

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

## **Tagungsband**

*„Futter und Fütterung sicher gestalten“*

11. Oktober 2018 in Grub



Herausgeber:

Marzell Buffler, Katrin Harms 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 978-3-9816116-5-6

Für den Inhalt der Beiträge sind allein die Autoren verantwortlich.

## Inhaltsverzeichnis

### Übersichtsvorträge

Randt A	
Futterhygiene gewährleisten: Mykotoxine in Futtermittel	1
Riewenherm G	
Wie sicher ist die Versorgung der Futtermittelwirtschaft mit Rohstoffen?	4
Thaysen J	
Grobfutter: Menge und Qualität stabil erzeugen	9
Danier J	
Futtermittelsicherheit	18
Schafft H	
Zum Umgang mit dem Risiko	22
Schäffler M	
Ziel- und Orientierungswerte für Getreide	30
Gengenbach H	
Futtermittel sicher lagern	37
Schedle K	
Futterhygiene und Nährstoffe im Feuchtfutter	46
Stalljohann G	
Fütterung mit systematischem Futtercontrolling begleiten und optimieren	52
Spiekers H, Brandl J	
Zielwerte für Grobfutter	58
Wagner W	
Anforderungen an die hygienische Qualität von Grobfutter	66
Maack C	
Minimierung von Verlusten bei der Silierguternte und Lagerung von Silagen	72
Losand B	
Fütterungscontrolling - der Fütterungserfolg hat viele Eltern	77

### Futtermittelzusatzstoffe

Kratz R, Dansen O, Asmussen S, Potthast C	
Der Einfluss von Lysolecithin auf Leistungsparameter von Absetzferkeln	83
Aumiller T, Männer K, Zentek J, Syriopoulos K, van der Klis JD, Müller A	
A specific phytogenic feed additive helps to improve animal welfare and health status of post-weaning piglets under farm conditions with increased diarrhea incidence	89

Engler P, Thys B, Daubner F Improving bovine meat quality through dietary supplementation with an encapsulated dry grape extract	96
Schomaker T, Wiemann M Einsatz von Amylase in der Fütterung von maisreichen Rationen an Milchkühe zur Steigerung der Milchleistung und des Milchfettgehaltes	101
Bauer L, Parys C Rumen protected methionine supplementation during the transition phase and in early lactation increases DMI and performance of dairy cows	108
Oguey C, Sims MD, Welsh JL, Hooge DM A standardized blend of eugenol and garlic tincture improves broiler's resistance to necrotic enteritis	112
Holl E Konservierung durch verschiedene Formen von Propionsäure	116
Brucker L, Spolders M, Schafft H Synthetische Antioxidationsmittel in Futtermitteln: Herausforderungen bei der Bewertung des gesundheitlichen Risikos für den Verbraucher	121

## Fütterungsstrategien und (Diät-)Futtermittel

Preißinger W, Probstmeier G, Scherb S Einsatz eines speziellen Absetzfutters für Ferkel – Auswirkungen auf Futterverbrauch und Leistung	126
Probstmeier G, Preißinger W, Scherb S Einsatz von heimischen Erbsen in der Fütterung von Mastschweinen – Auswirkungen auf Futterverbrauch und Leistung	133
Stemmer F Einsatz eines eipulverhaltigen Ergänzungsfuttermittels zur Unterstützung von Aufzuchtkälbern im Falle von Neugeborenen-Durchfall	140
Stemmer F Evaluierung des Einsatzes eines Kolostrumaufwerters auf die Gewichtsentwicklung von Aufzuchtkälbern	147
Ettle T, Obermaier A, Deutinger A, Heim M Vergleichende Untersuchungen zur Futteraufnahme und Zuwachsleistung in der Aufzucht von Fresserkälbern der Rassen Braunvieh und Fleckvieh	152
Wagner M, Obermaier A, Ettle T Einfluss einer Zulage von Stroh auf Futteraufnahme und Milchleistung von Braunvieh- und Fleckviehkühen	158
Huenting K, Schneider M, Spiekers H, Pries M Effect of shredlage maize harvesting technology on fermentation parameters packing densities and aerobic stability of maize crop ensiled in bunker silos	165
Glenz G, Milimonka A, Römer G Berechnung der erreichbaren Verdichtung von Silagen mittels APP-Anwendung basierend auf in der Praxis verfügbaren Daten	168

Taschl I, Nies W Getreideernte Zentralreropa 2018 – Mykotoxinkontaminationen und die richtige Probennahme	174
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

## Mineralstoffe und Spurenelemente

Seelhorst S, Eichenberger B Effekte unterschiedlicher Zinkquellen im Ferkelfutter im Vergleich zur pharmakologischen Dosierung von Zinkoxid	178
Steinruck U, Zißler E, Roméo W, Preißinger W, Probstmeier G, Scherb S Effekt von verschiedenen Zinkoxid-Quellen auf die Wachstumsleistung beim Absetzferkel	184
Zoon MV, Oguey C, Reignier F, Barrière P, Blard T, Meunier A, Blanchard A Zinc-Glycinate is better absorbed than an inorganic source in ponies	188
Schlattl M, Reindl S, Windisch W Untersuchungen zur Zinkbindungskapazität von Tonmineralen in Pansensaft und Duodenalchymus in vitro	193
Gilani S, Dersjant-Li Y, Hardy R, Vikari A, Duran R, Debicki-Garnier AM Evaluating phosphorus excretion in pigs through meta-analysis of seven trials of <i>Buttiauxella</i> phytase	200
Wilhelm M, van Hout M Superdosing von Phytase 4a19: Höhere Wachstumsleistung mit weniger Kupfer	206

## Freie Themen

Buffler M, Windisch W Einfluss von Glyphosat auf ruminale Fermentationsparameter und die ruminale Trockenmasseabbaubarkeit beim Rind	211
Plattner S, Lange H, Kammer M, Baumgartner C, Mansfeld R Monitoring des Energiestoffwechsels bei Fleckviehkühen mittels Infrarotspektroskopie der Milch	218

## Nachgereichter Beitrag

Pichler J, Schedle K Einfluss eines Pilzmycels als Faserquelle auf die Mast- und Schlachtleistung beim Mastschwein	223
Autorenverzeichnis	228
Werbepartner	230



## Futterhygiene gewährleisten: Mykotoxine in Futtermittel – gefährdete Futtermittelsicherheit bedeutet gefährdete Tiergesundheit

**Dr. Andreas Randt und Dr. Anika Steinhoff-Ooster**

Tiergesundheitsdienst Bayern e.V.

Langjährig beim Tiergesundheitsdienst Bayern e.V. durchgeführte Untersuchungen von Futtermittel auf Mykotoxine zeigen, dass sich immer wieder ungünstige Witterungsbedingungen vor und während der Ernte auf die Futtermittelqualität auswirken. Eine gefährdete Futtermittelsicherheit bedeutet eine Gefährdung der Tiergesundheit und nicht zuletzt eine Gesundheitsgefährdung des Verbrauchers durch Carry Over aus tierischen Produkten.

Mykotoxine sind von Pilzen gebildete und an die Umgebung abgegebene Gifte unterschiedlicher chemischer Struktur, die für Menschen und Tiere toxisch sind. Sie treten seltener als Einzeltoxine, sondern meist als „Mykotoxincocktail“ auf, wobei durch das Vorhandensein mehrerer verschiedener Mykotoxine die Wirkung der einzelnen Mykotoxine noch zusätzlich verstärkt wird. Die beiden Mykotoxine Desoxynivalenol (DON) und Zearalenon (ZON) gelten als Leitsubstanzen zur Beurteilung der Unbedenklichkeit von Futtermitteln. Beide sind Toxine des Schimmelpilzes Fusarium, die sich in Symptomen wie Appetitlosigkeit, Erbrechen, Durchfall, Gewichtsabnahme, Fruchtbarkeitsstörungen, Schwächung des Immunsystems, Entzündungen und Nekrosen sowie eine mögliche Schädigung innerer Organe wie Leber und Niere beim Nutztier zeigen.

Die Brisanz dieser Problematik zeigte sich zuletzt in den Jahren 2014 und 2016. Die Maisernte 2014 war in vielen Teilen Bayerns außergewöhnlich hoch mit DON und ZON belastet. Maisfutterarten wie Corn-Crob-Mix (CCM), Körnermais und auch Maiskornsilagen zeigten im Durchschnitt ermittelte Konzentrationen von 2,7 mg DON/kg und 0,6 mg ZON/kg, sowie Höchstwerte mit bis zu 27 mg DON/kg Mais und 13 mg ZON/kg. Diese Werte lagen deutlich über den vorgegebenen Orientierungswerten der BMEL 2000 (z.B. für Ferkel: 1,0 mg DON/kg und 0,05 mg ZON/kg). Wiederholt hat sich eine derartige Mykotoxinbelastung 2016 in Weizen und Gerste (hauptsächlich Winterweizen und Wintergerste). Es konnten Höchstwerte mit bis zu 36 mg DON/kg und 3,2 mg ZON/kg in Gerste und 10,1 mg DON/kg und 3,1 mg ZON/kg im Weizen gemessen werden und lagen somit ebenfalls deutlich über den vorgegebenen Orientierungswerten.

Das unachtsame Verfüttern solch beschriebener Futtermittel würde die Leistungsfähigkeit stark beeinträchtigen und eine enorme Gefahr für die Tiergesundheit bedeuten. Besonders Kälber, deren Vormagensystem noch nicht ausreichend entwickelt ist, und Schweine als Monogastrier, reagieren enorm empfindlich auf Mykotoxine. Wiederkäuer sind zwar grundsätzlich unempfindlicher, aber auch in der Rindviehhaltung dürfen Mykotoxine im Futter nicht unterschätzt werden.

In Hinblick auf das immer wieder gehäufte Vorkommen an Mykotoxinen und die damit verbundene Gesundheitsgefährdung, ist jedem Landwirt empfohlen seine Futtermittel auf Mykotoxinrückstände untersuchen zu lassen, bevor er diese zur Fütterung einsetzt.

**Autorenanschrift:**

Dr. Andreas Randt  
Dr. Anika Steinhoff-Ooster  
Tiergesundheitsdienst Bayern e.V.  
Senator-Gerauer-Str. 23  
85586 Poing

# Endulac® CLA

## Ergänzungsfuttermittel zum Laktationsstart Ausdauernde Leistung für Milchkühe

Das Ergänzungsfuttermittel Endulac® CLA reduziert den Milchfettgehalt dosisabhängig im Zeitraum der Zufütterung und führt zu einem geringeren Blutglukosebedarf pro Kilogramm Milch. Wissenschaftliche Studien zeigen, dass eine Milchfettabsenkung durch CLA zu einem höheren Blutglukoselevel in den ersten Wochen der Laktation führt und weniger Körperfett mobilisiert wird.

### Positive Effekte durch CLA

- ✓ verbesserte Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion
- ✓ nachhaltig höhere Milchleistung
- ✓ verbesserte Tiergesundheit durch Stoffwechselentlastung der Kühe nach der Kalbung
- ✓ verbesserte Fruchtbarkeit der Milchkühe
- ✓ GMO-freie Sonnenblumen als Quelle der CLA



Besuchen Sie uns unter:  
[www.btc-europe.com](http://www.btc-europe.com)

BTC für Deutschland:  
**Tel. +49 9843 9828 0**

® = Eingetragene Marke der BASF-Gruppe

## Wie sicher ist die Versorgung der Futtermittelwirtschaft mit Rohstoffen?

**Georg Riewenherm**

Deutsche Tiernahrung Cremer

### Tierernährung – Quo vadis?!

Das Frühjahr und der Sommer 2018 waren in Europa geprägt von einer gewaltigen Hitzewelle – mit zusätzlichen Auswirkungen eines langen trockenen Frühjahrs auf die Ernte. Auch Deutschland war davon betroffen: deutliche Mindererträge beim Getreide, Stroh und Grassilage und anderem Raufutter. Wie die Erntemenge bei Mais und Zuckerrüben aussehen mag, ist noch abzuwarten – aber sehr optimistisch kann man nicht sein.

Allerdings sind die Landwirte und vor allem die Tierernährer unter uns Kummer gewohnt: In einem Erntejahr ist es Trockenheit, in anderen Jahren konnte aufgrund von langanhaltenden Regenfällen die Ernte nur schwer und mit schlechten Qualitäten eingefahren werden und in wieder anderen Jahren haben Unwetter wie Sturm und Hagel zu deutlichen Ernteverlusten geführt.

Um es kurz zu sagen: Futterknappheiten durch erschwerte Erntesituationen gibt es nicht selten. Sie kosten den Landwirt und manchmal auch den Verbraucher etwas Geld, aber sie sind in der Regel ausgleichbar, z. B. durch vermehrte Importe von Rohwaren.

Aber heute hat es der Tierernährer nicht mehr nur mit umweltbeeinflussten Situationen zu tun. Mittlerweile gibt es eine Vielzahl Faktoren und Emotionen, die auf die Fütterung – und die Verfügbarkeit oder besser gesagt die Verfütterungserlaubnis von Rohwaren Einfluss nehmen. Zum einen gibt es den berechtigten Punkt der Futtermittelsicherheit. Dieser ist Part in einem anderen hier vorgestellten Vortrag, und von uns als Tierernährer nicht diskutierbar. Dazu gesellt sich der Wille, Nährstoffeinträge und Nährstoffausscheidungen durch die Tierhaltung zu reduzieren.

Durch die Überarbeitung der Umweltgesetzgebung sind deutliche Einschränkungen für die Tierhalter zu erwarten: Es gab vor allem in den „Ballungsgebieten“ immer schon nährstoffreduzierte Fütterungssysteme, allerdings waren das eher länderbezogene Lösungen. Wir erleben jetzt, dass sich z.B. die Schweinemast deutschlandweit von der N- und P reduzierten Fütterung wegbewegt zu einer stark - oder auch sehr stark - N- und P reduzierten Fütterung. Dabei wird teilweise der Einsatz von Phytasen erhöht und auch der Anteil „freier“ Aminosäuren erhöht sich. Diesen Weg gehen wir sowohl beim Schwein, als auch beim Geflügel. Fachlich sind wir in diesem Bereich sehr sicher unterwegs, den Bedarf der Tiere kennen wir genau. In der Vergangenheit konnte der Landwirt jedoch bei unterschiedlichen Preisrelationen zwischen Proteinträgern und freien Aminosäuren eine wirtschaftliche Optimierung betreiben, durch die Auflagen entfällt diese Möglichkeit immer mehr. Bei dieser Entwicklung im Fütterungssystem können wir nur darauf hoffen, dass immer genügend Phytase und freie Aminosäuren am Markt verfügbar sind. Hier schauen wir schon ein wenig skeptisch zum „Reich der Mitte“, welches seine Umweltgesetzgebung ebenfalls strenger auslegt. Allein durch die Verschärfung von Umweltauflagen kam es schon zu Mangelsituationen diverser Zusatzstoffe – und das, ohne dass der Verbrauch an diesen Zusatzstoffen gestiegen wäre!

Häufig genug nimmt die Zahl der Hersteller für ein und denselben Zusatzstoff immer weiter ab. Grund sind zum einen die bereits genannten Produktionsauflagen, zum anderen nimmt aber auch der Kostendruck permanent zu. Folge sind immer größere aber eben auch weniger Produktionseinheiten. Was eine einzige Havarie in einer wichtigen Anlage anrichten kann, konnten wir in diesem Jahr in

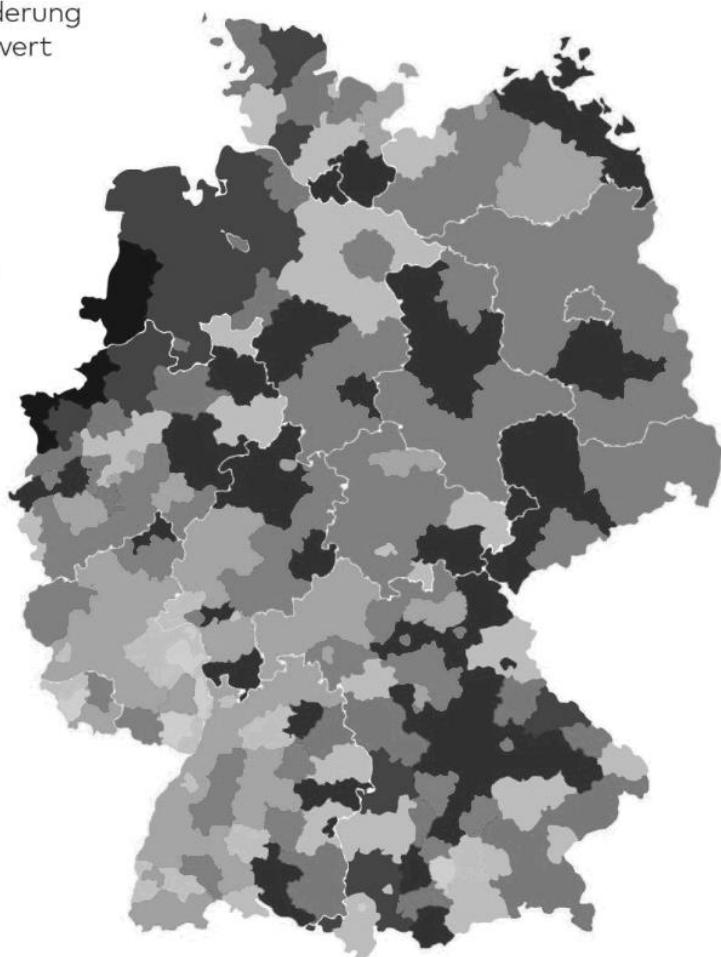
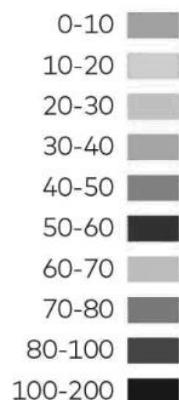
Deutschland gut nachvollziehen. Doch die deutsche Umweltgesetzgebung hat nicht nur Einfluss auf die Schweine und Geflügelfütterung: Auch bei der Kuh sehen wir Handlungsbedarf.

ABER: Bei der Milchkuhfütterung vereinen sich 2 konträre Forderungen, welche durchaus in Kombination mindestens zu deutlichen Schwierigkeiten führen können.

## Hohe Nitratwerte besonders im Norden und Süden

Erforderliche N-Minderung  
für einen Nitrat-Zielwert  
von 37,5 mg/l

**Minderung in kg N/ha**



Quelle: Umwelt Bundesamt

Fangen wir mit der ersten Eingrenzung an: Die Umstellung von konventioneller Fütterung auf die Fütterung ohne Gentechnik. In vielen Fällen kann man vereinfacht sagen: GVO-Sojaschrot wurde durch Rapsschrot und diverse Mühlenprodukte ersetzt. In der Anfangszeit gab es in vielen Mischfutterbetrieben eine sogenannte zweigleisige Produktion: Es wurden konventionelle Futter und GVO freie Futter produziert. Das hat einiges an Produktionskapazitäten gekostet. Grund dafür sind vermehrte Spülcharge und kompliziertere Chargenfolgen, damit eine werksinterne Übertragung von GVO-Material in NON-GVO-Futter unterbunden wird. Mittlerweile ist die Fütterung ohne Gentechnik im Milchkuhbereich in ganz Deutschland verbreitet und in vielen Teilen auch vorherrschend. Man könnte also auf die Idee kommen, dass wieder Produktionskapazitäten und Möglichkeiten freigeworden sind. Allerdings haben viele Molkereien versucht, sich durch kleine „Extraanforderungen“ von der Konkurrenz abzusetzen: Einige Molkereien verarbeiten weiterhin konventionell erzeugte Milch, einige

Molkereien wollen lediglich Milch von Kühen geliefert bekommen, die ohne gentechnisch veränderte Futtermittel gefüttert wurden. Einige Molkereien wollen darüber hinaus den Kreis der Rohwaren einschränken: Nicht nur auf GVO-freie Rohwaren, sondern auch regionale Einschränkungen. Dabei wiederum unterscheiden sich die Molkereien: Einige wollen, dass nur Rohwaren europäischer Herkunft nach geografischer Lage (sprich europäischer Kontinent) eingesetzt werden. Andere wollen kein Sojaschrot in den Futtern sehen – auch wenn es z.T. aus deutschem, GVO freiem Anbau verfügbar ist. In diesem Bereich der Milchkuhfütterung ist es schon anstrengend, allein die Übersicht zu bewahren. Logistisch ist diese Segmentierung eine massive Aufgabe, da in der Regel die Vielzahl der Anforderungen in einer Region nicht von einem einzigen Werk erfüllt werden können und daher eine Spezialisierung eingesetzt hat. Diese Spezialisierung reicht von GVO-haltig bis GVO-frei, von Europasoja über Donausoja bis Bio und von regionalen Markenprogrammen bis hin zu Tierwohlprogrammen mit speziellen Komponentenforderungen. Auch die Erfassung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse muss in diesen Kategorien erfolgen, auch hier ist der Aufwand bei der Erfassung und Dokumentation massiv gestiegen. Diese Kosten werden am Ende auf das Erzeugnis und damit auf das Endprodukt umgelegt.

