a strong NEB at week 2 postpartum, and successively improved thereafter until week 9 postpartum.

Table 1: dry matter intake, net energy intake and NEB of Holstein cows fed the control diet or the diet supplemented with NPAP in average of wk 2 to wk 9 of lactation<sup>1</sup>

| Variable                 | week 2 - week 9 |                |      | p-value |         |             |
|--------------------------|-----------------|----------------|------|---------|---------|-------------|
|                          | A <sup>2</sup>  | B <sup>3</sup> | SEM  | NPAP    | Time    | NPAP x time |
| DMI, kg/d                | 17.1            | 17.7           | 0.59 | 0.491   | < 0.001 | 0.152       |
| Net energy intake, MJ/d  | 117.8           | 121.9          | 4.08 | 0.491   | < 0.001 | 0.152       |
| Energy balance, MJ NEL/d | -29.5           | -38.1          | 0.17 | 0.231   | < 0.001 | 0.162       |

<sup>1</sup>Values are least squares means; <sup>2</sup> control group; <sup>3</sup>supplemented with 0.175 g NPAP (natural plant antioxidant premixture) per cow and day; control, n=14, natural plant premix, n=13.

Table 2: milk yield and milk composition yield of Holstein cows fed the control diet or the diet supplemented with NPAP in average of wk 2 to wk 9 of lactation<sup>1</sup>

| Variable         | week 2 - week 9 |                |      | <i>p</i> -value |         |             |
|------------------|-----------------|----------------|------|-----------------|---------|-------------|
|                  | A <sup>2</sup>  | B <sup>3</sup> | SEM  | NPAP            | Time    | NPAP x time |
| Milk yield, kg/d | 36.5            | 39.5           | 1.21 | 0.087           | < 0.001 | 0.634       |
| 4% ECM, kg/d     | 34.5            | 38.7           | 1.05 | 0.010           | 0.198   | 0.515       |
| Fat, %           | 4.00            | 3.93           | 0.10 | 0.608           | < 0.001 | 0.672       |
| Protein, %       | 3.23            | 3.15           | 0.05 | 0.277           | < 0.001 | 0.280       |
| Lactose, %       | 4.80            | 4.81           | 0.03 | 0.827           | < 0.001 | 0.021       |
| Fat, kg/d        | 1.39            | 1.56           | 0.05 | 0.032           | 0.684   | 0.675       |
| Protein, kg/d    | 1.13            | 1.25           | 0.04 | 0.031           | 0.263   | 0.753       |

<sup>1</sup>Values are least squares means; <sup>2</sup> control group; <sup>3</sup> supplemented with 0.175 g NPAP (natural plant antioxidant premixture) per cow and day; control, n=14, natural plant premix, n=13.

Concentration of metabolic and antioxidant parameters in plasma were determined in week 1, 3 and 5 postpartum (Table 3). In accordance with the strong NEB during early lactation, the concentrations of NEFA in plasma in both groups greatly increased from 1 week antepartum to 1 week postpartum and declined thereafter until week 5 postpartum, whereby the cows in treatment B had significantly reduced NEFA concentrations in plasma (-30 %;  $p < 0.006$ ) at week 1 postpartum compared to the control group (Table 3). The decreased NEFA concentration in the blood might be explained by the anti-inflammatory effect of the NPAP which might be induced by its high content of polyphenols.

Table 3: Metabolic parameters in plasma and concentrations of lipids in the liver of Holstein cows fed the control diet or the diet supplemented NPAP at wks 1, 3 and 5 of lactation and in average of wks 1, 3 and 5<sup>1</sup>

|                                                    | week 1         |                | week 3 |      | week 5 |      | week 1,3,5, |      |      | <i>P</i> -value |        |                |
|----------------------------------------------------|----------------|----------------|--------|------|--------|------|-------------|------|------|-----------------|--------|----------------|
| Variable                                           | A <sup>2</sup> | B <sup>3</sup> | A      | B    | A      | B    | A           | B    | SEM  | NPAP            | Time   | NPAP<br>x time |
| <i><u>Plasma<sup>2</sup></u></i>                   |                |                |        |      |        |      |             |      |      |                 |        |                |
| NEFA, μmol/L                                       | 0.58           | 0.33           | 0.26   | 0.23 | 0.27   | 0.21 | 0.37        | 0.27 | 0.02 | 0.006           | <0.001 | 0.003          |
| BHBA, μmol/L                                       | 407            | 399            | 384    | 430  | 506    | 424  | 433         | 418  | 24.6 | 0.671           | 0.228  | 0.255          |
| TAG, mmol/L                                        | 0.14           | 0.13           | 0.16   | 0.17 | 0.17   | 0.18 | 0.16        | 0.16 | 0.01 | 0.903           | <0.001 | 0.100          |
| Retinol, mg/L                                      | 0.20           | 0.25           | 0.25   | 0.32 | 0.30   | 0.33 | 0.25        | 0.30 | 0.01 | 0.001           | <0.001 | 0.435          |
| α-tocopherol,                                      | 1.65           | 1.84           | 2.83   | 3.25 | 3.67   | 4.00 | 2.72        | 3.03 | 0.17 | 0.199           | <0.001 | 0.857          |
| β-carotin, mg/L                                    | 4.01           | 3.75           | 6.07   | 5.90 | 7.95   | 8.01 | 6.01        | 5.89 | 0.37 | 0.821           | <0.001 | 0.870          |
| TBARS, μmol/L                                      | 6.53           | 6.42           | 6.60   | 7.20 | 7.35   | 7.01 | 6.83        | 6.88 | 0.23 | 0.884           | 0.082  | 0.177          |
| TEAC, μM TE                                        | 293            | 320            | 327    | 349  | 337    | 342  | 319         | 337  | 9.81 | 0.204           | 0.026  | 0.616          |
| <i><u>Liver (lipid concentrations, μmol/g)</u></i> |                |                |        |      |        |      |             |      |      |                 |        |                |
| TAG                                                | 64.2           | 36.7           | 76.1   | 33.6 |        |      | 70.1        | 34.9 | 11.6 | 0.047           | 0.680  | 0.485          |
| Cholesterol                                        | 11.8           | 8.9            | 10.1   | 7.6  |        |      | 11.0        | 8.2  | 0.80 | 0.026           | 0.048  | 0.796          |

<sup>1</sup>Values are least squares means, n=13/14 for each group; <sup>2</sup> control group; <sup>3</sup> supplemented with 0.175 g NPAP per cow and day; Abbreviations: TAG=Triacylglycerols, TBARS=Thiobarbituric acid-reactive substances, TEAC=Trolox equivalent antioxidant capacity.

It has been shown in various recent studies that increased load of the liver with fatty acids induces ER stress (Fu et al., 2012; Nivala et al., 2013). Duplus et al. (2000) and Jump et al. (2005) demonstrated that NEFAs can act as signaling molecules and affect the regulation of the expression of lipid metabolism genes which might be caused in pathogenesis in some NEB-related metabolic disorders. The evaluated NEFA concentration in blood of periparturient cows induced by NEB is associated with the formation of ketone bodies such as BHBA (Herdt, 2000). The analyzed blood parameters BHBA,  $\alpha$ -tocopherol,  $\beta$ -carotene, TBARS and TEAC concentrations were not differ between both groups (Table 3). Plasma concentration of retinol was determined to assess whether the inflammation was attenuated by feeding polyphenol-rich NPAP, because retinol is released from the liver by binding to retinol-binding proteins, members of the negative acute phase proteins (Bossart et al., 2012). The plasma concentration of retinol at week 3 of lactation was significantly increased in cows receiving the NPAP (+0.07 mg/L;  $p=0.004$ ; Table 3) compared to the control group, which is associated with an improvement of liver function.

The relative mRNA concentrations of *FGF21*, inflammatory genes and genes of the UPR in liver biopsy samples were determined in week 1 to week 3 postpartum (Table 4).

Table 4: concentrations of lipids and relative hepatic mRNA concentrations of *FGF21* and genes involved in inflammation and unfolded protein response in the liver of control cows or cows supplemented with a plant product (NPAP) consisting of green tea and curcuma extract at week 1 and week 3 and in average of week 1 and 3<sup>1</sup>

| Gene expression                             | week 1         |                | week 3 |      | week 1, 3 |      | SEM <sup>#</sup> | <i>p</i> -value |       |             |
|---------------------------------------------|----------------|----------------|--------|------|-----------|------|------------------|-----------------|-------|-------------|
|                                             | A <sup>2</sup> | B <sup>3</sup> | A      | B    | A         | B    |                  | NPAP            | Time  | NPAP x time |
| <i>Fibroblast growth factor 21</i>          | 1.00           | 0.31           | 1.28   | 0.30 | 1.14      | 0.30 | 0.25             | 0.027           | 0.579 | 0.564       |
| <u><i>Inflammation</i></u>                  |                |                |        |      |           |      |                  |                 |       |             |
| <i>C-reactive protein</i>                   | 1.00           | 0.47           | 1.64   | 1.11 | 1.32      | 0.79 | 0.25             | 0.150           | 0.023 | 0.249       |
| <i>Haptoglobin</i>                          | 1.00           | 0.19           | 0.28   | 0.06 | 0.64      | 0.12 | 0.19             | 0.069           | 0.066 | 0.190       |
| <i>Tumor necrosis factor</i>                | 1.00           | 0.97           | 1.28   | 1.47 | 1.14      | 1.22 | 0.20             | 0.767           | 0.155 | 0.683       |
| <u><i>Unfolded protein response</i></u>     |                |                |        |      |           |      |                  |                 |       |             |
| <i>Activating transcription factor 4</i>    | 1.00           | 0.43           | 1.47   | 1.03 | 1.24      | 0.73 | 0.18             | 0.060           | 0.022 | 0.760       |
| <i>BCL2-antagonist/killer 1</i>             | 1.00           | 1.28           | 2.13   | 1.94 | 1.56      | 1.61 | 0.36             | 0.932           | 0.030 | 0.527       |
| <i>BCL2-associated X protein</i>            | 1.00           | 0.82           | 0.59   | 0.43 | 0.80      | 0.62 | 0.11             | 0.279           | 0.003 | 0.957       |
| <i>Apoptosis-related cysteine peptidase</i> | 1.00           | 0.74           | 0.91   | 0.86 | 0.95      | 0.80 | 0.14             | 0.453           | 0.914 | 0.382       |
| <i>DNA-damage-inducible transcript 3</i>    | 1.00           | 0.60           | 0.64   | 0.63 | 0.82      | 0.61 | 0.10             | 0.154           | 0.056 | 0.036       |
| <i>ER degradation enhancer</i>              | 1.00           | 0.59           | 3.20   | 2.50 | 2.10      | 1.54 | 0.45             | 0.395           | 0.002 | 0.797       |
| <i>Heat shock 70 kDa protein 5</i>          | 1.00           | 0.37           | 1.13   | 0.83 | 1.06      | 0.60 | 0.20             | 0.124           | 0.040 | 0.216       |
| <i>Protein disulfide isomerase family A</i> | 1.00           | 0.59           | 1.74   | 1.89 | 1.37      | 1.29 | 0.29             | 0.835           | 0.006 | 0.289       |

<sup>1</sup> Values are least squares means;  $n = 13/14$  for each group; <sup>2</sup> control group; <sup>3</sup> supplemented with 0.175 g NPAP per cow and day; <sup>4</sup> SEM = standard error mean; mRNA concentrations of genes are expressed relative to the mRNA concentration at week 1 postpartum (=1.00).

Relative mRNA concentration of *FGF21* in liver samples was significantly reduced in the cows supplemented with NPAP in week 1 and week 3 in comparison to cows of the control group (-74% in average of both sampling times,  $p < 0.05$ ). To evaluate the inflammatory status of the liver, we determined relative mRNA concentrations of *TNF*, a pro-inflammatory cytokine, and the acute phase proteins *HP* and *CRP*. While the relative mRNA concentrations of *TNF* and *CRP* were not different between both groups of cows, there was a trend towards a reduction of relative mRNA concentration of *HP* (-81%;  $p < 0.10$ ) in the group of cows supplemented with NPAP in comparison to the control group. To assess the occurrence of ER stress in the liver, we determined relative mRNA concentrations of a total of eight genes of the UPR. Relative mRNA concentrations of *ATF4* showed a trend towards a reduction in cows supplemented with NPAP in comparison to cows of the control group ( $p < 0.10$ ). Relative mRNA concentrations of *BAX*, *CASP3*, *DDIT3*, *EDEM1*, *HSPA5* and *PDIA* were also numerically reduced (-6 to -43% in average of week 1 and week 3) compared to the control group. However, these differences were not statistically significant.

## Conclusion

The data of this study indicate that supplementation of dairy cows with a plant product consisting of green tea and curcuma extract from week 3 prepartum to week 9 had a moderate effect on inflammation but less effect on the occurrence of ER stress in the liver of dairy cows during early lactation. Nevertheless, it was observed that hepatic mRNA concentration of *FGF21*, a stress hormone induced by various types of stress, and hepatic lipid concentrations were reduced in the cows supplemented with the plant product. This suggests that feeding the plant product attenuated metabolic stress in the liver. Consideration of various antioxidative parameters and concentrations of lipid peroxidation products (TBARS) in plasma indicates that supplementation of the plant product did not influence the systemic antioxidative system. Finally, it was observed that supplementation of the plant product increased the amount of energy-corrected milk yield during early lactation. Overall, the data of this study indicate that a plant product consisting of green tea and curcumin could be useful to improve milk performance and prevent fatty liver syndrome in dairy cows during early lactation.

## Literatur

- Bossaert, P., E. Trevisi, G. Opsomer, G. Bertoni, S. De Vliegher, and J. L. Leroy, 2012: The association between indicators of inflammation and liver variables during the transition period in high-yielding dairy cows: an observational study. *Vet J* 192:222-225
- Duplus, E., M. Glorian, and C. Forest., 2000: Fatty acid regulation of gene transcription. *J. Biol. Chem.* 275:30749–30752
- Fu, S., S. M. Watkins, and G. S. Hotamisligil, 2012: The role of endoplasmic reticulum in hepatic lipid homeostasis and stress signaling. *Cell Metab.* 15:623–634
- Gessner, D.K., Schlegel, G., Ringseis, R., Schwarz, F.J., Eder, K., 2014: Up-regulation of endoplasmic reticulum stress induced genes of the unfolded protein response in the liver of periparturient dairy cows. *BMC Vet Res.* 10:46
- Giordano, E., Davalos, A., Nicod, N., Visioli, F., 2014: Hydroxytyrosol attenuates tunicamycin-induced endoplasmic reticulum stress in human hepatocarcinoma cells. *Mol Nutr Food Res* 58: 954-962
- GfE (German Society of Nutrition Physiology), 2001: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. Frankfurt/Main: DLG-Verlag
- Gruffat, D., D. Durand, B. Graulet, and D. Bauchart, 1996: Regulation of VLDL synthesis and secretion of the liver. *Reprod. Nutr. Dev.* 36:375–389
- Herd, T. H., 2000: Ruminant adaptation to negative energy balance. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 16:215–230
- Jobin, C., Bradham, C.A., Russo, M.P., Juma, B., Narula, A.S., Brenner, D.A., Sartor, R.B., 1999: Curcumin blocks cytokine-mediated NF-kappa B activation and proinflammatory gene expression by inhibiting inhibitory factor I-kappa B kinase activity. *J Immunol.* 163:3474-3483



- Jump, D. B., D. Botolin, Y. Wang, J. Xu, B. Christian, and O. Demeure, 2005: Fatty acid regulation of hepatic gene transcription. *J. Nutr.* 135:2503–2506
- Kuznetsova, A., P.B. Brockhoff, R.H.B. Christensen, 2014: lmerTest: Tests in Linear Mixed Effects Models. R package version 2.0-20. <http://CRAN.R-project.org/package=lmerTest>
- Lenth, R.V., M. Hervé, 2013: lsmeans: Least-squares means. R package version 2.13. <http://CRAN.R-project.org/package=lsmeans>
- Li, Y., Li, J., Li, S., Wang, X., Liu, B., Fu, Q., Ma, S., 2015: Curcumin attenuates glutamate neurotoxicity in the hippocampus by suppression of ER stress-associated TXNIP/NLRP3 inflammasome activation in a manner dependent on AMPK. *Toxicol Appl Pharmacol.* 286(1): 53-63
- Marciniak, S.J., Ron, D., 2006: Endoplasmic reticulum stress signaling in disease. *Physiol Rev* 86: 1133-1149
- Nivala, A.M., L. Reese, M. Frye, C. L. Gentile, and M. J. Pagliassotti, 2013: Fatty acid-mediated endoplasmic reticulum stress in vivo: differential response to the infusion of Soybean and Lard Oil in rats. *Metab.* 62:753–760
- R Core Team., 2014: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna. Available: <http://www.R-project.org/>
- Ringseis, R., Gessner, D.K., Eder, K., 2014: Molecular insights into the mechanisms of liver-associated diseases in early-lactating dairy cows: hypothetical role of endoplasmic reticulum stress. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*. (Epub ahead, doi: 10.1111/jpn.12263)
- Ron, D., Walter, P., 2007: Signal integration in the endoplasmic reticulum unfolded protein response. *Nat Rev Mol Cell Biol* 8: 519-529
- Terra, X., Montagut, G., Bustos, M., Llopiz, N., Ardevol, A., Blade, C., Fernandez-Larrea, J., Pujadas, G., Salvado, J., Arola, L., Blay, M., 2009: Grape-seed procyanidins prevent low-grade inflammation by modulating cytokine expression in rats fed a high-fat diet. *J Nutr Biochem.* 20: 210-218
- Vels, L., Rontved, C.M., Bjerring, M., Ingvarsten, K.L., 2009: Cytokine and acute phase protein gene expression in repeated liver biopsies of dairy cows with a lipopolysaccharide-induced mastitis. *J Dairy Sci.* 92:922-934
- Xu, C., Z. Wang, G. W. Liu, X. B. Li, G. H. Xie, C. Xia, and H. Zhang, 2008: Metabolic characteristic of the liver of dairy cows during ketosis based on comparative proteomics. *Asian-Austral. J. Anim. Sci.* 21:1003–1010
- Zebeli Q, Metzler-Zebeli BU. 2012. Interplay between rumen digestive disorders and diet-induced inflammation in dairy cattle. *Res Vet Sci.* 93:1099-1108.

#### **Autorenanschrift:**

M. Sc. Anne Winkler  
Abteilung: Tierernährung  
Fachhochschule Bingen, Fachbereich 1- Life Science and Engineering  
Berlinstrasse 109, 55411 Bingen am Rhein  
[a.winkler@fh-bingen.de](mailto:a.winkler@fh-bingen.de)

## Influence of Quaternary Benzophenathridine and Protopine Alkaloids supplementation in finishing ewes under hot environment

**A. Plascencia<sup>1\*</sup>, A. Aguilar-Hernández<sup>1</sup>, M. A. Osuna-Pérez<sup>2</sup>, V. H. Núñez-Benítez<sup>1</sup>, B.I. Castro Pérez<sup>2</sup>, A. Estrada Angulo<sup>2</sup>, A. Barreras<sup>1</sup>, M.A. López Soto<sup>1</sup>, H. I. Rogge<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias. Universidad Autónoma de Baja California. Km 4.5 carretera Mexicali-San Felipe, CP 21386, Mexicali, Baja California, México; <sup>2</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Sinaloa. Blvd. San Ángel s/n; Fraccionamiento San Benito 80246, Culiacán, Sinaloa, México. <sup>3</sup>Phytobiotics Futterzusatzstoffe GmbH, Wallufer Str. 10a, 65343, Eltville, Germany

### Introduction

Heat stress result in reduced energy intake and poor performance in lambs (Bernabucci et al., 2009), to avoid the low intake of energy, the diets are increased on its energy content by increasing the solubles carbohydrates (mainly cereal grains). Therefore, lambs are more susceptible to suffer sub-acute ruminal acidosis exacerbating the effects on irregular intakes and poor weight gains and/or feed efficiencies. Some Quaternary Benzophenathridine and Protopine Alkaloids (QBA + PA) are known to have a specific antimicrobial (Miao et al., 2011), anti-inflammatory (Tanaka et al., 1993), immunomodulatory (Chatuverdy et al., 1997), and appetite stimulant effects (Mellor, 2001). Supplementation of QBA + PA has shown to decrease the breakdown of protein decreasing the ruminal ammonia concentration with improvement on protein utilization in cattle fed a finishing diet (Aguilar-Hernandez et al., 2014). Theoretically, all these effects are advantageous for ruminants fed high-energy diets under heat stress; however, no information is available regarding to the effects of QBA + PA supplementation on growth performance and dietary energetics in ewes fed finishing diets during heat stress conditions.

### Materials and methods

The experiment was conducted in the Feedlot Lamb Research Unit of the Autonomous University of Sinaloa located in the city of Culiacán, Mexico (24° 46' 13" N and 107° 21' 14"W; 55 m above sea level; tropical climate). Guidelines of locally approved techniques for animal care and use where used. Ambient temperature and relative humidity were obtained every hour from on-site weather equipment. The temperature humidity index was calculated using the following formula:  $THI = 0.81 \times T + RH (T - 14.40) + 46.40$  (Hahn, 1999).

**Animals, sources of QBA and treatments.** Twenty Pelibuey × Katahdin (35 ± 2.3 kg LW) crossbred ewes were assigned to one of five weight groupings in 10 pens, with two ewes per pen. Pens have 6 m<sup>2</sup> with overhead shade, automatic waterers and 1 m fence-line feed bunks. Two weeks before initiation of the experiment the ewes were treated for parasites (Tasasel 5%, Fort Dodge, Animal Health, México) and injected with 1×10<sup>6</sup> IU vitamin A (Synt-ADE, Fort Dodge Animal Health).

Basal diet was formulated with high risk of presentation of subacute acidosis to test the responses to QBA + PA supplementation in ewes under high ambient temperatures. Treatments were two levels (0 and 0.5 g/ewe/day) of a standardized QBA+ PA preparation (Sangrovit® RS, Phytobiotics Futterzusatzstoffe GmbH).

The basal diet contained 13.9% CP and 2.09 Mcal NEm/kg (NRC, 1985). The risk of acidosis is considered by the percentage of starch and NDF present in basal diet (49.7% and 15.3%, respectively). Dietary treatments were randomly assigned to pens within blocks. Ewes were weighed before the morning meal on day 1 and day 70 (harvest). Ewes were provided *ad libitum* fresh feed twice daily at 0800 and 1400 hours (in a proportion 30:70). Daily feed allotments to each pen was adjusted to allow minimal (< 5%) feed refusals in the feed bunk. The amounts of feed offered and of feed refused were weighed daily. Feed bunks were visually assessed between 0740 and 0750 hours each morning, refusals were collected and weighed and feed intake was determined. Feed and refusal samples were collected daily for DM analysis. Feed samples were subjected to the following analyses: DM, CP, NDF (AOAC, 200), and starch (Zinn, 1990). The measurement of water was conducted daily at 0700 h by dipping a graduated rod into the water deposits (one deposit for each pen). Once the measure was taken, the remaining water was completely drained and the tanks were filled again for subsequent measurement in the next 24 h.

**Calculations.** The estimations of dietary energetic and expected DMI were performed based on the estimated initial and final shrunk body weight (SBW=0.96 of full weight). Average daily gains (ADG) was computed by subtracting the initial BW from the final BW and dividing the result by the number of days on feed (DOF). The efficiency of BW gain was computed by dividing ADG by the daily DMI. The estimation of dietary energetics and expected DMI was performed following the procedures described by Estrada et al. (2013).

**Statistical analyses.** Performance data (DMI, gain, gain efficiency, observed dietary NE, observed-to-expected dietary NE ratio, and observed-to-expected DMI ratio) were analyzed as a randomized complete block design considered the pen as the experimental unit. Multiple test comparisons were performed among treatments (LSD). Differences were considered significant when the P-value was ≤ 0.05, and tendencies were identified when the P-value was >0.05 and ≤0.10.

## Results and discussion

The experiment was carried out from June to August of 2014, the mean of the THI value during the course of this study was  $81.7 \pm 0.97$  (Table 2). In accordance with THI code (Normal THI < 74; Alert 75 -79; Danger 79-84, and Emergency > 84), ewes in the trial were exposed to “danger” situation due hot environmental conditions. Growth performance and dietary energetics are shown in Table 1. There is very limited information related to the effects of supplementation of QBA + PA on water intake. Even when there were no statistically differences between non-supplemented vs. supplemented ewes in daily water intake, supplemented ewes ingested 21.9% more water than non-supplemented. The basis for this response is uncertain but QBA + PA have shown diuretic effects in rats (Zdarilova et al., 2008). There were no effects of treatments on DM intake, based on average weight and net energy concentration of the diet, the maximal DM intake can be estimated as follows:  $DMI = FBW^{0.75} \times (ADG - 22.3 \times NE_m)$ , where DMI is expressed in g/d, FBW = body weight, ADG = average daily gain (g) and  $NE_m$  = dietary energy concentration expressed as Mcal/kg (Cannas et al., 2004). By applying the above equation, the average observed DM intake correspond a reduction of 35% of the estimated. The latter is 28% lower than the reduction of 25% proposed by NRC (1987) when air temperature reaches 35°C, however, the estimation of NRC (1987) did not consider the humidity factor therefore our results are congruent. Even when there were no treatments effect on daily gain, QBA + PA improved gain efficiency 8.3% (P=0.04). Dietary NE and observed-to-expected NE diet were 5.2 and 5.9% greater, and observed-to-expected DMI was 4.4% lower in lambs

supplemented with QBA + PA. Thus, QBA + PA reduce the negative impact of hot environment on dietary energy by an average of 5.5% ( $P < 0.01$ ). An alternative approach for expressing QBA + PA effects on animal energetics in the present experiment is to let the net energy value of the diet remain constant and present treatment effects solely as a function of changes in the maintenance coefficient (Zinn, 1987). In this manner, heat stress increased 24% the maintenance coefficient in controls ewes, while in QBA + PA group the increase was 29% lower (17%). In a recent trial (Aguilar-Hernandez et al., 2014), cattle fed a high-energy finishing diet supplemented with a QBA + PA formulation increased flow of non-ammonia N to small intestine, consequence of both decreased feed protein degradation and increased microbial protein synthesis. Additionally, steers that received QBA + PA showed greater N utilization and tended to improve the utilization of energy of the diet.

The estimation of dietary energy and the ratio of observed-to-expected DMI revealed differences in efficiency independently of ADG, providing important insight into potential treatment effects on the efficiency of energy utilisation of the diet itself. In this experiment, the reductions in observed-to-expected DMI and increases on dietary NE showed that QBA + PA supplementation alleviated the negative effects on energy utilization in stressed lambs fed high-risk diets.

## Conclusions

Quaternary Benzophenathridine and Protopine Alkaloids supplementation reduced up to 5.5% the negative effects on dietary energy utilization of stressed heat-stressed ewes fed with high-energy corn-based diets.

## References

- Aguilar-Hernández, A., A. Urías, A. Barreras, M.A. López-Soto, M. Montañó, V. González, A. Plascencia, A. Estrada. 2014. Evaluation of sangrovit® (a rumen-stable sanguinarine) on microbial protein synthesis and nutrient digestibility in steers fed a high-energy diet. XXIV Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias, La Habana Cuba.
- Bernabucci U., Lacetera N., Danieli P. P., Bani P., Nardone A., Ronchi B. 2009. Influence of different periods of exposure to hot environment on rumen function and diet digestibility in sheep. *Int. J. Biometeorol.* 53:387–395.
- Chaturverdi, M.M., A. Kumar, B.G. Darnay, G.B.N. Chainy, S. Agarwal, B.B. Aggarwal. 1997. Sanguinarine (pseudochelerythrine) is a potent inhibitor of NP-kappa B activation, I kappa B alpha phosphorylation, and degradation. *J. Biol. Chem.* 272: 30129-30134.
- Estrada-Angulo, A., Y. S. Valdés, O. Carrillo-Muro, B.I. Castro-Perez A. Barreras, M.A. López-Soto, A. Plascencia, H. Dávila-Ramos, F.G. Rios, and R.A. Zinn. 2013. Effects of feeding different levels of chromium-enriched live yeast in hairy lambs fed a corn-based diet: Effects on growth performance, dietary energetics, carcass traits and visceral organ mass. *Anim. Prod. Sci.* 53: 308-315.
- Hahn, G. L. 1999. Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. *J. Dairy Sci.* 82 (Suppl. 2): 10–20
- Miao, F., X. Yang, L. Zhou, H. Hu, F. Zheng, X. Ding, D. Sun, Ch. Zhou, W. Sun. 2011. Estructural modification of sanguinarine and chelerythrine and their antibacterial activity. *Nat. Prod. Res.* 25:863-875.
- NRC, 1985. Nutrient requirement of sheep. (6th Rev. Ed.). National Academy Press, Washington, DC.
- NRC, 1987. Predicting Feed Intake of Food Producing Animals. National Academy Press, Washington, DC.
- Tanaka T., K. Metori, S. Mineo, M. Hirotsu, T. Furuya, S. Kobayashi. 1993. Inhibitory effects of berberine-type alkaloids on elastase. *Planta Medica.* 59:200-202.
- Vrublova, E., J. Vostalova J. Ehrmann I. Palikova, J. Vrbkova, J. Vacek, N. Cibicek, R. Vecera, J. Ulrichova, and V. Simanek. 2010. The phyto-genic feed additive Sangrovit modulates dextran sulfate sodium-induced colitis in rats. *Veterinari Med.* 55:610-618.
- Zinn, R. A. 1987. Influence of lasalocid and monensin plus tylosin on comparative feeding value of steam-flaked versus dry-rolled corn diets for feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 65: 256–266.

**Table 1.** Effects of QBA +PA supplementation (0.5 g/head/day) on growth-performance and dietary energy in ewes under hot environment fed with high-energy corn-based diet.

| Item                         | QBA + PA intake, g/d |       | SEM <sup>a</sup> | P-value <sup>b</sup> |
|------------------------------|----------------------|-------|------------------|----------------------|
|                              | 0                    | 0.5   |                  |                      |
| Days on feed                 | 70                   | 70    |                  |                      |
| Water intake, L/pen          | 6.44                 | 8.10  | 1.06             | 0.19                 |
| Body weight, kg <sup>c</sup> |                      |       |                  |                      |
| Initial                      | 38.19                | 38.14 | 0.02             | 0.31                 |
| Final                        | 45.64                | 46.45 | 0.38             | 0.21                 |
| DM intake (g/d)              | 880                  | 895   | 26               | 0.70                 |
| DM intake, % LW              | 2.11                 | 2.12  | 0.05             | 0.85                 |
| ADG (g/d)                    | 107                  | 119   | 6                | 0.20                 |
| Gain for feed                | 0.121                | 0.132 | 0.002            | 0.04                 |
| NE diet (Mcal/kg)            |                      |       |                  |                      |
| Maintenance                  | 1.87                 | 1.96  | 0.01             | <0.01                |
| Gain                         | 1.23                 | 1.31  | 0.009            | <0.01                |
| Observed- to-expected NE     |                      |       |                  |                      |
| Maintenance                  | 0.89                 | 0.94  | 0.005            | <0.01                |
| Gain                         | 0.85                 | 0.91  | 0.006            | <0.01                |
| Observed-to-expected DMI     | 1.13                 | 1.08  | 0.007            | 0.012                |

<sup>a</sup> SEM= standard error of mean, <sup>b</sup> P = observed treatment effect, <sup>c</sup> The initial BW was reduced by 4% to adjust for the gastrointestinal fill, and all ewes were fasted (food but not drinking water was withdrawing) for 18 h before recording the final BW.

#### Corresponding author

Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias  
Universidad Autónoma de Baja California  
Km 4.5 carretera Mexicali-San Felipe  
CP 21386, Mexicali, Baja California, México;  
alejandro.plascencia@uabc.edu

# SANGROVIT®



## THINK GLOBAL. ACT LOCAL.

SANGROVIT® ist unser patentierter und prämiierter Ertragssteigerer mit voller Wirkung: von der Erhöhung der Futteraufnahme über die Stimulierung der Verdauung bis hin zur Unterstützung von Futterverwertung und Fleischqualität. Was in mehr als 50 Ländern rund um den Globus funktioniert, klappt auch bei Ihnen.  
Füttern auch Sie mit IQ.

**PHYTOBIOTICS**

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

## High versus low fiber rations: Where does autolyzed yeast give the most benefit?

**M.M.H.B. Nooijen<sup>1</sup>, C. Stoiber<sup>2</sup>, J. Zwielehner<sup>1</sup>, W. Markert<sup>3</sup> and G. Schatzmayr<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> BIOMIN Holding GmbH, Herzogenburg, Austria

<sup>2</sup> BIOMIN Research Center, Tulln, Austria

<sup>3</sup> BIOMIN Additive Deutschland GmbH, Stadtoldendorf, Germany

### Introduction

Yeast is commonly added to diets to improve rumen microbial activity, feed utilization and cow performance. Autolyzed yeast is the result of standardized autolytic degradation of the yeast cell which provides functional components such as ribonucleic acid (RNA), nucleotides, cell wall carbohydrates (mannan,  $\beta$ -glucan), peptides and amino acids in a pre-digested form which immediately have a prebiotic effect on the rumen microbiota.

In two independent *in vitro* rumen simulation trials we compared the effects of autolyzed yeast in a high-fiber ration (HFR) and a low-fiber ration (LFR).

### Materials and Methods

The *in vitro* research was performed at the BIOMIN Research Center (BRC), Austria using a continuous rumen simulation system (RSS). The RSS allows a continuous fermentation in 12 individual reactors at 39°C under continuous flow of artificial saliva and constant stirring. The ingredients and composition of the two diets are shown in table 1 and 2.

**Table 1.** Ingredients in ration

| Main ingredients    | LFR (%*) | HFR (%*) | Additives          | LFR (%*) | HFR (%*) |
|---------------------|----------|----------|--------------------|----------|----------|
| Corn grain ground   | 39.30    | 24.78    | Limestone          | 1.40     | 0.83     |
| Grass silage, dried | 0.00     | 34.57    | Sodium bicarbonate | 0.66     | 0.62     |
| Grass hay           | 31.44    | 19.83    | Sodium chloride    | 0.44     | 0.41     |
| Soybean meal, 48%   | 19.65    | 14.46    | Calcium phosphate  | 0.17     | 0.00     |
| Wheat grain ground  | 6.55     | 4.13     | Magnesium oxide    | 0.17     | 0.17     |
|                     |          |          | Trace mineral mix  | 0.22     | 0.21     |

\* on dry matter basis; LFR = Low Fiber Ration; HFR = High Fiber Ration

**Table 2.** Ration composition

| Composition             | LFR   | HFR   | Ratios                    | LFR   | HFR   |
|-------------------------|-------|-------|---------------------------|-------|-------|
| NEI (Mcal/kg DM)        | 1.77  | 1.62  | Forage to concentrate (%) | 31:69 | 54:46 |
| Crude protein (g/kg DM) | 175.7 | 159.4 | RUP (% of crude protein)  | 33.8  | 31.2  |
| ADF (g/kg DM)           | 169.5 | 244.1 | RDP (% of crude protein)  | 66.2  | 68.8  |
| NDF (g/kg DM)           | 289.7 | 402.7 |                           |       |       |
| NFC (g/kg DM)           | 420.4 | 314.4 |                           |       |       |
| Fat (g/kg DM)           | 28.1  | 26.9  |                           |       |       |

LFR = Low Fiber Ration; HFR = High Fiber Ration; NEI = Net Energy Lactation; ADF = Acid Detergent Fiber; NDF = Neutral Detergent Fiber; NFC = Non Fiber Carbohydrate; RUP = Rumen Undegradable Protein; RDP = Rumen Degradable Protein

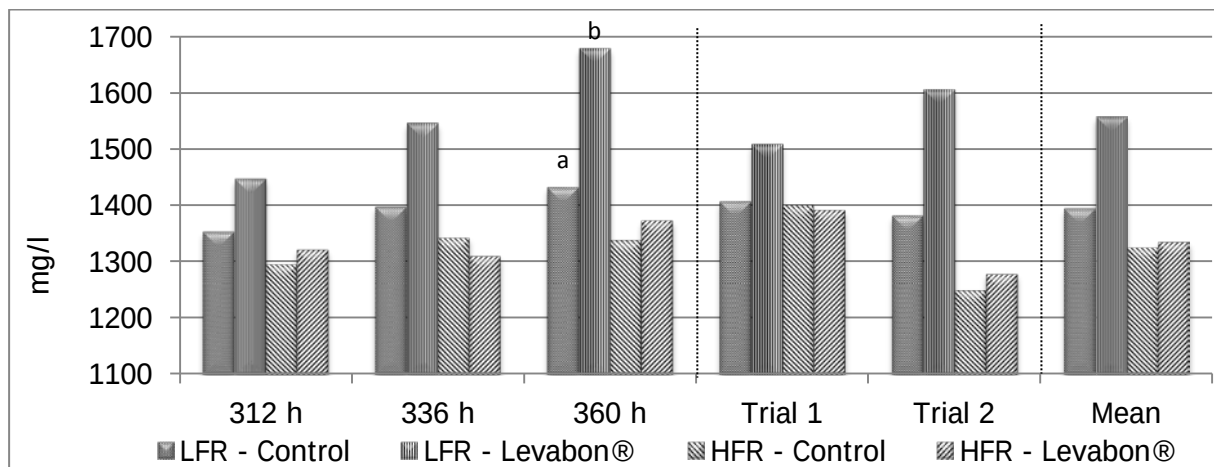
In each of the two rumen fermentation trials fresh inoculum from the slaughterhouse was used, six reactors received diet LFR and the other six HFR. Three reactors per diet received autolyzed yeast (*Saccharomyces cerevisiae*, Levabon® Rumen E) on top of their ration at a level equivalent to 30g/animal/day. Fresh feed was provided once a day and stayed in the reactors for 48 hours. After a one-week adaptation period, pH and redox potential were measured online, rumen fluid for analysis of volatile fatty acids (VFAs) and bacterial abundance was sampled via cannula from each reactor. VFAs (lactate, acetate, propionate and butyrate) were analyzed by high performance liquid chromatography (HPLC), bacterial counts were determined using flow cytometry. The bacterial counts were log-transformed. Results are available for the last three days of the trial.

For statistical evaluation of the data general linear models were calculated in SPSS version 19 with trial number as co-variable. Results are shown as average  $\pm$  standard deviation. The figures represent the data in three different ways: showing the data for each of the last three days, averages of trial 1 and 2 separately and the mean of all available data. The level of significance was  $p < 0.05$ .

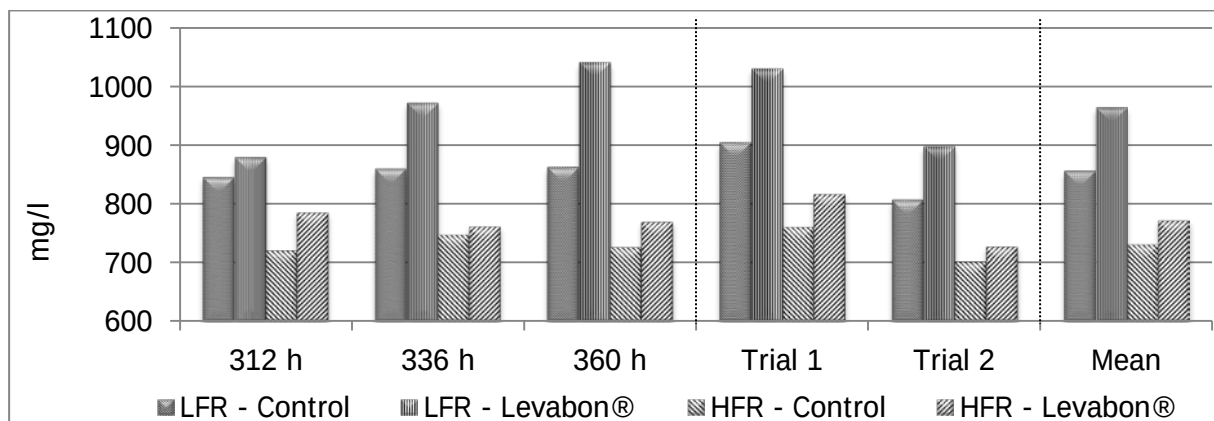
## Results

The average pH was  $5.91 \pm 0.07$  in the LFR control  $5.80 \pm 0.10$  in LFR Levabon® and  $5.99 \pm 0.05$  in HFR control  $5.97 \pm 0.06$  with HFR Levabon® supplementation. The digestibility in the LFR diet was  $55.8\% \pm 3.7\%$  compared to  $52.8\% \pm 3.2\%$  in the HFR, with a significant difference at day 11. On average Levabon® supplementation increased the digestibility by 1.5% point in LFR and 0.4% in HFR. Levabon® supplementation increased the acetate concentration at 360 hour in the LFR ( $p < 0.05$ ) as shown in figure 1. Although Levabon® supplementation in the LFR increased propionate production by 14% and 11% in trial 1 and 2 (figure 2), these differences were not significant. In the control diet the HFR decreased butyrate production compared to the LFR ( $p < 0.05$ ) as shown in figure 3. The acetate-propionate ratio was significantly higher in reactors receiving HFR diet ( $p < 0.05$ ) as shown in figure 4. Trial 1 and 2 differ numerically and also the effect of Levabon® shows different trends depending on the trial. Bacterial abundance was significantly higher in LFR reactors ( $p < 0.05$ ), figure 5. Levabon® supplementation increased the bacterial counts in both LFR and HFR ( $p < 0.05$ ).

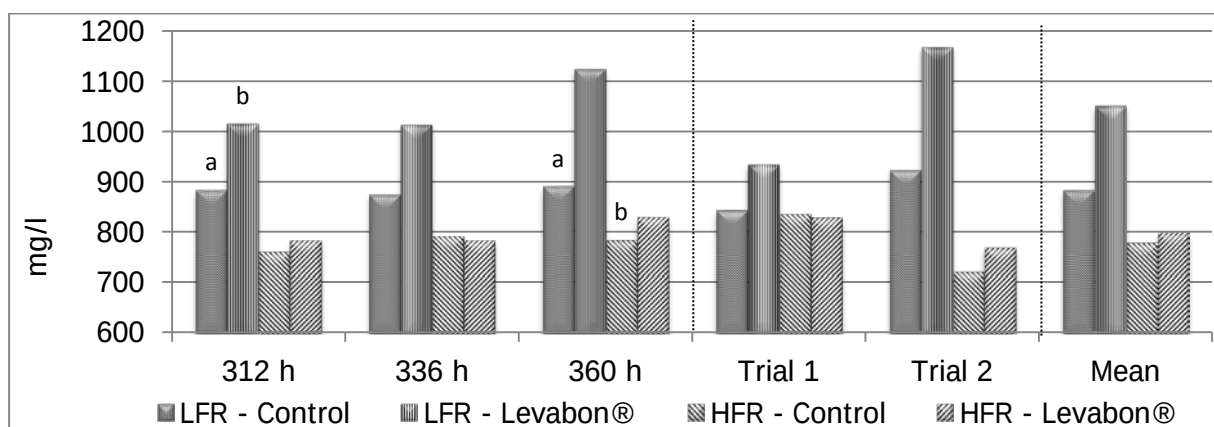




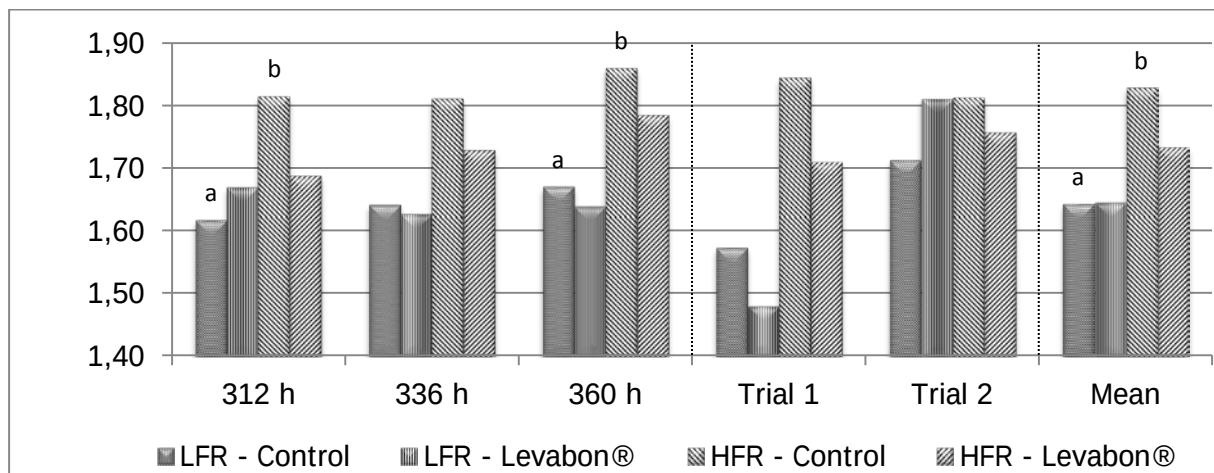
**Figure 1:** *In vitro* acetate concentration. Levabon® supplementation increased the acetate concentration at 360 hour in the LFR ( $p < 0.05$ ).



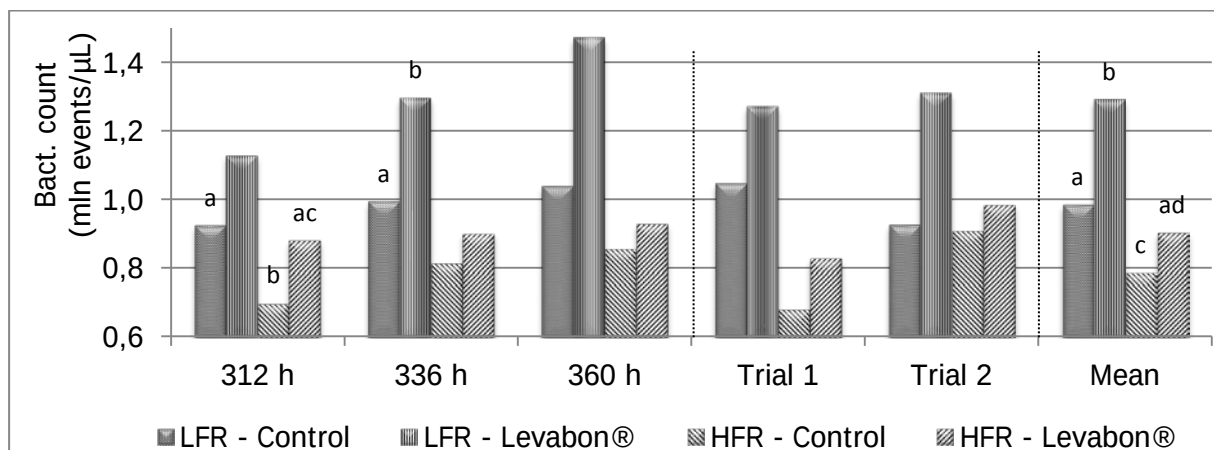
**Figure 2:** *In vitro* propionate concentration. Although Levabon® supplementation in the LFR increased propionate production by 14% and 11% in trial 1 and 2, these differences were not significant.



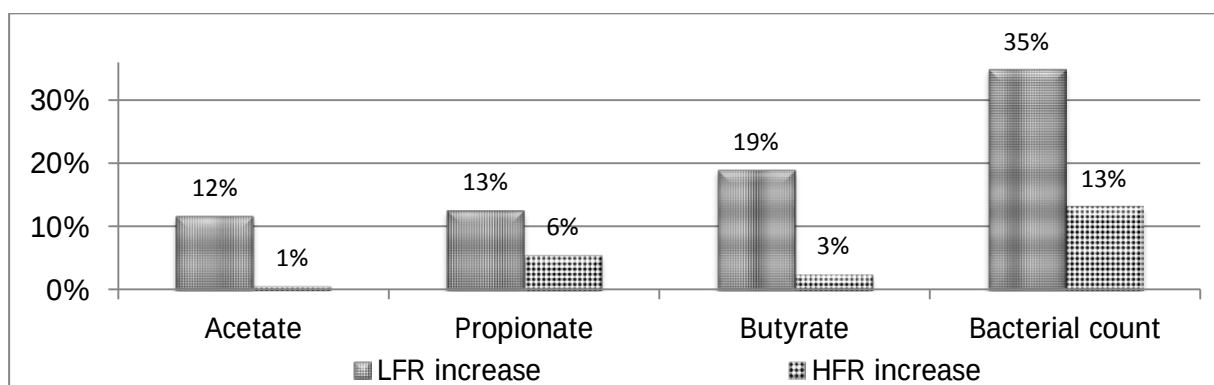
**Figure 3:** *In vitro* butyrate concentration. Levabon® supplementation in the LFR increased the butyrate concentration at 312 hour. In the control diet the HFR decreased butyrate production compared to the LFR ( $p < 0.05$ ).



**Figure 4:** *In vitro* acetate-propionate ratio. The acetate-propionate ratio was significantly higher in reactors receiving HFR diet ( $p < 0.05$ ). Trial 1 and 2 differ numerically and also the effect of Levabon® shows different trends depending on the trial.



**Figure 5:** *In vitro* bacterial count. Bacterial abundance was significantly higher in LFR reactors ( $p < 0.05$ ). Levabon® supplementation increased the bacterial counts in both LFR and HFR ( $p < 0.05$ ).



**Figure 6:** *In vitro* increase by Levabon® supplementation compared to control for VFA concentration and bacterial count.

## Discussion

With a higher inclusion of corn in the LFR we expected high VFA production and lower pH. Probably due to the high inclusion of limestone and calcium phosphate the pH values of LFR and HFR differ less than 0.1 point.

In the *in vitro* RSS (rumen simulation system) the difference in rumen fermentation between a low fiber ration (LFR) with 31% forage compared to a high fiber ration (HFR) with 54% forage showed similar effects of what can be expected *in vivo*. The share of butyrate in the total VFA production was similar for both trials and both the LFR and HFR control diets, as these four values were between 26.9% and 29.7%  $\pm$  0.7-3.3%. Also Phillipson, 1970 observed the butyrate concentration as percentage of total VFA only increases till the concentrate share of the ration reaches 50%. The increase in acetate-propionate ratio in HFR is expected based upon comparing the ADF, NDF and NFC of both diets. Cellulose supplementation increases the acetate-propionate ratio, while starch and soluble carbohydrate leads to a lower ratio compared to cellulose (Murphy et al, 1982). The increase of the bacterial count in the LFR compared to the HFR is likely caused by the higher energy values of the ration.

When visually comparing trial 1 with trial 2 the effect of Levabon<sup>®</sup> was similar in both trials despite the use of rumen fluid from different animals as inoculum. The effect of Levabon<sup>®</sup> on the *in vitro* VFA production and bacterial count seems bigger compared in the LFR compared to the HFR (figure 7). The results of the HFR seem however contradictory to another trial with a different high fiber diet (unpublished). In this diet the acetate and butyrate was at the Levabon<sup>®</sup> supplemented group respectively 13% and 16% numerically higher compared to control, while the propionate level did not change. Further research about the microbial populations *in vitro* and *in vivo* could further explain the results.