Ein weiteres, aber mindestens so wichtiges Thema, zumal fachlich nachvollziehbar, ist die Reduktion von Stickstoff und Phosphor zur Entlastung der Böden und des Grundwassers. Bei den Kühen besteht vor allem das Problem der höheren Phosphorausträge, die es zu reduzieren gilt: Wir benötigen also Futter ohne GVO und mit wenig Phosphor. Und genau an diesem Punkt wird es kompliziert:

Schauen wir uns doch einmal an, wie viel Phosphor typische Rohwaren bei der Milchkuhfütterung mit sich bringen:

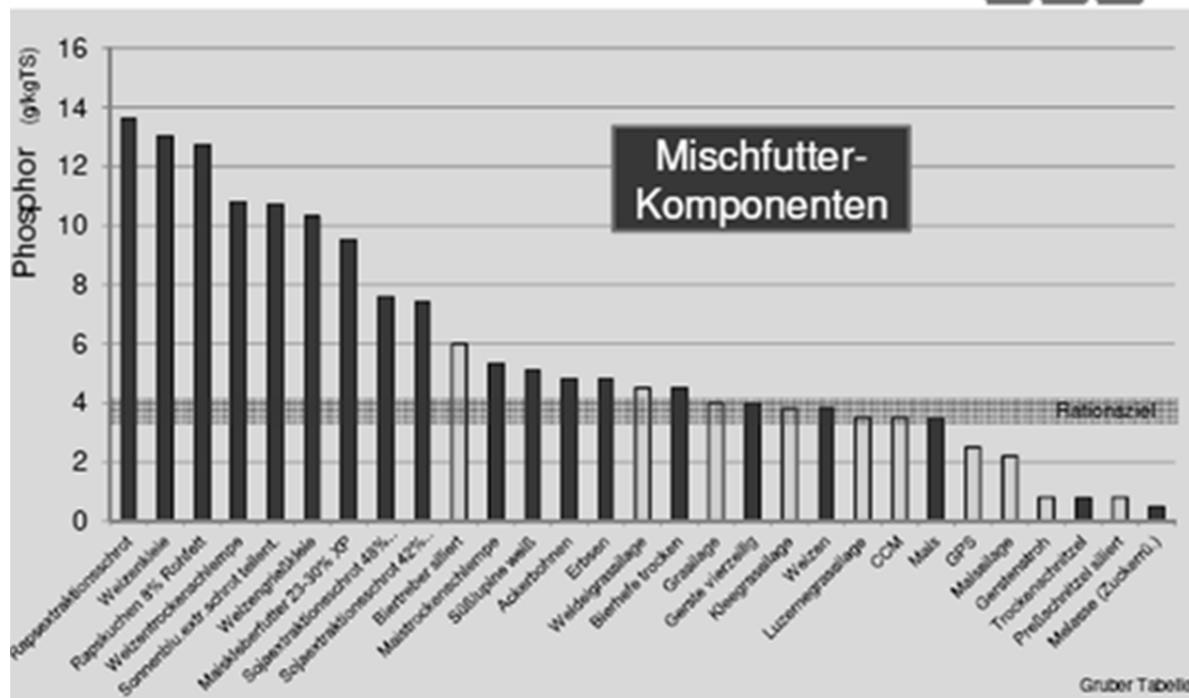
Festzuhalten ist, dass alle für Rinderfutter typischen Proteinträger sehr viel Phosphor mit sich bringen. In den Phosphor reduzierten Futtern werden wir also zunächst den Proteingehalt senken müssen und gleichzeitig die Konzentration der Aminosäuren durch z.B. pansengeschützte Proteinträger und pansengeschützte Aminosäuren erhöhen. Nur so gelingt es aktuell, weniger Phosphor über die Proteinträger in die Mischungen zu bringen. In dieser Konstellation wird teilweise auch wieder Soja (GVO frei) das Mittel der Wahl sein, sowie Getreide und Schnitzel. Und damit sind wir wieder am Anfang, denn in vielen Programmen ist Sojaschrot auf Empfehlung der NGO's als unerwünschte Komponente erklärt worden. Als ein Ausweg bietet sich hier z.B. der erhöhte Einsatz an Harnstoff an, aber auch das passt nicht in jede Ration und für uns als Tierernährer steht die wiederkäuergerechte Versorgung der Kuh im Vordergrund.

Aber auch bei den anderen Futtern stellt sich zum einen die Frage: Haben wir genug GVO freies „europäisches“ Sojaschrot zur Verfügung? Dies insbesondere deshalb, weil es auch bei der Schweinfütterung seitens des LEH Vorstöße gibt, die Schweinefütterung GVO frei zu gestalten. Auch zur Schweinefütterung gibt es mittlerweile reichlich Versuche (auch in Grub), den Sojaanteil zu reduzieren. Gleichzeitig muss dann aber der Proteingehalt gesenkt werden, um mit den Mengen an Mittelproteinen die Proteinversorgung sicherzustellen. Eine komplette Umstellung der Schweinemast auf die Fütterung ohne Soja würde sicher massive Versorgungsgpässe im Bereich Proteinträger mit sich bringen.

Eine andere Frage hat eine ganz andere Gewichtung: Bis zum heutigen Zeitpunkt war es vor allem wichtig, dass es durch die tierische Ernährung nicht zur Konkurrenz mit den menschlichen Nahrungsmitteln kam. Und es war wichtig, dass Nebenprodukte der Nahrungsmittelherstellung noch verwertet werden konnten (z. B. Kleien / Trester etc.). Nicht zuletzt unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit ist die Verwertung der Nebenprodukte in der Fütterung absolut sinnvoll. Vor allem der Einsatz der Nebenprodukte wird sich mit den neuen Fütterungssystemen aber reduzieren. Stellt sich nur die Frage, was machen wir in Zukunft mit den anfallenden Nebenprodukten der Nahrungsmittelindustrie?

## Rationskomponenten + Phosphorgehalte

DTC



deuka club sufu NOKRAFT CHAMM

Und wenn man meint, hier wären wir am Ende, muss leider gesagt werden, dass wir die bis hierhin genannten Herausforderungen mehr oder minder demnächst als Standard bezeichnen müssen. Zu diesen teilweise gesetzlichen Auflagen gesellen sich noch weitere Eingrenzungen mit wenig wissenschaftlichem, dafür umso mehr emotionalem Charakter.

Die Umstellungen auf GVO freie Produktionen bei Geflügel und Milch vermissen ja schon den direkten wissenschaftlichen Hintergrund (v.a. wenn man im Hinterkopf hält, dass im Produkt z.B. der Milch nicht nachgewiesen werden kann, welches Protein verfüttert wurde!). Die neueren Forderungen und Aufrufe von LEH und Verbrauchern werden immer weniger nachvollziehbar: Glyphosat steht hier momentan in vorderster Front, es geht in Wirklichkeit um das Verbot von Glyphosat durch die Hintertür und darum, die Monopole der Chemiegrößen wie David gegen Goliath zu bekämpfen, hoffentlich suchen hier alle Seiten nach pragmatischen Wegen.

Und machen wir einen Schritt in die Zukunft: Die neuen Züchtungsmethoden werden in anderen Ländern außerhalb Europas nicht als Gentechnik angesehen. Wird dann aufgrund der fehlenden Überprüfbarkeit der Import von Rohwaren aus nicht EU-Ländern eingestellt? Wie wollen wir dann unsere Rohwarensicherung (v.a. in solchen Erntejahren wie 2018) sicherstellen?

Unter dem Strich muss vielleicht auch dem Verbraucher und dem LEH noch einmal in Erinnerung gebracht werden, dass Deutschland als innovative und sehr erfolgreiche Exportnation gilt. Außerdem entsteht in einer solchen klimatischen Gunstregion wie in Mitteleuropa eine gewisse Verpflichtung, Nahrungsmittel auch für andere Regionen in der Welt zu produzieren. Müssen wir vor diesem Hintergrund nicht sehr viel stärker eine praktische Anforderungspolitik bei Verbrauchern und Einzelhandel kritisieren?

Bislang haben wir zusammen neue Anforderungen immer gemeistert und oft daraus sogar für die jeweilige Zeit innovative Fütterungskonzepte ableiten können (z.B. Fütterung der Kuh mit Raps statt Soja). Eine sehr kleinräumige Anforderungspolitik auf Basis des physischen Einsatzes der Komponenten als Abgrenzungsmerkmal für den LEH mag zunächst schön klingen, bedeutet aber in der Produktionskette massiven Mehraufwand, und gerade in Zeiten eingeschränkter Erträge Versorgungsengpässe bei speziellen Qualitäten und Herkünften, die dann im Ernstfall durch ein Aufweichen der sehr engen Vorgaben gelöst werden müssen. Ein Mindestmaß der Einheitlichkeit bei den Anforderungen erleichtert den Landwirten die Produktion und sichert die Versorgung besser ab. Eine überregionale Versorgung ist wichtig, um Versorgungsengpässe auszugleichen, zumal die Qualität der Komponenten passen muss, wenn wir nah am Bedarf füttern wollen. Nur so können wir die Nährstoffausscheidung optimieren und die Versorgung dauerhaft sicherstellen.

**Autorenanschrift:**

Georg Riewenherm  
Deutsche Tiernahrung Cremer GmbH & Co. KG, Düsseldorf

## Grobfutter: Menge und Qualität stabil erzeugen

**Dr. Johannes ThaySEN**

Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein

### Einleitung

Die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen in der Milcherzeugung erfordern die Ausschöpfung von Effizienzreserven. Niedrige Preise müssen durch niedrige Kosten aufgefangen werden. Für die Senkung der Stückkosten je Liter Milch kommt dabei der Steigerung der Milchleistung je Kuh eine besondere Bedeutung zu. Während die durchschnittliche Milchleistung in Deutschland bei 7000 kg Milch je Kuh und Jahr liegt, erreichen und überschreiten Spitzbetriebe ein Niveau von 10.000 kg je Kuh und Jahr, unabhängig von der Herdengröße. Damit diese hohen Leistungen auch wiederkehrgerecht und kostengünstig gefüttert werden, ist eine entscheidende Voraussetzung dafür eine sichere, hohe Grobfutterqualität. Unter Grobfutterqualität ist der Gebrauchswert einer Silage als Summe von Futterwert, Gärqualität und aerober Stabilität zu verstehen. Daneben ist die Mengenversorgung der Rinder sicherzustellen und insbesondere bei Zunahme von Witterungsrisiken auch vermehrt die Anlage von ausreichenden Futtervorräten zu praktizieren. Am Beispiel der Gras- und Maissilierung werden ausgewählte Lenkungspunkte zur Steuerung von Ertrag und Qualität vorgestellt.

### Mehr Netto vom Brutto

Als Ziel der Futterkonservierung ist neben der Sicherung der Futterqualität die Minimierung der Silierverluste. Die Verluste setzen sich aus Feld-, Transport-, Umsetzungs-, Vorlage- und Nacherwärmungsverlusten zusammen. Es muss von durchschnittlich 15% Verlusten ausgegangen werden, wobei es unvermeidbare und vermeidbare Verluste gibt. Verloren gehen Nährstoffe hauptsächlich in der Gruppe der leicht löslichen und gut fermentierbaren Nährstoffe, vor allem Kohlenhydrate. Dass diese hoch verdaulich sind, erklärt die Verringerung der Verdaulichkeit der konservierten Stoffe gegenüber dem Frischmaterial. Das Auftreten von Gärsaftbildung und Fehlgärungen ist verfahrensabhängig und damit mit einem guten Erntemanagement ebenso vermeidbar wie Verluste durch aeroben Verderb und Nacherwärmung. Optimierungsansätze bestehen in einer besseren Wahl des Erntezeitpunktes sowie der Optimierung des Pflanzenbestandes (z.B. Gras durch Pflegemaßnahmen), der Verbesserung der Siloanlagen, der Verwendung von Silierzusätzen sowie der Verbesserung der Verdichtung. Hier haben Untersuchungen gezeigt, dass die meisten Probleme im seitlichen Bereich, an Kanten und in der oberen Schicht auftreten, Schimmelbildung ist häufig die Folge vor allem bei nicht angepasstem Vorschub.

Ohne Kenntnis der Einlagerungs- und Auslagerungsmengen, ist aber die Feststellung einzelbetrieblicher Silierverluste unmöglich. Von daher kommt zukünftig u.a. auch zur Einhaltung der DÜV (entzugsorientierte Düngung) der Ertragsfeststellung im Futterbau eine große Bedeutung zu. (KÖHLER et al. 2013).

## Gras- und Leguminosensilageerzeugung

Das Ziel der Grassilagebereitung und -lagerung bis zur Verfütterung muss ein abraumfreies Futter mit einem hohen Energiewert und einer besten Gärqualität ohne Nacherwärmung und Verschimmelung sowie insgesamt geringen Silierverlusten < 15% TM sein.

### Ertrags- und Qualitätssicherung

Grundvoraussetzung für einen hohen Bruttoertrag und eine hohe Energiedichte in der Grassilage ist ein futterbaulich wertvoller Aufwuchs. Im Mittelpunkt der Grünlandwirtschaft steht deshalb die Etablierung und Erhaltung von leistungsfähigen Pflanzenbeständen. Im Falle der Grassilage erfordert dies eine gezieltere Arten- und Sortenwahl der Gräser und Leguminosen. Aus dem Spektrum der ansaatzwürdigen Grasarten dominiert im Dauergrünland das Deutsche Weidelgras und im Ackerfutterbau das Welsche Weidelgras mit ihren unterschiedlichen Sorten hinsichtlich der Standortadaptation, Persistenz und Nutzungseignung. Das Deutsche Weidelgras weist unter den ausdauernden Gräsern die beste Silierbarkeit auf. Alle Maßnahmen, die zu einem weidelgrasreichen Aufwuchs führen (Grünlandpflege, standort- und bestandsangepasste Düngung, Nach- und Übersaaten) verbessern somit den Ertrag und die Silierbarkeit des Futters.

Standardmischungen kommen sowohl im Dauergrünland als auch im Ackerfutterbau zum Einsatz. Sie sollen das ertragliche und das qualitative Risiko gegenüber der reinen Sortenverwendung ausgleichen. In Dauergrünlandmischungen kann der Weißklee als Leguminose und in Ackerfutterbaumischungen zusätzlich der Rotklee eingesetzt werden. Luzerne hat sowohl in Weide- als auch in Schnittmischungen für den kontinentalen Einsatzbereich größere Bedeutung.

Der Weißklee mit Anteilen von 20 - 40% erschwert zwar die Silierbarkeit des Bestandes erhöht aber die Rohproteingehalte und die Energiedichte signifikant. Eine Düngung mit hohen Stickstoffgaben (> 60 kg N/ha) reduziert den Kleeanteil des Bestandes. Eine optimierte Sortenwahl und Produktionstechnik im Herbst erhöht die Ertragssicherheit in der folgenden Vegetationsperiode.

Die Nutzung der Vorteile der Leguminosen im Vergleich zu alleinigen Grasmischungen setzt neben der Beachtung der pflanzenbaulichen Ansprüche der Pflanzen die Erkenntnis voraus, dass mit zunehmendem Leguminosenanteil die Silierbarkeit abnimmt. Demnach bedarf es nicht nur einer auf die Artenzusammensetzung abgestimmte Produktionstechnik des Anwelkens und Silierens, sondern auch der Sicherung der Silierbarkeit, insbesondere bei Leguminosenanteilen >60% und bei der Luzernesilierung sowie des Einsatzes von geeigneten Zusätzen.

### Düngung und Silagequalität

Die bei der mineralischen Düngung ausgebrachten Anionen wie z. B. Phosphorverbindungen wirken nur indirekt auf die Silierbarkeit des Grases. Die Kationen (Kalium- u. Stickstoffverbindungen) führen zur Pufferung der zu bildenden Milchsäure und wirken damit direkt qualitätsmindernd. Dabei nimmt sowohl die Unter- als auch die Üerversorgung mit Stickstoff eine Schlüsselstellung ein. Bei einer Unterversorgung wird der für die Buttersäurehemmung erforderliche Nitratgehalt von 0,5 g/kg TM eventuell nicht erreicht. Eine Üerversorgung des Bestandes verschlechtert nicht nur die Anwelkeigenschaften, sondern erhöht auch die Pufferkapazität.

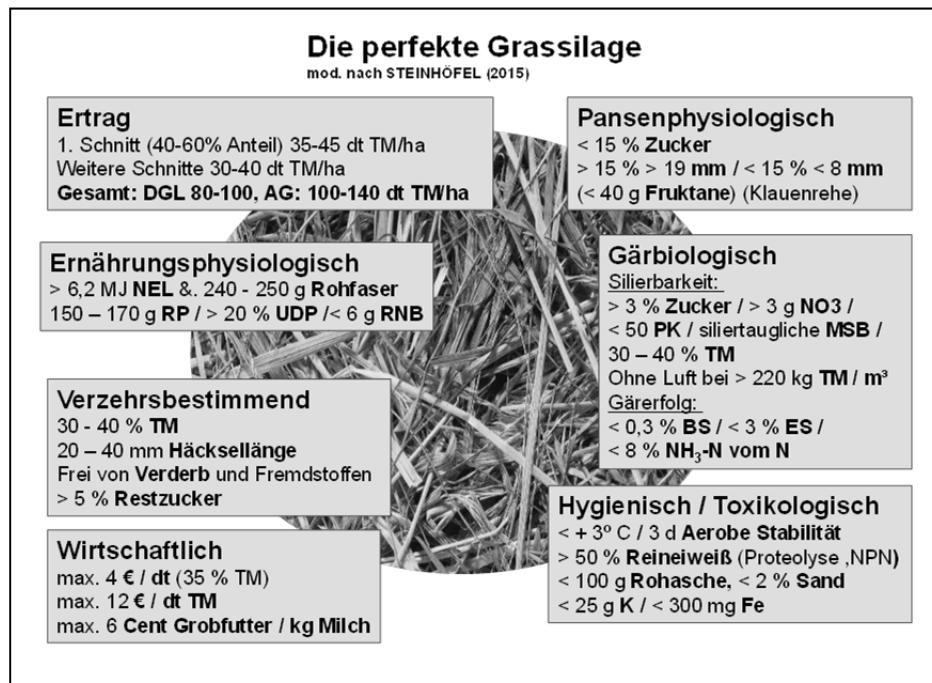


Abbildung 1: Zielkenngrößen Grassilage

Bei der organischen Düngung, insbesondere mit Gülle oder Stallmist, können Schadkeime wie Clostridiensporen in das Siliergut gelangen, mit der Folge eines erhöhten Buttersäurebildungsrisikos. Auch wenn eine sehr schmutzarme Silage bereitet wird, kann durch die vorherige Gülle- oder Stallmistgabe auf dem Grünland die Clostridiensfracht erheblich sein, wenn z.B. zu große Mengen zu spät oder in wachsende Bestände gegeben wurden oder bedingt durch eine längere Trockenheit, Wirtschaftsdüngerreste im Bestand anhaften und sich mit dem Aufwuchs weiter strecken.

Bei der Wirtschaftsdüngerausbringung auf Grünland sollten folgende Grundsätze umgesetzt werden:

- Ausbringung im Frühjahr zu Vegetationsbeginn bei Befahrbarkeit auf Boden anstreben
- Schlitz oder Schleppschuhtechniken bevorzugt einsetzen
- Nicht in wachsende Bestände applizieren
- Möglichst bei oder vor Regenwetter ausbringen
- Angetrocknete Gülle oder Stallmistreste abschleppen/striegeln
- Bei anschließender Trockenheit: Flächen mit hohen Wirtschaftsdüngerresten von der Silagebereitung ausschließen
- Geringe Mengen/Ausbringung und Gülle mit höheren Wasseranteilen anstreben
- Unter einzelbetrieblichen Bedingungen: bevorzugt Gülle aufs Ackerland und nicht zur Weide ausbringen.

### **Rohasche-(sand) armes Ausgangsmaterial bereitstellen**

Der Zielwert bei Gras liegt bei 100 g/kg TM Rohasche (120 g/kg TM bei Leguminosen) bzw. bei < 2% Sand. Der unverdauliche Sandanteil verringert nicht nur die Energiedichte (je % ca. 0,1 MJ NEL/kg TM) sondern ist auch Träger unerwünschter Gärsschädlinge wie Clostridien, Hefen und Pilze. Außerdem besteht ein relativ enger Zusammenhang zwischen dem Sandgehalt und dem toxischen Fe<sup>3+</sup>- Gehalt (RESCH et al. 2013).

Die gesamte Produktionstechnik angefangen von der Grünlandpflege, Gülle- und Stallmistausbringung, Flächenvorbereitung vor der Mahd (Maulwurfshaufen- und Mäusegängebeseitigung), Schnitthöhe von 5-10 cm, Aufbereitereinsatz, Zetten, Schwaden und Ernten muss auf eine sandarme Silage ausgerichtet sein. Neue Pickupschwadertechnik zur Verringerung der Sandgehalte ist hierzu eine interessante neue Technik (RESCH et al. 2016).

### **Sicherstellung eines hohen Futterwertes über optimale Schnittzeitpunkte**

Neben der Leistungsfähigkeit des Pflanzenbestandes hat die Einhaltung der optimalen Schnittzeitspanne - besonders im 1. Aufwuchs - entscheidenden Einfluss auf den Futterwert der Grassilage. Um die für hohe Tierleistungen nötigen Energiewerte von über 6,0 MJ NEL/kg TS (Mittelwert über alle Aufwüchse) zu erreichen, muss der Rohfasergehalt der Grasbestände weniger als 24% TM betragen. Die Mahd muss also in der Vegetationsphase Beginn des Ähren- bzw. Rispenschieben der Grashauptbestandsbildner erfolgen. Optimal ist mit der Mahd spätestens bei 22 - 23% Rohfaser in der TM zu beginnen. Die Reifeprüfungen der Länderdienststellen veranschaulichen, dass der Rohfasergehalt je nach Witterung im Mai täglich um 0,3 bis 0,5% in der TM ansteigt. Daraus resultiert, dass für die Mahd und Bergung eines Futters mit höchster Energiedichte im 1. Aufwuchs nur 3 bis maximal 5 Erntetage zur Verfügung stehen. Leguminosenbasierte Grasbestände weisen dabei eine deutliche größere optimale Nutzungsspanne auf als reine Grasbestände.

Die optimalen Nutzungszeitpunkte der Folgeaufwüchse sind deutlich variabler zu terminieren, da aufgrund des veränderten Blatt-Stängelverhältnisses eine größere Nutzungsspanne besteht. Wie beim ersten Aufwuchs muss der Schnittzeitpunkt sich am Beginn Ähren- bzw. Rispenschieben der bestandsbildenden Gräser bzw. bei leguminosendominanten Beständen an der beginnenden Blüte der Knospen orientieren.

### **Anwelken auf 30 bis 40% TM**

Unter 30% TM kann eine Grassilage Gärsaft abgeben und/oder Buttersäure kann entstehen. Diese Fehlgärung verursacht hohe TM- und Energieverluste und führt zu geringeren Futteraufnahmen und Tierleistungen. Bei über 40% TM steigt das Risiko der zunehmenden Atmungs- und Bröckelverluste sowie aufgrund abnehmender Verdichtbarkeit die Gefahr von Nacherwärmung an. Allgemeines Ziel muss ein zügiges Anwelken sein. Bei günstigen Witterungsbedingungen kann bereits nach 5-6 h nach der Mahd bei Breitablage mit dem Schwaden bzw. Ernten begonnen werden. Aufbereiter verkürzen die Trocknungszeit um ca. 50% und verringern damit das Witterungsrisiko. Auf Maulwurfs- bzw. mäusegeschädigten Flächen muss der Aufbereiter ausgeschaltet werden, da sonst höhere Sandgehalte nicht zu vermeiden sind.

### **Gärqualität und aerobe Stabilität durch Silierzusätze verbessern**

Die Entfaltung der gewünschten Siliermittel oder -zusätze setzen den Einsatz des richtigen Zusatzes in der jeweiligen futterbaulichen Situation voraus. Da es nicht ein Siliermittel für alle möglichen praktischen Bedingungen und gewünschten Wirkungsbereiche gibt, ist die Kenntnis der Anwendungsbereiche (schwer-, mittelschwer-, leicht silierbar) bzw. die richtige Einschätzung des Ausgangsmaterials erforderlich.