## Conclusion

Levabon<sup>®</sup> Rumen supplementation increased acetate and butyrate concentrations particularly in the low fiber ration (LFR). In this trial Levabon<sup>®</sup> supplementation increased the bacterial abundance in both high- and low-fiber rations.

## Literature

Murphy, M. R., R. L. Baldwin, and L. J. Koong. 1982. Estimation of stoichiometric parameters for rumen fermentation of roughage and concentrate diets. J. Animal Sci. 55:411-421.

Phillipson, A.T., Physiology of Digestion and Metabolism in the Ruminant. Newcastle-upon-Tyne, England: Oriel Press, 1970, p. 422.

### Corresponding author

Mark NOOIJEN MSc  
BIOMIN Holding GmbH  
Erber Campus 1  
3131 Getzersdorf, Austria  
Email: Mark.Nooijen@Biomin.net

# Positive effect of an increased tryptophan to lysine ratios to phenotypical stress parameters in laying hens under two stocking densities in floor pens

Ariane Helmbrecht<sup>1</sup>, Christian Elwert<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Evonik, Health and Nutrition, Rodenbacher Chaussee 4, 64357 Hanau, Germany

<sup>2</sup>feedtest, Löbejüner Str. 32, 06193 Wettin-Löbejün OT Merbitz, Germany

## Introduction

An EU-directive from 1999 banned investment on conventional cages from 2003 on and the general use from 2012 on. With the prohibition of such cages, alternative systems have been introduced to the European egg industry. One of these alternative systems is floor housing which allows not more than 18 hens per sqm and each hen has to be provided with at least 250 cm<sup>2</sup> littered floor. In maximum 6000 hens are allowed per room and 1 nest is needed per 7 hens in minimum. After the ban of cages, farmers switched their systems and reported within a short time period increasing occurrence of feather pecking and cannibalism especially in floor pens. To prevent this mis-behaviour some factors have already been investigated. Besides feeding management also nutritive parameters like fibre content and source, feed structure, mineral and trace element content, but also crude protein content and especially the content of tryptophan have been studied (Bessei, 2011).

Tryptophan is the precursor of serotonin which is again the precursor of melatonin. Both hormones are known as the main drivers of the circadian rhythm (Radulovacki, 1982) and are also suspected of effecting behaviour in a direction of calming and reduced aggressiveness. The correlation of Trp and the level of serotonin have been already shown for poultry (Denbow et al., 1993; Smulikowska et al., 2004). In behaviour studies the reduction of aggressiveness by an increase of Trp was also found. Observation of developing and mature broiler breeder males showed significant reduction of aggressive pecking at both age stages, reduction of threatening behaviour in mature birds as well as a reduction of aggression in dominant males (Shea et al., 1990a+b). The hysteria in laying hens was found to be reduced from 5 times per hour to zero on day 8 when 5g/kg L-tryptophan have been added to a commercial diet for 5 days (Laycock and Ball, 1990). Gentle feather pecking was significantly reduced and severe feather pecking numerically reduced in White Leghorn chicks older than 34 days when a surplus of 2% Trp was added to a balanced diet (van Hierden et al., 2004). In meat producing male broiler chicks physiological stress stayed unaffected but a reduction of feed spillage was observed (Corzo et al., 2005). All these trials investigated stress effects under one stocking density. Savory et al. (1999) tested the effect of food form, protein source, stocking density and Trp level to pecking damage in growing bantams up to 6 weeks of age. Stocking density and Trp level turned out to reduce significantly the incidence of feather pecking. However, none of the aforementioned research did combine stocking density, Trp level and laying performance. Therefore, the objective of the current trial was to observe the impact of different Trp levels under two stocking densities to phenotypical signs of stress and laying performance.

## Material and Methods

Stocking density and Trp level were tested in a 2x3-factorial arrangement: two stocking densities of 10 or 30 birds per 4 sqm floor pen and three Trp to lysine (Lys) ratios (18, 24, and 29%). One

thousand and two hundred Lohmann LSL classic laying hens at 20 weeks of age and 1535g average body weight were randomly allocated to the six treatments which were each replicated 10 times. Hens were obtained from a ground rearing farm. All hens were beak-trimmed. The floor pens were equipped with bell drinkers and round feeders providing 4 cm feeder space per hen. Light and temperature were managed according to breeder's recommendation. Groups with 10 hens (4000 sqcm per hen) were provided with a box containing 3 nests (1 nest per 3.3 hens) which should mimic a low stress level. The stress by stocking density was obtained in groups with 30 hens (1333 sqcm per hen) additionally by a higher number of hens per nest (2 boxes of 3 nests; 1 nest per 5 hens).

A corn-soybean meal based diet was composed to be as low as possible in Trp with a diet close to commercial use (Table 1). This diet, containing 0.14 % standardized ileal digestible (SID) Trp and all other nutrients adequate according to AminoHen® (2011; 11.82 MJ ME), was divided into three lots. One lot stayed for treatments testing 18 % SID Trp:Lys (low level Trp = L), the other two lots were supplemented with 0.04 and 0.08 % L-tryptophan to produce the diets for treatments testing 24 and 29 % SID Trp:Lys (medium = M and high = H level Trp), respectively. All diets were produced as coarsely ground mash. The experimental feeding started after one week adaptation to the experimental facility and newly formed groups of birds. Experimental diets were provided for 16 weeks ad libitum. Birds had free access to water.

Table 1. Diet and nutrient composition of basal diet

| Composition of basal diet, %             |       | Nutrient composition, % |                         |       |       |
|------------------------------------------|-------|-------------------------|-------------------------|-------|-------|
| Corn                                     | 62.18 | 1.                      | ME, kcal/kg             | 2.    | 2,825 |
| Soybean meal                             | 15.29 | 3.                      | Crude protein           | 4.    | 17.78 |
| Limestone (CaCO <sub>3</sub> )           | 10.63 | 5.                      | SID Lysine <sup>3</sup> | 6.    | 0.76  |
|                                          |       |                         |                         | (100) |       |
| Corn gluten meal                         | 8.53  | 7.                      | SID Methionine          | 8.    | 0.44  |
|                                          |       |                         |                         | (58)  |       |
| Monocalciumphosphate                     | 1.40  | 9.                      | SID Met+Cys             | 10.   | 0.69  |
|                                          |       |                         |                         | (91)  |       |
| Soybean oil                              | 0.95  | 11.                     | SID Threonine           | 12.   | 0.58  |
|                                          |       |                         |                         | (76)  |       |
| Salt (NaCl)                              | 0.28  | 13.                     | SID Tryptophan          | 14.   | 0.14  |
|                                          |       |                         |                         | (18)  |       |
| Vitamin/mineral premix <sup>1, 2</sup>   | 0.25  | 15.                     | SID Arginine            | 16.   | 0.86  |
|                                          |       |                         |                         | (113) |       |
| L-Lysine HCl, 78%                        | 0.20  | 17.                     | SID Isoleucine          | 18.   | 0.63  |
|                                          |       |                         |                         | (81)  |       |
| DL-Methionine, 99%                       | 0.15  | 19.                     | SID Valine              | 20.   | 0.71  |
|                                          |       |                         |                         | (93)  |       |
| Sodium Bicarbonate (NaHCO <sub>3</sub> ) | 0.08  | 21.                     | Av. Phosphorous         | 22.   | 0.62  |
| L-Threonine, 98%                         | 0.05  | 23.                     |                         | 24.   |       |

<sup>1</sup> Including phytase, NSP-enzymes, yolk colourants (colour fan value of 13).

<sup>2</sup> Provides per kg feed: vitamin A (E-672) 10000 UI; vitamin D3 (E-671) 2000 UI; vitamin E (alfa-tocopherol) 8.5 mg; vitamin B1 1 mg; vitamin B2 3.2 mg; vitamin B6 1.5 mg; vitamin B12 10 µg; vitamin K3 1 mg; calcium panthotenate 7.5 mg; nicotinic acid 15 mg; folic acid 0.5 mg; biotin 100 µg; choline 150 mg; Fe (E-1) (from FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O) 40 mg; I (E-2) (from Ca(I<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) 2.1 mg; Co (E-3) (from 2CoCO<sub>3</sub>·3Co(OH)<sub>2</sub>·H<sub>2</sub>O) 0.4 mg; Cu (E-4) (from CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O) 6 mg; Mn (E-5) (from MnO) 65 mg; Zn (E-6) (from ZnO) 60 mg; Se (E-8) (from Na<sub>2</sub>SeO<sub>3</sub>) 0.35 mg.

<sup>3</sup> Ratios of the respective amino acid to lysine (%) in parenthesis.

Body weight was recorded per pen at trial start and in intervals of 28 days. Feed consumption was recorded weekly, egg number daily and egg weight as well as egg quality (marketable or broken) was recorded also weekly. Stress parameters were determined according to the Welfare Quality® (2009) assessment guidelines. The same staff person evaluated for the same pen feather appearance at the neck, back and cloaca in intervals of 28 days. The areas were scored into 3 categories: good, intermediate and poor.

Birds' general behaviour was observed daily but only to find severe cases of feather pecking. In such cases heavily pecked birds were taken out of the pen. When one bird was found to be the initiating pecker, this bird was also taken out. Birds taken out of pens were recorded as loss.

All data were treated by ANOVA; a p-value of smaller than 0.05 was considered to be significant. All statistical analysis was conducted using SAS 9.3.

## Results and Discussion

Analysis for amino acids confirmed nutrient composition.

No significant differences could be observed for body weight gain or laying performance. Body weight increased from 1535 to 1754 g on average from trial start to trial termination after 16 weeks of observation. Laying rate showed also a good development by starting from 80.68% on average across all treatments to 92.74% at end of observation with a peak of about 95% from observation week 5 to 13 (26 to 34 weeks of age). This laying performance is in line with the layer management guide for Lohmann LSL-classic (2011). Egg weight started with 50.36 g on average of all treatments and ended with 59.73 g. Daily feed intake of 114, 115, 113, 113, 113, and 113 g for L30, L10, M30, M10, H30 and H10, respectively, feed conversion ratio was determined at 2.15, 2.12, 2.13, 2.09, 2.11, and 2.12 g/g (feed per egg) across the whole trial period.

The recording of bird losses revealed differences among stocking densities as well as among Trp:Lys ratios. The number of pens with losses per treatment clearly showed that a lower stocking density reduced the stress level of birds in such a way that less pecking and thus damage of other birds appeared (Figure 1). At the same time the Trp:Lys ratio affected birds behaviour within the same stocking density also in the positive direction of less attacks to other birds. Interestingly the highest Trp levels showed the lowest number of losses in both stocking managements. Concomitantly the lowest Trp level showed the highest number of losses when 30 birds were housed per pen. At low stocking density and 24% Trp:Lys ratio number of losses was higher than for low stocking density and 18% Trp:Lys ratio between week 5 and 12 of observation. This was also the highest number of hen losses for treatments testing 10 birds per pen. From week 13 on the low Trp level showed the same number of hen losses than the medium Trp level for groups with 10 birds per pen. The 29% Trp:Lys ratio had only one pen with losses until week 13 of observation, then it increased to 2 pens. However, this group showed the lowest number of pens with losses of all treatments. There was no difference in bird losses between replicates within a treatment (data not shown).

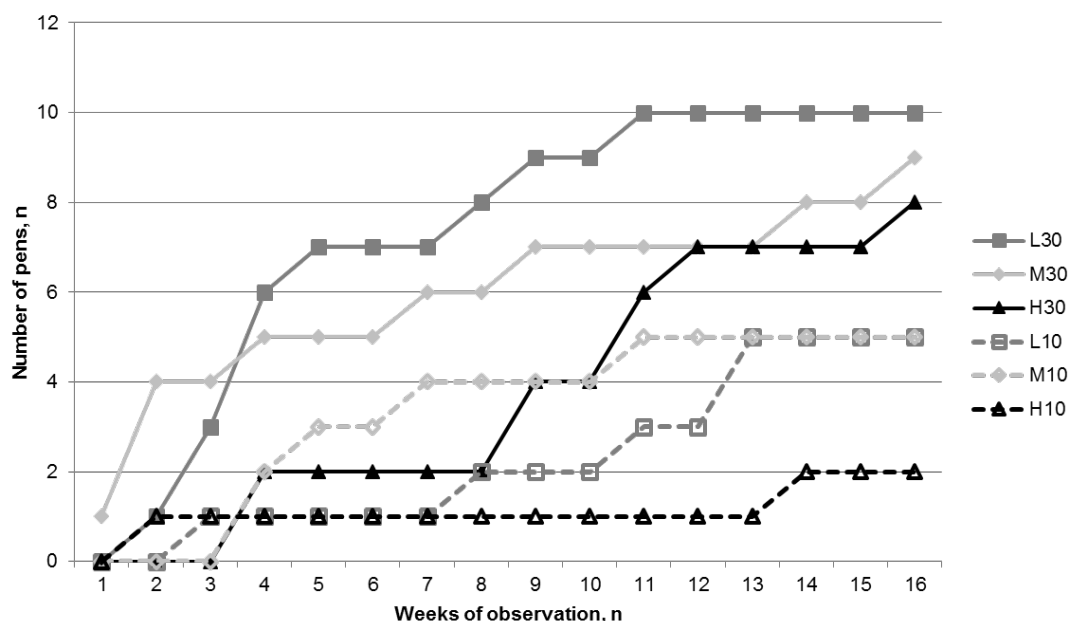


Figure 1. Pens with bird losses (at least one loss per pen) due to feather pecking

The comparison of scores for feather appearance at neck, back and cloaca revealed significant differences between stocking densities and the highest and lowest Trp:Lys ratio.

Odds-ratio analysis (Table 2) revealed that a Trp:Lys ratio of 18% decreased the probability of non-pecked at hens (good feather score) by 37% as compared to Trp:Lys ratio of 29%. As the 95% confidence interval for that estimate did not include the value of 1.0, this reduction must be considered statistically significant. There was no statistically significant difference between 24 and 29% Trp:Lys ratio.

The result for stocking density showed a 7.2 times higher probability for good feather appearance at lower as compared to higher stocking density. This effect was also significant.

Table 2. Odds ratio estimates and profile-likelihood confidence intervals

| Effect                    | Estimate | 95% Confidence Limits |       |
|---------------------------|----------|-----------------------|-------|
| Trp:Lys 18 vs 29%         | 0.629    | 0.442                 | 0.892 |
| Trp:Lys 24 vs 29%         | 1.061    | 0.754                 | 1.492 |
| Stocking density 10 vs 30 | 7.213    | 5.351                 | 9.781 |

Conclusively, in a trial with laying hens during peak period feather pecking induced by an increased stocking density could be reduced by a SID Trp:Lys ratio higher than current recommendation for laying performance. Also, birds at lower stocking density showed less mis-behaviour which was recorded as bird losses due to bad feather appearance.

## References

- Council Directive 1999/74/EC of 19 July 1999 laying down minimum standards for the protection of laying hens. Official Journal of the European Communities, 3.8.1999, L 203/53.
- Bessei, W. and J. Kjaer (2011) Possibilities to influence feather pecking through feeding. Proceedings of the 18<sup>th</sup> European Symposium on Poultry Nutrition, October 31 – November 04, Çeşme – Izmir, Turkey.
- Laycock, S.E. and R.O. Ball (1990) Alleviation of Hysteria in Laying Hens with Dietary Tryptophan. Canadian Journal of Veterinary Research, 54:291-295.
- Savory, C.J., J.S. Mann, M.G. Macloed (1990) Incidence of pecking damage in growing bantams in relation to food form, group size, stocking density, dietary tryptophan concentration and dietary protein source. British Poultry Science 40:579-584.
- Radulovacki, M. (1982) L-Tryptophan's Effects on Brain Chemistry and Sleep in Cats and Rats: A Review. Neuroscience & Behavioural Reviews, Vol. 6, pp. 421-427.
- Corzo, A., M.T. Kidd, J.P. Thaxton, B.J. Kerr (2005) Dietary tryptophan effects on growth and stress responses of male broiler chicks. British Poultry Science, Vol. 46, Number 4, pp. 478-484.
- Van Hierden, Y.M., J.M. Koolhaas, S.M. Korte (2004) Chronic increase of dietary L-tryptophan decreases gentle feather pecking behaviour. Applied animal Behaviour Science, 89: 71-84.
- Shea, M.M., L.W. Douglass, J.A. Mench (1991) The Interaction of Dominance Status and Supplemental Tryptophan on Aggression in Gallus domesticus Males. Pharmacology Biochemistry & Behavior, Vol. 38, pp. 587-591.
- Shea, M.M., J.A. Mench, O.P. Thomas (1990) The Effect of Dietary Tryptophan on Aggressive Behavior in Developing and Mature Broiler Breeder Males. Poultry Science, 69:1664-1669.
- Denbow, D.M. F.C. Hobbs, R.M. Hulet, P.P. Graham, L.M. Potter (1993) Supplemental dietary L-tryptophan effects on growth, meat quality, and brain catecholamine and indoleamine concentrations in turkeys. British Poultry Science, 34:715-724.
- Smulikowska, S., B. Pastuszewska, D. Tomaszewska-Zaremba, L. Buraczewska, C.V. Nguyen, A. Mieczkowska (2004) Effects of acidifier added to diets containing graded levels of crystalline tryptophan on growth performance, protein digestibility, and on brain serotonin level in broiler chickens. Journal of Animal And Feed Sciences, 13, 289-300.
- Welfare Quality® Assessment protocol for poultry (2009) ASG VEhouderij BV, Lelystad, The Netherlands.
- AminoHen® 1.0.0.19 (2011) Evonik Industries AG, Feed Additives, Marketing – Animal Nutrition Services, Rodenbacher Chaussee 4, 63457 Hanau, Germany.
- Layer Management Guide Lohmann LSL-classic (2011) Lohmann Tierzucht GmbH, Am Seedeich 9-11, 27454 Cuxhaven, Germany.

## Corresponding author

Dr. Ariane Helmbrecht  
Evonik Nutrition & Care GmbH  
Rodenbacher Chaussee 4  
63457 Hanau – Deutschland  
ariane.helmbrecht@evonik.com





## Cost per kg meat? Check!

Feed needs support to live up to the demand of modern animal production. CreAMINO® boosts natural creatine synthesis, reduces the need for arginine, and saves energy. To get performance up and costs down.

**Simply Efficient™**

**CreAMINO®**

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

Evonik. Power to create.



**EVONIK**  
INDUSTRIES

# Evaluation of the capacity of an algae-clay mix to improve the performance of broiler chickens fed a quality diet containing cereals by-products

Marie Gallissot<sup>1</sup>, Julia Laurain<sup>1</sup>, Maria Angeles Rodriguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Olmix SA, Brehan, France

## Introduction

Today's poultry industry is facing a high international competition, toward which producers need to constantly improve their productivity. In the same time, the supply of raw materials is evolving both economically (high volatility) and qualitatively, with the increased presence on the market of cereals by-products. If the use of such materials in animals' diet is interesting, it requires some adjustments in formulation to maintain the level of performance of the diet. In this context, Olmix has developed a product specifically associating a clay mineral (Bentonite) with seaweeds extracts (from *Ulva sp* and *Solieria chordalis*) aiming at improving the use of such diets by the animals.

The aim of the present study was to evaluate the capacity of this algae-clay product to improve the use by meat-type chickens of a diet containing cereals by-products.

## Materials and methods

The study took place in an experimental farm in the USA. Three hundred fifty two male broilers were randomly allotted to two treatments (control and test groups) with 22 chicks per pen. The chicks were fed a starter meal feed from day 0 to day 14, restricted to 9 to 10 hours per day, and then a grow-to-finish feed until the end of the study (day 46). Diets were corn-soy based. Wheat middling, corn gluten meal and corn DDGS were also incorporated as by-products. 9% of wheat middling, 3% of corn gluten meal and 2% of corn DDGS were used in the starter feed and 9% of corn DDGS were used in the grow-to-finish feed. Both feeds contained several digestibility enhancers, including a protected butyric acid, and different enzymes (phytase, xylanase, protease and amylase). Diets fed to the test group were moreover supplemented with 0.2% of algae-clay product in the starter phase and 0.1% of algae-clay product in the grow-to-finish phase, in replacement of the same quantity of corn. Chicks were weighed the day of arrival, at 14 days and at 46 days.

## Results

Results did not allow showing significant differences in feed conversion ratio (FCR) and weight gain of the chicks in the test group as compared to the control group. However, some trends were observed in favour of the test group. The average daily gain (ADG) was numerically higher in all phases in favour of the test group (average of 69.94 g/day vs 68.99 g/day for test and control groups, respectively) and FCR was numerically lower in the grow-to-finish phase and the D 0-46 phase (1.847 vs 1.877 for test and control groups, respectively, from D 0-46). These improvements in performance resulted in a positive net return (value of gain minus feed cost) of 0.034€ per broiler marketed.

## Conclusion

Considering the high supplementation in digestibility enhancers already present in the control diet, the results are encouraging and it is sensed that the algae-clay product may show very good results in a different context. Complementary studies testing the product with less zootechnical additives in the diet should be performed in the future.

### Corresponding author

Olmix ZA du Haut du Bois  
56580 Bréhan France



# *Feed+*

## **BOOSTED** *ENZYMES*

Olmix keeps innovating  
in **Algae** and **Clays**  
to boost the enzymes  
efficacy in the intestine.

**Improved**  
performances



# Effects of Quillaja saponin supplementation on the performance and NH<sub>3</sub> emissions of growing broilers

**Andreas S. Mueller, Leopold Jungbauer, Jan Dirk van der Klis**

Delacon Biotechnik GmbH, Weissenwolffstraße 14, A-4221 Steyregg, Austria

## Introduction

Quillaja saponin is obtained from the bark of the South American soap tree, *Quillaja saponaria* Molina. Physiologically, saponins act as fat emulsifying agents which can change the permeability of biological membranes (1). By this effect paracellular nutrient transport can be increased and contribute to optimized nutrient utilisation (2). Moreover saponins have been described to influence the growth of bacteria and to influence ruminal methane production (4). Finally, for different saponins a reduction of urease activity was described. Urease inhibition can reduce ammonia emissions by reducing NH<sub>3</sub> liberation from urea. Consequently, the aim of the present study was to evaluate the effects of Quillaja saponin supplementation to broiler diets on the performance and NH<sub>3</sub> emissions of the birds (5, 6).

## Material and Methods

### Experimental design, birds and housing of the birds

1134 one day old Ross 308 male broilers were assigned to the two experimental groups with 9 repetitions (Figure 1), each repetition with 63 broilers. Floor pens, as the experimental unit, were assembled in 6 climatic chambers which allow for the measurement of emissions. In each climatic chamber 3 pens were placed. Thus, birds of one treatment group were divided to 3 chambers with 3 pens in order to achieve a similar pen- and group weight with a low variation in the single pens and between the pens. On day 4 of the experiment in each pen the weakest 3 broilers were removed and all pens were equated to 60 birds per pen by negative selection.

| <b>Control<br/>No additive</b> |                          | <b>Quillaja saponin<br/>200 g/t</b> |                  |
|--------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|------------------|
| <b>Chamber 1</b>               | Repetition 1<br>60 birds | Repetition 1<br>60 birds            | <b>Chamber 4</b> |
|                                | Repetition 2<br>60 birds | Repetition 2<br>60 birds            |                  |
|                                | Repetition 3<br>60 birds | Repetition 3<br>60 birds            |                  |
| <b>Chamber 2</b>               | Repetition 4<br>60 birds | Repetition 4<br>60 birds            | <b>Chamber 5</b> |
|                                | Repetition 5<br>60 birds | Repetition 5<br>60 birds            |                  |
|                                | Repetition 6<br>60 birds | Repetition 6<br>60 birds            |                  |
| <b>Chamber 3</b>               | Repetition 7<br>60 birds | Repetition 7<br>60 birds            | <b>Chamber 6</b> |
|                                | Repetition 8<br>60 birds | Repetition 8<br>60 birds            |                  |
|                                | Repetition 9<br>60 birds | Repetition 9<br>60 birds            |                  |

**Figure 1. Experimental design**

### **Animal housing and emission measurement**

The trial was carried out at the Delacon Research Facility, Stosikovice na Louce (Czech Republic). Light- and temperature-regime was set according to the breeders' recommendations. Relative humidity was maintained at about 60%. Each chamber had an individual controlled supply with fresh air. The air outlets in the emission chambers were equipped with an anemometer (Flow sensor type SS 20.250, Schmidt, St. Georgen, Germany) for measurement of air speed and a teflon tube for transporting air samples to the Multipoint Sampler INNOVA 1409 (LumaSense, Frankfurt, Germany). The measured gas concentrations (ppm) in the air sample were transferred to mg/m<sup>3</sup> by multiplying by the molecular mass of the respective gas divided by the molar volume (24.465 l/mol) of gas at normal temperature and pressure. For calculation of gas emissions per chamber (g/h), the ventilation rates (m<sup>3</sup>/h) in between two gas measurements (12 minutes) were averaged and multiplied by the gas concentration (mg/m<sup>3</sup>). For calculation of emissions per kg body weight gain, total gas emissions per chamber in the experimental period were divided by total weight gain in the respective chamber. Birds were kept in the chambers in 3 floor pens. Each has an area of 3.55 m<sup>2</sup> (2.43 m x 1.46 m). Stocking density at the end of the trial was 16.2 chicks/m<sup>2</sup> (36.6 kg/m<sup>2</sup>).