Der Siliermitteleinsatz wird je nach TM-Gehalt in Abhängigkeit von der Pflanzenzusammensetzung und der gewünschten Wirkungsrichtung entschieden. Bei ausreichendem Gärsubstratangebot (weidelgrasreicher Bestand, optimales Wuchsstadium, kurze Feldliegezeit) und einem Anwelkgrad von 30 bis 40% TM ist ein Silierzusatz Einsatz nur als Versicherung gegen einen suboptimalen epiphytischen Besatz – wie oft in 1. Aufwüchsen – immer dann zu empfehlen, wenn ein ausreichender Vorschub > 2 m/Woche und die Wirkungsrichtung 4 (Verbesserung der Futteraufnahme, Verdaulichkeit oder Erzeugungswert für Milch- oder Mastleistung) angestrebt werden. Als Siliermittel kommen in erster Linie MSB<sub>ho</sub> in Frage. Derart hochwertige Silagen hinsichtlich des Energiegehaltes und der Gärqualität müssen für die Winter- und auch die Sommerverfütterung gegen das Risiko einer aeroben Instabilität (Nacherwärmung) geschützt werden. Am besten geschieht das bereits bei der Siloanlage. Hier sollte die Breite und Höhe so gewählt werden, dass abhängig von der täglichen zu versorgenden Viehanzahl ein Mindestverbrauch pro Woche von 2 m gewährleistet ist. Bei allen Siloanlagen, bei denen diese Basisforderungen nicht erfüllt werden oder der TM-Gehalt über 45% liegt, muss mit einem geeigneten Zusatz der Nacherwärmung vorgebeugt werden. Hierfür eignen sich sowohl chemische, heterofermentative MSB als auch Kombinationsprodukte.

Liegt der Vorschub unterhalb der Forderung so sollten MSB<sub>ho+he</sub> oder MSB<sub>he</sub> in den betreffenden Silagepartien eingesetzt werden. Bei TM-Gehalten über 40% ist auf osmotolerante (hohe Überlebensrate bei steigenden Anwelkgraden) DLG-geprüfte MSB (Anwendungsbereich C) zurückzugreifen. Ab 50% TM ist der Wirkungsbereich von MSB bei der Grassilierung meist überschritten. In diesem Anwelkbereich sind zwar chemische Zusätze auf Basis der Propionsäure denkbar, kostengünstiger ist es aber, mit der Ballensilage das ‚Prinzip der luftdichten Lagerung der CO<sub>2</sub>-Atmosphäre‘ zu nutzen.

Wenn witterungsbedingt der Mindestanwelkgrad von 30% TM nicht erreicht wird, aber die Mähzeitpunkte ansonsten im optimalen Wuchsstadium vorliegen, entscheidet der Verschmutzungsgrad über die Art des Zusatzes: Bei einer höheren Verschmutzung (Rohaschegehalte > 10% TM) liegen schwer silierbare Bedingungen vor, die den Einsatz von chemischen Zusätzen der Wirkungsrichtung 1 a erfordern. Bei Leguminosenanteilen von mehr als 60% gilt das Silergut als mittelschwer silierbar. Es muss mit einem für dieses Wirkungsfeld geeigneten Siliermittel behandelt werden, um die durch eine mögliche Buttersäuregärung verursachten Verluste zu vermeiden. Als Siliermitteleffekte sind die Halbierung der Silerverluste und eine Sicherung der Gärqualität mit über 80 DLG-Punkten sowie eine Erhöhung der Energiedichte zu erwarten.

## **Maissilageerzeugung**

### **Ertrags- und Qualitätssicherung**

Der Silomaisertrag und die Silagequalität ist abhängig von der Sortenwahl, der Standortgüte, der Saatbettvorbereitung, dem Aussaattermin, der Ablagetiefe, der Düngung, dem praktizierten Pflanzenschutz, dem Witterungsverlauf, dem Erntetermin, der Häckseltechnologie und dem Silier- und Verdichtungsmanagement.

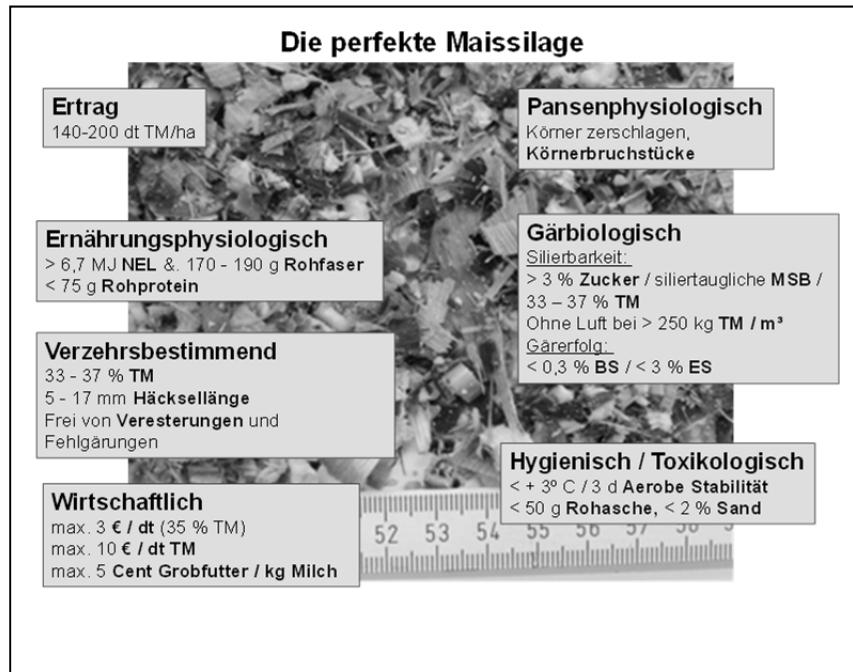


Abbildung 2: Zielkenngrößen Maissilage

### **Häckseltermin**

Der optimale Zeitpunkt ist dann gegeben, wenn die Pflanze in gehäckselter Form keinen Sickersaftsaft abgibt, sowie die Stärkeinlagerung und damit der Ertragszuwachs abgeschlossen sind. Ab diesem Punkt sinkt die Verdaulichkeit langsam ab, die Verdichtbarkeit wird zudem mit zunehmender Restpflanzenabreife geringer. Insgesamt stehen sowohl für Silomais als auch für die weiteren Maisprodukte wie Feuchtmais oder CCM nur relativ kurze Erntezeitfenster zur Verfügung.

Der optimale Erntetermin orientiert sich am Reifezustand des Kolbens bzw. der Körner. Um diesen festzustellen werden mehrere Maiskolben in der Mitte auseinander gebrochen. Die Körner sind dann optimal reif, wenn sich die Kornschale mit dem Fingernagel gerade noch ritzen lässt und der Korninhalt fest, aber noch nicht spröde ist. Der Kornansatz ist dunkel verfärbt („black layer“). Die Restpflanze sieht dabei je nach Sortentyp völlig unterschiedlich aus. Wenn sie noch grün und vital ist („stay green“), hat die Pflanze beispielsweise einen guten Schutz gegen Pilzbefall. Darüber hinaus bleibt bei verzögerter Restpflanzenabreife das Erntegut über einen längeren Zeitraum in einem für die Silierung günstigen TM-Bereich von 33-37%. Dagegen ist bei Sorten mit schnell abreifender Restpflanze eine zügige Ernte zwingend erforderlich.

### **Steuerungsmöglichkeiten über die Häcksellänge**

Die richtige Wahl der Häcksellänge in der Rinderfütterung muss sowohl aus der Sicht der Futteraufnahme, Wiederkaugerechtigkeit (Strukturwirkung), Maissilageanteil in der Ration, Verdichtbarkeit, möglicher Sickersaftbildung und der Stapelhöhe der Siloanlage eingestellt werden. Bei üblichen Rationsanteilen von maximal 70% sollte Silomais bei entsprechender Abreife und Silohöhen bis maximal 6 m eine theoretische Häcksellänge von 6-9 mm aufweisen. Diese kann bei höheren Maisanteilen in der Ration bis auf 17 mm erweitert werden, um eine bessere Strukturversorgung der Hochleistungskuh zu garantieren.

### **Steuerung über die Stoppelhöhe**

Mit längerer Stoppel und damit zunehmendem Kolbenanteil in der Maissilage lassen sich Energiekonzentration, Verdaulichkeit und den Abreifegrad positiv beeinflussen. Überschlägig nimmt mit jeweils 10 cm längerer Stoppel der Trockenmassegehalt um rund 1% und die Energiekonzentration um etwa 0,1 MJ NEL/kg TM zu, wobei natürlich die unteren Stoppelteile stärker zu diesem Effekt beitragen. Gleichzeitig nimmt der Ertrag um rund 5% ab. Ähnliche Effekte sind durch Pflück-Häckselverfahren erreichbar. Dabei ist zu beachten, dass zunehmende Energie- und Trockenmassegehalte auch ein höheres Erwärmungsrisiko bedeuten und somit die Anforderungen an die Verdichtung und Entnahmeverorschub ebenfalls steigen.

### **Häcksellänge und Körneraufbereitung**

Der aus den USA stammende Trend, die Maissilage länger und intensiv aufbereitet mit Spezialcorncrackern als bisher zu häckseln, hat auch Europa erreicht. Neue Technologien in der Maispflanzenaufbereitung während der Ernte (Langschnitt mit speziellem Corncracker gegenüber herkömmlichem Kurzschnitt) versprechen eine bessere Strukturwirksamkeit der Maispflanze, wodurch im Idealfall andere Strukturkomponenten eingespart und die Energiedichte der Futterration erhöht werden könnte.

Die vorliegenden Ergebnisse von Häcksel- und Fütterungsversuchen zur Frage der optimalen Häcksellängen und Crackertechnologie in Deutschland (THAYSEN, 2018, DENISSEN et al. 2018) begründen die Empfehlung, dass ein Dienstleister mit der konventionellen Crackertechnik alle Häcksellängen ohne aufwendigen Umbau kostengünstig bei hoher Güte der Häckselqualität bedienen kann. Dabei ist jedoch auf eine optimale Einstellung der Erntemaschine zu achten. Zu dieser gehören die visuelle Kontrolle des Spaltmaßes zwischen den Walzen und eine an die Anforderungen angepasste Drehzahldifferenz. Eine Drehzahldifferenz von 40% ist dabei auch bei langen Schnittlängen ausreichend. Unabhängig von der Häcksellänge müssen die Körner zerschlagen sein, d.h. als Bruchstücke vorliegen. Lediglich angeschlagene Körner verringern die Stärkeausbeute im Pansen. Die Stärkeverfügbarkeit lässt sich über den CSPS-Wert (FERREIRA und MERTENS, (2005) bestimmen. Die Herausforderung ist und bleibt die Sicherstellung einer hohen Verdichtung bei längeren Häcksellängen in der Praxis. Besonders an den Oberflächen und Kanten ist hier kürzer gehäckseltes Siliergut und/oder ein Silierzusatz eingesetzt gegen Nacherwärmung bzw. Schimmelbildung dringend zu empfehlen.

### **Fehlgärung durch Silierzusätze vermeiden**

Silomais ist aufgrund seiner Eigenschaften (hoher Zuckergehalt, niedrige Pufferkapazität) und seines meist ausreichenden natürlichen Besatzes mit Milchsäurebakterien eine leicht zu silierende Feldfrucht. Daraus folgt eine gute Gärqualität (hoher Milchsäuregehalt, niedriger Essigsäuregehalt, Buttersäurefreiheit, niedriger Ammoniakgehalt). Zur Sicherung der Gärqualität ist daher ein Silierzusatz meistens nicht notwendig. Es sei denn, es handelt sich um Silagen, die VOCs (volatile organic compounds) (HAFNER et al. 2018) gebildet haben. Es handelt sich um eine Veresterung von überwiegend Essigsäure und teilweise auch Milchsäure in Kombination mit Ethanol (Alkohol) und Aromastoffen, die den spezifischen Geruch begründen. Diese Fehlgärung lässt sich nicht durch eine optimierte Siliertechnik (Häckselqualität, Verdichtung und Entnahmetechnik), sondern nur durch die Einhaltung der Erntezeitspannen (TM-Gehalte von 30-37%) und durch eine wirksame Unterdrückung der Hefeaktivitäten und damit der Ethanolbildung vermeiden. Hierzu ist der strategische Einsatz eines Silierzusatzes der Wirkungsrichtung 2 (Verbesserung der aeroben Stabilität) (WEISS et al. 2018) zu empfehlen.

### **Aeroobe Instabilität durch Silierzusätze verringern**

Ein Silierzusatz zur Sicherung der Silagehygiene und Vermeidung der aeroben Instabilität unter perfekten Silier- und Entnahmebedingungen nicht notwendig. In der Praxis sind diese Bedingungen aber bei folgenden Gegebenheiten schwierig erreichbar:

- Silos ohne Seitenwände
- Silagemenge oberhalb der Seitenwände
- Siloanlagen mit großen Stapelhöhen > 6 m (lange Flanken)
- Sommermaissilagen, Feuchtmais oder CCM mit geringerem Vorschub
- Maissilagen mit mittleren Verdichtungswerten unter Sollwert (< 250 kg TM/m<sup>3</sup>)
- LKS-, CCM und Feuchtmais-Silagen

In jedem dieser Fälle sollte ein für die jeweilige betriebliche Situation angepasster DLG geprüfter Silierzusatz der Wirkungsrichtung 2 (Verhinderung der Nacherwärmung) eingesetzt werden. Dieser Einsatz ist immer wirtschaftlich, da die Verluste durch Erwärmung und mögliche negative Folgen bei der Verfütterung minderwertiger Silagepartien stets teurer sind.

## **Literatur**

FERREIRA und MERTENS, (2005): Chemical and physical characteristics of corn silages and their effects on in vitro disappearance. Journal of Dairy Science Dec. 88 (12): 4414-25

DENISSEN, J: et al. (2018): Einfluss der Partikelgrößenverteilung von Mais auf die Silagequalität und die Leistung von Milchkühen (Übersichten Tierernährung, im Druck

HAFNER et al. (2018): VOC's and silages: sources, emission and mitigation. ISC, Bonn, p. 52

KÖHLER, B. et al. (2013): Dry matter losses of grass, lucerne and maize silages in bunker silos. Agricultural and food sciences (22), p 145-150

RESCH et al. (2013): Bedeutung des Eisengehaltes als Indikator für die Futterverschmutzung von Grünlandfuttermitteln. ALVA-Jahrestagung 2013 zum Thema "Pflanzenschutz als Beitrag zur Ernährungssicherung", Klosterneuburg, LFZ für Wein- und Obstbau Klosterneuburg, Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel-, Veterinär- und Agrarwesen (ALVA), 23./ 24. Mai 2013, 86-88.

RESCH et al. (2016): Test der Pickup-Schwadetechnologie hinsichtlich erdiger Futterverschmutzung, Rechverluste, Schwadform und Flächenleistung, Abschlussbericht des Forschungsprojektes "Pickup-Schwader", Nr. 3638 (DaFNE 101069), HBLFA Raumberg-Gumpenstein, 26 S.

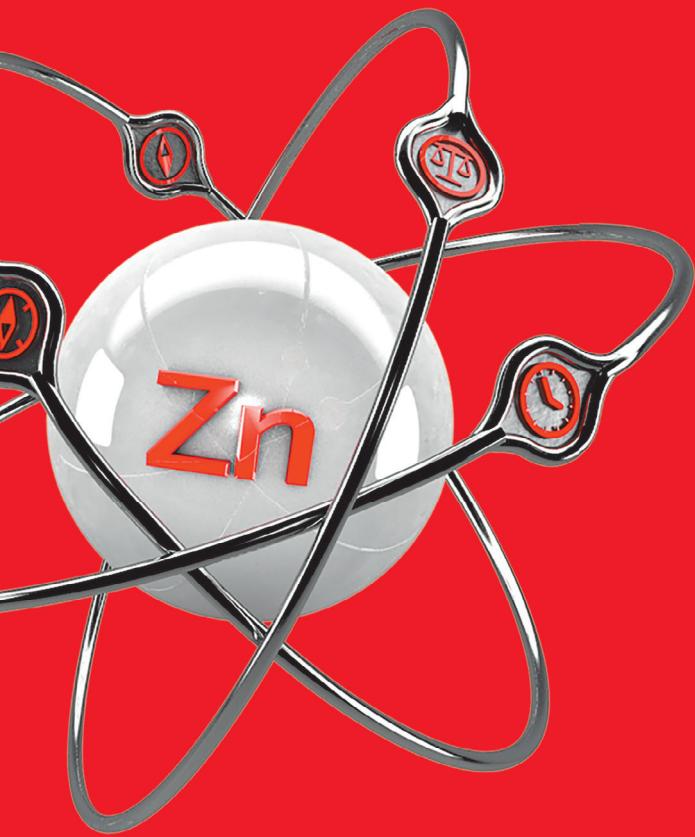
THAYSEN et al. (2018): Effects of stage of maturity, rollers and chopping length on starch availability, losses and aerobic stability of maize (*Zea mays L.*) silage, ISC Bonn, p. 504

WEISS et al. (2018): Formation of volatile organic compounds during the course of maize fermentation depending on sealing time and silage additive use. ISC Bonn, p. 70

### **Autorenanschrift:**

Johannes ThaySEN  
Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein  
Grüner Kamp 15-17  
24768 Rendsburg  
jthaysen@lksh.de

# Zinc different!



## MiaTrace Zn

Die innovative Zinkquelle von MIAVIT!

- zeitverzögerte, gezielte Freisetzung im Darm
- bessere Leistung
- bessere Tiergesundheit



**MIAVIT GmbH** · Robert-Bosch-Str. 3  
49632 Essen (Oldb) · Germany  
Tel. +49 54 34-82 0 · [www.miavit.com](http://www.miavit.com)

# Futtermittelsicherheit

**Jürgen Danier**

Bayerisches StMUV

## Einleitung

Ende der 90er Jahre hat die Europäische Kommission mit ihrem Weißbuch zur Lebensmittelsicherheit ein neues Konzept entwickelt.

Wesentlicher Ansatzpunkt ist dabei die Einbindung der Futtermittel in die Vorschriften zur Gewährleistung der Lebensmittelsicherheit und Ausdehnung des vorbeugenden Verbraucherschutzes auch auf den Futtermittelsektor.

In der sog. Lebensmittel-Basisverordnung sind die Pflichten und Verantwortung der Lebens- und Futtermittelunternehmer festgelegt; die Instrumente sind ausgerichtet am Vorsorgeprinzip und der Sicherstellung der Rückverfolgbarkeit in der Kette. Das von der Europäischen Kommission eingerichtete und betriebene Schnellwarnsystem für Fälle einer ernsten gesundheitlichen Gefahr ist Teil des Konzeptes.

Flankierende Regelungen zur Basisverordnung sind für Futtermittel im Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch (LFGB) getroffen worden.

Die Basisverordnung wird im Futtermittelsektor durch spezielle EG-Verordnungen unterstellt, so z.B. über die Futtermittelhygiene, die Zulassung und Verwendung von Futtermittelzusatzstoffen, das Verbot der Verfütterung bestimmter tierischer Proteine zur Bekämpfung der TSE, die Zulassung und Kennzeichnung gentechnisch veränderter Futtermittel, die amtliche Kontrolle.

Diese Vorschriften gelten unmittelbar. Die Vollzugsbehörden der EU-Mitgliedsstaaten wenden die entsprechenden Vorschriften in eigener Zuständigkeit an. In Deutschland sind die Bundesländer hierfür zuständig. Art und Umfang staatlicher Maßnahmen orientieren sich am Grundsatz der Verhältnismäßigkeit.

Die einheitliche Auslegung der Vorgaben des EU-Rechts wird auf nationaler Ebene zwischen den Mitgliedstaaten und in Deutschland zwischen den Bundesländern koordiniert, u.a. durch orientierende und verpflichtende Vorgaben zur amtlichen Kontrolltätigkeit und Publikation entsprechender Leitfäden und Merkblätter.

Beispiele hierfür sind in Deutschland das Kontrollprogramm Futtermittel für die Jahre 2017 bis 2021, die Allgemeine Verwaltungsvorschrift über Grundsätze zur Durchführung der amtlichen Überwachung der Einhaltung der Vorschriften u.a. des Futtermittelrechts (AVV Rahmen-Überwachung – AVV RÜb) und für die Durchführung des Schnellwarnsystems für Lebensmittel, Lebensmittelbedarfsgegenstände und Futtermittel (AVV Schnellwarnsystem – AVV SWS), Leitfaden zur Kontrolle der Anwendung des HACCP-Konzeptes und zur Rückverfolgbarkeit im Futtermittelsektor, Merkblätter für die Zulassung und Registrierung von Futtermittelunternehmen.

## Aufgaben der Unternehmer und Behörden

Die allgemeinen Vorschriften über die Futtermittelsicherheit und den Anforderungen an die Rückverfolgbarkeit aus der Basisverordnung werden durch die Futtermittelhygieneverordnung ergänzt und vertieft. Diese gilt auch für Futtermittel für nicht der Lebensmittelgewinnung dienende Tiere.

Wesentlicher Grundsatz ist, dass die Verantwortung für die Futtermittelsicherheit und an die Rückverfolgbarkeit beim Futtermittelunternehmer liegt. Dieser hat die Futtermittelsicherheit in den seiner Kontrolle unterstehenden Betrieben auf allen Stufen der gesamten Kette, angefangen bei der Primärproduktion bis hin zur Fütterung von zur Lebensmittelgewinnung bestimmten Tieren zu gewährleisten.

Unter den allgemeinen Verpflichtungen ist verbindlich vorgeschrieben, dass Maßnahmen und Verfahren anzuwenden sind, mit denen das Risiko einer biologischen, chemischen und physikalischen Kontamination von Futtermitteln, Tieren und tierischen Erzeugnissen so niedrig wie vernünftigerweise als vertretbar gehalten wird. Bestimmte Futtermittelunternehmer werden verpflichtet, ein schriftliches Verfahren oder Verfahren, die auf HACCP-Grundsätzen beruhen, einzurichten, durchzuführen und aufrechtzuerhalten. Dabei stehen Arzneimittel, Pflanzenschutzmittel, organische bzw. anorganische Schadstoffe, Mykotoxine u.a.m. im Fokus. Dabei sind die allgemeinen Verpflichtungen zur Minimierung von Risiken für eine biologische, chemische und physikalische Kontamination von Futtermitteln im Kontext mit anderen rechtlichen Vorgaben zu sehen.