### **Experimental diets**

Birds were fed a basal diet based on wheat, corn, and soy bean meal. A 2-phase feeding regime was applied. Dietary nutrient concentrations were calculated to fulfill the current recommendations of the breeder. According to the applied 2-phase-feeding, a starter diet was offered from days 1 to 21 and a finisher diet from days 22 to 35. The composition and the calculated nutrient contents of the starter and finisher diets are given in Table 1. The diets of the control group for both phases contained no

additive, whereas the diets of the Quillaja saponin group were supplemented with 200g/t of a Quillaja biomass preparation, containing 4% pure saponins. All diets were offered to the birds as pelleted feed ad libitum and tap water via nipple drinkers.

**Table 1. Composition and calculated nutrient values of the experimental diets**

|                             | <b>Starter<br/>Grower</b> | <b>Grower<br/>Finisher</b> |                            | <b>Starter<br/>Grower</b>                              | <b>Grower<br/>Finisher</b>                             |
|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| <b>Ingredient</b>           |                           |                            | <b>Nutrient<br/>(g/kg)</b> | <b>Calculated<br/>Nutrient<br/>Contents<br/>(g/kg)</b> | <b>Calculated<br/>Nutrient<br/>Contents<br/>(g/kg)</b> |
| <b>Corn</b>                 | 490,20                    | 504,85                     |                            | 884,80                                                 | 885,20                                                 |
| <b>Wheat</b>                | 100,00                    | 100,00                     | <b>Ash</b>                 | 57,00                                                  | 49,90                                                  |
| <b>Soybean meal</b>         | 255,00                    | 250,00                     | <b>Crude protein</b>       | 224,90                                                 | 210,10                                                 |
| <b>Corn gluten<br/>meal</b> | 50,00                     | 40,00                      | <b>Crude fat</b>           | 67,70                                                  | 84,70                                                  |
| <b>Potato protein</b>       | 20,00                     | 10,00                      | <b>Crude fibre</b>         | 25,30                                                  | 25,30                                                  |
|                             |                           |                            | <b>Carbohydrates</b>       | 506,00                                                 | 512,20                                                 |
| <b>Animal fat</b>           | 20,00                     | 30,00                      | <b>Starch</b>              | 385,80                                                 | 392,90                                                 |
| <b>Soybean oil</b>          | 21,00                     | 28,50                      | <b>Sugars</b>              | 32,60                                                  | 32,20                                                  |
| <b>Vitamin Premix</b>       | 5,00                      | 5,00                       | <b>NDF</b>                 | 85,70                                                  | 86,30                                                  |
| <b>Lime fine</b>            | 16,00                     | 13,00                      | <b>ADF</b>                 | 28,70                                                  | 28,80                                                  |
| <b>MCP</b>                  | 12,00                     | 8,50                       |                            |                                                        |                                                        |
| <b>Salt</b>                 | 1,60                      | 1,60                       | <b>AMEn<br/>(MJ/kg)</b>    | 12,74                                                  | 13,20                                                  |
| <b>NaHCO<sub>3</sub></b>    | 3,30                      | 2,70                       |                            |                                                        |                                                        |
| <b>L-Lysine HCl</b>         | 3,25                      | 3,10                       |                            |                                                        |                                                        |
| <b>DL-Methionine</b>        | 2,10                      | 2,00                       |                            |                                                        |                                                        |
| <b>L-Threonine</b>          | 0,50                      | 0,50                       |                            |                                                        |                                                        |
| <b>L-Valine</b>             |                           | 0,20                       |                            |                                                        |                                                        |

### **Control of Health status**

All broilers were observed daily for their health status, including the consistency of the excreta. Broilers, died or culled, during any day of the trial, were identified and recorded.

### **Recording of Zootechnical Performance**

Zootechnical data (body weight, body weight gain, feed intake, and feed conversion) were recorded throughout the experiment always at the end of each feeding period (day 21 and 35). The operation was performed at the same time, in the same pen order and with the same staff. The weights of birds on a pen basis were recorded on the appropriate data capture form.

Average weight gain per bird for each period  $\rightarrow \frac{F - S}{D}$

F – sum of body weights (including dead and selected birds) at the end of each period

S – sum of body weights (including dead and selected birds) at the beginning of each period

D – sum of feeding days of birds in each period

The feed intake is calculated by using the following formula:

$$\text{Feed consumed per period} = \frac{\text{total feed consumed per pen}}{(\text{number of surviving birds} \times \text{days of the period}) + \text{days of died birds alive}}$$

The feed conversion is calculated per phase on overall based on the following formula:

$$\text{Feed conversion per period} = \frac{\text{total feed consumed for the period in each replicate}}{\text{total weight gain for the period (with weight gain of died or culled chickens)}}$$

## Results

### Zootechnical Performance

Table 2 shows the growth performance of the broilers. Quillaja saponin fed birds showed a slightly higher body weight on day 21 compared to control birds. With 2.48 kg birds, receiving the saponin diets showed significantly ( $P < 0.05$ ) higher final body weights than control birds. In accordance to the higher final body weights, the Quillaja saponin group showed an overall significantly ( $P < 0.05$ ) higher weight gain than the control group. The feed conversion ratio, adjusted to 2.4 kg body weight, was significantly improved by feeding the Quillaja saponin.

**Table 2. Growth performance parameters of growing broilers fed a control diet, without additives or a diet, supplemented with 200g/t Quillaja saponin**

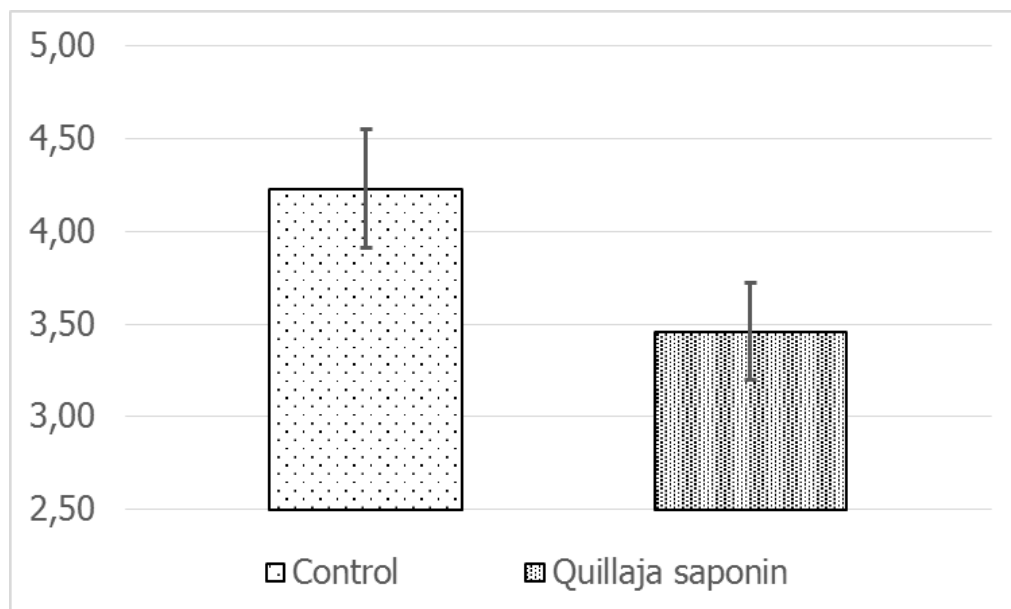
|                                                | <b>Control<br/>No additive</b> | <b>Quillaja saponin<br/>200g/t</b> |
|------------------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| Body weight (kg), day 21                       | 1.09±0.02                      | 1.10±0.02                          |
| Body weight (kg), day 35                       | 2.42±0.03                      | 2.48±0.03*                         |
| Daily weight gain (g), days 1 to 35            | 67.1±1.04                      | 68.8±0.93*                         |
| FCR (kg/kg),<br>adjusted to 2.4 kg body weight | 1.501±0.02                     | 1.451±0.03*                        |

\* indicates significant differences between the means of the two experimental groups



### **Ammonia emissions**

As shown in Figure 2, supplementation of Quillaja saponins, reduced ammonia emissions by 18% from 4.23 to 3.46 g/kg weight gain.



**Figure 2.** Ammonia emissions (g/kg weight gain) of growing broilers fed a Quillaja saponin supplemented diet compared to control broilers receiving diets without an additive

## **Discussion and Conclusions**

In the current study it could be shown that adding 200g/t Quillaja saponins to the diets of growing broilers, can significantly improve the performance of the birds and the feed conversion by 2.5% to 3.0%. In contrast ammonia emissions could be reduced by 18%. In summary, the results of the current study show that Quillaja saponins represent an efficient strategy to optimize animal production and simultaneously make a contribution to protection of the environment.

## **Literature**

1. Berłowska J, Dudkiewicz M, Kregiel D, Czyżowska A, Witonska I. (2015) Cell lysis induced by membrane-damaging detergent saponins from Quillaja saponaria. *Enzyme Microb Technol.* 75-76: 44-48
2. Lee OH, Lee HH, Kim JH, Lee BY. (2011) Effect of ginsenosides Rg3 and Re on glucose transport in mature 3T3-L1 adipocytes. *Phytother Res.* 25:768-773
3. Anantasook N, Wanapat M, Cherdthong A. (2014) Manipulation of ruminal fermentation and methane production by supplementation of rain tree pod meal containing tannins and saponins in growing dairy steers. *J Anim Physiol Anim Nutr.* 98: 50-55.

4. Khan R, Saif AQ, Quradha MM, Ali J, Rauf A, Khan A. (2015) Antioxidant, antimicrobial and urease inhibiting activities of methanolic extracts from *Cyphostemma digitatum* stem and roots. *Nat Prod Res.* 23:1-3.
5. Khan SS, Khan A, Khan A, Wadood A, Farooq U, Ahmed A, Zahoor A, Ahmad VU, Sener B, Erdemoglu N. (2014) Urease inhibitory activity of ursane type sulfated saponins from the aerial parts of *Zygophyllum fabago* Linn. *Phytomedicine.* 15: 379-382. doi: 10.1016/j.phymed.2013.09.009.

**Corresponding author**

Andreas S. Mueller  
Delacon Biotechnik GmbH  
Weissenwolffstraße 14  
A-4221 Steyregg



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)

## Effect of organic acids and phytogenic additives alone or in combination on the performance of broilers

Ellen Zeller<sup>1</sup>, Arie L. J. van Ooijen<sup>2</sup>, Ulrich Steinruck<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pulte GmbH & Co. KG, Rimsting, D

<sup>2</sup> FF Chemicals B. V. Zevenbergschenhoek, NL

### Introduction

In 2006, antibiotics were banned as growth promoters in the European Union (EU regulation no. 1831/2003) driven by the risk of the resistance of bacteria to specific antibiotics. Consequently there has been a high demand for alternative substances with the potential to replace antibiotic growth promoters in animal nutrition. Consumers ask for safe and natural products along the whole food supply chain. A huge number of feed additives such as prebiotics, probiotics, organic acids, enzymes, silicates and botanicals exert some of the benefits of antibiotics (Vondruskova et al., 2010). The interaction with intestinal and immune cells, pathogens and the microbiota results in improved gut health, immune system and well being of birds. Via these modes of action they affect animal health and growth performance (Grashorn, 2010).

Among the aforementioned additives, organic acids attracted the highest attention. Nowadays acidifiers are well established in monogastric animals' diets being the most reliable product group of the non-antibiotic growth promoters available in Europe (Lückstädt and Mellor, 2011). The positive effects of organic acids on microbial composition and performance data are well known (Van Immerseel et al., 2006; Overland et al., 2008; Adil et al., 2010; Kim et al., 2015). Mechanisms behind are the lowering of the pH and of the buffering capacity of the diet, the increase in gastrointestinal acidity, enzyme activity, proteolysis and nutrient digestibility and the promotion of beneficial bacteria at the expense of pathogens (Mroz, 2005).

Formic acid, propionic acid and fumaric acid are commonly used in poultry diets, whereas butyric acid is not routinely applied (Grashorn et al., 2010). However, in the past decade, butyric acid has been the most intensively studied by many poultry researchers (Kim et al., 2015). Besides its bactericidal effects in the digestive tract, butyric acid can be used by epithelial cells as energy source and improves epithelial growth which leads in increased absorptive capacity (Scheppach et al., 1995). In addition, butyric acid can exert direct immune-modulatory effects, inhibit inflammation and oxidative stress and improve the intestinal defense barrier function (Hamer et al., 2008). However, the effect of uncoated dietary butyric acid is mainly limited to the anterior parts of the digestive tract due to metabolization and absorption in the crop and gizzard (Guilloteau et al., 2010; Lückstädt and Mellor, 2011) and prompt absorption in the duodenum. In the intestine, butyrate concentration has to be increased indirectly by means of dietary ingredients which stimulate bacterial butyrate production. Among other feed components gluconic acid can be used as such a stimulator (Tsukahara et al., 2002). A great part of gluconic acid was demonstrated to bypass the digestion and absorption processes in the small intestine of rats (Asano et al., 1997). Hence, dietary butyric acid in combination with gluconic acid could provide butyric acid along the whole digestive tract.

Recently, phytobiotics as natural substances attracted increasing attention as replacers for antibiotic growth promoters. Phytobiotics show antimicrobial, coccidiostatic, anthelmintic and immune-stimulating effects, stimulate feed intake and improve performance parameters (Panda et al., 2006). They further change the microbial community to a more favourable composition and stimulate secretion and activity of digestive enzymes (Vidanarachchi et al., 2005).

Organic acids and phytobiotics in part show comparable effects in monogastric animals. Therefore, it is of interest to study whether a combination of both results in additive effects and improves productivity parameters. The aim of the present study was to investigate the effect of dietary gluconate, plant extracts and a product containing those both and butyric acid on the performance of broilers.

## Material and Methods

A total of 480 one-day-old broilers (Ross 308) were randomly assigned to 20 pens of 24 broilers each (n=5 pens per treatment). Composition and calculated nutrient concentrations of the experimental basal diets are shown in Table 1. Diets were based on maize and soybean meal. Each of the two basal diets was mixed in one lot and divided in four equal parts. One part remained without product supplementation (BD). The other parts were supplemented with gluconic acid (+Gluc; 0.15%), plant extracts (originating from grape seeds; rich in polyphenols; +PE; 0.002%) or “PUCOCID® TRIPLY“ (+TP; 0.15%). TP contains calcium and sodium butyrate, sodium gluconate, the plant extracts (PE) and palm fat. Feed was offered in pelletized form for *ad libitum* consumption.

The 21-day feeding trial was divided in two phases; a starter period (d 1-10) and a grower period (d 11-21). Body weight, body weight gain and feed-to-gain ratio were determined on a pen basis for the period between days 1 and 21. Average body weight (BW; d 21) and average daily body weight gain (BWG; d 1-21) were calculated.

Statistical analyses were performed using the MIXED procedure of the software package SAS for Windows (version 9.1.3). Statistical significance was evaluated by a one-way analysis of variance. Mean separation was computed using Fisher's protected least significant difference test ( $p \leq 0.05$ ).

## Results

Performance characteristics measured at the end of the trial are presented in Table 2. Average body weight (d 21), daily body weight gain and feed-to-gain ratio (d 1-21) were significantly increased by addition of gluconic acid and further by individual supplementation of plant extracts. Supplementation of TP resulted in a significantly higher average body weight, daily body weight gain and feed-to-gain ratio compared to the other treatments.

## Discussion

In the present study, supplementation of plant extracts obtained from grape seeds (characterized by high contents of polyphenols) significantly increased performance data of broilers. In agreement with this, Gessner et al. (2013) reported a significantly reduced feed conversion ratio by addition of grape products and Sehm et al. (2007) found a stimulating effect on crypt colon size in piglets fed red wine pomace. Moreover, dietary polyphenol-rich grape products increased the ileal populations of beneficial bacteria and villus height:crypt depth ratio in the jejunum of broilers (Viveros et al., 2011). Hence, in the present study the absorptive surface was probably increased by added polyphenols which resulted in higher secretion of enzymes and nutrient transport capacity. An *in vitro* study demonstrated that polyphenols from grape seeds can prevent oxidative damage to cellular DNA (Fan and Lou, 2004). Dietary grape seed extract further improved several parameters such as stress indicators, lipid parameters and antioxidant enzymes in broilers which were under heat stress (El-Damrawy, 2014). In addition, Magrone et al. (2008) reported an immuno-stimulatory activity of red wine polyphenols. Based on the present literature it can be concluded that increased performance data by supplemented

plant extracts in the present study were induced by combined effects on microbiota, immune system and intestinal morphology.

Supplementation of gluconic acid increased performance data of broilers in the present study. This confirms results of several studies which demonstrated an increase in weight gain and tibia ash by dietary sodium gluconate in broilers (Guo et al., 2009; Rafacz-Livingston et al., 2005). A great part of gluconic acid was demonstrated to bypass the anterior parts of the digestive tract. Seventy percent of dietary gluconic acid reached the large intestine of rats (Asano et al., 1997). In the intestine, gluconic acid is fermented by *Lactobacillus* and *Bifido* bacteria (Asano et al., 1994). The produced lactate and acetate is transformed into butyrate by acid-utilizing bacteria such as *Megasphaera elsdeni* (Tsukahara et al., 2002). Considering the effect of dietary gluconic acid, on the one hand, the substrate gluconate can switch the pattern of the microbiota to a higher proportion of bacteria of the desirable *Lactobacillus* genus (Poeikhampha and Bunchasak, 2011). On the other hand, the microbially produced butyrate can enhance the epithelial barrier function by facilitating the assembly of tight junctions via activation of the AMP-activated protein kinase (Peng et al., 2009). Butyrate further improves the inflammatory and oxidative status, immune regulation (Canani et al., 2011) and mineral and water absorption (Roedinger and Moore, 1981). Moreover, butyrate is the main energy source for epithelial cells of the intestine (Scheppach et al., 1995) and stimulates mucus release (Shimotoyodome et al., 2000). In the intestinal epithelial cells butyrate is oxidized and stimulates epithel cell proliferation (Poeikhampha and Bunchasak, 2011). In accordance with this, Malheiros and Ferket (2010) reported a positive effect of dietary supplementation of coated butyrate on intestinal histomorphometric parameters, such as villus dimensions, and growth performance of broilers. Junqueira et al. (2012) also found improved morphometric characteristics of the duodenum and jejunum in broilers fed diets supplemented with sodium gluconate. Increased surface area of the gastrointestinal tract improves the absorptive function and increases expression of brush border enzymes and nutrient transport systems resulting in improved nutrient digestion. This let us assume that positive effects of dietary gluconate on the performance of broilers in the present study were induced directly by effects of gluconate on the microbiota and indirectly by effects of microbially produced butyrate on epithelial cells and the gut defense system.

Addition of the product TP which contains calcium-/sodium-butyrate and plant extracts in addition to gluconate, resulted in significantly higher performance data compared to the groups fed diets supplemented with butyrate or plant extracts. Hence, plant extracts and gluconate seem to have additive or synergistic effects on the performance of broilers. Butyrate represents the third active ingredient in TP. The used butyrate is only smell-coated which means that it is already available in the crop and proventriculus/gizzard. Butyrate which is available in the anterior segments or present in the blood can stimulate the production of host defense peptides (Guilloteau et al., 2009). Cell proliferation is triggered by these peptides, which results in increased absorptive surface in the intestine (Bartholome et al., 2004). In agreement with this, dietary sodium-butyrate showed trophic effects on the intestinal brush border (villi) in broilers (Hu and Guo, 2007). Similarly, Kim et al. (2015) reported that body weight gain and feed efficiency were generally improved when butyric acid was added to broiler diets. Hence, the effects of calcium-/sodium-butyrate probably contributed to improved performance of broilers fed the TP-supplemented diet.

## Conclusions

The combination of butyrate and gluconate in the product TP provided butyric acid over the whole digestive tract; Added butyrate delivered butyric acid via blood stream (crop and proventriculus/gizzard) and the first part of the small intestine; The prebiotic gluconic acid was fermented to butyric acid in the lower digestive tract. Supplementation of the product TP increases performance of broilers due to the positive effects of gluconate, butyrate and polyphenols on villi surface, intestinal flora and intestinal barrier and the antioxidative potential of polyphenols. It can be

concluded that the combination of the three substances results in a more effective product compared to products containing plant extracts or gluconic acid alone.

## References

- Adil, S., Banday, T., Bhat, G. A., Mir, M. S. and M. Rehman. 2010. Effect of dietary supplementation of organic acids on performance, intestinal histomorphology, and serum biochemistry of broiler chicken. *Veterinary Medicine International*, 479485. doi:10.4061/2010/479485.
- Asano, T., Yuasa, K., Kunugita, K., Terajo, T. and T. Mitsuoka. 1994. Effects of gluconic acid on human faecal bacteria. *Microbial Ecology in Health and Disease*, 7:247-256.
- Asano, T., Yuasa, K., Yoshimura, Y., Takenawa, S. and H. Fukuba. 1997. Digestion, absorption and intestinal residue of various gluconic acids in rats. *Journal of Japanese Society of Nutrition and Food Sciences*, 50:287-294.
- Bartholome, A. L., Albin, D. M., Baker, D. H., Holst, J. J. and K. A. Tappenden. 2004. Supplementation of total parenteral nutrition with butyrate acutely increases structural aspects of intestinal adaptation after an 80% jejunoileal resection in neonatal piglets. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 28:210-222.
- Canani, R. B., Costanzo, M. D., Leone, L., Pedata, M., Meli, R., and A. Calignano. 2011. Potential beneficial effects of butyrate in intestinal and extraintestinal diseases. *World Journal of Gastroenterology*, 17:1519-1528.
- El-Damrawy, S. Z. 2014. Effect of grape seed extract on some physiological changes in broilers under heat stress. *Egyptian Poultry Science Journal*, 34:333-343.
- Fahn, P. and H. Lou. 2004. Effects of polyphenols from grape seeds on oxidative damage to cellular DNA. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 267:67-74.
- Gessner, D. K., Fiesel, A., Most, E., Dinges, J., Wen, G., Ringseis, R. and 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 Veterinaria Scandinavica*, 55:18. doi:10.1186/1751-0147-55-18
- Grashorn, M. A. 2010. Use of phytobiotics in broiler nutrition – an alternative to infeed antibiotics? *Journal of Animal and Feed Sciences*, 19: 338-347.
- Guilloteau, P., Zabielski, R., David, J. C., Blum, J. W., Morisset, J. A., Biernat, M., Wolinski, J., Laubitz, D. and Y. Hamon. 2009. Sodium-butyrate as a growth promoter in milk replacer formula for young calves. *Journal of Dairy Science*, 92:1038-1049.
- Guilloteau, P., Martin, L., Eeckhaut, V., Ducatelle, R., Zabielski, R. and F. Van Immerseel. 2010. From the gut to the peripheral tissue: the multiple effects of butyrate. *Nutrition Research Reviews*, 23:366-384.
- Guo, Y., Shi, Y., Li, F., Chen, J., Zhen, C., and Z. Hao. 2009. Effects of sodium gluconate and phytase on performance and bone characteristics in broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*, 150:270-282.
- Hamer, H. M., Jonkers, D., Venema, K., Vanhoutvin, S., Troost, F. J. and R. J. Brummer. 2008. Review article: the role of butyrate on colonic function. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*, 15:104-119.
- Hu, Z. and Y. Guo. 2007. Effects of dietary sodium butyrate supplementation on the intestinal morphological structure, absorptive function and gut flora in chickens. *Animal Feed Science and Technology*, 132:240-249.
- Junqueira, O. M., Duarte, K. F., Garcia, E. A., Sgavioli, S., Fernanda, M., Praes, F. M. and A. de Britto Molin. 2012. Effect of sodium gluconate on performance, carcass characteristics, and intestinal morphometry of broilers from 22 to 42 days of age. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, 34:35-40.
- Kim, J. W., Kim, J. H. and D. Y. Kil. 2015. Dietary organic acids for broiler chickens: a review. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 28:109-123.
- Lückstädt, C. and S. Mellor. 2011. The use of organic acids in animal nutrition, with special focus on dietary potassium diformate under European and Austral-Asian condition. *Recent Advances in Animal Nutrition – Australia*, 18:123-130.
- Magrone, T., Candore, G., Caruso, C., Jirillo, E. and V. Covelli. 2008. Polyphenols from red wine modulate immune responsiveness: biological and clinical significance. *Current Pharmaceutical Design*, 14:2733-2748.
- Malheiros, R. D. and P. R. Ferket. 2013. Use of scanning electron microscopy to evaluate intestinal villi morphology in poultry fed butyric acid, mannan-oligosaccharide, and antibiotic feed additives. *Symposium gut health in production of food animals – Missouri*:22.
- Mroz, Z. 2005. Organic acids as potential alternatives to antibiotic growth promoters for pigs. *Advances in Pork Production*, 16:169-182.

- Overland, M., Kjos, N. P., Borg, M., Skjerve, E. and H. Sørum. 2008. Organic acids in diets for entire male pigs: Effect on skatole level, microbiota in digesta, and growth performance. *Livestock Science*, 115:169-178.
- Panda, K., Rama Rao, S. V. and M. V. L. N. Raju. 2006. Natural growth promoters have potential in poultry feeding systems. *Feed Technology*, 10:23-25
- Peng, L., Li, Z. R., Green, R. S., Holzman, I. R. and J. Lin. 2009. Butyrate enhances the intestinal barrier by facilitating tight junction assembly via activation of AMP-Activated Protein Kinase in Caco-2 cell monolayers. *The Journal of Nutrition*, 139:1619-1625.
- Poeikhampha, T. and C. Bunchasak. 2010. Effect of sodium gluconate on pH value, ammonia and short chain fatty acids concentration in batch culture of porcine cecal digesta. *Journal of Applied Sciences*, 10:1471-1475.
- Rafacz-Livingston, J. L., Parsons, C. M. and R. A. Jungk. 2005. The effects of various organic acids on phytate phosphorus utilization in chick. *Poultry Science*, 84:1356-1362.
- Roedinger, W. E. W. and A. Moore. 1981. Effect of short-chain fatty acid on sodium absorption in isolated human colon perfused through the vascular bed. *Digestive Diseases and Sciences*, 26:100-106.
- Scheppach, W., Bartram, H. P. and F. Richter. 1995. Role of short-chain fatty acids in the prevention of colorectal cancer. *European Journal of Cancer*, 31:1077-1080.
- Sehm, J., Linder Mayer, H., Dummer, C., Treutter, D. and M. W. Pfaffl. 2007. The influence of polyphenol rich apple pomace or red-wine pomace diet on the gut morphology in weaning piglets. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 91:289-296.
- Shimotodome, A., Meguro, S., Hase, T., Tokimitsu, I. and T. Sakata. 2000. Short chain fatty acids but not lactate or succinate stimulate mucus release in the rat colon. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 125:525-531.
- Tsuwakara, T., Koyama, H., Okada, M. and K. Ushida. 2002. Stimulation of butyrate production by gluconic acid in batch culture of pig cecal digesta and identification of butyrate-producing bacteria. *The Journal of Nutrition*, 132:2229-2234.
- Van Immerseel, F., Russell, J. B., Flythe, M. D., Gantois, I., Timmermont, L., Pasmans, F., Haesebrouck, F. and R. Ducatelle. 2006. The use of organic acids to combat *Salmonella* in poultry: a mechanistic explanation of the efficacy. *Avian Pathology*, 35:182-188.
- Vidanarachchi, J. K., Mikkelsen, L. L., Sims, I., Iji, P. A. and M. Choct. 2005. Phytobiotics: alternatives to antibiotic growth promoters in monogastric animal feeds. *Recent Advances in Animal Nutrition – Australia*, 15:131-144.
- Viveros, A., Chamorro, S., Pizarro, M., Arija, I., Centeno, C. and A. Brenes. 2011. Effects of dietary polyphenol-rich grape products on intestinal microflora and gut morphology in broiler chicks. *Poultry Science*, 90:566-578.
- Vondruskova, H., Slamova, R., Trckova, M., Zraly, Z. and I. Pavlik. 2010. Alternatives to antibiotic growth promoters in prevention of diarrhoea in weaned piglets: a review. *Veterinarni Medicina*, 55:199-224.

#### Corresponding author

Dr. Ellen Zeller  
Pulte GmbH & Co. KG  
Niederlassung  
Hirtenweg 2  
82031 Grünwald  
ellen.zeller@pulte.de



**Table 1:** Composition and nutritional characteristics (as fed basis) of the basal diets

| Ingredients (g/kg)          | Starter (d 1-10) | Grower (d 11-21) |
|-----------------------------|------------------|------------------|
| Maize                       | 544.6            | 566.0            |
| Soybean meal                | 317.0            | 275.0            |
| Maize gluten meal           | 66.3             | 78.0             |
| Wheat bran                  | 1.0              | 1.0              |
| Vegetable oil               | 26.7             | 38.0             |
| Limestone                   | 13.5             | 13.0             |
| Dicalcium phosphate         | 17.5             | 17.0             |
| Sodium chloride             | 4.5              | 4.5              |
| DL-Methionine               | 1.5              | 1.0              |
| HCl-Lysine                  | 2.4              | 1.5              |
| Vitamin premix <sup>1</sup> | 2.5              | 2.5              |
| Mineral premix <sup>2</sup> | 2.5              | 2.5              |
| <b>Nutrients</b>            |                  |                  |
| ME (MJ/kg)                  | 12.7             | 13.2             |
| Crude protein               | 235              | 220              |
| Calcium                     | 10.4             | 9.0              |
| Available P                 | 5.1              | 4.6              |
| Sodium                      | 1.9              | 1.9              |
| Methionine                  | 5.0              | 4.7              |
| Methionine + Cystine        | 10.8             | 9.4              |

<sup>1</sup> Vitamin premix provided the following per kilogram of diet: vitamin A (trans-retinyl acetate), 10,000 IU; vitamin D<sub>3</sub> (cholecalciferol), 4,500 IU; vitamin E (DL- $\alpha$ -tocopheryl acetate), 60 IU; vitamin K (menadione), 3 mg; thiamine, 3 mg; riboflavin, 6 mg; pyridoxine, 4 mg; vitamin B12 (cyanocobalamin), 0.01 mg; niacin, 55 mg; pantothenic acid (D-calcium pantothenate), 16 mg; folic acid, 2 mg; biotin, 0.15 mg; choline chloride, 1500 mg;

<sup>2</sup> Mineral premix provided the following per kilogram of diet: Fe, 40 mg; Mn, 120 mg; Zn, 100 mg; Cu, 16 mg; I, 1 mg; Co, 0.2 mg; Se, 0.3 mg;

The starter and grower basal diet were fed without or with supplementation of gluconic acid, plant extracts or TP.

**Table 2:** Body weight (BW, d 21), daily body weight gain (BWG, d 1-21) and feed-to-gain ratio (d 1-21) of broilers (n=5 pens per treatment)

|                            | BD                | +Gluc             | +PE               | +TP               | p-value |
|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------|
| BW (g)                     | 910 <sup>d</sup>  | 937 <sup>c</sup>  | 963 <sup>b</sup>  | 997 <sup>a</sup>  | < 0.001 |
| BWG (g/d)                  | 41.2 <sup>d</sup> | 42.8 <sup>c</sup> | 43.9 <sup>b</sup> | 45.4 <sup>a</sup> | < 0.001 |
| Feed-to-gain ratio (kg/kg) | 1.39 <sup>d</sup> | 1.36 <sup>c</sup> | 1.31 <sup>b</sup> | 1.27 <sup>a</sup> | < 0.001 |

BD, basal diet; +Gluc, BD supplemented with gluconic acid; +PE, BD supplemented with plant extracts; +TP, BD supplemented with PUCOCID® TRIPLY (containing butyrate, gluconate and plant extracts)

<sup>a-d</sup> Different superscripts within a row indicate levels of significance at  $p \leq 0.05$ .



Futtermittel  
einzeln  
zusätzlich  
ergänzend



**PUCOPHYT**



**Econase XT**

**Süßmolkenpulver**



**PUCOSIL**

**PUCOVIT**



**PUCOCID**



**PUCOFLITZ**



**PUCOFERM**

**Magnesiumoxid**



**Vistabet**

**PUCOSAN**

**Econase GT**

**CALVOSAN**

**Obsttrester**

**Finase EC**

**Futtermittelsalz**

**Quantum Blue**

**PUCORAL**

## Positiver Einfluss eines phytogenen Produktes auf Tierwohl-indikatoren bei Puten

**Monika Korzekwa, Tilman Wilke, Sven Brenner, Bernhard Eckel**

Dr. Eckel GmbH, Niederzissen, Deutschland

### Einleitung

In der Haltung von Mastgeflügel gibt es zunehmend Forderungen nach mehr Tierschutz, Lebensmittelsicherheit und Verbraucherschutz. Kaum eine Tierart steht dabei derart im Fokus, wenn es um mangelndes Tierwohl geht, wie die Puten. Hohe Antibiotikagaben, Kannibalismus, zu hohe Bestandsdichten, Brustblasen und entzündete Fußballen werden im Zusammenhang mit vermindertem Tierwohl in der Putenmast genannt. Um Tierwohl im Rahmen von sektorweit anwendbaren Verbesserungsprozessen erfassen und vergleichen zu können, werden sogenannte Tierschutzindikatoren – also objektiv messbare Größen – eingesetzt. Seit 1. Februar 2014 ist jeder Tierhalter in Deutschland laut Tierschutzgesetz verpflichtet, Tierschutzindikatoren zu erfassen und zu bewerten. Für die Putenmast sind die Messgrößen „ganze verworfene Tiere“, „verworfene Teilstücke“, „verworfene Innereien“ und „Fußballenbewertung“ als Tierschutzindikatoren zugelassen. Die Erfassung und Bewertung der Tierschutzindikatoren erfolgt im Rahmen eines Gesundheitskontrollprogramms. Wenn die Indikatoren Handlungsbedarf anzeigen, muss der Putenhalter gemeinsam mit seinem Hoftierarzt Maßnahmen zur Verbesserung in seiner Putenhaltung ergreifen. Der Maßnahmenplan muss bereits im nächsten Mastdurchgang umgesetzt werden (Verband Deutscher Putenerzeuger, 2013).

In der Puten- und Hähnchenmast ist der Tierwohlindikator Fußballengesundheit besonders wichtig. Hochgradige Veränderungen der Fußballenhaut stellen unstrittig einen tierschutzrelevanten Zustand dar, da hierbei die Tiere Schmerzen empfinden und leiden (Lessmann & Petermann, 2011). Weitere tierwohlrelevante Folgen sind reduzierte Bewegungsaktivität und eingeschränkter Futter- und Wasseraufnahme. Da Fußballenerkrankungen ein multifaktorielles Problem sind, sind diese auch ein Hinweis für Mängel bei Haltungsbedingungen und Betriebsmanagement (Durchfallerkrankungen, Besatzdichte, Klimaführung, Wetterschutz, Einstreumaterial, Einstreufrequenz). Außerdem korreliert die Häufigkeit von Fußballenschäden mit dem Auftreten von schmerzhaften Veränderungen der Haut und Unterhaut („Brustblasen“). Unbestritten ist der direkte Zusammenhang zwischen Einstreufeuchte und Fußballenerkrankungen. Je feuchter und klebriger das Einstreu-Exkrememente-Gemisch, desto höher ist das Auftreten einer veränderten oder verletzten Fußballenhaut. Feuchtigkeit und Exkrememente greifen die Sohlenhaut an und führen zu Läsionen, die Eintrittspforten für Schmutz und Keime sind. Die Einstreufeuchte kann indirekt über die Fütterung beeinflusst werden. Zum einen können laxierend wirkende Futterbestandteile die Wasserabgabe über die Exkrememente erhöhen und folglich die Einstreuqualität verschlechtern. Zum anderen besteht ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen Durchfallerkrankungen und feuchter Einstreu. Eine gute Darmgesundheit ist folglich förderlich für die Gesundheit der Fußballen. Von verschiedenen Pflanzenextrakten, ätherische Öle und sekundären Pflanzenstoffen ist bekannt, dass sie eine positive Wirkung auf Durchfallerkrankungen und Faeceskonsistenz haben (Cebuk et al. 2004; Ulfah 2006; Korzekwa et al. 2013).

Für die Verbesserung des Tierwohls in der Putenmast wäre es also von besonderem Interesse, wenn durch pflanzliche Futterzusätze die Fußballengesundheit messbar verbessert würde. Ziel des vorliegenden Versuchs war es, den Einfluss eines kommerziell erhältlichen pflanzlichen

Futterzusatzstoffe auf verschiedene Tierwohlindikatoren unter realistischen Praxisbedingungen in der Putenmast zu untersuchen.

## Material und Methoden

Der Versuch wurde von Januar bis Juni 2015 in einer kommerziellen Putenmastanlage durchgeführt. 18 900 Jungputenhähne (Rasse B.U.T. Big 6) mit einem durchschnittlichen Lebendgewicht von 1,150 kg wurden nach einer gemeinsamen 30-tägigen Aufzucht auf zwei baugleiche Mastställe aufgeteilt. In Stall 1 wurden 9 430 Hähne 116 Tage lang mit einer Standardration gefüttert (Kontrolle). Die 9470 Hähne in Stall 2 erhielten zusätzlich zur Standardration einen pflanzlichen Futterzusatzstoff (Anta®Phyt, Dr. Eckel GmbH, Niederzissen) mit einer Dosierung von 600 g/t über einen Zeitraum von 115 Tagen. Beide Mastställe befanden sich am selben Standort, so dass die Klimaeinflüsse in den Ställen gleich waren. Beide Gruppen wurden auf Kurzstroh gehalten. In beiden Ställen wurde in regelmäßigen Abständen eine gleiche Menge Kurzstroh nachgestreut.

Während der Mast wurden durch den Tierhalter Futterverbrauch, Durchschnittsgewicht und Mortalität erfasst. Bei der Schlachtung wurde die Menge nicht zum Verzehr freigegebener ganzer Tiere, Teilstücke oder Innereien erfasst. Im Rahmen der Schlachtkörperuntersuchung wurden die Gründe für den Verwurf ermittelt und dokumentiert. Die Beurteilung der Fußballen fand automatisch über ein Kamerasystem mit einer 3-stufigen Bonitur statt (Score A: keine Veränderung der Fußballen, Score B: leichte bis mittelschwere Veränderungen der Fußballen und Score C: schwerwiegende Verletzungen der Fußballen; Abbildung 1).



Abbildung 1: Beispiele für die Beurteilung von Fußballen nach einem dreistufigen Bewertungssystem (von links nach rechts: Score A, keine Veränderung der Fußballen; Score B, leichte bis mittelschwere Veränderungen der Fußballen und Score C, schwerwiegende Verletzungen der Fußballen (Berk & Bartels, 2013)).

## Ergebnisse

Die Tiere der Anta®Phyt-Gruppe zeigten eine leicht verbesserte Leistung (Tabelle 1). Ein deutlicher Unterschied wurde in der Mortalität verzeichnet. In der Anta®Phyt-Gruppe war die Mortalität um 2,2 Prozentpunkte (8,4%) niedriger als in der Kontrollgruppe (10,6%). Insgesamt wurden durch die verbesserte Leistung und die geringere Sterberate in der Anta®Phyt-Gruppe insgesamt fast 5,5t mehr Lebendgewicht (LG) am Schlachthof angeliefert.

Tabelle 1: Vergleich der Mastleistung beider Fütterungsgruppen

|                                            | Kontrolle | Anta®Phyt |
|--------------------------------------------|-----------|-----------|
| <b>Mastdauer (inkl. Aufzucht), Tage</b>    | 146       | 145       |
| <b>Endgewicht, kg</b>                      | 20,81     | 20,86     |
| <b>Tageszunahmen, g/Tag</b>                | 143       | 144       |
| <b>Tägl. Futterverbrauch, g/Tag</b>        | 386,4     | 387,6     |
| <b>Futterverwertung, kg/kg</b>             | 2,70      | 2,69      |
| <b>Futterverwertung mit 20kg LG, kg/kg</b> | 2,63      | 2,64      |
| <b>Stallverluste, Stück</b>                | 1004      | 798       |
| <b>Mortalität, %</b>                       | 10,6      | 8,4       |

Bei dem Transport vom Maststall zum Schlachthof sind in der Kontrollgruppe 13 Tiere verendet und in der Anta®Phyt-Gruppe 7 Tiere. Mit Hilfe von Schlachtkörperbegutachtungen wurde die Menge der Tiere, Teilstücke und Innereien, die nicht für den Verzehr zugelassen wurden, quantifiziert und die Ursachen für den Verwurf dokumentiert (Tabelle 2). Insgesamt 32% weniger Lebendgewicht im Vergleich zur Kontrolle wurden in der Anta®Phyt-Gruppe am Schlachthof verworfen. Die Anzahl ganzer verworfener Tiere war in der Anta®Phyt-Gruppe nahezu halbiert. Während in der Kontrollgruppe fast 90 Tiere auf Grund von eitrigen Brustblasen verworfen werden mussten, konnte diese Ursache nur bei 26 Tieren in der Anta®Phyt-Gruppe festgestellt werden. Zusätzlich gab es keine Fälle von schwerer Brusthaut-veränderung in der Anta®Phyt-Gruppe. Im Vergleich dazu wurden schwere Brusthautveränderungen bei 408 Tieren in der Kontrollgruppe beobachtet.

Tabelle 2: Auswertung der nicht zum Verzehr freigegebenen Schlachtkörper

|                                      | Kontrolle | Anta®Phyt | Differenz zur Kontrolle* |
|--------------------------------------|-----------|-----------|--------------------------|
| Angelieferte Tiere, Stück            | 8426      | 8672      |                          |
| Ganze Verworfene Tiere, Stück        | 263       | 138       | - 48,5%                  |
| Farb-/Konsistenzabweichungen         | 67        | 36        | - 47,8%                  |
| Multiple Gelenkentzündungen          | 62        | 46        | - 27,9%                  |
| Eitrige Brustblasen / eitriges Brust | 86        | 26        | - 70,6 %                 |
| Luftsack-/Bauchfellentzündungen      | 34        | 28        | - 19,9%                  |
| Umfangreiche Verletzung / Dermatitis | 12        | 2         | - 83,8%                  |
| Abmagerung                           | 2         | 0         | - 100%                   |
| <b>Verworfene Teile, kg LG</b>       | 4547      | 3514      | - 27%                    |
| <b>Verworfene Innereien, kg LG</b>   | 806       | 825       | - 0,7%                   |
| <b>Gesamt verworfenes LG, kg</b>     | 10317,5   | 6983      | - 32,3%                  |

\* Berechnet am Anteil des angelieferten Lebendgewicht bzw. der angelieferten Tierzahl je Gruppe



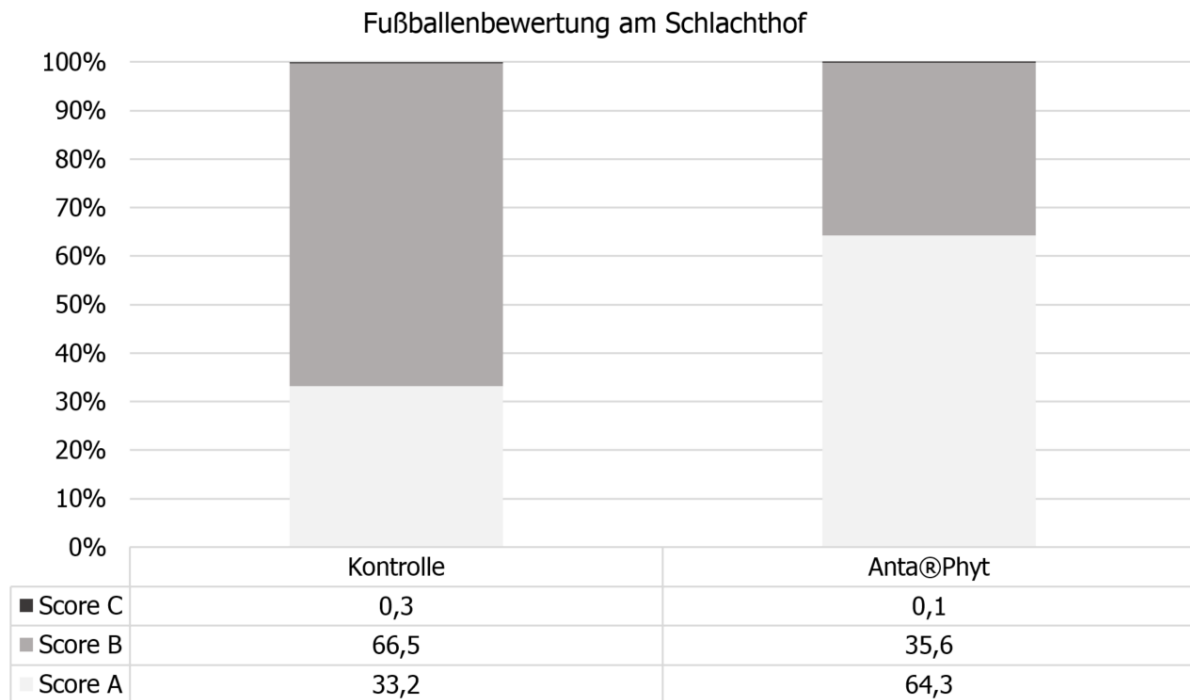


Abbildung 2: Bewertung der Fußballen beider Fütterungsgruppen am Schlachthof anhand eines dreistufigen Bewertungssystems (Score A: keine Veränderung der Fußballen, Score B: leichte bis mittelschwere Veränderungen der Fußballen und Score C: schwerwiegende Verletzungen der Fußballen)

Die Fußballenurteilung hat ergeben, dass 66,5% der Fußballen der Puten in der Kontrollgruppe leicht bis mittelschwer verändert waren und 33,2% als einwandfrei bewertet wurden. In der Anta®Phyt-Gruppe lag der Anteil von einwandfreien Fußballen bei 64,3% und von leicht bis mittelschwer veränderten Fußballen bei 35,4% (Abbildung 2). In beiden Gruppen lag das Auftreten hochgradiger Veränderungen bei unter 0,5%. In der Anta®Phyt-Gruppe wurden 0,1% der Fußballen als hochgradig verändert bewertet und in der Kontrollgruppe insgesamt 0,3%.

## Diskussion

Derzeit liegt die durchschnittliche Mortalität von Putenhähnen aktuell bei 10,3% in Deutschland (Zentralverband der Deutschen Geflügelwirtschaft, 2014). Damit erreichte der Stall der Kontrollgruppe mit 10,6% ein durchschnittliches Ergebnis, während der Stall mit Supplementierung ein besseres Ergebnis erzielte (8,4%). Die Wachstumsleistung (143 und 144 g pro Tag) war in beiden Ställen etwa gleich hoch und entsprach dem Branchendurchschnitt in Deutschland.

Die Auswertung der am Tier erhobenen Tierschutzindikatoren am Schlachthof zeigte einen deutlichen Unterschied zwischen beiden Fütterungsgruppen. Die Anzahl einwandfreier Fußballen konnte in der Anta®Phyt-Gruppe nahezu verdoppelt werden. Dieses Resultat passt zu den Ergebnissen von Fütterungsversuchen mit Broilern, bei denen der Zusatz des phytogenen Zusatzstoffs Anta®Phyt die Feuchtigkeit der Einstreu im Masthähnchenstall um durchschnittlich 14% reduzierte (Holl et al., 2013). In einem weiteren Fütterungsversuch mit Wachteln an der Universität Bonn wurde dieser Effekt ebenfalls beobachtet. Der Zusatzes von Anta®Phyt reduzierte den Wassergehalt in den Exkrementen

von Wachteln im Durchschnitt um 20 Prozentpunkte (Korzekwa et al., 2013). Flüssige Exkremente können viele Ursachen haben, z.B. mykotoxinbelastete oder laxierend wirkende Futterbestandteile. Zum anderen können es aber auch die Folgen von Infektionen im Magendarmtrakt sein (Kamphues et al., 2009). Hierbei sind zum einen Kokzidien, zum anderen aber auch bakterielle Erreger (*Clostridium perfringens* und *E. coli*) sowie Dysbiosen im Verdauungskanal als Ursache einer feuchten Einstreu bekannt (Ekstrand et al., 1998). In früheren Forschungsversuchen konnte in vitro ein Effekt von Anta®Phyt gegen *Clostridium perfringens* beobachtet werden (Blässe et al., 2012).

Neben den Einflüssen von Fütterung und Infektionen, kann auch eine hohe Besatzdichte im Zusammenhang mit einer verschlechterten Einstreuqualität und Tiergesundheit stehen. Insbesondere die Fußballengesundheit und andere Hautveränderungen, z.B. Brustblasen können durch eine hohe Besatzdichte negativ beeinträchtigt werden. Eine höhere Besatzdichte bedeutet eine höhere Futter- und Wasseraufnahme und gleichzeitig eine entsprechend größere Exkrementabgabe pro Fläche und Zeit. Zum anderen ist durch eine höhere Tierzahl ein größerer Anteil der Grundfläche mit Tieren verdeckt. Die Luftbewegung die benötigt wird, um die Feuchtigkeit aus dem Exkrement-Einstreugemisch erreicht den Boden kaum noch (Spindler, 2005). Dieser Effekt konnte in dieser Studie nicht bestätigt werden. Die Putenhähne in der Anta®Phyt-Gruppe hatten durch die erhöhte Überlebensrate am Ende der Mast eine höhere Besatzdichte je Fläche (+2 kg/m<sup>2</sup>) verglichen mit der Kontrollgruppe. Das Vorkommen von eitrigen Brustblasen und Brustblasenentzündungen konnte in der Anta®Phyt-Gruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe um 70% reduziert werden. Ebenso wurden die Anzahl intakter Fußballen trotz höherer Besatzdichte in der Anta®Phyt-Gruppe verdoppelt.

Der Einsatz des pflanzlichen Futterzusatzstoffs Anta®Phyt kann in Zukunft für Putenhalter eine Maßnahme sein, um geforderte Verbesserungen bei Tierwohlindikatoren zu erreichen. Für den Mäster zählt sich eine gute Fußballengesundheit seiner Tiere auf weitere Arten aus: Im Rahmen von Qualitätssicherungs- und Markenfleischprogrammen bezahlen manche Schlachthöfe Zuschläge wenn die Fußballen der Tiere gesund sind. Außerdem leiden Tiere mit entzündeten Fußballen, wodurch sie in ihrer Bewegung eingeschränkt sind und folglich weniger fressen und trinken. So verringern sich ihr Wachstum und die Gesundheit zum Nachteil des Mästers. Der gute Gesundheitsstatus in der Anta®Phyt-Gruppe zeigte sich im Fütterungsversuch nicht nur in einer geringeren Sterblichkeit, sondern ebenfalls in einer besseren Schlachtausbeute. Die Abzüge am Schlachthof waren in Anta®Phyt-Gruppe um 29% geringer als in der Kontrollgruppe. Dies führte zusammen mit der verbesserten Überlebensrate dazu, dass in der Anta®Phyt-Gruppe 8,8 Tonnen mehr Lebendgewicht (entspricht ca. 420 Tieren) vergütet wurden und den Schlachterlös um 5,5% erhöhten.