Anforderungen zur Rückverfolgbarkeit haben zum Ziel, im Fall von unsicheren Futtermitteln, gezielte und präzise Rücknahmen vorzunehmen oder die zuständigen Behörden zu informieren und damit unnötige weitergehende Eingriffe bei Problemen mit der Futtermittelsicherheit zu vermeiden.

Zu diesem Zweck muss über das Rückverfolgbarkeitssystem sichergestellt werden, dass ein Futtermittelunternehmen, einschließlich des Importeurs, das Unternehmen feststellen kann, das das Futtermittel oder den Rohstoff geliefert hat bzw. an wen der Futtermittelunternehmer ein Futtermittel abgegeben hat. Damit wird sichergestellt, dass die Rückverfolgbarkeit auf allen Stufen gewährleistet ist („Ein Schritt zurück – ein Schritt vor“).

Die innerbetriebliche Rückverfolgbarkeit ist dagegen weder Gegenstand der Basisverordnung noch der Futtermittelhygieneverordnung. Die Einrichtung von Systemen zur „internen Rückverfolgbarkeit“ ist jedoch im Hinblick auf eine Eingrenzung von Maßnahmen auf bestimmte Partien und deren gezielten Rückruf empfehlenswert.

Zusätzlich zu den Anforderungen an die Rückverfolgbarkeit haben Hersteller von Futtermittelzusatzstoffen, Vormischungen, Einzelfuttermitteln und Mischfuttermitteln Rückstellproben aus den für die Herstellung der Futtermittel verwendeten Erzeugnissen sowie den hergestellten und in Verkehr gebrachten Erzeugnissen zu entnehmen.

Erkennt ein Futtermittelunternehmer oder hat er Grund zu der Annahme, dass ein von ihm eingeführtes, erzeugtes, verarbeitetes, hergestelltes oder vertriebenes Futtermittel die Anforderungen an die Futtermittelsicherheit nicht erfüllt, so hat er unverzüglich Verfahren einzuleiten, um das betreffende Futtermittel vom Markt zu nehmen und die zuständigen Behörden hiervon zu unterrichten.

Die Systeme und Verfahren zur Informationsübermittlung sind so einzurichten und zu führen, dass auf Anfrage der zuständigen Behörden diesen die Informationen unverzüglich zur Verfügung gestellt werden können.

Die Erfüllung der Anforderungen ist Aufgabe der Futtermittelunternehmer. Diese sind am besten in der Lage, Systeme und Verfahren zu entwickeln und dafür zu sorgen, dass die von ihnen gelieferten Futtermittel sicher sind.

Aufgabe der Behörden ist es, die Einhaltung der Rechtsvorschriften durch die Futtermittelunternehmer mit den Mitteln der Überwachung durchzusetzen. Die geregelte Registrierung von Tätigkeiten von Futtermittelunternehmen dient dabei der Sicherstellung der Rückverfolgbarkeit, da nur von registrierten Betrieben Futtermittel bezogen und verwendet werden dürfen.

Futter- und lebensmittelrechtliche Maßnahmen sind davon abhängig, ob von den Futtermitteln ein unmittelbares oder mittelbares Risiko für die menschliche Gesundheit, oder ein ernstes Risiko für die tierische Gesundheit oder die Umwelt ausgeht.

Enthalten Futtermittel z. B.

- unerwünschte Stoffe oder Pestizidrückstände über den gesetzlichen Höchstgehalten oder
- verbotene Materialien oder
- Verschleppungen von nicht zugelassenen oder entgegen den Zulassungsbedingungen eingesetzten Tierarzneimitteln oder
- sonstige unerwünschte Stoffe oder für die Zieltierart oder Kategorie nicht zugelassene Zusatzstoffe,

sind die Stoffe krebserzeugend, erbgutschädigend oder fortpflanzungsgefährdend und können nachweisbar in vom Tier stammende Lebensmittel übergehen, dann liegt ein solches Risiko vor.

Das ist auch der Fall bei Futtermitteln,

- die pathogene Mikroorganismen enthalten und davon ausgegangen werden muss, dass die vom Tier stammenden Lebensmittel die menschliche Gesundheit gefährden können,
- die aus nicht zugelassenen genetisch veränderten Organismen bestehen oder solche enthalten, sofern das Vorliegen eines Risikos für die menschliche Gesundheit oder eines ernsten Risikos für die Tiergesundheit oder die Umwelt festgestellt wurde.

Grundlage für futter- und lebensmittelrechtlich gebotene Maßnahmen (z.B. Verfütterungsverbot, ggf. öffentlicher Rückruf) ist je nach Fallkonstellation die Risikobewertung von Untersuchungs- bzw. Kontrollergebnissen dahingehend betroffener Futtermittel.

## Literatur

Uwe Petersen, Sabine Kruse, Sven Dänicke und Gerhard Flachowsky (Hrsg.), Meilensteine für die Futtermittelsicherheit, Vortragsveranstaltung im Forum der FAL am 16./17. November 2006, Sonderheft 306, 2007, Landbauforschung Völkenrode - FAL Agricultural Research, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, ISSN 0376-0723, ISBN 978-3-86576-030-2

Verordnung (EG) Nr. 178/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 28. Januar 2002 zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit

Verordnung (EG) Nr. 183/2005 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Januar 2005 mit Vorschriften für die Futtermittelhygiene

Kontrollprogramm Futtermittel für die Jahre 2017 bis 2021  
siehe Link: [https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Tier/Futtermittel/KontrollprogrammFuttermittel\\_2017\\_2021.html](https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Tier/Futtermittel/KontrollprogrammFuttermittel_2017_2021.html)

Allgemeine Verwaltungsvorschrift über Grundsätze zur Durchführung der amtlichen Überwachung der Einhaltung der Vorschriften des Lebensmittelrechts, des Rechts der tierischen Nebenprodukte, des Weinrechts, des Futtermittelrechts und des Tabakrechts (AVV Rahmen-Überwachung – AVV RÜb) vom 3. Juni 2008, zuletzt geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 15. Februar 2017

Allgemeine Verwaltungsvorschrift für die Durchführung des Schnellwarnsystems für Lebensmittel, Lebensmittelbedarfsgegenstände und Futtermittel (AVV Schnellwarnsystem – AVV SWS) vom 8. September 2016

Orientierungswerte, Leitfäden, Leitlinien und Merkblätter auf dem Futtermittelsektor – – s. Link:  
[https://www.bmel.de/DE/Tier/Tierernaehrung/\\_texte/OrientierungswerteLeitfaeden.html](https://www.bmel.de/DE/Tier/Tierernaehrung/_texte/OrientierungswerteLeitfaeden.html)

**Autorenanschrift:**

Jürgen Danier  
Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV)  
Referat 43: Lebensmittel nicht tierischer Herkunft, Lebensmittelchemie und Futtermittel  
Rosenkavalierplatz 2  
D - 81925 München  
futtermittel@stmuv.bayern.de

## Zum Umgang mit dem Risiko

**Helmut Schafft**

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), Berlin

Wissenschaftlich charakterisiert „Risiko“ das Ausmaß eines möglichen Schadens und die Wahrscheinlichkeit, dass er eintritt. Ein gesundheitliches Risiko resultiert aus der Gefährdung durch einen chemisch definierten Stoff oder ein mikrobielles Agens und der Häufigkeit und dem Ausmaß, in dem ein Verbraucher oder ein Nutztier damit in Kontakt kommt.

Unter bestimmten Bedingungen können fast alle chemischen Stoffe (z.B. Kontaminanten) oder Keime die Gesundheit schädigen und damit zum Risiko werden. Wird dieses Gefahrenpotenzial frühzeitig erkannt, können die Bedingungen so verändert werden, dass das Risiko abgewehrt oder begrenzt wird.

### **Das Paradigma der Bewertung gesundheitlicher Risiken: Zur Unterscheidung der Begriffe „Gefahr“ und „Risiko“**

Setzt man die Gefährdung durch eine chemische Kontaminante oder ein mikrobielles Agens zu der Substanz- oder Keimmenge in Beziehung, der ein Mensch ausgesetzt ist, kann sowohl die Wahrscheinlichkeit einer gesundheitlichen Schädigung als auch deren Schweregrad abgeschätzt werden. Eine gesundheitliche Bewertung setzt sich aus den folgenden vier Arbeitsschritten zusammen:

1. Identifizierung der möglichen Gefahrenquelle (Gefahren-Identifikation, „hazard identification“)
2. Beschreibung des Gefährdungspotenzials (Gefahren-Charakterisierung, „hazard characterisation“)  
Nachdem die Gefahr erkannt wurde, wird sie qualitativ (der Art nach) und quantitativ (in Abhängigkeit des Effektes von der Dosis) beschrieben.
3. Expositionsschätzung („exposure assessment“)  
Die anschließende Expositionsschätzung macht Angaben über die Menge eines Stoffes oder Keims, denen ein Mensch oder ein Tier unter verschiedenen Umständen (Szenarien) ausgesetzt sein kann.
4. Risiko-Charakterisierung („risk characterisation“)  
In der abschließenden Risikobeschreibung wird das qualitative Risiko in Beziehung gesetzt zu der Menge eines Stoffes oder der Anzahl der Keime, der ein Mensch bzw. ein Tier ausgesetzt sein kann. So wird die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines gesundheitlichen Effektes und der zu erwartende Schweregrad abgeschätzt und bewertet.

Aus wissenschaftlicher Sicht beschreibt ein Risiko also die Wahrscheinlichkeit des Eintritts eines Schadens, wobei die Wahrscheinlichkeit maßgeblich von Gefährdungspotenzial und der Exposition abhängig ist. Gefühlte Risiken entstehen hingegen, weil Menschen die auf Mathematik und Statistik beruhenden Ergebnisse einer wissenschaftlichen Risikobewertung nicht oder falsch verstehen. In solchen Fällen ist es den Risikoforschern nicht gelungen, die Bewertung gesundheitlicher Risiken transparent, verständlich und trotzdem differenziert zu kommunizieren.

## **Sicherheit ist ein Gefühl (Sicherheit versus Unsicherheit, Gefahr versus Risiko)**

Der Lebensmittel- und Futtermittelsicherheit wird in Europa sowohl seitens der Politik als auch der Administration eine große Bedeutung zugeschrieben. Seit dem Jahr 2000 wurde ein umfassendes rechtliches Regelwerk geschaffen, welches sicherstellen soll, dass die Lebens- und Futtermittel „sicher“ sind. Das Konzept dieser EU-Lebensmittelsicherheitspolitik basiert auf einer Verknüpfung aller Herstellungs- und Produktionsstufen miteinander: Futter- und Lebensmittel werden entlang der Herstellungs- und Warenketten vom Erzeuger bis zum Verbraucher verfolgt.

Eines der wesentlichen Grundprinzipien des Futtermittelsicherheitsrechts lautet, dass Futtermittel nicht verfüttert werden dürfen, wenn davon auszugehen ist, dass sie die Gesundheit von Mensch oder Tier beeinträchtigen oder sich nachteilig auf die tierische Produktion auswirken können. Dieser Grundsatz ist durch § 17 des Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuches (LFGB) sichergestellt. Die nationale Regelung entspricht somit den Anforderungen, die im Artikel 15 der sogenannten Basisverordnung (EG) Nr. 178/2002 festgeschrieben wurden: „*Futtermittel, die nicht sicher sind, dürfen nicht in Verkehr gebracht oder an der Lebensmittelgewinnung dienende Tiere verfüttert werden*“. Eine Definition dessen, was unter dem Begriff „sicher“ zu verstehen ist, findet sich allerdings weder im LFGB noch in der EU-Basisverordnung. Die Konkretisierung und Auslegung entscheidender Begriffe ist Aufgabe der Wirtschaftsbeteiligten, der Futter- und Lebensmittelunternehmer, der Rechtsunterworfenen und schließlich der Gerichte, oder man versucht die „Lücken“ durch Gesetze, Verordnungen und Richtlinien zu füllen.

Letztlich wird dem Individuum die Verantwortung dafür aufgebürdet, jene Dilemmata aufzulösen, die durch irritierende Begrifflichkeiten und sich ständig wandelnde Umstände erzeugt werden. Die Risiken, die jede Entscheidung mit sich bringt, mögen von Kräften verursacht werden, die jenseits des Begreifens und der Handlungsfähigkeit des Einzelnen liegen, und doch ist es das Schicksal des und die Pflicht des Einzelnen, den Preis dieser Risiken zu zahlen, denn es gibt keine autorisierten Rezepte, die einen vor Irrtümern schützen können, wenn man sie nur ordentlich erlernte und pflichtschuldig befolgte beziehungsweise denen man im Fall des Scheiterns die Schuld geben könnte: Sicherheit ist ein Gefühl und der Begriff der Futter- und Lebensmittelsicherheit ist ein politisches Diktum. Sicherheit ist ein menschliches Grundbedürfnis und die Gewährung von Sicherheit (als öffentliches Gut) ist eine der Hauptaufgaben des Staates. Sicherheit wird aufgefasst als die Minimierung von Unsicherheit. Individuell wird Sicherheit mit der faktischen Abwesenheit von Risiken assoziiert. Das Gefühl der Sicherheit entspricht dem individuellen Empfinden der Abwesenheit von Risiken. Für den Risikoforscher stellt sich in diesem Zusammenhang die Frage, ob „Sicherheit“ auch mit einem „akzeptablen Risiko“ gleichzusetzen ist?

## **Mit dem Futter fängt es an - Futtermittelsicherheit**

Erste staatliche Reglementierungen im Futtermittelbereich datieren aus dem Jahre 1889, als im damaligen Königreich Sachsen festgestellt wurde, dass durch Verfütterung einer Kleie Tiere erkrankt und verendet waren, und dass Kinder, die Milch von den erkrankten Kühen getrunken hatten, ebenfalls erkrankten. Es war sicherlich nur ein Vorfall am Rande des damaligen Tagesgeschehens, aber es war Anlass genug, den damaligen Sächsischen Landeskulturrat zu Untersuchungen und Schritten anzuregen, die – über Jahrzehnte hinweg – zur Entwicklung der Gesetzgebung im Bereich der Futtermittelsicherheit geführt haben.

Als erste staatliche Reglementierung im Futtermittelbereich kann die Verordnung über Mischfutter vom 8. April 1920 gelten, die durch das Futtermittelgesetz vom 22. Dezember 1926 abgelöst wurde. Die staatliche Reglementierung des Verkehrs mit Futtermitteln wurde damals insbesondere mit den Interessen der Landwirte begründet, da diese vor Übervorteilung geschützt werden sollten. Darüber

hinaus ließ der wachsende Futtermittelimport eine Kontrolle als notwendig erscheinen. Die „Ratio“ der Vorschriften für das Futtermittelgesetz von 1926 kann somit umschrieben werden als Schutz des Abnehmers von Futtermitteln vor Täuschungen, unter gleichzeitiger Wahrung der berechtigten Interessen des Handels in einem – wie es damals schien – wohl ausgewogenen Umfange.

Wie anderes technisches Recht auch sieht sich das Futtermittelrecht heute durch den technischen Fortschritt zunehmend mit der Aufgabe konfrontiert, nicht nur auf Gefahren zu reagieren, sondern auch mit Risiken und Ungewissheit umzugehen. So war bei dem Umgang mit BSE/TSE und der Verfütterung von verarbeiteten tierischen Proteinen an lebensmittel liefernde Tiere, der Frage des Einsatzes von Antibiotika als Wachstumsförderer in der Mast, bei der Verwendung von neuen Futtermittelzusatzstoffen oder beim Einsatz genetisch veränderter Organismen in Futtermischungen immer jeweils zu entscheiden, ob die Situation ein gesundheitliches Risiko birgt, und wenn dies der Fall ist, ob dieses Risiko hingenommen werden kann oder Maßnahmen zu ergreifen sind.

Um den richtigen Weg zwischen zu spät kommender Gefahrenabwehr und uferloser Risikovorsorge zu finden und die öffentliche Sicherheit und die wirtschaftliche Freiheit in einem transparenten und nachprüfbaren Sinne zum Ausgleich zu bringen, bezieht sich die Verordnung (EG) Nr. 178/2002 auf die Grundsätze der Risikoanalyse. Die Risikoanalyse ist gekennzeichnet durch eine weitestgehende und systematisierte Sammlung von Informationen, deren wissenschaftlich fundierte Bewertung und ein auf Eigenverantwortung setzendes Risikomanagement zur Vermeidung oder Minderung von Risiken beiträgt.

## Risikowahrnehmung und Risikokommunikation

In den Anfängen der Risikoforschung war es ein wesentliches Bestreben, eine universell gültige Formel für das Risikomaß zu entwickeln, die es ermöglicht, die Akzeptanz unterschiedlichster Risiken nach Eintrittswahrscheinlichkeit und der Schwere ihrer Schäden zu klassifizieren. Häufig werden in der Öffentlichkeit jedoch relativ unbedeutende Risiken überbewertet, während schwerwiegende Risiken teils unterschätzt oder gar verdrängt werden. Ein Risiko charakterisiert der „normal informierte und angemessen aufmerksame und verständige Durchschnittsverbraucher“, der Laie, daher ebenso über Parameter wie Schrecklichkeit und Reversibilität eines Schadens, persönliche Betroffenheit oder auch Wahlfreiheit von Menschen einem Risiko gegenüber. So nehmen wir ein freiwillig eingegangenes Risiko viel eher in Kauf als eines, das wir nicht selbst unter Kontrolle haben. Bekannte Risiken scheinen uns erträglicher als unbekannte, und natürliche akzeptieren wir leichter als künstlich erzeugte. Da die individuelle Risikowahrnehmung somit von zahlreichen Faktoren beeinflusst wird, ist es eine wesentliche Aufgabe der Risikowahrnehmungsforschung vorherzusagen, welche Risikothemen in der öffentlichen Diskussion Relevanz haben und welche nicht.

Die unterschiedliche Wahrnehmung von Risiken aus dem Bereich des gesundheitlichen Verbraucherschutzes sowie die daraus abgeleiteten Forderungen nach präventiven oder risiko-minimierenden Maßnahmen führen häufig dazu, dass eine Institution wie das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) mit einer Vielzahl widersprüchlicher Anforderungen und Erwartungen durch seine Stakeholder konfrontiert ist. Diese Widersprüchlichkeit resultiert vorwiegend daraus, dass hinsichtlich der Gefährlichkeit oder des Ausmaßes und der Bewertung eines Risikos, das von einem Stoff oder Keim ausgeht, unter den verschiedenen Stakeholdern sowie in der allgemeinen Öffentlichkeit Uneinigkeit besteht. Präventive oder risiko-minimierende Maßnahmen werden daher häufig entweder als übertrieben, zu rigide etc. oder als nicht ausreichend bezeichnet.

Menschen können Risiken für Gesundheit und Umwelt nur schwer beurteilen. Wenn es um offizielle Stellungnahmen geht, fühlen sich manche überfordert oder diese Stellungnahmen werden nicht ernst genommen. Kurzum. Die meisten Menschen fühlen sich verunsichert, wenn gesundheits- oder umweltrelevante Risiken thematisiert werden. Allerdings leben Menschen manchmal auch in der Illusion, dass bei einem entsprechenden technologischen und administrativen Aufwand nicht nur die

gesundheitlichen Risiken sondern auch die damit verbundenen Unsicherheiten beseitigt werden können. Beides begründet Ängste auch vor Risiken, die aus wissenschaftlicher Sicht sehr klein oder zu vernachlässigen sind. Das durch den Angstfaktor potenzierte gefühlte Risiko kann im Extremfall selbst zu einem Verhalten führen, das die Gesundheit gefährdet.

Die Kommunikation über Risikoabschätzungen steht besonders dann vor einer großen Herausforderung, wenn das Risiko nicht eindeutig festgestellt werden kann. Dann geht es vor allem darum, dass der Unterschied zwischen Gefahr (engl.: hazard) und Risiko (engl.: risk) verstanden wird. Als Gefahr bezeichnet man gesundheitsschädigende Eigenschaften, die von einer Substanz bzw. von einem Produkt grundsätzlich ausgehen. Ein Risiko liegt aber erst dann vor, wenn man dieser Quelle auch ausgesetzt ist, d.h. eine Exposition vorliegt. Und hier kommt es ganz entscheidend darauf an, welcher Konzentration eines Stoffs man ausgesetzt ist. Um die Befunde zu der Risikoabschätzung und -bewertung verstehen zu können, ist Hintergrund- und Bewertungswissen erforderlich. Ohne dieses Wissen bleiben Informationen bestenfalls nutzlos, im schlechtesten Fall verstärken sie Fehleinschätzungen.

## Leben in der Ungewissheit

Neben der Information über gesichertes Wissen ist es auch die Aufgabe des Risikoforschers dafür Sorge zu tragen, das Nicht-Wissen in öffentlichen Entscheidungssystemen prozessiert wird, denn die Risikobewertung ist immer eine Bewertung unter Unsicherheit. Wichtig ist, dass neben den wissenschaftlichen Erkenntnissen, die einer Risikoabschätzung zugrunde liegen, auch die Kenntnislücken und Unsicherheiten in der Interpretation wissenschaftlicher Daten offengelegt werden. Die transparente Kommunikation von Unsicherheit ist für die Risikoforschung ein neuer Forschungsbereich, der für die Akzeptanz von Entscheidungen jedoch von großer Bedeutung ist.

Trotz aller Unsicherheit bei der „Produktion von Wissen“ ist die Wissenschaft der einzige legitime Weg Wissen in der modernen Gesellschaft zu erzeugen. Allerdings ist dabei nicht die Verkündung gesicherten Wissens die Aufgabe der Zukunft, sondern der Umgang und das Management von Unsicherheit. Der Umgang mit Nicht-Wissen wird zur entscheidenden Variablen bei Entscheidungen. Unsicherheit wird produziert bei völlig unspektakulären Folgen alltäglicher Handlungen. Gemeint sind damit zum Beispiel die langfristigen Effekte der chronischen Aufnahme kleiner Mengen an unerwünschten Substanzen wie zum Beispiel Cadmium oder Blei mit der Nahrung. Die Folgen von gesellschaftlich etablierter Ernährungsformen schlagen sich dann unter Umständen nieder in irreversiblen Nierenschädigungen oder neurotoxisch begründeten Entwicklungsstörungen. Erkennbar und diagnostizierbar erst nach Jahren oder am Ende des Lebens.