## Fazit

Der Einsatz des phyto-genen Futterzusatzstoffs Anta®Phyt im Putenmastfutter mit einer Dosierung von 600g/t wirkte sich positiv auf verschiedene Tierschutzindikatoren – insbesondere die Fußballengesundheit – aus. Dies führte durch eine verbesserte Überlebensrate und weniger verworfenes Lebendgewicht im Schlachthof zu einem deutlichen ökonomischen Gewinn gegenüber einer Kontrollgruppe ohne Additiv.

## Literatur

- Berk, J. und Bartels, T. (2013): Auf gesunden Füßen ab ins Grüne? In: ForschungsReport spezial Ökologischer Landbau 2013 (Heft 2), S. 6-7.
- Blässe, A.-K.; Holl, E.; Mohr, E. und Durst, L. (2012): A phytogenic feed additive positively affects animal production and ileal microflora. 50. Jahrestagung der BAT, Tagungsband, S. 152-155.
- Cebuk M., A. Alicicek, M. Bozkurt und Akkan, S. (2004): Effect of Yucca Schidigera and natural zeolite in broiler performance. Int. J. Poult. Sci. 3: 651-654.
- Ekstrand, C., Carpenter, T.E. Andersson, I. und Algers, B. (1998): Prevalence and control of foot-pad dermatitis in broilers in Sweden. British Poultry Science 39: 318-324.
- Holl, E.; Blässe, A.-K.; Vahjen, W. und Männer, K. (2013): Positive effects of a new phytogenic feed additive on broiler performance and microflora. 12. BOKU-Symposium Tierernährung, Tagungsband, S. 228-232.
- Kamphues, J., Coenen, M., Iben, C., Kienzle, E., Pallauf, J., Simon, O., Wanner, M., Zentek, J. (2009): Supplemente zu Vorlesungen und Übungen in der Tierernährung, 11. überarbeitete Auflage, Schaper Verlag, Hannover
- Korzekwa M.; Lohölter, M.; Würzbach, M.; Eckel, B. und Südekum K.-H. (2013): Effects of specific phytogenic feed additives on performance characteristics of growing quails. 51. Jahrestagung der BAT, Tagungsband, S. 193-197.
- Lessmann, H. und Petermann, S. (2011): Tierschutzüberwachung von Putenhaltung. Fortbildungsveranstaltung „Aktuelle Probleme des Tierschutzes“, 08-09.07.2011, 74-79, Hannover, Germany
- Schulze Kersting, I. (1996): Untersuchungen zur Einstreuqualität und Leistung in der Broilermast in Abhängigkeit von der Besatzdichte. Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.
- Spindler, B. (2005): Pathologisch-anatomische und histologische Untersuchungen an Gelenken und Fußballen bei Puten der Linie B.U.T. Big 6 bei der Haltung mit und ohne Außenklimabereich. Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.
- Ulfah, M., (2006): Essential oils as multi-function feed additive (MFA) to improve broilers performance, metabolism, dung consistency and efficiency of production. J. Agric. Rural. Dev. Trop. Subtrop. 88, 50-55.
- Verband Deutscher Putenerzeuger (2013): Bundeseinheitliche Eckwerte für eine freiwillige Vereinbarung zur Haltung von Mastputen. Herausgeber: Verband Deutscher Putenerzeuger e.V., Berlin ([http://www.gvv-mv.de/fileadmin/Inhalt/verband\\_intern/tiergesundheit/VDP\\_Broschuere\\_EckwerteMastputen\\_29-04\\_1\\_ohne\\_Unterschriften.pdf](http://www.gvv-mv.de/fileadmin/Inhalt/verband_intern/tiergesundheit/VDP_Broschuere_EckwerteMastputen_29-04_1_ohne_Unterschriften.pdf) (Stand 07.08.2015))
- Zentralverband der Deutschen Geflügelwirtschaft (2015): Jahrbuch des Zentralverbandes der Deutschen Geflügelwirtschaft e.V. und seiner Mitgliedsverbände, Berlin, Ulmer Verlag.

## Autorenanschrift

Monika Korzekwa  
Dr. Eckel GmbH  
Produktmanagement  
Im Stiefelfeld 10  
56551 Niederzissen  
Telefon +49 2636 9749-28  
Email [m.korzekwa@dr-eckel.de](mailto:m.korzekwa@dr-eckel.de)  
[www.dr-eckel.de](http://www.dr-eckel.de)



# Antimikrobielle Eigenschaften von sekundären Pflanzenstoffen zur Bekämpfung von Nutztierpathogenen und resistenten Varianten

**Timo Rothstein, Inge Heinzl**

EW Nutrition GmbH, Visbek, Deutschland

## Einleitung

Antibiotika waren und sind noch immer die Medikamente der Wahl wenn es sich um bakterielle Erkrankungen handelt. Wegen ihrer zusätzlichen positiven Effekte auf die Wachstumsleistung wurden sie zunehmend in der Tierhaltung eingesetzt. Aber jede Anwendung von Antibiotika bringt eine Selektion von resistenten Bakterien mit sich und speziell eine prophylaktische Anwendung mit niedriger Dosierung ermöglicht Bakterien, sich entsprechend anzupassen. Gerade für diese prophylaktischen und aber auch metaphylaktischen Anwendungen (d.h. prophylaktische Behandlung des gesamten Bestandes, wenn wenige Tiere krank sind) könnten sekundäre Pflanzenstoffe eine Alternative darstellen: Sie werden schon seit Jahrhunderten in der Medizin und in der Ernährung zur Verdauungsförderung oder als Antioxidantien eingesetzt, gelten demnach als unbedenklich. Viele von ihnen wirken antimikrobiell, z. B. Carvacrol und Zimtaldehyd gegen *Salmonella*, *E. coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumonia*, *Entero-* und *Staphylococcus* und *Candida albicans* (Baiju und Modak, 2007; Khan et al., 2009; Yossa et al., 2011), aber auch gegen die multiresistenten Stämme von *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* und *Candida albicans* (Khan et al., 2009).

Eine optimale Kombination für die Tierernährung hat sowohl gesundheits- als auch leistungsfördernde Eigenschaften. Da antimikrobielle sekundäre Pflanzenstoffe im Unterschied zu Antibiotika weniger spezifisch in ihrer Wirkweise sind, stellte sich die Frage, ob diese Mechanismen nicht nur bei gängigen Nutztierpathogenen sondern auch bei ihren multi-resistenten Varianten Wirkung zeigen.

## Material und Methoden

### **Versuch 1:** Agar-Diffusionstest mit ausgewählten Nutztierpathogenen

In diesem Test wurde die Empfindlichkeit von Referenzstämmen verschiedener für Nutztiere relevanter Bakterien auf unterschiedliche Konzentrationen einer Mischung aus sekundären Pflanzenstoffen unter definierten experimentellen Bedingungen (Poultry Diagnostic Laboratory Kondapur, Hyderabad, Indien) getestet. Dazu wurden aus Wischproben die Bakterienarten identifiziert und mit Hilfe von MacConkey Agar Medium isoliert. Agar Medium wurde, in Anlehnung an die Skalierung von 0,5 MacFarland Äquivalenten, beimpft. Frisch autoklavierter Mueller Hinton Agar wurde auf 38°C abgekühlt, davon jeweils 25 ml mit 200 µl Inokulum versetzt, in eine Petri-Schale (Größe: 100x15 mm) gegeben und bis zum Erstarren gewartet. In ein Loch (6 mm) in der Mitte der Petri-Schale wurden jeweils 50 µl einer mit destilliertem Wasser verdünnten Mischung aus sekundären Pflanzenstoffen (Activo® liquid, EW Nutrition) pipettiert. Die Platten (jeweils drei Platten pro Bakterienstamm) wurden bei 37°C 24 Stunden lang inkubiert. Der Grad der Wirksamkeit der Substanz bzw. der Verdünnung zeigte sich in der Größe der bakterienfreien Zone (ZOI=zone of inhibition) rund um das Loch mit der Lösung aus sekundären Pflanzenstoffen: Je größer der Durchmesser der bakterienfreien Zone, desto höher der antimikrobielle Effekt.

## Versuch 2: MIC (Minimal Inhibitory Concentration) - Test gegen ESBL und MRSA

Mit diesem Test sollte festgestellt werden, ob sekundäre Pflanzenstoffe gegen antibiotika-resistente Stämme eine ähnliche Wirksamkeit zeigen wie gegen die nicht resistenten verwandten Stämme. Deshalb wurden für diesen Versuch Isolate von vier in der Landwirtschaft vorkommenden ESBL produzierenden *E. coli* und zwei Methicillin resistenten *Staphylococcus aureus* Stämmen verwendet. Zum Vergleich dazu wurden außerdem die nicht resistenten Referenzstämme derselben Spezies in den Versuch miteinbezogen. In einem sogenannten MIC-Test unter definierten experimentellen Bedingungen (Vaxxinova Diagnostic, Münster, Deutschland) wurde die antimikrobielle Wirkung unterschiedlicher Konzentrationen der schon in Versuch 1 verwendeten Mischung aus sekundären Pflanzenstoffen getestet.

Dazu wurden standardisierte Suspensionen [ $1 \times 10^4$  KBE/ml] jedes Bakterienstammes in LB- (*E. coli*) oder Caso-Medium (*S. aureus*) mit oder ohne sekundäre Pflanzenstoffe in unterschiedlichen Konzentrationen (0.1 %; 0.2 %; 0.4 % und 1 %; Kontrolle – keine sekundären Pflanzenstoffe) inkubiert. Nach Bebrütung bei 37 °C für 6-7 Stunden wurden Zellverdünnungen auf LB- (*E. coli*) oder Blut-Agar-Platten (*S. aureus*) aufgetragen, für weitere 18-22 h bei 37 °C inkubiert und danach die Anzahl an koloniebildenden Einheiten (KBE) bestimmt.

## Versuch 3: MIC-Test mit ESBL produzierenden *E. coli* und AmpC *E. coli* (beide Cefotaxim-resistent)

Zwei Extended-Spectrum Beta-Lactamase (ESBL) produzierende *Escherichia coli* Feldisolate und zwei gegen Amino-Penicillin und Cephalosporin (AmpC) resistente Stämme wurden jeweils mit einem nicht resistenten Stamm derselben Spezies in Hinblick auf ihre Empfindlichkeit auf die vorher genannte Mischung aus sekundären Pflanzenstoffen verglichen. In einem MIC-Test unter anerkannten experimentellen Bedingungen (Poultry Microbiology Laboratory, Edinburgh, Schottland) wurde die antimikrobielle Wirksamkeit von Activo® liquid bei unterschiedlichen Konzentrationen (0.1 %; 0.2 %; 0.4 % und 0.5 %) getestet. Dazu wurden standardisierte Suspensionen [ $1 \times 10^4$  KBE/ml] jedes Bakterienstammes in LB-Medium mit Cefotaxim (30 µg/ml) oder mit sekundären Pflanzenstoffen in den unterschiedlichen Konzentrationen angesetzt. Nach einer Inkubation bei 37 °C für 6 - 7 Stunden wurden Verdünnungen der Zell-Suspensionen auf LB-Agar Platten übertragen, für 18-22 h bei 37 °C inkubiert und anschließend die koloniebildenden Einheiten (KBE) bestimmt.

## Ergebnisse

**Versuch 1:** In diesem Versuch zeigte die Mischung aus sekundären Pflanzenstoffen gegen alle in diesem Test verwendeten Nutztierbakterien eine antimikrobielle Wirkung. Der Grad der Wachstumshemmung war positiv mit der Konzentration der Mischung korreliert (siehe Tabelle 1).

Bei einer Konzentration von 1 % verhinderte Activo® liquid das Wachstum von *E. coli* und *Proteus vulgaris* ebenso wie bei den Stämmen von *Salmonella pulmorum* und *gallinarum* innerhalb eines Durchmessers von 10-14 mm. Der Hemmhof bei den Referenz-Stämmen von *Staphylococcus aureus* zeigte einen noch größeren Durchmesser von 15-21 mm. Bei 2 % wurde das Wachstum bei den Stämmen von *E. coli*, *Proteus vulgaris* und *Pseudomonas fluorescens* innerhalb eines Durchmessers von 10 – 14 mm, bei den Referenzstämmen von *Staphylococcus* und *Salmonella* innerhalb eines Durchmessers von 15 – 21 mm gehemmt. Eine ZOI von 22 – 29 mm Durchmesser konnte bei *Staphylococcus aureus* bei einer Activo® liquid-Konzentration von 10 % erreicht werden.

Tabelle 1: Wachstumshemmung von Standard-Erregern aus der Landwirtschaft durch unterschiedliche Konzentrationen einer definierten Mischung aus sekundären Pflanzenstoffen

| Central Poultry Diagnostic Laboratory,<br>Kondapur, Hyderabad (Indien) | Sekundäre Pflanzenstoffe<br>(Activo® liquid) |     |      |                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----|------|------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                        | 1 %                                          | 2 % | 10 % |                                                                              |
| <i>E. coli</i> (Referenz-Stämme)                                       | +                                            | +   | ++   | - < 10 mm ZOI<br>+ 10 – 14 mm ZOI<br>++ 15 – 21 mm ZOI<br>+++ 22 – 29 mm ZOI |
| <i>Proteus vulgaris</i> (Referenz-Stämme)                              | +                                            | +   | +    |                                                                              |
| <i>Pseudomonas fluorescens</i>                                         | -                                            | +   | ++   | (ZOI = zone of inhibition<br>= Zone mit Hemmung des<br>Bakterienwachstums)   |
| <i>Salmonella pulmorum</i>                                             | +                                            | ++  | ++   |                                                                              |
| <i>Salmonella gallinarum</i>                                           | +                                            | ++  | ++   |                                                                              |
| <i>Staphylococcus aureus</i> (Referenz-Stämme)                         | ++                                           | ++  | +++  |                                                                              |

**Versuch 2:** Die Wirksamkeit von Activo® liquid gegen die getesteten Stämme zeigte sich auch hier konzentrationsabhängig (Tab. 2). Activo® liquid wirkte bakterizid gegen ESBL produzierende *E. coli* ab einer Konzentration von 0,2 %. Bei einer Konzentration von 0,1 % konnte eine wachstumshemmende Wirkung auf den Referenzstamm ATCC25922 und auf zwei resistente Stämme festgestellt werden.

Bei beiden Methicillin-resistenten *S. aureus* (MRSA) Stämmen sowie bei dem nicht resistenten Referenzstamm zeigte Activo® liquid bei Konzentrationen von mindestens 0,2 % eine wachstumshemmende und ab einer Konzentration von 1 % eine bakterizide Wirkung.

Tabelle 2: Wirksamkeit von sekundären Pflanzenstoffen (Activo® liquid) gegen ESBL produzierende *E. coli* und MRSA

| Labor: Vaxxinova, Münster, Deutschland | Sekundäre Pflanzenstoffe<br>(Activo® liquid) |                  |       |     |
|----------------------------------------|----------------------------------------------|------------------|-------|-----|
|                                        | 0.1 %                                        | 0.2 %            | 0.4 % | 1 % |
| <i>E. coli</i> Referenz ATCC25922      | +                                            | ++               | ++    | ++  |
| ESBL 1 (Schwein)                       | -                                            | ++               | ++    | ++  |
| ESBL 2 (Schwein)                       | +                                            | ++               | ++    | ++  |
| ESBL 3 (Geflügel)                      | +                                            | ++               | ++    | ++  |
| ESBL 4 (Geflügel)                      | -                                            | ++               | ++    | ++  |
| <i>S. aureus</i> Referenz ATCC29213    | -                                            | +                | ++    | ++  |
| MRSA 1 (Schwein)                       | -                                            | +                | ++    | ++  |
| MRSA 2 (Schwein)                       | -                                            | +                | +     | ++  |
| - kein Effekt                          | +                                            | wachstumshemmend |       |     |
|                                        | ++                                           | bakterizid       |       |     |

**Versuch 3:** Die antimikrobielle Wirkung von Activo<sup>®</sup> liquid konnte auch hier in einer konzentrationsabhängigen Weise gezeigt werden (siehe Tabelle 3).

Bei einer Konzentration von 0,1 % zeigte Activo<sup>®</sup> liquid wachstumshemmende Wirkung sowohl gegen ESBL produzierende *E. coli* als auch gegen die AmpC *E. coli* Stämme. Ab einer Konzentration von 0,2 % wirkte Activo<sup>®</sup> liquid gegen alle getesteten Stämme bakterizid. Die positive Kontrolle, die mit Cefotaxim (3. Generation von Cephalosporin) getestet wurde, bestätigte die Resistenz bei allen ESBL produzierenden und AmpC-Stämmen.

Tabelle 3: Wirksamkeit von sekundären Pflanzenstoffen (Activo<sup>®</sup> liquid) gegen ESBL und AmpC *E. coli*

|                                                                       | Cefotaxim<br>30 µg / ml             | <b>Sekundäre Pflanzenstoffe<br/>(Activo<sup>®</sup> liquid)</b> |              |              |              |
|-----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Poultry Microbiology<br/>Laboratory, Edinburgh,<br/>Schottland</b> |                                     | <b>0.1 %</b>                                                    | <b>0.2 %</b> | <b>0.4 %</b> | <b>0.5 %</b> |
| <i>E. Coli</i> ESBL 1 Geflügel                                        | -                                   | +                                                               | ++           | ++           | ++           |
| <i>E. Coli</i> ESBL 2 Geflügel                                        | -                                   | +                                                               | ++           | ++           | ++           |
| <i>E. Coli</i> AmpC 1 Geflügel                                        | -                                   | +                                                               | ++           | ++           | ++           |
| <i>E. Coli</i> AmpC 2 Geflügel                                        | -                                   | ++                                                              | ++           | ++           | ++           |
| <i>E. coli</i> nicht resistent                                        | +                                   | +                                                               | ++           | ++           | ++           |
| - kein Effekt                                                         | + wachstumshemmend<br>++ bakterizid |                                                                 |              |              |              |

## Schlussfolgerung

Um das Auftreten und die Verbreitung neuer Resistenzmechanismen einzugrenzen, ist es von entscheidender Bedeutung, den Einsatz von Antibiotika zu reduzieren. Ein allgemeines Umdenken ist nötig, sich der Herausforderung zu stellen und neuen Denkansätzen eine Chance zu geben. Diese neuen Ansätze jedoch werden nur in Kombination mit gutem Betriebsmanagement erfolgreich sein. Antibiotika dürfen nicht länger als Wachstumsförderer oder in der Metaphylaxe eingesetzt werden sondern ausschließlich als kuratives Instrument. In *in vitro* Versuchen zeigte die flüssige Mischung aus sekundären Pflanzenstoffen (Activo<sup>®</sup> liquid) starke antimikrobielle Wirkung gegen vorherrschende Pathogene der Nutztierhaltung. Dabei traten keine Unterschiede zwischen den nicht-resistenten Referenzstämmen und den resistenten Varianten auf.

Die hohe Wirksamkeit von sekundären Pflanzenstoffen gegen ESBL produzierende *Escherichia coli* und Methicillin resistente *Staphylococcus aureus* (MRSA) könnte ein weiterer Schritt in Richtung Antibiotika-Reduktion sein. Da sekundäre Pflanzenstoffe nicht wie Antibiotika einen spezifischen Wirkmechanismus haben, sollte die Wahrscheinlichkeit, dass Resistenzen auftreten, um ein Vielfaches geringer sein.

Das gibt Anlass zu weiteren Studien mit sekundären Pflanzenstoffen in der Tierhaltung in Hinblick auf deren Einsatz in der Pro- und Metaphylaxe und damit zur Reduktion des Antibiotikaeinsatzes in naher Zukunft. Natürliche Substanzen mit einem breiten Wirkspektrum könnten antibiotische Behandlungen unterstützen und somit eine sichere Ergänzung in der Kontrolle von pathogenen Organismen sein.

Der positive Einfluss auf Leistungsparameter, wie schon in etlichen Versuchen gezeigt, sollte ein weiterer Anreiz für Landwirte sein, diese pflanzlichen Wirkstoffe im Futter einzusetzen.

## Literatur

BAIJU, N., S.M. MODAK, 2007: Broad-spectrum disinfectant composition containing a synergistic combination of cinnamon oil and citric acid. *International Journal of Essential Oil Therapeutics* 1, pp. 117-121

KHAN, R., B. ISLAM, M. AKRAM, S. SHAKIL, A. AHMAD, S. MANAZIR ALI, M. SID-DIQUI, A.U. KHAN, 2009: Antimicrobial activity of five herbal extracts against multi drug resistant (MDR) strains of bacteria and fungus of clinical origin. *Molecules* 14, pp. 586-597 [www.mdpi.com/journal/molecules](http://www.mdpi.com/journal/molecules)

YOSSA, N., J. PATEL, D. MACARISIN, P. MILLNER, C. MURPH, 2012: Antibacterial activity of Cinnamaldehyde and Sporan against *Escherichia Coli* O157:H7 and *Salmonella*. University of Nebraska; Publications from USDA-ARS/UNL Faculty. Paper 1136



## **MORE PROFIT FROM IMPROVED NUTRITION**

Lower your feed costs, improve uniformity and increase raw material flexibility, while reducing environmental impact with these innovative feed solutions.

Used alone, or in combination, these reliable, heat stable enzyme and natural betaine products are customized to increase nutrient availability and improve profitability for pig and poultry producers.

Learn more at [www.animalnutrition.dupont.com](http://www.animalnutrition.dupont.com)  
or email [info.animalnutrition@dupont.com](mailto:info.animalnutrition@dupont.com)

**Phyzyme® XP**

**Axtra®**

**Avizyme®**

**Danisco Xylanase**

**Betafin®**

# Bioverfügbarkeit von Kupfer-Lysinat bei Absetzferkeln

**Karoline Reckmann<sup>1</sup> und Martin Rimbach<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Provita Supplements GmbH, Gierlichsstraße 6, 53840 Troisdorf

<sup>2</sup>ISF GmbH, Wiesenweg 32, 23812 Wahlstedt

## Einleitung

Das Spurenelement Kupfer gehört zu den lebensnotwendigen Nährstoffen für alle Tiere. Es erfüllt zahlreiche Aufgaben im tierischen Organismus, u.a. dient es der Bildung von Pigmenten und roten Blutkörperchen. Die roten Blutkörperchen versorgen die Zellen des Körpers mit Sauerstoff. Außerdem stärkt Kupfer das Immunsystem, fördert die Wundheilung und ermöglicht dem Körper die Bildung von Nervenfasern für das Nervensystem (Collins und Klevay, 2011). Die Aminosäure Lysin dient als Ligand des Chelat-Komplexes von Kupfer-Lysinat. Diese hat als essentielle Aminosäure eine zentrale Bedeutung für die Proteinsynthese und den Proteinansatz. Lysin ist ein weiterer wichtiger Nährstoff für den Aufbau von Bindegewebe und die Förderung von Wundheilungsprozessen. Als aktiver Ligand transportiert es das Kupfer gezielt dorthin, wo es benötigt wird.

Spurenelemente werden nur in sehr geringen Mengen benötigt, wobei deren Aufnahme im Verdauungstrakt durch das Vorhandensein von Antagonisten oder durch andere Futterkomponenten (Cousins, 1985) beeinträchtigt wird. Häufig reicht der native Gehalt üblicher Futtermittel nicht aus oder ist für das Tier teilweise nicht verfügbar, so dass anorganische oder organische Kupfer-Verbindungen dem Futter zugesetzt werden. In der EU sind verschiedene Kupfer-Verbindungen als Zusatz in Mineralfuttermitteln zugelassen (European Union Register of Feed additives). Dabei ist bereits allgemein anerkannt, dass organisch gebundene Spurenelemente eine bessere Absorption aufweisen als anorganische Verbindungen. In einem Versuch wurde die Bioverfügbarkeit von Kupfer-Lysinat untersucht, welches als erste und bisher einzige Kupfer-Quelle auf Basis von Lysin-Komplexen in der EU für alle Tierarten zugelassen wurde.

## Material und Methoden

### Versuchsdurchführung

In einem Versuch an der Freien Universität (FU) Berlin wurde der Einsatz unterschiedlicher Kupfer-Verbindungen bei abgesetzten Ferkeln untersucht. Dazu wurde dem Ferkelfutter von 60 männlichen und weiblichen Tieren (Kreuzungstiere Large White x Landrasse) verschiedene Kupfer-Verbindungen zugelegt (Kupfer-Sulfat, -Glycinat und -Lysinat). Die Kontrollgruppe (keine Kupfer-Zulage) sowie die drei Versuchsgruppen wurden in jeweils fünf Buchten mit drei Tieren aufgestellt.

Bei dem betrachteten Kupfer-Lysinat handelt es sich um das erste Kupfer-Chelat auf Basis von Lysin-Komplexen, welches in der EU für alle Tierarten zugelassen ist (Kennnummer des Zusatzstoffs: 3b411) und von der ISF GmbH entwickelt wurde. Das sogenannte MAXLYSINAT Cu der Firma Provita Supplements GmbH wird in einem patentierten Produktionsverfahren hergestellt. Die essentielle Aminosäure Lysin dient dabei als Ligand für die äußerst stabile, kovalente Komplexverbindung mit dem Metallion (Kupfer). Das so entstandene Kupfer-Chelat ist durch eine sehr hohe Löslichkeit und Stabilität gekennzeichnet.

Der Versuch startete mit einer Depletion von 14 Tagen (25. bis 39. Lebenstag (LT)) ohne jegliche Spurenelement-Zulage. Dabei wurden die Nährstoff-Empfehlungen der GfE (2006) für abgesetzte

Ferkel in der eingesetzten Ration eingehalten. Der Kupfergehalt der Ration entsprach jedoch nicht den Empfehlungen der GfE und wurde somit unterschritten. Die Inhaltsstoffe der Depletions-Ration sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Inhaltsstoffe und Nährstoffgehalte der Depletions-Ration (LT 25 bis 39)

| Inhaltsstoffe    |       |      |
|------------------|-------|------|
| Gerste           | %     | 54,8 |
| Magermilchpulver | %     | 37,7 |
| Maisstärke       | %     | 3,0  |
| Lignocellulose   | %     | 1,4  |
| Sojaöl           | %     | 0,5  |
| Mineralfutter    | %     | 2,6  |
| Nährstoffgehalte |       |      |
| Energie (ME)     | MJ/kg | 13,2 |
| Rohprotein       | %     | 18,8 |
| Lysin            | %     | 1,3  |

Vom 40. bis 48. LT fand die Spurenelement-Zulage entsprechend den Empfehlungen der GfE (2006) statt, wobei die drei zu untersuchenden Kupfer-Verbindungen zum Einsatz kamen. Dabei wurden die in Tabelle 2 dargestellten Kupfer-Zulagen in den aufgeführten Behandlungsgruppen dosiert. Das Repletions-Futter (Tab. 3) basierte auf der Ausgangsration (Tab. 1). Entsprechend den versuchsbedingten Spurenelement-Zulagen wurde das Futter mit Lysin sowie einem anorganischen, inerten Füllstoff ( $\text{SiO}_2$ ) ausgeglichen. Die Fütterung der Ferkel erfolgte entlang einer definierten Futterkurve. Die tägliche Futtermenge pro Tier wurde so berechnet, dass diese 90 % der täglichen ad libitum Menge entsprach.

Tabelle 2: Berechnete Gehalte von anorganisch und organisch gebundenem Kupfer in der Futtermischung

| Behandlungsgruppe     | Kupfer    |
|-----------------------|-----------|
| Nativer Gehalt        | mg/kg 2,0 |
| Empfehlung            | 5,0       |
| Supplementierung      | 3,0       |
| Zulage                |           |
| Gruppe A: Kontrolle   | 0         |
| Gruppe B: Cu-Sulfat   | 12,0      |
| Gruppe C: Cu-Glycinat | 12,6      |
| Gruppe D: Cu-Lysinat  | 22,9      |



Tabelle 3: Analysierte Nährstoffgehalte der Repletions-Futtermischungen A, B, C und D (LT 40 bis 48)

| Nährstoffgehalte |       | A   | B   | C   | D   |
|------------------|-------|-----|-----|-----|-----|
| Trockenmasse     | g/kg  | 909 | 911 | 909 | 910 |
| Rohprotein       | g/kg  | 190 | 190 | 189 | 190 |
| Calcium          | g/kg  | 8,8 | 9,0 | 8,8 | 9,2 |
| Phosphor         | g/kg  | 6,6 | 6,7 | 6,7 | 6,6 |
| Kupfer           | mg/kg | 2,3 | 5,9 | 6,0 | 6,1 |

### Verdaulichkeiten

In der Repletions-Periode (40. bis 48. LT) wurden mit Hilfe eines Differenzversuchs (Kirchgeßner et al., 2008) die Kupfer-Verdaulichkeiten der verschiedenen Quellen ermittelt. Zunächst wurden die faecalen Verdaulichkeiten der Versuchsrationen durch die Indikatormethode bestimmt. Dazu wurde Titandioxid (TiO<sub>2</sub>) in Höhe von 5 g/kg in den Futtermischungen als Markersubstanz ergänzt. Zur Bestimmung der Verdaulichkeit wurden zweimal täglich (morgens und nachmittags) zum Ende der Versuchsperiode Kotproben entnommen. Die faecale Kupfer-Verdaulichkeit wurde wie folgt berechnet (nach Kirchgeßner et al., 2008):

$$\text{Kupfer-Verdaulichkeit (\%)} = 100 - \left( \frac{\% \text{ Marker im Futter}}{\% \text{ Marker im Kot}} \times \frac{\% \text{ Kupfer im Kot}}{\% \text{ Kupfer im Futter}} \right) \times 100$$

Zur Berechnung der **partiellen Verdaulichkeiten** der zu prüfenden Kupfer-Verbindungen wurde die faecale Verdaulichkeit der Grundration (Kontrolle: ohne Kupfer-Zulage) jeweils von den ermittelten Verdaulichkeiten der Gruppen B, C und D (mit Kupfer-Zulage) abgezogen. Daraus ergaben sich jeweils die partiellen Verdaulichkeiten der supplementierten Kupfer-Quelle, da die Verdaulichkeiten der nativen Kupfergehalte damit bereits berücksichtigt wurden.

### Ergebnisse

Die Ergebnisse der partiellen Kupfer-Verdaulichkeiten (Abb. 1) belegen die deutlich erhöhte Verdaulichkeit organischer Quellen gegenüber anorganischen. Die partielle Verdaulichkeit des Kupfer-Lysinats war dabei um 52 % gegenüber der Sulfatverbindung erhöht. Zwischen dem Kupfer-Glycinat und -Lysinat konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

In dem Versuch wurde allerdings gezeigt, dass die ermittelten zootechnischen Leistungen bei einer Supplementierung mit Lysin-Chelaten gegenüber der Ergänzung mit Glycin-Chelaten bei gleicher Spurenelementzulage und gleichen Lysingehalten im Futter verbessert waren. Abbildung 2 zeigt, dass die täglichen Zunahmen bei Glycinat-Zulage gegenüber Sulfat-Verbindungen um 3,9 % erhöht waren. Die Futterverwertung sank um 3,0 %. Diese Leistung konnte bei einer Supplementierung mit Lysinat noch einmal gesteigert werden. Die täglichen Zunahmen stiegen um 7,5 %, wohingegen die Futterverwertung um 6,6 % gegenüber der Sulfat-Zulage sank. Diese Ergebnisse bestätigen eine gesteigerte Bioverfügbarkeit der Lysin-Chelate gegenüber allen weiteren getesteten Quellen.

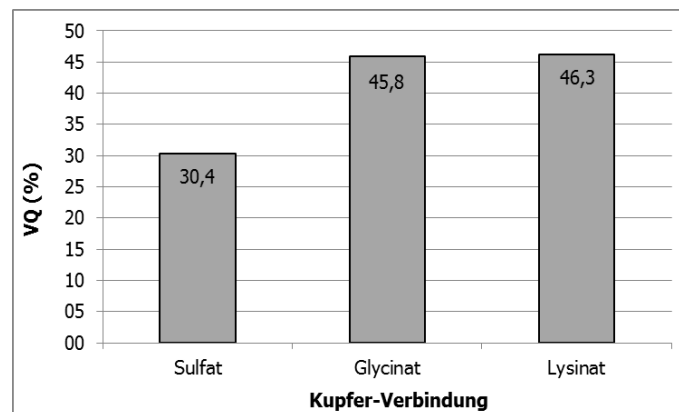


Abbildung 1: Partielle Verdaulichkeiten (VQ) der supplementierten Kupfer-Quellen

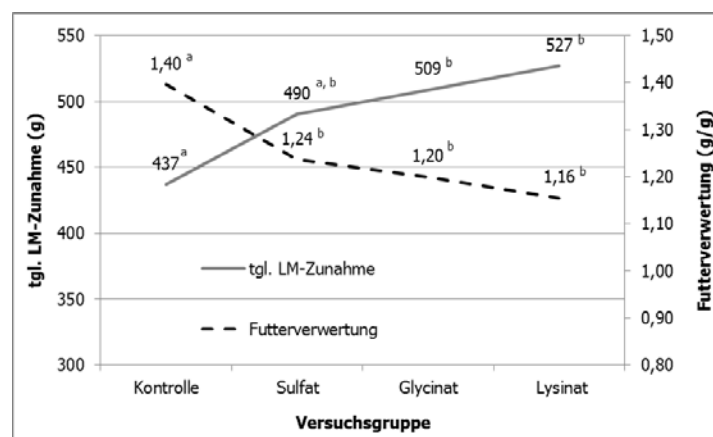


Abbildung 2: Tägliche Lebendmassezunahme und Futtermittelverwertung der Versuchsgruppen (<sup>ab</sup> Werte mit unterschiedlichen Exponenten unterscheiden sich signifikant;  $p < 0,05$ )

## Diskussion

Das Ziel der durchgeführten Studie war es, die Bioverfügbarkeit von Kupfer-Lysinat gegenüber anderen anorganischen und organischen Verbindungen bei abgesetzten Ferkeln während einer neun-tägigen Zulage (entsprechend den GfE-Empfehlungen) und einer vorangegangenen 14-tägigen Depletions-Periode zu ermitteln. Die Depletions-Periode sowie die kurze Phase der Repletion wurden gewählt, um homöostatische Effekte auf die Verdaulichkeitsmessungen zu vermeiden.

Die Ergebnisse stimmen mit denen anderer Studien überein, in denen organischen Spurenelementen eine höhere Verfügbarkeit nachgewiesen wurde als anorganischen Oxid- oder Sulfat-Verbindungen (Männer et al., 2006; Rimbach und Männer, 2012). Die höhere Verfügbarkeit der Chelat-Verbindungen (Glycinat und Lysinat) geht auf die starke Bindungsform der Chelat-Komplexe zurück. Darüber hinaus bilden die Chelate keine unverdaulichen Komplexe mit anderen Verbindungen (z.B. Phytat), wie es bei anderen Bindungsformen häufig der Fall ist (SCAN, 2003). Die Supplementierung mit Spurenelementen ist daher nicht nur eine Frage der Quantität, sondern vielmehr der Qualität der Quelle sowie der Bioverfügbarkeit. Die Ergebnisse belegen die Vorzüglichkeit des Kupfer-Lysinats gegenüber allen anderen untersuchten Kupfer-Quellen. Die Bioverfügbarkeit war selbst gegenüber dem Kupfer-Glycinat erhöht.

Der Lysin-Gehalt des Kupfer-Lysinats beträgt 65 % und ermöglicht somit eine reduzierte Lysin-Zulage in der Ration. Somit können Kosten in der Rationsgestaltung eingespart werden.

Kupfer zählt nicht nur zu den Spurennährstoffen, sondern ist auch ein Schwermetall. Vom Tier unverdaute Anteile werden vermehrt über den Kot ausgeschieden und gelangen über ausgebrachten Wirtschaftsdünger auf landwirtschaftlich genutzte Flächen. Dort akkumuliert es im Boden und kann unter bestimmten Umständen gewässerschädigend sein. Die Gehalte in den Futtermischungen sollten eine bedarfsgerechte Supplementierung möglichst nicht überschreiten. Daneben spielt auch die Verfügbarkeit der Kupfer-Quelle eine wichtige Rolle zur Vermeidung von Schwermetalleinträgen. Versuche belegen, dass die Kupfer-Ausscheidungen bei angepasster Zulage sowie Einsatz von Chelat-Komplexen um 40 % in der Schweinemast reduziert wurden (Reckmann und Rimbach, 2014).

## Schlussfolgerungen

Die Supplementierung von Ferkelfutter mit Kupfer-Lysinat entsprechend den Empfehlungen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE, 2006) zeigte Vorteile gegenüber dem Einsatz von Sulfat- oder Glycinat-Verbindungen. Die partielle Verdaulichkeit war erhöht. Die Lebenmassezunahme sowie die Futterverwertung wurden deutlich verbessert. Die Werte waren um 7,5 % gegenüber dem Einsatz von Sulfat-Verbindungen erhöht bzw. um 6,6 % gesenkt. Darüber hinaus erlaubt der Einsatz von MAXLYSINAT Cu eine reduzierte Lysin-Zulage in der Ration.

## Literatur

COLLINS, J. F.; KLEVAY, L. M. (2011): Copper. *Advances in Nutrition* 2: 520-522. American Society for Nutrition. doi:10.3945/an.111.001222

COUSINS, J.R. (1985): Absorption, transport and hepatic metabolism of copper and zinc: special reference to metallothionein and ceruloplasmin. *Physiol. Rev.*, 65: 238-309.

GfE (2006): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen. Hrsg.: Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main.

KIRCHGEßNER, M.; ROTH, F. X.; SCHWARZ, F. J.; STANGL, G. I. (2008): Tierernährung: Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis. 12. Auflage. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main.

MÄNNER, K.; SIMON, O.; SCHLEGEL, P. (2006): Effects of different iron, manganese, zinc and copper sources (sulphates, chelates, glycinate) on their bioavailability in early weaned piglets. In: Rodehutscord, M. (Hrsg.): 9. Tagung Schweine- und Geflügelernährung, 28.-30. November 2006. Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften, Universität Halle-Wittenberg. ISBN: 3-86010-833-6

RECKMANN, K.; RIMBACH, M. (2014): Bewertung von Fütterungsstrategien im Hinblick auf eine Reduktion der Nährstoffemissionen. In: Fahn, C. und Windisch, W. (Hrsg.): 52. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V., 16. Oktober, Freising. ISBN: 978-3-9816116-1-8

RIMBACH, M.; MÄNNER, K. (2012): Effects of different iron, manganese, zinc and copper sources on their bioavailability in weaning piglets. *Proceedings of the Society of Nutrition Physiology*. Band 21. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main.

SCAN (2003): Opinion of the Scientific Committee for Animal Nutrition on the use of copper in feedingstuffs. European Commission, Health & Consumer Protection Directorate-General.

### Autorenanschrift

Dr. Karoline Reckmann  
Provita Supplements GmbH  
An der Mühlenau 4  
25421 Pinneberg, Deutschland  
Email: karoline.reckmann@provita-supplements.de

# ■ MAXLYSINAT/Cu

Das erste und einzige Kupfer-Chelat auf Basis von Lysin-Komplexen. In der EU für alle Tierarten zugelassen.



- Ermöglicht eine reduzierte Lysin-Zulage
- Beste Löslichkeit bei maximaler Stabilität
- Einzigartiges, patentiertes Produktionsverfahren
- Höchste Bioverfügbarkeit

**MAXLYSINAT Cu** – die neue, innovative und einzigartige Kupferquelle für höchste Ansprüche einer leistungs- und gesundheitsbetonten Tierernährung.

■ ■ ■ ■ **PROVITA  
SUPPLEMENTS**

[www.provita-supplements.de](http://www.provita-supplements.de)

# Der Einfluss von Zink Oxyd auf die unmittelbare Besiedelung durch Enterobakterien in der post weaning Phase bei Ferkeln

**Wilfried Vahjen<sup>1)</sup>, Stéphane Durosoy<sup>2)</sup> und Jürgen Zentek<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup> Freie Universität Berlin, Fachbereich Veterinärmedizin, Institut für Tierernährung, Deutschland

<sup>2)</sup> Animine, Sillingy, France

## Einleitung

Zink Oxid (ZnO) wird seit vielen Jahren wegen seiner vorteilhaften Wirkung in der Tierproduktion genutzt (Pettigrew, 2006). Die europäische Gesetzgebung hat den Einsatz von Zink in der Tierernährung auf ein Maximum von 150g per Tonne Futter wegen der zu erwartenden Umweltbelastung begrenzt (Jondreville et al., 2003). In Asien und Amerika sind jedoch Einsatzmengen von 3000g/to im Absetzfutter für Ferkel üblich.

Es ist allgemein bekannt, dass ein unmittelbarer Effekt von ZnO auf Enterobakterien, die post-weaning Diarrhöe verursachen, besteht. Es ist jedoch nicht vollständig bekannt wann dieser nützliche Effekt beginnt und wie lange er anhält.

HiZox®, a potentiated source of zinc oxide zeigte unter in vitro und ex vivo Bedingungen signifikant verbesserte Ergebnisse im Vergleich zu Standard Zink Oxyd (ZnO) (Vahjen et al, 2012). Dementsprechend war das Ziel dieser Studie den Einfluss von Zink Oxyd Mengen und Quellen auf das Vorhandensein von E. Coli Keimen aufzuzeigen.

## Material und Methoden

**Tiermaterial:** 48 Ferkel Large White X Landrasse abgesetzt am 25 Tag, verteilt auf 24 korrosionsbeständige Boxen (2 Ferkel pro Box)

**Futter:** Freier Zugang zu Futter und Wasser  
4 Rezepturen wurden verglichen

- Basis Diät + 150 g/to ZnO Futtermittelqualität
- Basis Diät + 150 g/to HiZox®
- Basis Diät + 300 g/to HiZox®
- Basis Diät + 3000 g/to ZnO Futtermittelqualität

**Versuchsdurchführung:** Die Tiere wurden 2-mal am Tag kontrolliert. Der Kot-Score wurde täglich festgestellt und beurteilt. Vom Kot wurden Proben genommen und der Gesamtzinkgehalt wurde am Tag 0, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10 und 14 des Versuches analysiert. Der Trockensubstanzgehalt des Kotes wurde ebenfalls festgehalten.

Um das Aufkommen und die Entwicklung von Entero-bakterien festzustellen, wurden Kotproben am Tag 0, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10 und 14

des Versuches von 5 Ferkeln jeder Gruppe analysiert. Die Gesamtmenge an Enterobakterien und Escherichia spp. wurde mit der qPCR Methode (quantitative Echtzeit-PCR der DNA) gemessen. Die wichtigen E. coli Gifte und Fimbrien wurden mittels Multiplex- PCR analysiert.

Auffällige Bakterienvorkommen wurden zusätzlich durch qPCR analysiert (eltIa, estIb, estII, fedA, fae, fan).

#### Statistik:

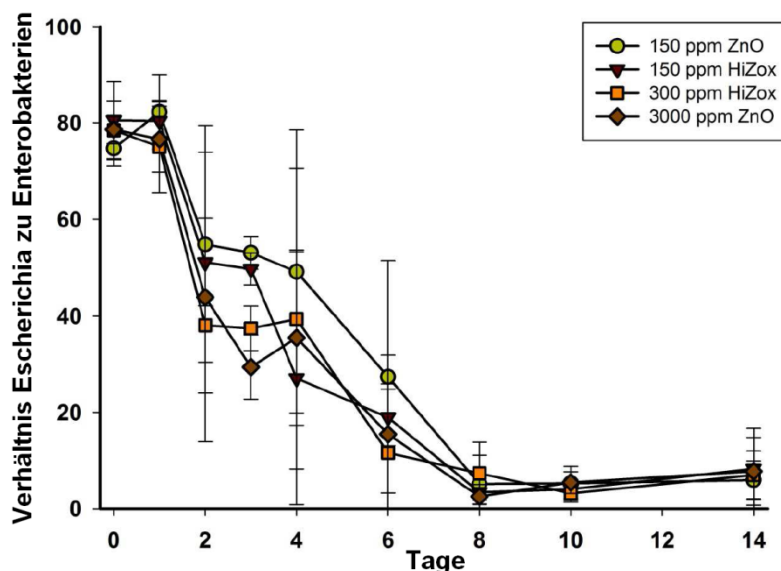
Alle Daten wurde entweder mit dem One-Way ANOVA Verfahren, GLM mit Messwiederholung oder dem nichtparametrischen Kruskal-Walls Test mit Mann-Whitney Test ausgewertet.

Unterschiede von  $p < 0,05$  wurden als statistisch signifikant abgesichert erachtet.

## Ergebnisse und Diskussion

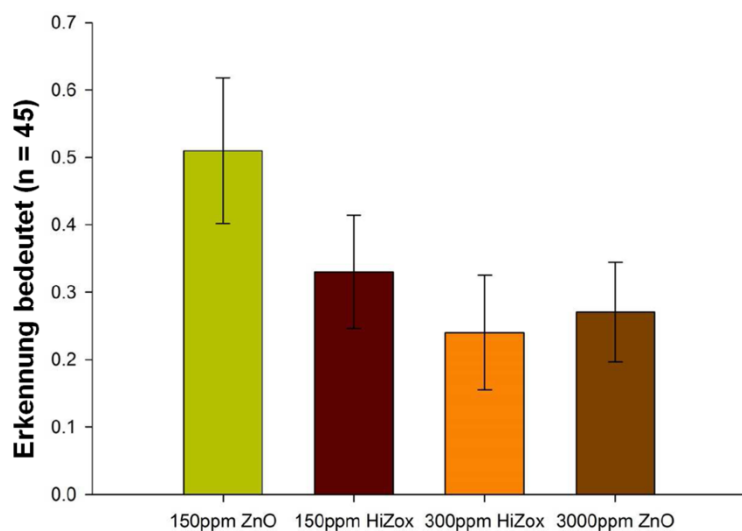
Kein Tier zeigte Anzeichen von Krankheiten und alle Tiere beendeten den Versuch gesund. Die Wachstumsentwicklung war bei allen Versuchsanstellungen gleich. Das Kot- Scoring zeigte signifikante Differenzen zwischen den einzelnen Versuchsgruppen. In der gesamten Periode (25-38 Tag) war der Kot- Scoring der 150 g/to Zinkoxyd Futtermittelqualität signifikant niedriger als in den anderen Gruppen.

Nach dem Absetzen stiegen Enterobakterien und Escherichia spp. zuerst an um dann nach dem 4. Tag zurück zugehen. Der Rückgang war stärker bei höheren Zinkgaben, alle Unterschiede verschwanden nach dem 10 Tag. Das Verhältnis von Escherichia spp. zur Gesamtmenge von Enterobakterien ging Stufenweise bereits am 2 Tag des Versuches zurück.



Der hauptsächlich krankheitserregende Einfluss sind die hitzestabilen Toxine estIb und estII.

Aufgrund der Summe aller festgestellten E. coli Pathogenen Faktoren konnte man zahlenmäßige Unterschiede zwischen der 150g/to ZnO Futtermittelqualität Gruppe und den anderen Gruppen des Versuches feststellen.



## Zusammenfassung

Dieser Versuch zeigte eine Wirkung von ZnO auf pathogene Bakterien bis zum Tag 8 bzw. 10. Die 3000g/to ZnO Futtermittelqualität und die 300g/to HiZox® Versuchsgruppe waren in der Verringerung der Bakterienzahl sowie der E. coli pathogenen Faktoren überlegen.

## Referenzen

Jondreville et al. 2003, Livestock Science 84: 147-156

Pettigrew, JE. 2006, Anim Biotechnol 17: 207-215

Vahjen et al. 2012, Journ. Anim. Sci. 90:334–336

### Autorenanschrift

Herbert Sinning Consultant  
Droste- Hülshoff- Weg 3  
61267 Neu Anspach  
herbert@sinning.ch



Animine

Not only trace minerals

Products

HiZox®

➤ [www.animine.eu/M&N](http://www.animine.eu/M&N)

Services

siMMin™

➤ [www.animine.eu/siMMin](http://www.animine.eu/siMMin)



## Effects of dietary potassium diformate on growth performance, gastro-intestinal health and pH in fattening pigs

Christian Lückstädt and Lena Lorenz

ADDCON GmbH, Bonn, Germany

### Abstract

Organic acids have been used for decades in commercial compound feeds, both as preserving agents and to improve animal performance. Although potassium diformate (KDF, commercially available as FORMI®) is the only acidifier which can legally claim performance enhancing effects in the whole pig production chain in the EU, data on its use under tropical conditions are comparatively scarce. The current study therefore tested the efficacy of KDF in fattening pigs in Vietnam. Sixty pigs of the same sex and breed, with initial weights ranging from 43.0 - 43.5 kg, were allocated to 2 equal groups of 30 pigs. The pigs were kept at an experimental farm for 40 days, where they received a commercial diet containing 17.0% CP (2965 ME kcal/kg). The test diet contained 0.5% KDF, while the other served as a negative control. Feed and water were available *ad libitum*. At the end of the trial, the final weight of all pigs was recorded and five pigs per group were euthanized. Pathological signs in the stomach and intestinal epithelia (mucosal irritation and necrotic patches) were recorded and the pH along the gastro-intestinal tract was measured. Results were analysed using ANOVA. The final weight of pigs fed 0.5% potassium diformate was significantly higher ( $P < 0.05$ ) compared to the control group. Use of the additive lowered the pH in stomach and duodenum significantly ( $P < 0.05$ ) by 0.6 and 0.5 units, respectively. Furthermore, pathological signs in the intestinal tract were significantly reduced from 40% to 0% due to the use of KDF. These findings support the use of dietary potassium diformate as an effective and sustainable growth promoter in fattening pigs under tropical conditions.

### Introduction

For several decades, inclusion of organic acids in commercial compound feed has become common practice - at least in Europe, mostly in feed preservation, where formic and propionic acids are particularly effective. In the European Union, these two organic acids and a number of others (e.g. lactic, citric, fumaric and sorbic acids) and their salts (e.g. calcium formate, calcium propionate) are used under the classification 'feed preservatives'. 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." The main mode of action of organic acids is through their antimicrobial effects, the magnitude of which is dependent on the chemical properties of the individual acid or acid salt. This was, for instance, reviewed by FREITAG (2007) and 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. Even before the ban, a double salt of formic acid – potassium diformate (Formi®, KDF) had generated sufficient data to support its approval as a 'growth promoter' (now called "zootechnical additive") 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. Potassium diformate is currently the only acidifier which can legally claim performance enhancing effects in the whole pig production chain, thus covering sows, piglets and fatteners. The available data on the use of KDF in fattening pigs are mainly from Europe. The current study tested therefore the efficacy of KDF in fatteners under tropical conditions in Vietnam.