Kennzeichnend für solcherart täglicher Gefahrenlagen ist zum einen, dass eine oftmals sehr lange Zeitdistanz zwischen Ursachen und Wirkungen liegt, zum anderen, dass bei den gesundheitlichen Effekten extrem viele Faktoren mitwirken (können). Weiterhin ist charakteristisch, dass die Wirkungen nur noch mittels des Einsatzes von Wissenschaft und aufwendiger Medizintechnik überhaupt wahrgenommen werden können und dass Handlungen, Folgen und Verursacher so weit auseinandertreten, dass keine eindeutige Beziehung mehr festzustellen ist. Letzteres gilt insbesondere, da ja nicht nur ein Verursacher Schuld an dem erzeugten Schaden hat, sondern die Gefährdung und gesundheitliche Schädigung nur durch das Zusammenwirken vieler entsteht. Das alles bewirkt, dass es oftmals schwerfällt, Schwellenwerte anzugeben oder Grenzwerte abzuleiten, bei deren langfristiger Überschreitung eine Schädigung beginnt, mit welchen Maßnahmen sie zu bekämpfen ist oder wer eigentlich zur Verantwortung zu ziehen sei. Neben der Langfristigkeit bereitet auch zusehends die Globalisierung der kummulativen Folgen ernährungsbedingter Gefährdungen Probleme beim Ergreifen rechtzeitiger Abwehrmaßnahmen.

Risiko meint damit, dass mögliche Schäden auf das Entscheidungsverhalten schon heute zugerechnet werden, wobei das Wissen über das Ausmaß der Schädigung, den Eintritt des Schadens und ob es

überhaupt zur Schädigung des Verbrauchers oder des (Nutz-)Tieres kommen wird, mit großen Unsicherheiten behaftet und die Auswirkungen sich zudem oftmals erst Jahre später manifestieren. Das Nicht-Wissen (Unkalkulierbarkeit der Entscheidungsfolgen) wird somit zum Bestandteil der Entscheidung. Nur eines ist gewiss: Sicher ist nur die Unsicherheit. Aber es muss bewertet und entschieden werden. Und zwar zeitnah.

## Rechtfertigen gefühlte Risiken staatliches Handeln?

Gefühlte, also nicht wissenschaftlich begründete Risiken gehören zum gesellschaftlichen Leben und prägen das Verhalten der Menschen im Alltag. Für die Politik sind sie real und dürfen nicht ignoriert werden. Um Krisen zu vermeiden, ist deshalb auch bei einem gefühlten Risiko staatliches Handeln nötig.

## Was passiert, wenn ein (Rückstand-)Höchstgehalt überschritten wird?

Die Überschreitung eines gesetzlich festgeschriebenen Höchstgehaltes an Pestizidrückständen in und auf Lebens- und Futtermitteln pflanzlichen und tierischen Ursprungs, oder eine Überschreitung eines Höchstgehaltes an bestimmten Kontaminanten in Lebensmitteln, oder eine Überschreitung eines Höchstgehaltes an unerwünschten Stoffen in der Tierernährung stellt in jedem Fall einen Verstoß gegen geltendes Recht dar. Die entsprechenden Lebens- oder Futtermittel sind *per se* nicht verkehrsfähig. Dies muss aber nicht bedeuten, dass die nachgewiesene Überschreitung des Höchstgehaltes auch ein gesundheitliches Risiko für Verbraucher oder für (Nutz-)Tiere darstellt, denn gesetzlich festgelegten Höchstgehalte basieren i.d.R. nicht allein auf wissenschaftlichen Erkenntnissen, sondern stellen ein *compositum mixtum* dar aus wissenschaftlicher, ökonomischer und politischer Realität. Höchstgehalte/Höchstmengenregelungen sind keine toxikologisch begründeten Grenzwerte! In aller Regel werden erst bei sehr viel höheren Konzentrationen die toxikologischen Grenzwerte erreicht. Ein gesetzlich festgelegter Höchstgehalt ist somit nicht die Unterscheidungsgrenze zwischen „giftig“ und „nicht giftig“, sondern ein Handelsstandard.

Die Überschreitung eines gesetzlichen Höchstgehaltes bedeutet nicht zwingend eine Gesundheitsgefährdung für Verbraucher oder das Lebensmittel liefernde Tier, denn Höchstgehalte dienen auch als verbindliche Handelsstandards zur Gewährleistung des freien Warenverkehrs in der Europäischen Union. Höchstgehalte werden nie höher festgesetzt als es nach guter landwirtschaftlicher Praxis erforderlich ist. Hingegen geben gesundheitsbezogene (toxikologisch begründete) Referenzwerte (engl.: health-based guidance values) wie „Tolerierbare tägliche Aufnahme“ (TDI), oder ADI, die Menge eines Stoffes an, die ein Verbraucher täglich und ein Leben lang ohne erkennbares Gesundheitsrisiko aufnehmen kann. Da gesundheitsbezogene Referenzwerte keine Höchstgehalte im gesetzlichen Sinne darstellen, sind sie folglich auch nicht in Gesetzen oder Verordnungen niedergelegt. Gesundheitsbezogene Referenzwerte sind Arbeitsergebnisse von Wissenschaftlern und stellen prinzipiell vorläufige Entscheidungen dar, weil die Komplexität der Ursachen-Wirkungs-Zusammenhänge (oftmals) keine Entscheidungssicherheit zulässt. Allerdings stellen gesundheitsbezogene Referenzwerte Marksteine dar bei Diskussionen über ein gesellschaftlich akzeptiertes Maß des hinnehmbaren Risikos.

## **Rollentrennung von Risikobewertung und Risikomanagement**

Die Gewährleistung der Lebensmittel- und Futtermittelsicherheit vom Erzeuger bis zum Verbraucher ist eine komplexe und anspruchsvolle Aufgabe. Soweit das Futter- und Lebensmittelrecht die Verringerung, Ausschaltung oder Vermeidung eines Gesundheitsrisikos anstrebt, ergibt sich aus den drei miteinander verbundenen Einzelschritten der Risikoanalyse, nämlich Risikobewertung, Risikomanagement und Risikokommunikation, eine systematische Methodik zur Ermittlung effektiver, angemessener und gezielter Maßnahmen oder sonstiger Aktionen des gesundheitlichen Verbraucherschutzes.

Im Interesse des Vertrauens in die wissenschaftliche Basis des Futter- und Lebensmittelrechts müssen Risikobewertungen unabhängig, objektiv und transparent auf der Grundlage der verfügbaren wissenschaftlichen Informationen und Daten durchgeführt werden. Risikomanager nutzen diese Beratung als Entscheidungsgrundlage, um die betreffenden Probleme anzugehen. Diese Rollentrennung ist auf europäischer Ebene fundamental und gesetzlich verankert. Sie wurde eingeführt, um den Unterschied zwischen Wissenschaft und Politik zu verdeutlichen – und um unabhängige, wissenschaftlich fundierte Bewertungen ins Zentrum der Politikgestaltung zu rücken.

Dabei wird allgemein anerkannt, dass die wissenschaftliche Risikobewertung allein in manchen Fällen nicht alle Informationen liefert, auf die sich eine Risikomanagemententscheidung gründen sollte, und dass auch noch andere für den jeweils zu prüfenden Sachverhalt relevante Faktoren wie beispielsweise gesellschaftliche, wirtschaftliche und ethische Gesichtspunkte, Traditionen und Umwelterwägungen wie auch die Frage der Kontrollierbarkeit zu berücksichtigen sind.

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) ist das nationale Institut, das auf der Grundlage international anerkannter wissenschaftlicher Bewertungskriterien Gutachten und Stellungnahmen zu Fragen der Lebensmittel-, Futtermittel- und Chemikaliensicherheit und des gesundheitlichen Verbraucherschutzes erstellt. In diesen Bereichen berät es die Bundesregierung sowie andere Institutionen und Interessengruppen. Das BfR betreibt eigene Forschung zu Themen, die in engem Zusammenhang mit seinen Bewertungsaufgaben stehen. Es ist eine rechtsfähige Anstalt im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL).

## **Literatur**

- Bauman, Z. (2008): Flüchtige Zeiten. Leben in der Ungewissheit, 2. Auflage Dez. 2013, Hamburg
- Bechmann, G. und Stehr, N. (2000): Risikokommunikation und die Risiken der Kommunikation wissenschaftlichen Wissens. Zum gesellschaftlichen Umgang mit Nichtwissen, GAIA 9 (2000) No. 2, 113-121
- Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2010): Leitfaden für gesundheitliche Bewertungen, BfR, Berlin, 2010. [https://www.bfr.bund.de/de/risikobewertung\\_durch\\_das\\_bfr-1799.html](https://www.bfr.bund.de/de/risikobewertung_durch_das_bfr-1799.html) (aufgerufen am 17.08.2018)
- Eckerskorn, W. (1978): Zur Anpassung des Futtermittelrechts an aktuelle ernährungspolitische Erfordernisse; Vortrag, gehalten auf dem 89. VDLUFA-Kongress in Aachen, 19.-24.09.1977; Kongressband 1977, Landwirtschaftliche Forschung, SH 34/1: 26-36
- FAO/WHO Codex Alimentarius (2007): Working principles for Risk Analysis for food safety for application by governments; CAC/GL 62-2007
- Hensel, A. (2007): Auch gefühlte Risiken erfordern staatliches Handeln; Aus Anlass des 5-jährigen BfR-Jubiläums diskutierten Experten über Fragen der Risikobewertung und des Managements; Presseinformation des BfR, 19/2007, 12.11.2007; <<http://www.bfr.bund.de/cd/10261>> (aufgerufen am 10.08.2018).
- Risikokommission (2003): Abschlussbericht der Risikokommission; *ad hoc*-Kommission „Neuordnung der Verfahren und Strukturen zur Risikobewertung und Standardsetzung im gesundheitlichen Umweltschutz der Bundesrepublik Deutschland“; Abschlussbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Gesundheit und Soziale Sicherung und des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Juni 2003, Salzgitter
- Schafft, H. (2009) in Nutztierpraxis Aktuell 28/2009 16-19

Timm, J. (2009): Theorie der gesundheitlichen Risiken. Zwei Welten im Streit; Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz 12 (2009): 1122-1128

Wrede, O. (2004): Das Europäische Futtermittelrecht unter dem Einfluss des Konzeptes der Lebensmittelsicherheit, Schriftenreihe des Institutes für Landwirtschaftsrecht der Universität Göttingen, Band 52, Carl Heymanns, Köln Berlin München, 2004

Zipfel, W. (1980): 100 Jahre Lebensmittelrecht; Zeitschrift für das gesamte Lebensmittelrecht (ZLR) 7 (1980). 151-166.

Der vorstehende Text dient als konzeptionelle Hintergrundinformation für die Teilnehmer der Beratertagung „56 Jahre Bayerische Arbeitsgemeinschaft Tierernährung (BAT) – Futter und Fütterung sicher gestalten“, am 11.10.2018 in Grub/Poing. Die wiedergegebenen Meinungen sind die des Verfassers und sind nicht als offizielle Stellungnahme des Bundesinstitutes für Risikobewertung (BfR) zu werten.

**Autorenanschrift:**

Priv.-Doz. Dr. Helmut Schafft  
Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR)  
Abteilung Sicherheit in der Nahrungskette  
Max-Dohrn-Str. 8-10  
10589 Berlin  
E-Mail: Helmut.Schafft@bfr.bund.de



**ORFFA**  
EXCENTIALS

# EXCENTIAL SELENIUM<sub>4000</sub>

The new generation of organic selenium

All selenium is  
available in the  
most effective  
organic form



Engineering your feed solutions

Find your Orffa specialist at [www.orffa.com](http://www.orffa.com)

**ORFFA**  
**50**  
YEARS

# Ziel- und Orientierungswerte Getreide

**Martin Schäffler, Hubert Spiekers**

Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft

## Einleitung

In Bayern ist Getreide die Hauptfutterkomponente in der Schweinefütterung. Grundsätzlich sind die Nährstoffansprüche des Tieres abzudecken. Hierfür sind die Qualität und Quantität der Nährstoffe im Getreide entscheidend. Diese Nährstoffe muss das Tier effizient verwerten können. Ist das nicht der Fall, so kommt es zu höheren Futterverbräuchen und Nährstoffausscheidungen. Vor dem Hintergrund der Novellierung der Düngeverordnung kommt diesem Aspekt eine starke Bedeutung zu. Die Qualität eines Futtermittels wird aber auch über die Futterhygiene definiert. Stimmt diese nicht kommt es zu Nährstoffverlusten oder Bildung von Toxinen. Die Pflanzengesundheit auf dem Feld mit der Vermeidung von Fusarientoxinen und vor allem die Lagerung des Getreides sind zu beachten.

Für Getreide als Lebensmittel gibt es definierte Zielwerte oder Orientierungswerte. Für Getreide als Futtermittel gibt es diese nicht. Es stellt sich die Frage, welche Zielwerte für „gutes“ Futtergetreide sinnvoll wären. Im Backweizen sind der Rohprotein gehalt, die Fallzahl und das Hektolitergewicht entscheidend für den Einsatz und die Vermarktung. Diese Zielwerte eignen sich natürlich nicht für die Schweinefütterung. Das Schwein hat z.B. keinen eigentlichen Rohproteinbedarf, sondern benötigt Aminosäuren.

Für die Wiederkäuerfütterung gibt es ebenfalls Ziel- und Orientierungswerte für Gras- und Maissilagen sowie Heu (DLG, 2012). Diese helfen Landwirten und Beratern bei der Beurteilung des Futters und liefern Ansatzpunkte zur Verbesserung. In Anlehnung daran sollen für die Schweinefütterung ebenfalls Ziel- und Orientierungswerte definiert werden. Für das Getreide in der Schweinefütterung sind andere Nährstoffe und Messgrößen wichtig.

Sind Zielwerte für Getreide erst einmal definiert, können sich Landwirte und Berater daran orientieren. Beim Weizen wäre zukünftig auch im Markt zwischen Futterweizen für die Schweinefütterung und z. B. Backweizen zu unterscheiden. Vorerst werden nur Ziel- und Orientierungswerte für die klassischen Getreidearten, wie Winterweizen, Gerste und Triticale definiert. Maisprodukte, wie Körnermais und Maiskornsilage, wurden noch ausgenommen.

## Definition von Ziel- und Orientierungswerten

### Energiegehalt

Je nach Getreideart unterscheidet sich die Umsetzbare Energie Schwein MJ ME/kg Trockenfutter (TF) (Tabelle 1). Basis für die Energieberechnung sind Verdauungsversuche, bei welchen Verdauungsquotienten bestimmt werden. Die Verdauungsquotienten werden mit der GfE Energieberechnungsgleichung (GfE, 2006) verrechnet. Ein Einfluss des Landwirts auf den Energiegehalt ist kaum gegeben. Der ME-Gehalt hängt in erster Linie von der Getreideart ab. Es werden deshalb keine Vorgaben gemacht.

### **Rohproteingehalt**

Das Schwein hat keinen Rohproteinbedarf. Der Rohproteingehalt beeinflusst aber den Aminosäuregehalt und die Aminosäurekonzentration im Rohprotein. Hohe Rohproteingehalte von über 120 g XP/kg TS im Getreide führen zu hohen Rohproteingehalten in getreidebetonten Futtermischungen. Dadurch steigen die Nährstoffausscheidungen an Stickstoff (N) und der Betrieb benötigt mehr Gülleausbringflächen (Schäffler et al. 2017). Besonders bei bayerischem Getreide, welches im Labor Grub (LKV/LfL) untersucht wird, sind die Rohproteingehalte meist höher als bei Getreide, welches in norddeutschen Laboren untersucht wird (Weiss, 2017). Speziell bayerischer Winterweizen weist höhere Rohproteingehalte auf. Deshalb wurde der Zielwert für Rohprotein von Futterweizen deutlich unter den bestehenden Tabellenwert der LfL abgesenkt (Tabelle 3). Die Ziel- und Orientierungswerte für die Rohproteingehalte wurden so gewählt, dass mit einer 3-phasigen Weizen-/Gerstenmischung eine stark N/P-reduzierte Fütterung nach Vorgaben der Düngeverordnung erreicht werden kann (Hiller et al. 2014).

Der Landwirt kann durch die Düngung, die Sorte und die Getreideart den Rohproteingehalt beeinflussen. Ein hohes Stickstoffangebot in der Kornfüllungsphase führt zu höheren Rohproteingehalten. Hohe Erträge führen zu Verdünnungseffekten der Nährstoffe (v.a. Rohprotein). Den Ertrag kann der Landwirt nicht immer beeinflussen. Wenn beispielsweise Niederschläge fehlen, bleibt der Ertrag niedrig.

Tabelle 1: Futteruntersuchungsergebnisse Getreide Labor Grub LKV/LfL Ernte 2017 (LfL, 2018)

(TF 88%TM) Mittelwerte ± SD <sup>2)</sup>	N <sup>1)</sup>	ME Schwein (MJ)	Rohfaser (g)	Rohprotein (g)	Lysin (g)	P (g)
Gerste	677/624/69	12,7 ± 0,1	41 ± 3,6	105 ± 11,0	3,7 ± 0,2	3,4 ± 0,2
Weizen	568/526/63	13,9 ± 0,1	25 ± 1,3	123 ± 13,8	3,3 ± 0,2	3,3 ± 0,2
Triticale	144/130/18	13,6 ± 0,1	25 ± 2,1	110 ± 14,1	3,5 ± 0,2	3,0 ± 0,2

<sup>1)</sup>Anzahl Untersuchungen Weender/Aminosäuren/Mineralstoffe, <sup>2)</sup>Standardabweichung

### **Aminosäuregehalt und Aminosäurekonzentration**

Grundlegend ist festzuhalten, dass der absolute Aminosäuregehalt vom Rohproteingehalt abhängt. Je höher der Rohproteingehalt, desto höher ist der Aminosäuregehalt. Bei steigendem Rohproteingehalt steigt der Aminosäuregehalt vor allem für Lysin nicht linear an. Das heißt, dass die Konzentration von Lysin im Rohprotein fällt. Getreide mit höheren Rohproteingehalten hat zwar absolut mehr Aminosäuren, aber je Einheit Rohprotein liefert es weniger Aminosäuren. Der Futterwert für das Tier ist deshalb geringer (Schäffler et al. 2017). Als Ziel- und Orientierungswert wurde deshalb die Lysinkonzentration in g Lysin/100 g Rohprotein zur Bewertung der Rohproteinqualität und nicht der absolute Gehalt gesetzt (Tabelle 3). Die Ableitung der Werte erfolgte aus Futteruntersuchungsergebnissen der Online-Futteruntersuchungsplattform webFulab (LfL, 2018). Der

Einfluss des Landwirtes auf den Aminosäuregehalt und die Aminosäurekonzentration verhält sich ähnlich dem Einfluss auf den Rohprotein gehalt (siehe oben).

### **Aminosäureverdaulichkeit**

Für die standardisierte praecaecale Aminosäurenverdaulichkeit (st. pcV) gibt es Tabellenwerte der DLG (Staudacher et al. 2014). Diese weichen von den Ergebnissen des GrainUp Projekts (Rosenfelder et al. 2015; Spindler et al. 2016; Strang et al. 2016, 2017) ab. Die Verdaulichkeiten in den untersuchten Weizensorten (n=8), Gerstensorten (n=8), Triticale sorten (n=8) und Roggensorten (n=8) waren niedriger als die tabellierten Werte der DLG. Zwischen den untersuchten Sorten gab es nur eine geringe Variation. Auch gab es nahezu keine Beziehungen zwischen Inhaltstoffen und der praecaecalen Verdaulichkeit. Bei Gerste wurde eine lineare Beziehung zwischen dem aNDfom-Gehalt und der st. pcV beobachtet. Je höher der Gehalt an aNDfom, desto geringer ist die st. pcV der Aminosäuren (Spindler et al. 2016).

Da dieser Parameter durch den Landwirt nicht beinflussbar ist, gibt es keine Vorgaben als Zielwert.

### **Funktions-Fasergehalte**

Die Faserversorgung von Schweinen ist seit Jahren stärker im Fokus. Den Faserbestandteilen werden verschiedenste Funktionen zugewiesen. Sie machen die Tiere satter und ruhiger, helfen das "Schwanzbeißen" abzumildern und unterstützen die Darmgesundheit (GfE, 2018). Die Standardbewertung des Fasergehalts von Getreide beim Schwein ist immer noch der Rohfasergehalt, da die Analytik eingeführt ist. Die Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen orientiert sich bei der Berechnung von Schweinefuttermischungen auch an aNDfom und ADFom (Stalljohann et al. 2016). Aktuell stärker diskutiert und in den Vordergrund gerückt sind Fructane und Arabinoxylane im Roggen. Diese können über eine Dickdarmfermentierung die Buttersäurebildung fördern. Effekte auf die Darmgesundheit mit Unterdrückung von Salmonellen und Verminderung des Ebergeruches werden berichtet (GfE, 2018). Im Projekt GrainUp wurden verschiedene Faserfraktionen untersucht. In Tabelle 2 sind diese für Weizen, Gerste, Triticale und Roggen dargestellt. Gerste weist den höchsten aNDfom-Gehalt auf. Der Roggen hat die höchsten Gehalte an Fructanen und Arabinoxylanen. Die Beeinflussung dieser Parameter kann vom Landwirt nur durch Auswahl der Getreideart erfolgen. Generell ist Getreide kein klassischer Faserträger. Ziel- und Orientierungswerte werden nicht festgelegt.

### **Mineralstoffe**

Getreide hat im Vergleich zu den klassischen Eiweißkomponenten Sojaextraktions- und Rapsextraktionschrot, bei denen sich durch den Ölentzug die Mineralstoffgehalte angereichert haben, geringere Mineralstoffgehalte. Derzeit liegt das Augenmerk vor dem Hintergrund der aktuell gültigen Düngeverordnung auf den Phosphorgehalt. Der Phosphorgehalt im Getreide liegt generell über dem Calciumgehalt. In Standardfuttermischungen für Mastschweine mit Getreide ist genügend Phosphor enthalten um den Bedarf ab ca. 40 kg Lebendgewicht ohne Zulage von anorganischem Phosphor über das Mineralfutter abzudecken. Voraussetzung hierbei ist, dass das Enzym Phytase in ausreichender Höhe über das Mineralfutter zugesetzt wird. Welche Faktoren die Phosphorgehalte im Getreide beeinflussen ist noch nicht eindeutig geklärt. In einem LfL-Projekt zur Optimierung der Aminosäuregehalte in Gerstensorten ist angedacht auch die Auswirkungen verschiedener Phosphordüngestufen auf die Gehalte im Korn zu untersuchen. Ziel- und Orientierungswerte für den Phosphor- oder Calciumgehalt im Getreide werden deshalb nicht gesetzt. Der Einfluss des Landwirtes über die Bewirtschaftung ist nicht eindeutig.

Tabelle 2: Gehalte von Faserfraktionen verschiedener Getreidearten - eigene Zusammenstellung aus GrainUp (Rosenfelder, 2015; Spindler, 2016; Strang, 2016, 2017).

% Frischmasse				
Mittelwerte ± SD <sup>1)</sup>	Weizen	Triticale	Roggen	Gerste
Rohfaser	nicht untersucht	nicht untersucht	1,6 ±0,1	3,6 ±0,5
aNDF <sub>om</sub> <sup>2)</sup>	10,4 ±0,7	12,4 ±2,4	13,3 ±1,3	17,1 ±1,0
ADF <sub>om</sub> <sup>3)</sup>	2,8 ±0,4	2,6 ±0,2	2,6 ±0,3	4,7 ±0,6
NSP <sup>4)</sup>	8,7 ±0,5	9,3 ±0,6	11,9 ±0,8	15,2 ±0,5
Fructane	0,9 ±0,2	0,6 ±0,1	2,8 ±0,2	0,5 ±0,1
Arabinoxylan	5,6 ±0,3	6,1 ±0,3	7,2 ±0,4	6,8 ±0,4
Dietry Fibre	9,9 ±0,5	10,70 ±1,8	13,0 ±1,0	17,1 ±0,7

<sup>1)</sup>Standardabweichung, <sup>2)</sup>Neutral-Detergenz-Faser, <sup>3)</sup>Säure-Detergenz-Faser, <sup>4)</sup>Nicht-Stärke-Polysaccharide

### Lagerstabilität

Die Lagerstabilität von geerntetem Getreide hängt vom Trockenmassegehalt, Keimgehalt und der Temperatur des Getreides ab. Der Trockenmassegehalt sollte größer 860 g/kg sein. Die Aktivität der Bakterien und Pilze, die sich auf dem Korn befinden ist dadurch herabgesetzt. Die Lagertemperatur hat ebenfalls einen Einfluss auf die Aktivität der Bakterien- und Pilze. Bei einer Temperatur von unter 20° C ist die Veratmung von Trockenmasse durch Bakterien und Pilzen stark herabgesetzt (Humpisch, 2014). Als Zielwert sind im Laufe des Herbstes 20 °C durch Belüftung anzustreben. Diese Angleichung an die Außenluft verringert auch die Schwitzwasserbildung an der Innenwand von Außensilos (DLG, 2018). Bis Ende des Winters sind 10-12° C anzustreben. Die Menge an Bakterien und Pilzen (Keimgehalt), die sich auf dem Korn befinden, kann über eine mikrobielle Qualitätsbeurteilung nach dem VDLUFA-Schema vorgenommen werden (VDLUFA, 2012). Die Einstufung sollte in der Qualitätsstufe I oder II liegen. Liegen höhere Gehalte vor, ist besondere Umsicht bei der Lagerung gefordert (Temperatur, Trockenmassegehalt). Durch Säurekonservierung wird der Keimgehalt verringert.

Vom Landwirt können Trockenmassegehalt und Lagertemperatur beeinflusst werden. Auf den Keimgehalt kann durch eine Reinigung bei der Einlagerung oder durch Säurekonservierung Einfluss genommen werden. Die Keimgehalte sind tendenziell in feuchteren Erntejahren höher. Ziel- und Orientierungswerte sind in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Ziel- und Orientierungswerte für Getreide in der Schweinefütterung

Parameter	Einheit	Ziel- und Orientierungswerte	Einfluss Landwirt
Energie Schwein	MJ ME /kg TF <sup>1)</sup>	Keine Vorgaben	Kein direkter Einfluss, Getreideart
Rohprotein (XP)	g/kg TF <sup>1)</sup>	105 (Gerste, Triticale) 110 (Weizen)	Düngung, Sorte, Ertrag und Getreideart
Lysinkonzentration im Rohprotein	g Lysin /100 g XP	>3,6 (Gerste) >3,2 (Triticale) >2,8 (Weizen)	Düngung, Sorte, Ertrag und Getreideart
standardisierte Dünndarmverdaulichkeit von Aminosäuren	%	Keine Vorgaben , Tabellenwerte DLG , GrainUp	Kein direkter Einfluss, Getreideart
Funktions-Faserkomponente	g/kg TF <sup>1)</sup>	Keine Vorgaben	Rohfaser, aNDF <sub>om</sub> , ADF <sub>om</sub> und Fruktane nicht beeinflussbar Getreideart
Mineralstoffe	g/kg TF <sup>1)</sup>	Keine Vorgaben	Ca und P nicht beeinflussbar
<i>Lagerstabilität:</i>			
Trockenmasse	g/kg	> 860	Belüftung, Kühlung, Konservierung,
Temperatur	°C	< 20 Herbst < 10-12 Winter/Frühjahr	Entwicklung im Lager Kontrollieren,
Mikrobiologische Qualität (Keimgehalte)	KBE/g	Qualitätsstufe I oder II (VDLUFA 28.1.4)	Belastung ab Feld
Fusarientoxine	mg/kg TF <sup>1)</sup>	DON < 1,0 ZEA <0,25 (Ferkel/Jungsauen <0,1)	Sorte, Fruchfolge, Pflugeinsatz nach Mais, Getreidereinigung
		Bezug Alleinfuttermischung für Schweine mit Getreide	

<sup>1)</sup> Trockenfutter 88% TM

### **Mykotoxine**

Vor allem die Fusarientoxine Deoxynivalenol (DON) und Zearalenon (ZEA) sind die Leittoxine in den Getreidearten Weizen, Triticale aber auch Gerste (besonders mehrzelige). Diese können abhängig von Niederschlagsereignissen zur Blüte hohe Belastungen aufweisen. Derzeit gibt es DON- und ZEA-Orientierungs-/Richtwerte der EU, die auf die Gesamtputtermischung für Schweine abzielen. Diese sind bei Einsatz von Getreide in der Gesamtputtermischung zu beachten (Tabelle 3). Die europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) hat aktuell in einer Stellungnahme die Auswirkungen von DON beim Schwein auf die Futteraufnahme und Zunahmen neu bewertet. Wie eine Umsetzung dieser Ergebnisse in die Praxis erfolgt, muss abgewartet werden (EFSA, 2017).

Der Landwirt hat Einflussmöglichkeiten durch die Sortenwahl, den Pflugeinsatz nach Mais und die Einplanung eines Fungizideinsatzes speziell zur Fusarienbehandlung. Sind mit DON oder ZEA belastete Partien auf dem Hof, sind eine mehrmalige Reinigung und die Einhaltung der anerkannten Orientierungs-/Richtwerte durch zielgerichtetes Einmischen das Mittel der Wahl.

### **Fazit**

Eine Festlegung von Ziel- und Orientierungswerten soll dem Landwirt und seinem Berater eine Richtschnur zur Ausrichtung und Beurteilung des eigenen Futters liefern. Die jetzt vorgeschlagenen Werte für Getreide orientieren sich stark an dem was der Landwirt durch seine Planung und Wirtschaftsweise beeinflussen kann. Für den Rohproteingehalt und die Aminosäurekonzentration im Rohprotein werden Ziel- und Orientierungswerte für Getreide festgelegt. Diese werden stark von der N-Versorgung/Düngung in der Kornfüllungsphase beeinflusst. Beim Weizen gibt es auch bekannte Sorteneffekte. Dagegen werden Energiehalt, die Dünndarmverdaulichkeit der Aminosäuren und der Gehalt an Funktions-Faserkomponenten vor allem durch die Getreideart beeinflusst. Es obliegt hierbei der generellen Entscheidung des Landwirts, ob er z.B. Gerste oder Weizen anbaut. Bei der Lagerstabilität und dem Gehalt an Fusarientoxinen kann der Landwirt geeignete Maßnahmen ergreifen, um die vorgeschlagenen Ziel- und Orientierungswerte einzuhalten.

Beim Zukauf von Futtergetreide und der Verwendung in der Mischfutterherstellung können die vorgestellten Werte auch als Orientierung dienen. Entsprechend der Erfahrungen in der Praxis ist eine kontinuierliche Fortschreibung der Ziel- und Orientierungswerte vorzusehen.

### **Literaturverzeichnis**

- DLG (2012): Praxishandbuch Futter und Substratkonservierung. 8. Auflage Frankfurt am Main: DLG-Verlag
- DLG (2018): Getreide sicher lagern. DLG-Merkblatt 425. Frankfurt am Main: DLG e.V.
- EFSA (2017): Risks to human and animal health related to the presence of deoxynivalenol and its acetylated and modified forms in food and feed. Online verfügbar unter <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2017.4718>, zuletzt geprüft 16.08.2018
- GfE (2006): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen. Frankfurt am Main: DLG-Verlag
- GfE (2018): Nahrungsfaser in der Ernährung monogastrischer Nutztiere. In: Proceedings of the Society of Nutrition Physiology: Band 27, 189-207
- Hiller, P., Lindermayer, H., Lüpping, W., Meyer, A., Pohl, C., Pries, M., 2014: Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere. Band 199. Hg. v. DLG e. V. 2. Auflage Frankfurt am Main, DLG-Verlag.
- Humpisch (2014): Getreide und Ölsaaten lagern. 3. Auflage Erling-Verlag, 49-51
- LfL (2018): webFuLab. Onlineanwendung zur Futteruntersuchung für LKV-Betriebe. Online verfügbar unter <https://www.stmelf.bayern.de/neofulab/>;jsessionid=9341294A5AF5D308B639E2EFF5713C9B?0, zuletzt geprüft am 16.08.2018.

Rosenfelder, P., Mosenthin, R., Spindler, H. K., Jørgensen, H., Bach Knudsen, K. E., Sauer, N., Htoo, J.K., Eklund, M. (2015): Standardized ileal digestibility of amino acids in eight genotypes of soft winter wheat fed to growing pigs. *Journal of Animal Science*, 93, 1133-1144

Schäffler, M., Lindermayer, H., Spiekers, H. (2017): Weizenqualität – Ausrichtung des Proteingehalts in schweinehaltenden Betrieben. *VDLUFA-Schriftenreihe* 74/2016, 522-525

Stalljohann, G., Patzelt, S., Höhne, K. (2016): Rechenmeister. *Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen*

Spindler, H. K., Mosenthin, R., Rosenfelder, P., Jørgensen, H., Bach Knudsen, K. E., Sauer, N., Htoo, J.K., Eklund, M. (2015): Standardized ileal digestibility of amino acids in eight genotypes of barley fed to growing pigs. *Animal*, 10, 1931-1940

Staudacher, W., Potthast, V., Mosenthin, R., Eklund, M., Strang, E., Südekum, K.-H. et al. (2014): *DLG-Futterwerttabellen Schweine*. 7. Aufl. Frankfurt am Main: DLG-Verlag.

Strang, E.J.P., Eklund, M., Rosenfelder, P., Sauer, N., Htoo, J.K., Mosenthin, R. (2016): Chemical composition and standardized ileal amino acid digestibility of eight genotypes of rye fed to growing pigs. *Journal of Animal Science*, 94, 3805-3816

Strang, E.J.P., Eklund, M., Rosenfelder, P., Sauer, N., Htoo, J.K., Mosenthin, R. (2017): Variations in the chemical composition and standardized ileal digestibility of amino acids in eight genotypes of triticale fed to growing pigs. *Journal of Animal Science*, 95, 1614-1625

Weiβ, J. (2017): Getreidequalitäten 2017. Online verfügbar unter:

[https://www.proteinmarkt.de/fileadmin/user\\_upload/Fachartikel/Fachartikel\\_Getreideauswertung\\_2017.pdf](https://www.proteinmarkt.de/fileadmin/user_upload/Fachartikel/Fachartikel_Getreideauswertung_2017.pdf), zuletzt geprüft am 16.08.2018

VDLUFA (2012): *VDLUFA-Methodenbuch Band III: Futtermittel* 3. Auflage 1976, 8. Ergänz.lief. 2012, *VDLUFA-Verlag* Darmstadt

#### **Autorenanschrift:**

Martin Schäffler

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)

Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft (ITE)

Prof.-Dürrwaechter-Platz 3

85586 Poing

Tel. 089 99141 447

Martin.Schäffler@LfL.bayern.de

## Futtermittel sicher lagern

**Heinz Gengenbach**

Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen (LLH)

### Einleitung

In der Schweinefütterung ist Getreide ein wesentlicher Bestandteil der Futterration. Deshalb soll im folgenden Beitrag besonders auf die sichere Lagerung von Getreide eingegangen werden. Grundsätzlich ist Getreide ein Lebensmittel, unabhängig ob es vom Menschen verzehrt wird oder für Tiere in den Futtertrog gelangt. Getreide sollte handelsüblich und gesund sein:

- **handelsüblich:**  
grundsätzlich gereinigt und weitgehend frei von Stäuben und Reinigungsanteilen bzw. Aspirationsrückständen
- **gesund:**  
einwandfreie, trockene, nicht benetzte, schädlingsfreie Ware (lebende Schädlinge, einschließlich Milben in jedem Stadium)

### Atmungsverluste vermeiden

Lagerfähige Getreidekörner vollziehen im Rahmen ihres Erhaltungsstoffwechsels einen minimalen Stoffumsatz d.h. Sauerstoff wird aus der Umgebungsluft aufgenommen und Wärme, Feuchte sowie CO<sub>2</sub> abgegeben. Die Folge sind Trockensubstanzverluste. Wenn z. B. Getreide mit einer Kornfeuchte von 22% und einer Korntemperatur von 20 °C eingelagert wird, entstehen nach 15 Tagen Atmungsverluste von 1% der Masse. Bei 100 t sind das immerhin 1 t. Ein kühles und trockenes Lager ist zusätzlich unabdingbar, um ein Verlust an Keimfähigkeit und Vitalität zu vermeiden.

### Risikofaktoren: Feuchte, Temperatur und Zeit

Zu den wichtigsten Instrumenten in einem Lager gehören Messgeräte zur Ermittlung von Feuchtigkeit und Temperatur im Schüttgut sowie Thermometer und Hygrometer für die Umgebungsluft. Erfolg und Misserfolg der Lagerung hängen im Wesentlichen von diesen vier Einflussgrößen ab. Nichteichfähige Körner-Feuchtigkeitsmesser sind am kostengünstigsten. Für einfache Messgeräte sprechen die kompakten Abmessungen und das geringe Gewicht. Diese Feuchtemesser sind gut zu transportieren und somit flexibel einsetzbar.

Neben der Kornfeuchte spielt vor allen Dingen die *Temperatur* des Getreides eine wesentliche Rolle. Die bisher einfachste Lösung sind manuelle Thermometer, die allerdings zunehmend von elektronischen verdrängt werden. Einfache Thermometer befinden sich in erster Linie in sogenannten Stechlanzen, die wie Heusonden bis ca. 3 oder 4 Meter in das Erntegut zu stoßen sind.

Elektronische Geräte bestehen aus zwei Komponenten:

- Aus Fühlern, die in Kunststoffkabel oder Edelstahlbechern eingebaut sind und
- einer Einheit, an der die Temperatur abgelesen werden kann.

Auch die *Luftfeuchte* sollte gemessen werden. Die momentane Feuchte der Umgebungsluft ist eine wichtige Entscheidungsgrundlage für die einzuleitenden Maßnahmen. In der Praxis werden Hygrometer eingesetzt. Elektronische Luftpumppräparate sind notwendig, wenn die Belüftungsanlage in Kombination mit den Temperaturfühlern gesteuert werden soll

Um das Getreidelager auf längere Zeit stabil zu halten, lohnt es sich, mittels Kühlung die Temperatur abzusenken. Bei einer Temperaturabsenkung von 24 °C auf 10 °C bei Getreide mit 14,5% Feuchte kann so die mögliche Lagerzeit **verfünffacht** werden. (Position a zu b)

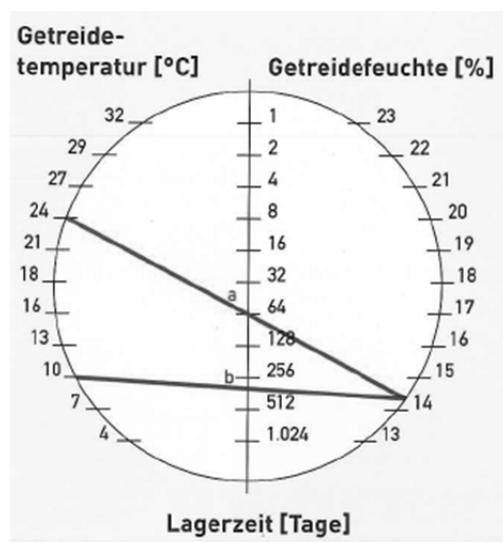


Abbildung 1: Lagerzeituhr, Quelle: FrigorTec

## Feld- und Lagerpilze

Getreidekörner sind als lebendige Organismen mit einer natürlichen Keimflora, bestehend aus Bakterien, Hefen und Schimmelpilzen, besetzt. Werden bei Weizen, Roggen und Gerste 14 Prozent und bei Hafer und Körnerleguminosen 12 Prozent Feuchtigkeitsgehalt nicht überschritten, sind die Erzeugnisse auch bei sommerlichen Temperaturen über Monate lagerstabil.

Hygienerisiken durch mikrobielle Schaderreger tauchen jedoch bereits im Vorfeld der Lagerung auf. Generell ist zu unterscheiden, ob der Befall durch Feld- und Lagerpilze hervorgerufen wurde.

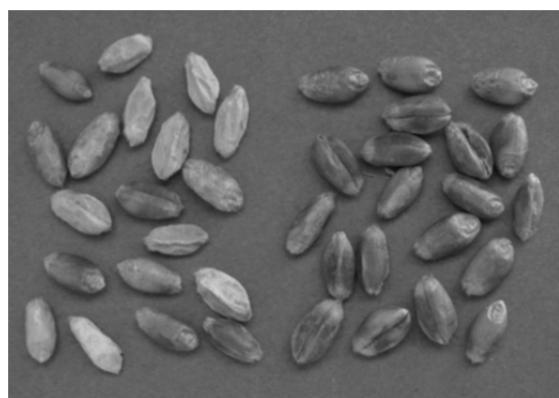


Abbildung 2: Gesunde Weizenkörner (rechts) und mit Fusarien befallene (links) (Foto: Miedaner)

Bereits auf dem Feld kann Getreide von „Feldpilzen“, wie dem mutterkornbildenden Pilz *Claviceps purpurea* und verschiedenen *Fusarienarten* befallen werden. Besonders die verschiedenen *Fusarienarten* sind gefährlich, da diese u. a. Mykotoxine d.h. Pilzgifte bilden können. Diese Mykotoxine der Feldpilze entstehen bereits, wenn sich das Getreide noch auf dem Halm befindet. Mykotoxine sind natürliche Stoffwechselprodukte von Schimmelpilzen, die ein gesundheitliches Risiko für Mensch und Tier darstellen. In Getreide spielen Deoxynivalenol (DON) und Nivalenol eine große Rolle. Als Östrogenderivat ist auch noch Zearalenon interessant, das als Begleittoxin zu DON angesehen werden kann, und meist in einer Probe vorhanden ist.

Daneben dominieren im Getreidelager die Lagerpilze (Schimmelpilze). Durch ihre Aktivitäten können bei unsachgemäßer Lagerung andere Mykotoxine, wie z. B. Ochratoxin A (OTA) und Aflatoxin, gebildet werden. Gleichzeitig hat der Landwirt bei der (Ein-) Lagerung die größte Einflussmöglichkeit auf das Ausmaß des Befalls.

Vorreinigen und - falls nötig - Trocknen des Getreides vor der Einlagerung sind wichtige Gegenmaßnahmen. Gute Belüftung beugt der Kondenswasserbildung vor, große Temperaturschwankungen sind zu vermeiden.

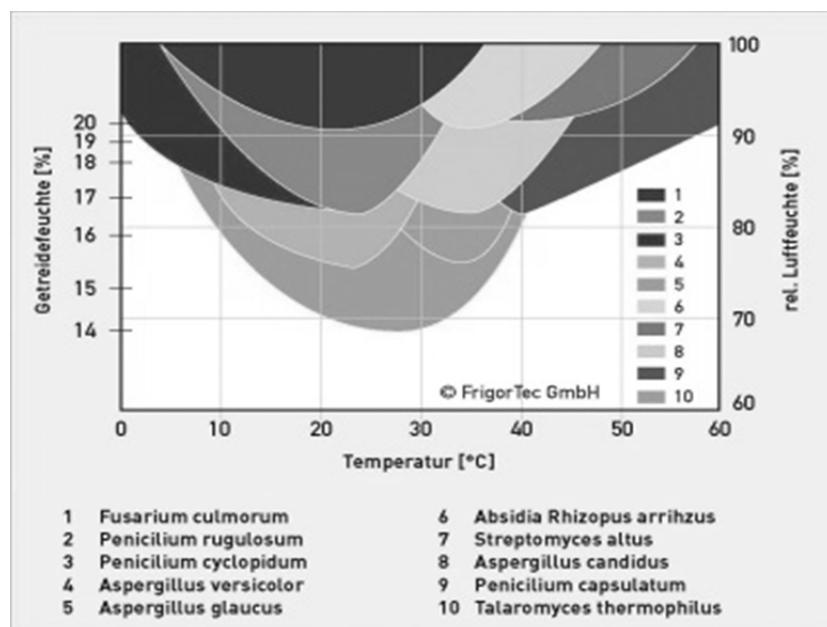


Abbildung 3: Entwicklung Sekundärpilze (Lagerpilze) in Abhängigkeit der Temperatur und des Feuchtegehaltes nach Lancy

## Reinigen

Um Feuchtigkeit und Wärme im Getreidestapel wirksam kontrollieren zu können, sollten mindestens die Grobverunreinigungen des Ernteguts (Leichtgut wie verdorbene Körner, Spreu und Staub) über die scharf eingestellte Windreinigung weitgehend entfernt werden. Dadurch wird die Qualität homogener und die Ware ist besser gesund zu erhalten. Das Reinigen des Getreides vor der Einlagerung reduziert die Belüftungs- und Trocknungskosten. Eine Vorreinigung vor dem Trocknen (Windsichter) verringert den Trocknungsenergiebedarf um ca. 3-5%, bei einer Siebreinigung sogar um ca. 5-8. Durch die Reinigung kann der „Schwarzbesatz“ d.h. Schmachtkörner, Unkrautsamen, Mutterkorn, Brandbutten, Spelzen etc. und damit auch der mögliche Toxingehalt gesenkt werden.