## Material and methods

Sixty pigs of the same sex and breed, with initial weights ranging from 43.0 to 43.5 kg, were allocated to 2 equal groups with 30 pigs each. Pigs were kept at an experimental farm in Southern Vietnam for 40 days, receiving a commercial diet with 17% crude protein (CP) and 2965 kcal/kg metabolisable energy (ME) - (Table 1).

Table 1: Proximate composition of experimental diet in %

|                                | Commercial feed – content in % |
|--------------------------------|--------------------------------|
| Moisture                       | 13.0                           |
| Crude protein                  | 17.0                           |
| Crude lipid                    | 5.4                            |
| Calcium                        | 0.94                           |
| Phosphorus                     | 0.63                           |
| Metabolisable energy [kcal/kg] | 2965                           |

The basal diets contained no additive and served as negative control. The diet for the experimental group contained, in addition, 0.5% KDF. Feed and water were available *ad libitum*. At the end of the trial, the final weight of all pigs was recorded and five pigs per group were euthanized. Pathological signs in the stomach and intestinal epithelia (mucosal irritation and necrotic patches) were recorded and the pH along the gastro-intestinal tract was measured. Results were analysed using ANOVA.

## Results and discussion

The inclusion of potassium diformate led to significant changes in pH in the stomach and duodenum of pigs, while from the jejunum onwards only numerical differences could be monitored (Table 2). The 0.5% KDF dosage resulted in a significant reduction in stomach and duodenal pH by almost 0.6 and 0.5 units, respectively ( $P < 0.05$ ). This is in line with measurements on the postprandial flow rates of potassium and formic acids in duodenal digesta of weaned piglets after the ingestion of KDF (MROZ ET AL., 2000).

Table 2: pH-values in the gastrointestinal tract of fattening pigs fed with or without increasing levels of KDF (n=5)

|          | Control                | 0.5% KDF               |
|----------|------------------------|------------------------|
| Stomach  | 5.10±0.15 <sup>a</sup> | 4.50±0.34 <sup>b</sup> |
| Duodenum | 6.08±0.16 <sup>a</sup> | 5.56±0.40 <sup>b</sup> |
| Jejunum  | 6.48±0.36              | 6.30±0.15              |
| Ileum    | 6.92±0.10              | 6.50±0.14              |
| Colon    | 6.48±0.16              | 6.30±0.15              |

Means with a different superscript differ significantly at  $P < 0.05$

No mortality occurred during the trial. The final weight of the pigs fed 0.5% KDF was significantly increased compared to the control ( $P < 0.05$ ) – Table 3. The KDF inclusion improved the final weight by more than 10% compared to the control. Furthermore, the variation in the weight was greatly reduced in the KDF-treated piglet, thus providing uniform conditions during the growth period. These

data are supported by a holo-analysis; an analytical model based on all available trial data on acidifiers, including KDF. The analysis of potassium diformate data separately showed a significant improvement in performance in response to KDF inclusion into the diet, (Rosen 2008, reported by LÜCKSTÄDT AND MELLOR, 2010).

Table 3: Performance parameters and pathological signs (n=5) of fattening pigs fed with or without dietary KDF

|                                             | Control                 | 0.5 % KDF               |
|---------------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Piglet [n]                                  | 30                      | 30                      |
| Initial weight [kg]                         | 43.53±2.62              | 43.03±2.76              |
| Final weight [kg]                           | 66.26±2.90 <sup>a</sup> | 72.92±0.64 <sup>b</sup> |
| Avg. daily weight gain [g d <sup>-1</sup> ] | 568                     | 747                     |
| Pathological GIT-signs [%]                  | 40 <sup>a</sup>         | 0 <sup>b</sup>          |

Means with a different superscript differ significantly at P<0.05

Furthermore, pathological signs in the stomach, duodenum, jejunum and ileum – such as mucosal irritation and necrotic patches, were significantly reduced. This supports further the impact of potassium diformate on gut health of fattening pigs.

The data above are in full agreement with previous findings. Similar results had been achieved with post-weaning piglets and KDF-inclusion under comparable conditions (LÜCKSTÄDT, 2014). In general it can therefore be stated that the above findings support the use of dietary potassium diformate as an effective and sustainable growth promoter in fattening pigs under tropical conditions.

## 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.

FREITAG, M. (2007). Organic acids and salts promote performance and health. In: LÜCKSTÄDT, C.: *Acidifiers in Animal Nutrition - A guide for feed preservation and acidification to promote animal performance*. Nottingham University Press, Nottingham, 1-11.

LÜCKSTÄDT, C. (2014). Effects of dietary potassium diformate on growth and gastrointestinal health in weaned piglets in Vietnam. *Tropentag 2014*. Prague, Czech Republic, Book of abstracts, p. 177.

LÜCKSTÄDT, C. AND MELLOR, S. (2010). Holoanalysis – the acid test in pig diets. *Kraftfutter / Feed Magazine* 1–2: 18–21.

MROZ, Z., JONGBLOED, A.W., VAN DER WEIJ-JONGBLOED, R. AND ØVERLAND, M. (2000). Postprandial flow rates of formic acid and potassium in duodenal digesta of weaned piglets fed graded doses of potassium diformate. *8th Symposium on Digestive Physiology in Pigs*. Uppsala Sweden, Chapter 86: 305-307.

ØVERLAND, M. (2001). A simple salt approved as a growth promoter. *Feed Mix* 9 (4/5): 25–28.

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.

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.

### Corresponding author

Dr. Christian Lückstädt  
ADDCON GmbH  
Joseph-Schumpeter-Allee 25  
53227 Bonn, Germany  
christian.lueckstaedt@addcon.com

Macht mich  
groß und stark!



### **Ergebnisse bestätigen den Effekt!**

Die konzentrierte Kraft von FORMI wirkt sukzessiv, wird anschließend im gesamten GI Trakt freigesetzt und bietet dadurch einen umfassenden Schutz für Ihre Schweine!

- umfassender Schutz gegen schädliche Bakterien
- bessere Darmmorphologie
- verbesserte FCR



**ADDCON GmbH**

Joseph-Schumpeter-Allee 25 • 53227 Bonn • Germany

Tel./Fax: +49-228-91910-0; Fax: +49-228-91910-60

E-Mail/Web: [info@addcon.com](mailto:info@addcon.com) • [www.addcon.com](http://www.addcon.com)

## **Einfluss verschiedener Eisenversorgungen bei der trächtigen Sau auf Wurfgröße und Wurfgewicht**

**Marzell Buffler, Christiane Becker, Wilhelm Windisch**

Lehrstuhl für Tierernährung, Hans-Eisenmann-Zentrum Wissenschaftszentrum  
Weihenstephan, TU München

### **Einleitung**

Eine bedarfsgerechte Zufuhr des essentiellen Spurenelements Eisen kann für adulte Tiere im Bereich der landwirtschaftlichen Schweineproduktion in der Regel durch die nativen Gehalte in praxisüblichen Futtermischungen gedeckt werden. Tiere mit besonderen physiologischen Anforderungen (z.B. Jungtiere im Wachstum, Zuchtsauen) haben jedoch einen erhöhten Bedarf. Ohne adäquate Supplementierung geraten solche Tiere in den Zustand eines Eisenmangels, der negative Auswirkungen auf Tiergesundheit und Produktionseffizienz mit sich bringt.

Während in zahlreichen Studien Möglichkeiten zur Prophylaxe eines Eisenmangels bei den neugeborenen Ferkeln untersucht werden (1), steht die Versorgung der Muttersau im Hintergrund des Interesses. Grund hierfür ist eine Vielzahl von Untersuchungen, in denen gezeigt werden konnte, dass eine Erhöhung der Eisenzufuhr bei der trächtigen Sau keine oder nur geringe Effekte auf ihre Nachkommen hat (2). In den letzten Jahrzehnten gab es keinerlei weiterer Studien zum Eisenbedarf der Muttersau, weshalb die letzte Evaluierung der Bedarfsempfehlungen 1985 erfolgte (3). In den wenigen vorliegenden Studien wurde zudem einer adäquat versorgten Kontrollgruppe zumeist extreme eisendefiziente bzw. eisenüberladene Behandlungen gegenübergestellt, die sich außerhalb des physiologischen Rahmens befinden. Die dadurch auftretenden pathologischen Effekte haben möglicherweise Einfluss auf die Reproduktionsleistung haben und bilden nicht die regulatorischen Prozesse während der physiologischen Homöostase ab.

In der aktuellen Studie sollte untersucht werden, welchen Einfluss eine unterschiedliche Eisenversorgung auf die Reproduktionsleistung (Wurfgröße, Wurfgewicht) trächtiger Sauen hat. Dazu wurden 2 sonst identische Rationen mit einem Eisengehalt entsprechend den Bedarfsempfehlungen (4) bzw. einem um das doppelte erhöhten Eisengehalt eingesetzt.

### **Material und Methoden**

20 Sauen (DL x Pie) wurden in zwei Gruppen mit gleicher mittlerer Trächtigkeitsnummer eingeteilt und ab dem Tag der Besamung mit Rationen unterschiedlichen Eisengehaltes restriktiv (Tag 1-84: 2,5 kg; Tag 85-115: 3,2 kg) gefüttert. Die Rationen waren isoenergetisch und isonitrogen auf Basis von Mais und Sojaextraktionsschrot aufgebaut und entsprachen in ihrer Nährstoffzusammensetzung den Empfehlungen nach GFE (2006). Der native Eisengehalt der Basisration von 115 mg/kg war oberhalb des empfohlenen Rahmens von 80-100 mg/kg und wurde so für die Kontroll-Eisengruppe eingesetzt. Für die Hoch-Eisengruppe wurde die Basisration mit Fe(II)Sulfat auf einen Eisengehalt von 260 mg/kg eingestellt.

Am Tag der Geburt wurde Wurfgröße und die Anzahl lebender Ferkel ermittelt. Alle Ferkel wurden unmittelbar nach der Geburt gewogen und das Gewicht des kompletten Wurfs bestimmt. Von allen Sauen wurde vor der Geburt eine Kotprobe entnommen. Die Eisengehalte in Futter und Kot wurden mittels Atomabsorptionsspektrometrie bestimmt. Zur Berechnung der scheinbaren Eisenverdaulichkeit

wurde Lignin als nativer Marker verwendet. Die Bestimmung erfolgte im Rahmen einer Weender Analyse nach Van Soest (1967).

## Ergebnisse

Bei beiden Sauengruppen konnte über die gesamte Trächtigkeit eine vollständige Futteraufnahme beobachtet werden. Die tägliche Eisenaufnahme war in der Hoch-Eisengruppe um das doppelte höher als in der Kontrollgruppe (Tabelle 1). Die Eisengehalte im Kot am Tag der Geburt unterschieden sich signifikant ( $p=0,0036$ ) zwischen den beiden Gruppen. Während in der Kontrollgruppe 565,46 mg Eisen/kg TS ausgeschieden wurde, konnten in der Hoch-Eisengruppe mittlere Gehalte von 1194,8 gezeigt werden. Daraus ergaben sich scheinbare Verdaulichkeiten von 10,4% bzw. 5,51%. Die Eisenbilanzen aus den täglich zugeführten und ausgeschiedenen Mengen Eisen unterschieden sich nicht signifikant.

**Tabelle 1: Eisenbilanz der trächtigen Sauen**

|                                  | Kontrolle           | Hoch Fe              | SEM <sup>1</sup> | p-Wert <sup>2</sup> |
|----------------------------------|---------------------|----------------------|------------------|---------------------|
| Futter Eisengehalt (mg/kg)       | 115,0               | 260,3                |                  |                     |
| Tägliche Eisenaufnahme (mg)      |                     |                      |                  |                     |
| Tag 1-84                         | 256,73              | 586,65               |                  |                     |
| Tag 85-115                       | 328,61              | 750,92               |                  |                     |
| Kot Eisengehalt (mg/kg)          | 565,46 <sup>a</sup> | 1194,80 <sup>b</sup> | 161,12           | 0,0036              |
| Tägliche Eisenexkretion Kot (mg) | 294,56 <sup>a</sup> | 709,50 <sup>b</sup>  | 83,37            | 0,0004              |
| Eisenbilanz (mg/Tag)             | 34,05               | 41,42                | 75,39            | 0,9311              |
| Eisen Verdaulichkeit (%)         | 10,4                | 5,51                 | 15,09            | 0,7328              |

<sup>1</sup>SEM= Standard errors of Means, <sup>2</sup>p-Werte  $\leq 0,05$  deuten auf signifikante Unterschiede hin

Die Wurfgrößen der beiden Gruppen waren bei der Kontrollgruppe signifikant niedriger als bei der Hoch-Eisengruppe (Tabelle 2). Ebenso unterschieden sich die Anzahl geborener Ferkel zwischen den Fütterungsgruppen signifikant, wobei die Hoch-Eisengruppe im Mittel 29% mehr lebende Ferkel zur Welt brachte. Die mittleren Ferkelgewichte beider Fütterungsgruppen waren nicht signifikant verschieden. Auch numerisch zeigte sich kein Unterschied. Insgesamt waren die Wurfgewichte bei der Hoch-Eisengruppe deutlich höher als bei der Kontrollgruppe.

**Tabelle 2: Wurfgrößen und Geburtsgewichte bei unterschiedlicher Eisenversorgung der Muttersau**

|                        | Kontrolle          | Hoch Fe             | SEM  | p-Wert |
|------------------------|--------------------|---------------------|------|--------|
| Wurfgröße              | 9,273 <sup>a</sup> | 12,091 <sup>b</sup> | 0,77 | 0,0171 |
| Lebend geborene Ferkel | 8,545 <sup>a</sup> | 11,091 <sup>b</sup> | 0,83 | 0,0412 |
| Ferkelgewicht          | 1,51               | 1,57                | 0,08 | 0,4097 |
| Wurfgewicht            | 15,5 <sup>a</sup>  | 19,82 <sup>b</sup>  | 1,58 | 0,0153 |

## Diskussion

Beide Rationen lagen über den von der NRC (4) ausgesprochenen Empfehlungen von 80 mg/kg. Dabei sollte bei einer vorgelegten Futtermenge von 2,5 kg bei niedertragenden und 3,2kg bei hochtragenden Sauen der von Roth-Maier et al. (3) ermittelte Bedarf von 140 mg ausreichend gedeckt werden. Die signifikant unterschiedlichen Eisengehalte im Kot belegen eine deutlich erhöhte Eisenausscheidung in der Hoch-Eisengruppe. Die Eisenbilanz in beiden Gruppen zeigt jedoch ähnliche Ergebnisse und unterscheidet sich nicht signifikant, was sich in den Verdaulichkeiten der beiden Gruppen manifestiert. Geht man wie in (3) beschrieben von einer Verwertung von 20% und einem Bruttobedarf von 140 mg aus, ergibt sich daraus ein Nettobedarf von 28 mg/Tag. Dieser wird in der aktuellen Studie um 21% bzw. 48% überschritten. In einer Studie von Cao et al. (5) konnte eine noch höhere scheinbare Retention an Eisen bei Jungsauen gezeigt werden. Diesen Werten deuten an, dass die Bedarfsempfehlung trächtiger Sauen möglicherweise an die heutige Produktionsleistung angepasst werden sollte.

Ebenfalls deutliche Unterschiede zeigen sich in den Reproduktionsleistungen beider Gruppen. Eine den Empfehlungen entsprechende Versorgung mit Eisen führt zu um 30% niedrigeren Wurfgrößen im Vergleich zu den supplementierten Sauen. Dies deckt sich mit Daten von Venn et al. (6), der höhere Wurfzahlen bei einer Eisensupplementierung von trächtigen Sauen darstellen konnte. Ähnliche Effekte zeigt bei identischem Eisengehalt der Einsatz von anorganischen gegenüber organischen Eisenverbindungen, welche bekanntlich deutlich höhere Bioverfügbarkeiten und damit eine bessere Versorgungseffizienz aufweisen (7). Eine einmalige Eisengabe oder die Supplementierung mit Eisen zu einem späteren Zeitpunkt der Trächtigkeit liefert ambivalente Ergebnisse. Während in einigen Untersuchungen keine Unterschiede in der Ferkelzahl festgestellt werden konnten (8), konnten Petrichev et al. (9) positive Effekte auf die Wurfgrößen durch die Verabreichung von Eisen-Methionat erzielen. Der Anteil totgeborener Ferkel ist in beiden Gruppen identisch (9%). Eine veränderte fetale Sterblichkeit konnte durch keine der beiden Eisenversorgungsstufen gezeigt werden. Ebenso ist keine erhöhte Ferkelsterblichkeit post partum zu erkennen (Daten nicht gezeigt), wie sie bei McGowan et al. (10) gezeigt wird.

Die mittleren Ferkelgewichte beider Versorgungsgruppen unterscheiden sich nicht signifikant. Dies deckt sich mit Daten von Kirchgessner et al. (2) und Roth-Maier et al. (3), die zeigen, dass zusätzliche Eisengaben bei der Muttersau keinen Einfluss auf das Gewicht der Nachkommen haben. Andere Studien weisen dagegen auf höhere Geburtsgewichte bei neugeborenen Ferkeln nach Eisensupplementierung der Muttersau hin (9).

## Schlussfolgerung

In früheren Studien wurde der Einfluss der Eisenversorgung bei trächtigen Sauen auf die Ferkel untersucht. Diese Untersuchungen zielten dabei hauptsächlich auf die Optimierung des Eisenstatus der neugeborenen Ferkel zur Prophylaxe eines Eisenmangels kurz nach der Geburt ab. Eine Verbesserung der Eisenmitgift der Ferkel oder eine Erhöhung des Eisengehalt der Sauenmilch konnte durch eine erhöhte Versorgung der Muttersauen nicht erreicht werden. Aus diesem Grund sind die Bedarfsempfehlungen für Sauen während der Trächtigkeit seit Jahrzehnten unverändert geblieben.

In der aktuellen Studie konnte gezeigt werden, dass eine erhöhte Eisenversorgung zu verbesserten Reproduktionsleistungen führen kann. Um den tatsächlichen Bedarf abzuschätzen sind jedoch noch weiterführende Untersuchungen zur Bedarfsableitungen nötig.

## Literatur

1. Lipinski P, Starzynski RR, Canonne-Hergaux F, Tudek B, Olinski R, Kowalczyk P, et al. Benefits and risks of iron supplementation in anemic neonatal pigs. The American journal of pathology. 2010;177(3):1233-43. doi: 10.2353/ajpath.2010.091020.
2. Kirchgessner M, Pallauf J. Zum Einfluss zusätzlicher Eisengaben an Muttersauen ante partum als Anämieprophylaxe bei Saugferkeln. Züchtungskunde. 1973;45:245-8.
3. Roth-Maier DA, Kirchgessner M, Spoerl R. Fe balances of pregnant and lactating breeding sows by different alimentary iron administration. Zentralblatt für Veterinärmedizin Reihe A. 1985;32(10):739-51.
4. National Research Council. Nutrient Requirements of Swine: Eleventh Revised Edition. Washington, DC: The National Academies Press; 2012.
5. Cao J, Chavez ER. Comparative trace mineral nutritional balance of first-litter gilts under two dietary levels of copper intake. Journal of trace elements in medicine and biology : organ of the Society for Minerals and Trace Elements. 1995;9(2):102-11.
6. Venn JA, McCance RA, Widdowson EM. Iron metabolism in piglet anaemia. J Comp Pathol Ther. 1947;57(4):314-25.
7. Peters JC, Mahan DC. Effects of dietary organic and inorganic trace mineral levels on sow reproductive performances and daily mineral intakes over six parities. Journal of animal science. 2008;86(9):2247-60.
8. Spruill DG, Hays VW, Cromwell GL. Effects of dietary protein and iron on reproduction and iron-related blood constituents in swine. Journal of animal science. 1971;33(2):376-84.
9. Petrichev MH, Bambova M. The effects of oral administration of iron methionate to pregnant sows and their litters. Folia Veterinaria. 2005;49(3):125-8.
10. McGowan JP, Crichton A. Iron Deficiency in Pigs: Biochem J. 1924;18(1):265-72.

## Autorenanschrift

Marzell Buffler  
Lehrstuhl für Tierernährung  
Hans-Eisenmann-Zentrum  
Liesel-Beckmann-Straße 2  
85354 Freising  
marzell.buffler@wzw.tum.de



## Autorenverzeichnis

|                         |         |                      |          |
|-------------------------|---------|----------------------|----------|
| Aguilar-Hernández ..... | 134     | Lückstädt .....      | 189      |
| Artuso-Ponte .....      | 110     | Markert .....        | 90, 139  |
| Barreras .....          | 134     | Mayer .....          | 73       |
| Becker .....            | 193     | Moeller .....        | 110      |
| Berrios .....           | 90      | Morton .....         | 116      |
| Bolduan .....           | 73, 121 | Mosenthin .....      | 36       |
| Breinesberger .....     | 116     | Most .....           | 128      |
| Brenner .....           | 79, 167 | Mueller .....        | 153      |
| Brockhaus .....         | 104     | Nooijen .....        | 139      |
| Bruckmaier .....        | 43      | Núñez-Benítez .....  | 134      |
| Brugger .....           | 73      | Obermaier .....      | 121      |
| Buffler .....           | 193     | Ostertag .....       | 84       |
| Castro Pérez .....      | 134     | Osuna-Pérez .....    | 134      |
| Dahlhausen .....        | 1       | Petershammer .....   | 1        |
| Durosoy .....           | 185     | Piesk .....          | 99       |
| Dusel .....             | 128     | Plascencia .....     | 134      |
| Eberdorfer .....        | 73      | Preißinger .....     | 26, 67   |
| Eckel .....             | 79, 167 | Propstmeier .....    | 67       |
| Eder .....              | 128     | Prößler .....        | 104      |
| Elwert .....            | 144     | Pruckner .....       | 90       |
| Engler .....            | 99      | Rajala-Schultz ..... | 110      |
| Estrada Angulo .....    | 134     | Reckmann .....       | 179      |
| Ettle .....             | 121     | Rimbach .....        | 179      |
| Frimmer .....           | 84      | Rodriguez .....      | 150      |
| Gallissot .....         | 150     | Rogge .....          | 110, 134 |
| Gauly .....             | 10      | Romberg .....        | 128      |
| Gebreyes .....          | 110     | Roosen .....         | 1        |
| Gessner .....           | 128     | Rosenfelder .....    | 36       |
| Gross .....             | 43      | Rothstein .....      | 173      |
| Hartmann .....          | 121     | Sabbioni .....       | 94       |
| Hartwigsen .....        | 104     | Schatzmayr .....     | 139      |
| Heidl .....             | 17      | Scherb .....         | 67       |
| Heinzl .....            | 173     | Schlagheck .....     | 104      |
| Helmbrecht .....        | 144     | Sereni .....         | 94       |
| Herzog .....            | 128     | Steiner .....        | 110      |
| Hillerbrand .....       | 121     | Steingaß .....       | 49       |
| Holl .....              | 79      | Steinruck .....      | 160      |
| Jungbauer .....         | 153     | Stoiber .....        | 139      |
| Koch .....              | 128     | Südekum .....        | 58       |
| Köhler .....            | 84      | Superchi .....       | 94       |
| Korzekwa .....          | 79, 167 | Susenbeth .....      | 23       |
| Kovács .....            | 90      | Tessier .....        | 99       |
| Kroismayr .....         | 116     | Thaller .....        | 104      |
| Laurain .....           | 150     | Vahjen .....         | 185      |
| Lindermayer .....       | 67      | van der Klis .....   | 153      |
| López Soto .....        | 134     | van Ooijen .....     | 160      |
| Lorenz .....            | 189     | Welp .....           | 94       |

|                 |              |
|-----------------|--------------|
| Wilke .....     | 167          |
| Windisch .....  | 73, 121, 193 |
| Winkler .....   | 128          |
| Zavattini ..... | 94           |

|                  |     |
|------------------|-----|
| Zeller .....     | 160 |
| Zentek .....     | 185 |
| Zwielehner ..... | 139 |

## Sponsoren

**Wir danken folgenden Firmen für ihre großzügige Unterstützung:**

---



**Addcon Europe GmbH**

Zweigniederlassung Bonn  
Kaiserstr. 1a  
D-53113 Bonn



**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



Feed Safety for Food Safety®

**Biochem Zusatzstoffe  
Handels- und  
Produktionsges. mbH**

Küstermeyerstrasse 16  
D-49393 Lohne



**Biomim 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.  
Weissenwolfstraße 14  
A-4221 Steyregg



**DR. ECKEL**  
creative solutions

**Dr. Eckel GmbH**

Im Stiefelfeld 10  
D-56651 Niederzissen



**DSM Nutritional Products Ltd**

P.O. Box 3255  
CH-4002 Basel



**Evonik Industries AG**

Rodenbacher Chaussee 4  
D-63457 Hanau-Wolfgang



**ISF GmbH**

An der Mühlenau 4  
D-25421 Pinneberg



**Trouw Nutrition Deutschland GmbH**

Gempfinger Straße 15  
D-86666 Burghelm



**Olmix**

ZA du Haut du Bois  
F-56580 Bréhan

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



**Orffa (Deutschland) GmbH**

Lübecker Straße 29  
D-46485 Wiesel



**Phytobiotics  
Futterzusatzstoffe GmbH**

Wallufer Straße 10a  
D-65343 Eltville

---



**Provita Supplements GmbH**

Gierlichsstraße 6  
D-53840 Troisdorf

---



Futtermittel  
einzeln  
zusätzlich  
ergänzend

**Pulte GmbH & Co. KG**

Südstraße 7  
D-83253 Rimsting

---



**Zoetis Deutschland GmbH**

Schellingstraße 1  
D-10785 Berlin

---