## Vorreinigen ist Mindeststandard

Ein Vorreiniger leistet gute Dienste bei der Einlagerung und evtl. auch der Auslagerung. Durch die Aussonderung eines möglichst hohen Anteils von Verunreinigungen wie Staub und sonstige Leichtteile (Kleinlebewesen) und je nach Bauart auch von Sand und Erde vereinfachen sich die nachfolgenden Maßnahmen erheblich. Vorreiniger arbeiten nach dem Prinzip eines Windsichters. Der aufsteigende Luftstrom entfernt Staub- und Leichtteile mit Saug- oder Druckluft aus dem Getreide, meistens kombiniert mit einem Zyklon, der Abfall und Luft trennt. Aspiratoren leisten ebenfalls gute Dienste, um leichtere Teilchen wie Stroh, Sand und Staub mittels Luftstrom herauszusaugen. Damit lassen sich bis zu fünf Prozent des Energiebedarfs für die Trocknung einsparen. Hinweis: Insbesondere mit Fusarien belastetes Erntegut sollte intensiv gereinigt werden. Strohteilchen und Schmachtkörner sind nämlich in der Regel stärker mit Toxinen belastet als das vollständig ausgebildete Korn. So kann die Qualität von Getreide und Körnerleguminosen deutlich stabilisiert werden.

## Wann lohnt sich eine Trocknung?

Wann eine betriebseigene Getreidetrocknung sinnvoll ist, hängt von vielen Parametern ab. So sind die Infrastruktur des Landhandels, die durchschnittliche Gutfeuchte sowie die Feuchtespreizung des Erntegutes zu berücksichtigen. Da durch eine rationelle Getreidekühlung auch ein Feuchteentzug realisiert werden kann ist der Entscheidungsparameter für den Einstieg in die Getreidetrocknung deutlich oberhalb der Handelsbasis für Getreide anzusetzen. Bereits durch die Absenkung der Erntetemperatur im Lager von 10 °K wird 0,75% Feuchtigkeit entzogen. Wird bis zur Vermarktung zweimal effektiv gekühlt, so kann ein Feuchteentzug von bis zu 1,5% realisiert werden. So muss erst ab einer durchschnittlichen Gutfeuchte von über 15,5% über eine zusätzliche Trocknung nachgedacht werden.

Thermische Trocknungssysteme, wie Dächerschachtdurchlaufetrockner, Silotrockner oder aber auch Bandtrockner sind immer dann ratsam, wenn die Erntegutfeuchte durchschnittlich über 15,5% liegt, heterogen und in der Menge stark variabel ist. Lagerbelüftungstrocknungen sind überall dort angeraten, wo die absolute Feuchtigkeit des Erntegutes üblicherweise unter 19% liegt und in großen homogenen Mengen anfällt. Eine Kombination von verschiedenen Trocknungsverfahren macht bei vielen Anlagekonzepten Sinn. Zur Konzipierung von Getreidetrocknungsanlagen lohnt es sich einen professionellen Planer mit einzubeziehen.

Tabelle: Kennwerte zur Belüftung für die Lagerpflege

	Dächerschacht-Durchlaufetrockner	Bandtrockner	Silotrockner	Lagerbelüftungstrocknung im Flachlager	Lagerbelüftungstrocknung im Rundsilo
Standorte	Küstennah, Flussniederungen, Mittelgebirge	Küstennah, Flussniederungen, Mittelgebirge	Küstennah, Flussniederungen, Mittelgebirge	vorwiegend Frühdruschgebiete	vorwiegend Frühdruschgebiete
Einsatzbereich	Konsumgetreide Futtergetreide Saatgetreide	Konsumgetreide Futtergetreide	Konsumgetreide Futtergetreide	Konsumgetreide Futtergetreide Saatgetreide	Konsumgetreide Futtergetreide Saatgetreide
Maximale Gutfeuchte	> 24%	> 24%	> 24%	< 19%	< 18%
Trocknungstemperatur	80 °C	45 - 80 °C	45 - 60 °C	20 - 25 °C	20 - 25 °C
Sättigungsdefizit	19,5 g/m <sup>3</sup>	7,5 - 19,5 g/m <sup>3</sup>	7,5 - 12,5 g/m <sup>3</sup>	1 - 1,5 g/m <sup>3</sup>	1 - 1,5 g/m <sup>3</sup>
spezifischer Energieeinsatz	0,99 - 1,65 kWh/kg <sub>H2O</sub>	1,3 - 2,00 kWh/kg <sub>H2O</sub>	1,34 - 1,8 kWh/kg <sub>H2O</sub>	0,4 - 0,7 kWh/kg <sub>H2O</sub>	0,6 - 0,8 kWh/kg <sub>H2O</sub>

Sättigungsdefizit: Wasseraufnahme der Luft (g/m<sup>3</sup>); Quelle: RKL e.V., Rendsburg

## Belüften

Getreidekörner sind hygroskopisch. Zwischen dem Wassergehalt des Kornes und der relativen Feuchte der umgebenden Luft stellt sich in Abhängigkeit der Temperatur ein Gleichgewichtszustand ein. Wird feuchte oder warme Luft auf das Getreide gebracht, entsteht Kondensat und das Getreide verdirbt. Die Umgebungstemperatur ist während der Erntezeit meistens viel zu hoch und daher zur Abkühlung ungeeignet. Die Belüftung mit Ventilatoren ist vollkommen von der Witterung abhängig und kann bei unserem mitteleuropäischen Klima nur über wenigen Stunden eingesetzt werden.

- Keine feuchte Luft auf trockenes Getreide bringen!
- Keine warme Luft auf kühleres Getreide bringen!

## Belüftungsgebläse

Es gibt mobile oder stationäre Gebläse, die durch einen Elektromotor oder mit Diesel angetrieben werden. Das sind jeweils Radialgebläse. Es ist zu empfehlen, die erweiterte Ausstattung mit einer eingebauten Hygrostat-Steuerung einzusetzen, um eine Rückbefeuertung von trockenem Getreide bei schlechter Witterung zu vermeiden. Diese Belüftungsgebläse, meistens handelt es sich um Druckgebläse, arbeiten gut in Rundsilos oder im Flachlager. Um Eigenthalrik und Eindringen von Ungeziefer zu vermeiden, sollen bauseitige Belüftungsanschlüsse und Abluftklappen nach Beendigung der Belüftungsphase verschlossen werden.

Dieselbetriebene Belüftungsgebläse haben sich insbesondere bei Lagerbelüftungstrocknungen von Flachlagerhallen bewährt, wobei zur erforderlichen Luftherwärmung die Motorabwärme genutzt wird (Kraft-Wärme-Kopplung) Verbrauch: ca. 20 l/ Diesel pro Stunde.

Um Investitionskosten einzusparen kann das Getreidekühlgerät mit einem Belüftungstrockner (kontrollierter Ventilator), gepaart werden. Bei einer Kombination der Systeme kann ein kleineres Kühlgerät ausgewählt werden.

## Grundregeln zum Belüften mit Außenluft

Getreide sollte unverzüglich d.h. direkt nach der Ernte mit Außenluft belüftet werden.

Die folgenden Regeln sind bezogen auf eine Kornfeuchte von circa 14 bis 15 Prozent zur Ernte und einer relativen Luftfeuchte von höchstens 65 Prozent. Ausnahme Hafer: 12,5 Prozent Kornfeuchte

- Gewissenhafte Reinigung des Getreides vor der Einlagerung mindestens mit einem Vorreiniger (Windsichter), besser mit einem Siebreiniger (Aspirateur) plus Zyklon.
- Vermeidung von Schüttkegeln bei der Einlagerung – ansonsten auf jeden Fall Einebnung des Schüttkegels durch ein Prallblech am Auslaufrohr im Flachlager ein, im Außensilo durch einen selstdrehenden Kornverteiler.
- Nach Einlagerung des Getreides sofortige Belüftung, wenn die Belüftungseinrichtung bedeckt ist und die relative Luftfeuchte von über 65 Prozent erreicht ist: Getreide schwitzt, diese Feuchte muss sofort entzogen werden. Hinweis: Eine Erstbelüftung kann ein bis zwei Stunden bis maximal 75 Prozent relative Luftfeuchtigkeit erfolgen. Kontrolle der austretenden Luft auf Feuchte und Wärme.
- In den nächsten Tagen sollte bei einer relativen Luftfeuchte unter 65 Prozent wieder belüftet werden, bis die Grenze von 65 Prozent überschritten ist.

- Nach und nach Angleichung der Getreidetemperatur an die Außentemperatur. Damit wird Schwitzwasserbildung an der Innenwand des Silos vermieden.
- Messung der Temperatur und Feuchte des Getreides bis Ende Oktober mindestens 14-täglich.
- Belüften im Spätherbst oder im Winter erneut bei Minusgraden von einer relativen Luftfeuchte der Außenluft von unter 65 Prozent, um das Getreide – falls notwendig – herunterzukühlen. Die Zieltemperatur im Getreidestapel soll mindestens 10 bis 12 °C betragen.  
Achtung: Auf keinen Fall in abgekühltes Getreide wieder wärmere Luft einblasen – Pilz- und Käfergefahr!
- Nach jedem Belüften den Anschluss am Silo schließen, um z. B. Schadnager fernzuhalten und eine Wiederbefeuung durch die Eigenthermik des gelagerten Getreides zu vermeiden.

Für die Kühlung und Belüftung sind besonders Radialgebläse geeignet.

Zur Berechnung der erforderlichen Gebläseleistung bei 120 mm Wassersäule wird das Behältervolumen in m<sup>3</sup> mit 15 m<sup>3</sup> Luft/m<sup>3</sup>/h multipliziert z.B. 1.000 m<sup>3</sup> x 15 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>/h= 15.000 m<sup>3</sup>/h.

## Kühlen

Die Kühlkonservierung von Getreide und Ölsaaten mit trockener, kühler Luft ist ein natürlicher Vorratsschutz. Mit einem Getreidekühlgerät werden „winterliche Verhältnisse“ in die Nacherntezeit vorgeholt. Es ist wichtig, Getreide und Ölsaaten schnell und effektiv auf stabile Lagerverhältnisse zu bringen, so wird die Ernte bestmöglich „gesunderhalten“.

Die Vorteile der Kühlkonservierung sind:

- Schutz gegen Insekten
- Schutz gegen Schimmelpilze und den daraus resultierenden Mykotoxinen
- Minimierung der Masseverluste durch Atmung
- Einsparung an Trocknungsaufwand
- Erhalt der Erntefrische
- Erhalt der Keimfähigkeit

Das Gebläse des Getreidekühlgerätes saugt Umgebungsluft an (siehe Abbildung 4). Die angesaugte Luft wird gefiltert und in einem Kühler abgekühlt, dabei kondensiert Wasser aus der Luft. Die nachgeschaltete Hygrotherm- Einrichtung erwärmt die kalte Luft mit der aus der Luft aufgenommenen Energie, also ohne zusätzliche Energiekosten, wieder. Dadurch wird die Luft getrocknet. Diese kalte und trockene Luft wird über die Luftverteilung des Flachlagers oder der Siloanlage durch das Getreide gepresst. Über die Abluftöffnungen der Lagerstätte gelangt der Luftstrom in die Umgebung zurück. Mit der Abluft werden die aufgenommene Wärme und die aufgenommene Feuchte ins Freie abgeführt. Ist das Getreide gekühlt wird das Getreidekühlgerät sofort abgeschaltet. Ein Getreidekühlgerät arbeitet unabhängig von den Witterungsverhältnissen. Selbst bei Regen, Schnee, Hagel, Hitze oder Nebel ist das Gerät einsetzbar.

Der Ventilator des Kühlgerätes muss entsprechend dem zu erwartendem Gegendruck bemessen sein. Bei einer Hochsiloanlage mit entsprechend ungünstigem Schlankheitsgrad ist es wirtschaftlich, mehrere Zellen parallel anzuschließen, damit der Gegendruck geringer ist.

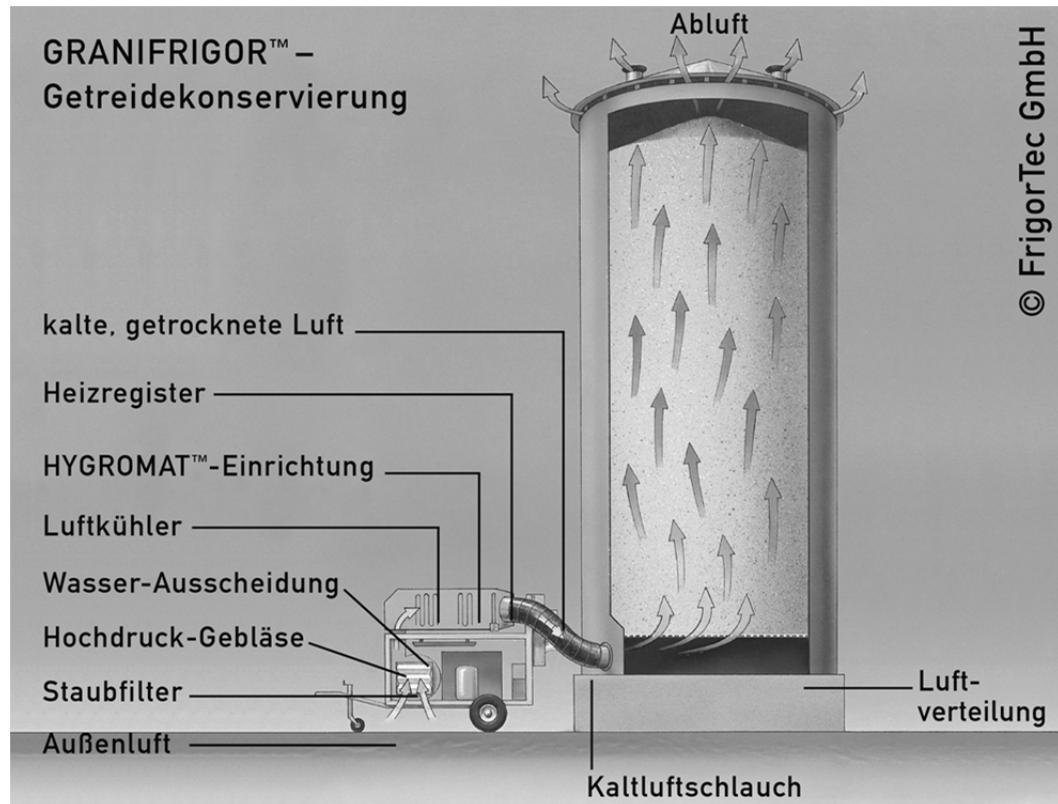


Abbildung 4: Verfahrensprinzip der Getreidekühlung

Ein Getreidehaufen isoliert sich selbst. Kühles Getreide erwärmt sich sehr langsam wieder. Getreide in einer Schüttung hat sehr schlechte Wärmeleiteigenschaften. Zum einen haben die Körner lediglich Punktkontakte und somit wenig Fläche zur Wärmeübertragung, zum anderen isoliert die ruhende Luftschicht zwischen den Körnern sehr gut.

Wird Getreide mit einem Luftvolumenstrom zwangsdurchströmt, verändert sich die Situation. Mit der Konvektion ist ein guter Energieaustausch möglich. Getreide wird innerhalb von 3 Wochen, maximal 6 Wochen, abgekühlt. Danach wird das Kühlgerät abgeschaltet und das Getreide bleibt aufgrund seiner Eigenisolierung für 6-8 Monate kühl.

In folgender Abbildung 5 ist eine Abkühlkurve bei einer Getreidekühlung dargestellt. Es ist erkennbar, dass trotz der zeitweise hohen Außenlufttemperatur eine Abkühlung des Getreides auf unter 15 °C in einem kurzen Zeitraum erreicht wurde. Die Kurve der Außentemperatur zeigt den jeweiligen Tagesmittelwert an. Der Verlauf der Außenlufttemperatur bis in den Herbst zeigt weiter, dass eine Getreidetemperatur unter 15 °C mit einer Belüftungstrocknung erst im Oktober möglich gewesen wäre.

Es ist dabei zu beachten, dass zwischen der Zulufttemperatur und der erreichbaren Getreidetemperatur immer mindestens 2 °C Temperaturdifferenz erforderlich sind, um einen guten Effekt der Wärmeübertragung zu bewirken. Da der Ventilator, je nach Gegendruck, die Außenluft um etwa 2 bis 4 °C erwärmt, muss die Außentemperatur bei einer Belüftung deutlich niedriger als die gewünschte Getreidetemperatur sein.

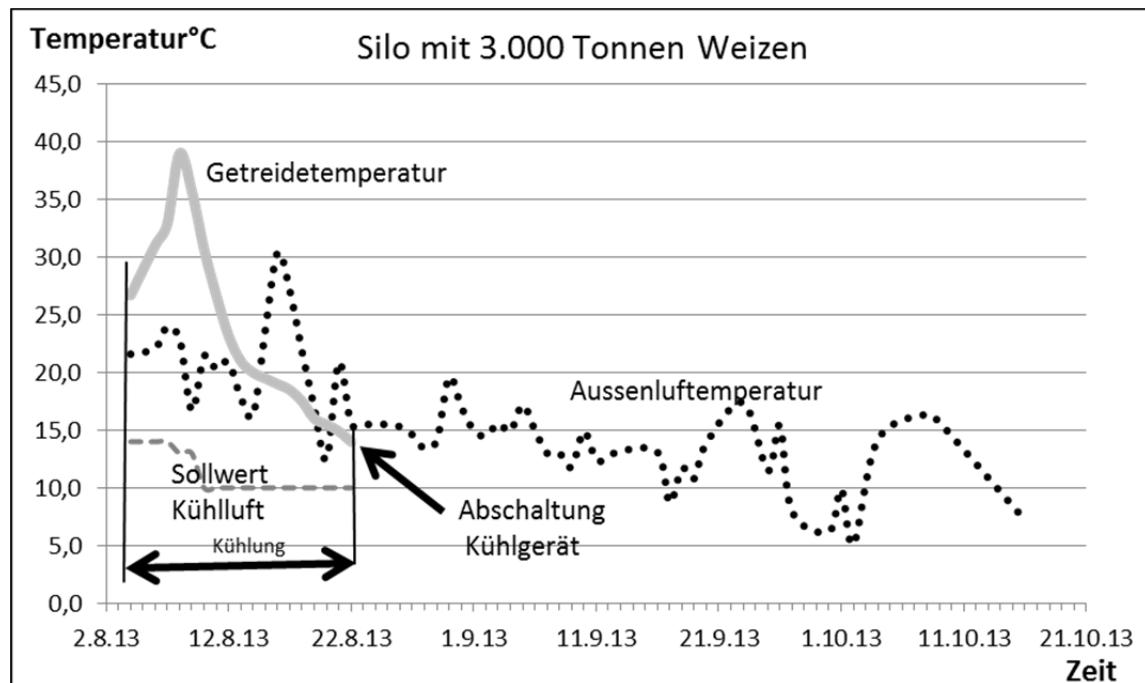


Abbildung 5: Gemessene Abkühlkurve bei einem Weizensilo bei Einsatz eines Getreidekühlgerätes

## Zusammenfassung

Wer als Tierhalter auf Nummer sicher gehen möchte, sollte eine erhöhte Sorgfalt bei der Lagerung und der Lagerpflege von selbst erzeugten oder zugekauften Futtermitteln walten lassen. Neben der Kornfeuchte bei Getreide und Körnerleguminosen spielt die Temperatur des Ernteguts und die Umgebungsluft im Lager eine wesentliche Rolle. Am Beispiel Getreide wird deutlich, wie entscheidend die ersten Tage nach der Ernte sind. Eine sofortige Belüftung mit Außenluft oder konditionierter d.h. entfeuchteter und kühler Luft über ein Kühlaggregat ist notwendig, um hygienisch einwandfreie Ware zu erzielen. Mit Vorreiniger und - falls nötig Trocknung- kann der Landwirt die Voraussetzungen für eine sichere und stabile Lagerung aktiv steuern.

## Literatur

DLG- Merkblatt 425: Getreide sicher lagern. Reinigen, Trocknen und Kühlen, Heinz Gengenbach u.a. , DLG e.V., Fachzentrum Landwirtschaft, 2018

Gengenbach, Heinz u.a.: Getreidelagerung. Sauber-sicher-wirtschaftlich. 2013, DLG Verlag, Reihe: AgrarPraxis kompakt

Bildnachweis: Die Fotos und Abbildungen sowie die Tabelle wurden bereits für das DLG Merkblatt 425 von autorisiert.

### Autorenanschrift:

Heinz Gengenbach  
Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, Bildungs- und Beratungszentrum  
Pfützenstraße 67, 64347 Griesheim  
E Mail: heinz.gengenbach@llh.hessen.de



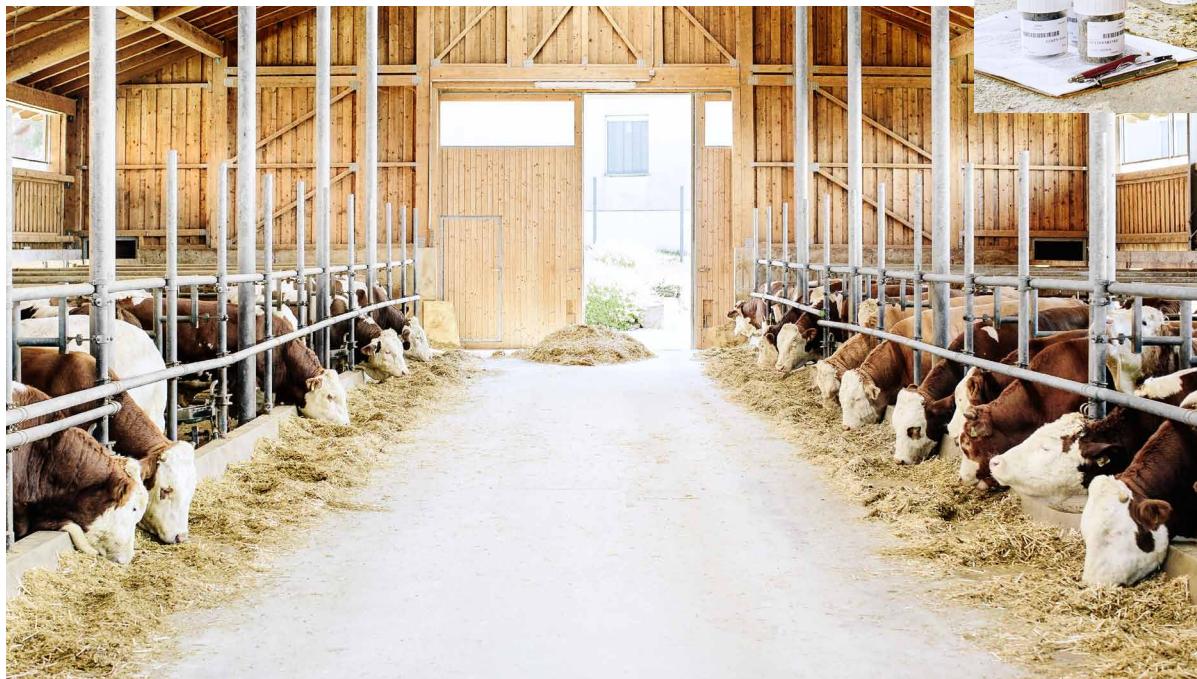
Andreas Herrmann, AMA-Kontrolleur

“  
**Ich  
schau drauf,  
dass die Tiere  
streng  
kontrolliertes  
Futter bekommen.**  
“

Ob für Milchkühe, Schweine oder Mastrinder: Auf unseren Bauernhöfen kommt der größte Teil des Tierfutters von den eigenen Wiesen und Feldern. Die Futterbasis bilden Gras, Heu, Silage, Mais und Getreide.

Die hofeigenen Futtermittel brauchen Ergänzung: Mineralstoffe, Eiweiß- und sonstige Futter, die zugekauft werden, müssen Qualitätsfuttermittel mit der Kennzeichnung *pastus<sup>+</sup>* sein. Die Einhaltung der hohen Standards wird regelmäßig durch Futtermittelkontrollen sowie Kot- und Harnproben überprüft.

Unsere Sorgfalt. Unser Siegel.



Mehr Infos zu Qualitätskriterien und Kontrollen finden Sie auf [amainfo.at](http://amainfo.at)

# Futterhygiene und Nährstoffe im Feuchtfutter

## Karl Schedle

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

## Einleitung

Die in den letzten Jahren gestiegenen Futterkosten beeinflussen maßgeblich die Wirtschaftlichkeit in der Tierproduktion. In der Landwirtschaft wird die Fermentation für die Konservierung von Feuchtfutter, die Hygienisierung oder auch zur Verbesserung der Verdaulichkeit von Nährstoffen in Futtermitteln eingesetzt. Eine Fermentation von Einzelfuttermitteln in Form einer Silierung oder Konservierung durch Luftabschluss ohne Zugabe von Flüssigkeiten oder mittels thermischer Regulation wird in Österreich und Bayern, aber auch in Teilen Frankreichs zur kostengünstigen Lagerung von Feuchtmais, in letzter Zeit aber auch von Feuchthirse oder anderen Getreidearten herangezogen.

Neben der Lagerung von gehäckselten/geschroteten Maisganzpflanzen aber auch Getreide in der Form von Silierung, oder der Konservierung des ganzen Korns in gasdichten Silos, rückte in den letzten Jahren vor allem für Schweineproduzenten die Fermentierung von Allein- oder Einzelfuttermitteln in den Focus. Bei all diesen Feuchtfutterkonservierungen, soll eine „enzymatische/mikrobielle Hydrolyse“ der Futterkomponenten eine Erhöhung des Futterwerts bewirken (Canibe & Jensen 2003; Jørgensen et al. 2010, Humer et al. 2013, 2014). Höhere Feuchtigkeitsgehalte von Futtermitteln bieten jedoch auch unerwünschten Keimen wie Bakterien, Hefen und Schimmelpilze die Möglichkeit sich zu vermehren und bei nicht optimalen Konservierungs-/Fermentationsbedingungen einen Nährstoffverlust zu induzieren. Es konnte auch gezeigt werden, dass ein höherer Trockenmassegehalt zum Zeitpunkt der Konservierung die Verdaulichkeit bestimmter Nährstoffe (Energie, TM, OM, Stärke, Asche) sowie die des Phosphors reduziert (Leitner 2016). Durch die mehr oder weniger ausgeprägte Transformation von leicht löslichen oder abbaubaren Inhaltsstoffen in andere chemische Verbindungen bzw. Stoffwechselprodukte kommt es abhängig von TM-Gehalt und Pflanzenart unweigerlich zu Verlusten an Masse und Qualität von der Futterernte bis zur Futtervorlage (Köhler et al. 2012). Die Energieverluste hervorgerufen durch den Konservierungsprozess konnten aber durch die Verdaulichkeitsfördernden Effekte der Konservierung mehr als kompensiert werden (Leitner 2016).

## Silierung/Konservierung

Beim System der Ganzkornkonservierung, werden ganze Körner in einem gasdichten Silo eingelagert. Mikroorganismen veratmen den Restsauerstoff zu CO<sub>2</sub>. Es findet dabei eine eingeschränkte Fermentation statt (Humer et al. 2013, 2014). Durch die Anreicherung von CO<sub>2</sub> in der Siloanlage sollen schädliche Mikroorganismen in ihrer Entwicklung gehemmt werden und das Konservierungsgut stabil bleiben.

In der Praxis treten jedoch teilweise Probleme mit erhöhten Keimgehalten (vor allem Hefen) in Mais-Ganzkornsilagen, insbesondere in der warmen Jahreszeit auf (Strasser 2012). Um möglichen Ursachen dieses Phänomens auf den Grund zu kommen wurde ein Forschungsprojekt mit Exaktversuch und Feldstudie auf Praxisbetrieben vom Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie der Universität für Bodenkultur, Wien und der HBLFA Raumberg-Gumpenstein unter Mitarbeit der Landwirtschaftskammern Oberösterreich und Steiermark initiiert. Auch in der Frage der Gärungsverluste gab es bislang keine Untersuchungen von Mais-Ganzkornsilagen (GKS), weshalb

Mais- Ganzkornsilage (GKS) auf Gärungszusammensetzung und Gärungsverluste untersucht wurden. Das Körnermais-Ausgangsmaterial wurde von jeweils 6 oberösterreichischen und 6 steirischen Betrieben im Herbst 2012 in Laborsilos (Inhalt 50 Liter bzw. rund 40 kg Mais-GKS) gefüllt und gewogen. Die Laborsilos wurden in Raumberg-Gumpenstein unter konstanter Temperatur von 23,2 °C (Std.abw. 2,3 °C) gelagert. Im Jänner, April, Juni und August 2013 wurden die Laborsilos abermals gewogen und die entnommenen Proben wurden chemisch, mikrobiologisch und toxikologisch mittels Verfahren nach VDLUFA-Methodenbuch (Naumann und Basler 2012) untersucht. Die gravimetrischen Massen von Einwaage am Versuchsbeginn und Rückwaage zum jeweiligen Beprobungstermin wurden für Trockenmasse, Stärke und Zucker ermittelt, um die jeweiligen Massendifferenzen als Bilanzen darstellen zu können.

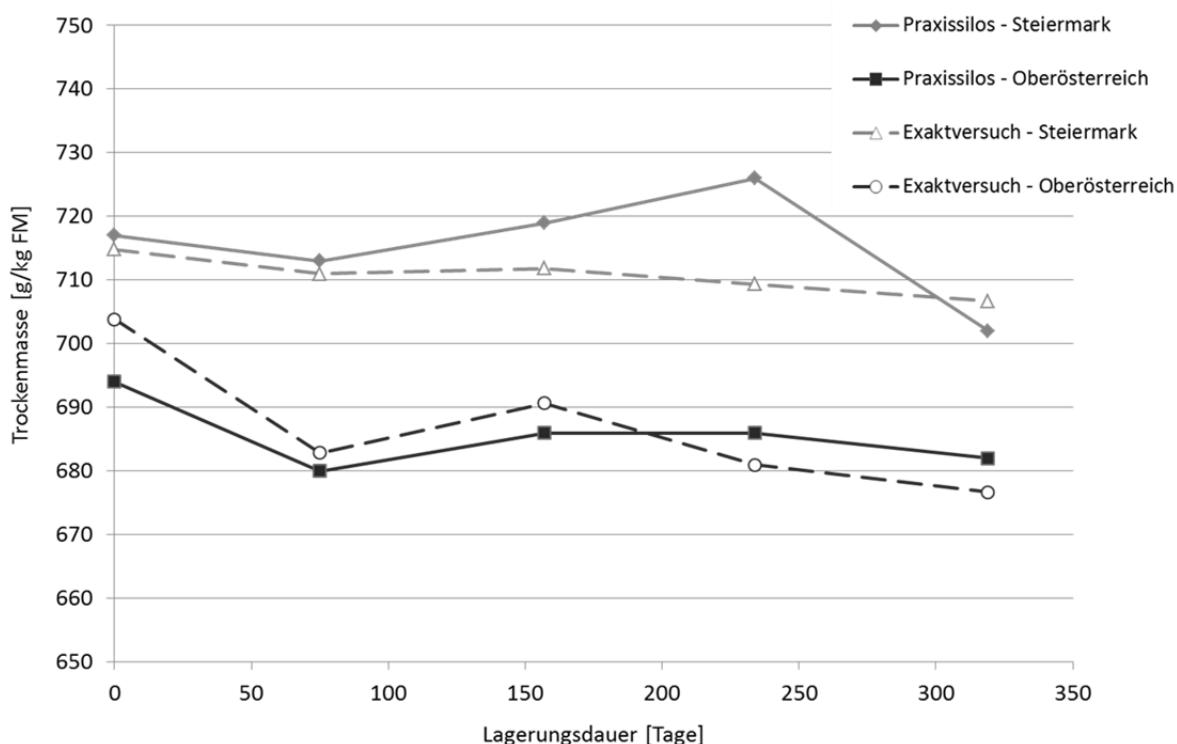


Abbildung 1: TM-Gehalt in Mais-GKS während der Lagerungsdauer von elf Monaten (GKS-Projekt) (Resch et al. 2015)

Die TM-Gehalte der Mais-GKS von 12 Betrieben variierten zwischen 609 und 752 g/kg Frischmasse ( $\bar{x}$  Oberösterreich 686,3 g/kg FM;  $\bar{x}$  Steiermark 713,2 g/kg FM) und nahmen im Verlauf der Lagerung etwas ab (Abbildung 1). Der Rohprotein gehalt der Ganzkornsilagen veränderte sich nicht während der Lagerdauer. Das Aminosäuremuster schien im Durchschnitt aller Betriebe eine Erhöhung von Arginin, Tryptophan und Cystein aufzuweisen. Im Gegensatz dazu reduzierte sich der Gehalt an Alanin, Tyrosin und Valin. Die übrigen Aminosäuren schwankten um weniger als 5% zwischen Silobefüllung und nach beinahe einem Jahr Silolagerung. Die Relevanz der Veränderungen für die Futterration ist gering.

Mehr als die Hälfte des leicht fermentierbaren Zuckers wurde in Gärssäuren (Milch- und Essigsäure) umgewandelt. Bei feuchterer GKS wurde mehr Säure gebildet und die pH-Werte tiefer abgesenkt als bei trockeneren Maiskörnern. Die gesamte Säurebildung schwankte in Abhängigkeit des TM-Gehaltes zwischen 2,2 und 24,4 g/kg TM. Die Praxissilos zeigten nach der Befüllung bis Mitte Jänner eine gute

pH-Absenkung, auf einen Wert von durchschnittlich 4,5. Dieser erhöhte sich bis Anfang September leicht auf durchschnittlich 4,6 bis 4,7. Die Essigsäuregehalte stiegen genauso wie die Ammoniakgehalte mit längerer Lagerung an. Die Veränderungen der Gärkennwerte während der Lagerung, insbesonders der pH-Wert, zeigen auf, dass es durch die ständige Entnahme zu einer leichten Nachgärung in der Mais-GKS kam.

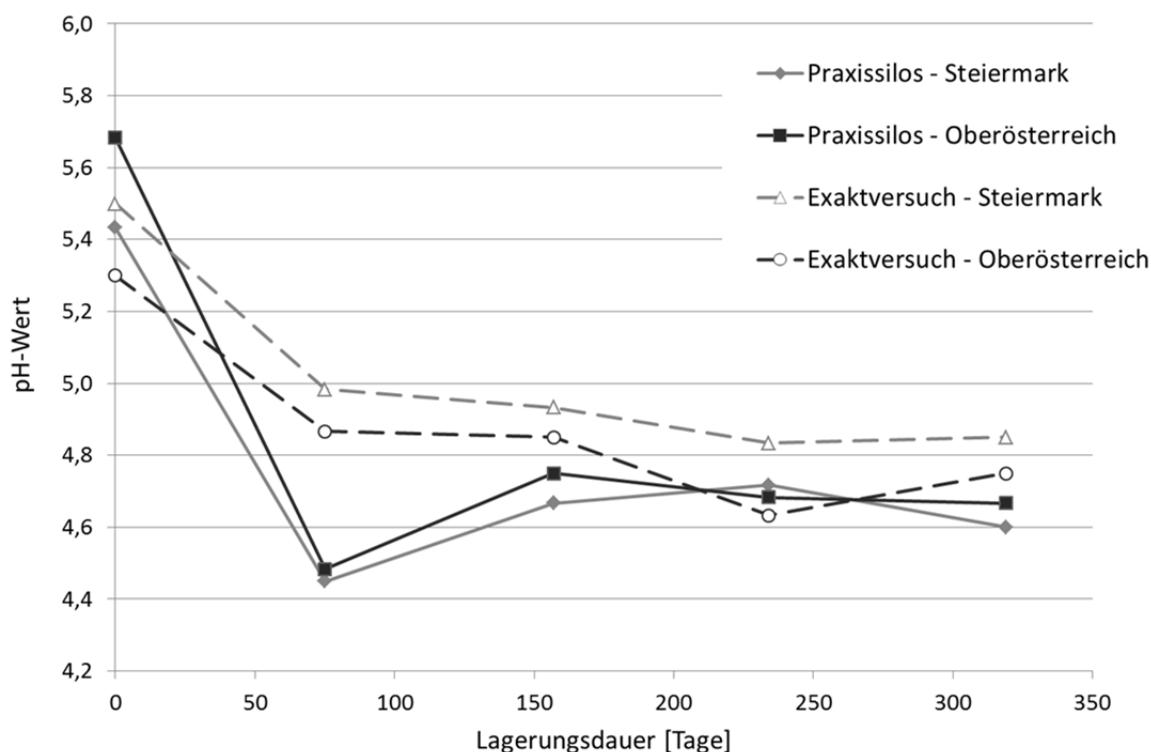


Abbildung 2: pH-Verlauf in Mais-GKS während der Lagerungsdauer von elf Monaten (GKS-Projekt (Resch et al. 2015)

Im Laborversuch lagen die mittleren TM-Verluste je nach TM-Gehalt und Zeitpunkt der Beprobung zwischen 1,5 und 4,8%, wobei die feuchteren GKS-Silos aus Oberösterreich höhere TM-Verluste verzeichneten. Die Zuckerverluste beliefen sich auf 65-76%, Stärkeverluste lagen zwischen 0,5 und 3,5%. Es ist anzunehmen, dass durch die etwas intensivere Gärung in den Praxissilos die Masseverluste an TM höher anzusetzen sein werden als in den Laborsilos. Die Nachgärung spiegelt sich in leicht zunehmenden Massenverlusten im Laufe der Lagerung.

Die Entwicklung der Gär gas zusammensetzung ergab deutliche Unterschiede zwischen Praxis- und Laborsilos, insbesondere bei Kohlendioxid (Abbildung 3) und Sauerstoff. In den Praxissilos mit durchschnittlich 500 m<sup>3</sup> GKS-Inhalt erhöhte sich CO<sub>2</sub> innerhalb von drei Monaten aufgrund intensiverer Gärung in allen zwölf Silos auf nahezu 100 Volumenprozent (Vol.-%). Durch kontinuierliche GKS-Entnahme für die Fütterung strömte nach Verbrauch der Gassackreserven Außenluft über das Unterdruckventil in die Silos nach und senkte das CO<sub>2</sub>-Niveau im Laufe der elfmonatigen Lagerung bis auf durchschnittlich 54 Vol.-%. In den kleinen Laborsilos ohne Entnahme war das CO<sub>2</sub>-Niveau wesentlich geringer und stieg während der Lagerung bis auf etwa 28 Vol.% leicht an.

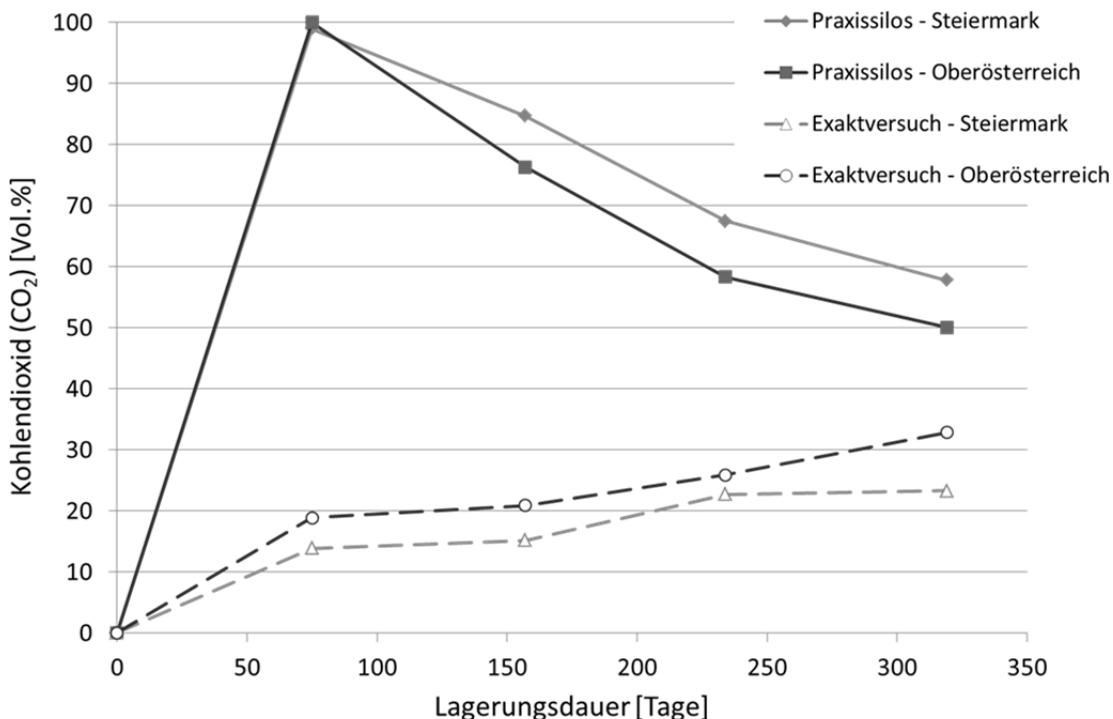


Abbildung 3: Konzentration an Kohlendioxid in Mais-GKS Silos während der Lagerungsdauer von elf Monaten (GKS-Projekt) (Resch et al. 2015)

Der Sauerstoffgehalt ( $O_2$ ) lag in den Praxissilos im Mittel unter 1,5 Vol.%. Die  $O_2$ -Konzentrationen wurden mit zunehmender Lagerungsdauer geringer. Dieser Sauerstoffverbrauch während der Lagerphase lässt sich durch erneute mikrobiologische Aktivitäten erklären, die auch für pH-Erhöhung sowie zusätzliche Essig- und Methanbildung verantwortlich sein könnten. Trotz der deutlich höheren Sauerstoffwerte in den Laborsilos ( $\varnothing$  6 Vol.%), traten nur punktuell hygienische Probleme auf. Offensichtlich ist Mais-GKS im gasdicht verschlossenen Silo relativ gut gegenüber mikrobiologischem Verderb geschützt, solange keine Entnahme erfolgt.

Diese suboptimalen Bedingungen in den Laborsilos riefen punktuell in nur einem Fall erhöhte Schimmelpilzkeimzahl und Mykotoxingehalte, in zwei Fällen bedenkliche Hefekreimzahlen hervor. Bei der stark Hefe belasteten Variante traten auch die höchsten Verluste an Trockenmasse, Stärke und Zucker auf.

## Flüssigfutter

Flüssigfutter stellt nicht nur ein gutes Tierfutter dar, sondern eignet sich ideal als Nährboden für die meisten Mikroorganismen. Ab einer signifikanten Bakterienkonzentration von ca.  $10^5$  KBE/ml kann davon ausgegangen werden, dass in einem relativen Zeitbereich von etwa 24 Stunden eine deutliche Abnahme leicht verwertbare Substrate wie niedermolekulare Zucker oder Aminosäuren eintreten kann. Der Verlust einzelner essentieller Futterbestandteile kann daher zu einer deutlichen Reduktion der Mastleistung führen. Als Beispiel sei hier die Metabolisierung des Lysins zu Cadaverin genannt, welche negative Auswirkungen auf den Geschmack des Futterbreis hat (Canibe & Jensen 2003). Aus diesem

Grund sollte auch in Fermentationsanlagen nie das komplette Alleinfutter, sondern nur einzelne Getreide-/Eiweißfuttermittel beziehungsweise gezielte Kombinationen dieser Futtermittel fermentiert werden. Canibe & Jensen (2007) stellten unter anderem eine numerische Verschlechterung der Futterverwertung sowohl in einer fermentierten Ergänzungsfuttermischung (31% Gerste, 31% Weizen, 22% Sojaschrot, 8% Fischmehl, 5% Fett) als auch bei einem fermentierten Alleinfutter im Vergleich zu trocken gefütterten Schweinen fest. Canibe & Jensen (2003) berichten wiederum von einer verringerten täglichen Futteraufnahme und einer dadurch bedingten schlechteren Tageszunahme bei gleichbleibender Futterverwertung bei der Verfütterung von fermentiertem Flüssigfutter im Vergleich zu Trockenfutter. Die Autoren begründen die schlechtere Futteraufnahme vor allem durch verringerte Schmackhaftigkeit des fermentierten Futters. Bei richtiger Anwendung, kann die Fermentationstechnologie jedoch zu einer Verbesserung der Nährstoffverdaulichkeit bei Futtermitteln und somit zu höheren zootechnischen Leistungen führen (Jorgensen et al. 2010).

Neben zu hohen Hefegehalten in Ganzkornsilagen können diese auch in Flüssigfütterungsanlagen zum Problem werden. Zu hohe Gehalte an Eukaryonten wie Hefen im Flüssigfutter können Durchfall und eine flatogene Wirkung bei Schweinen induzieren (Drochner et al. 1984). Das Wachstumsoptimum von Hefen befindet sich im Bereich zwischen 20 – 30 °C, bei einem pH-Wert von 4,0-5,0. Überdies zeigten Keller et al. (2018) in ihrer Studie in der 95 Hefeisolate auf deren Gasbildungsvermögen bei unterschiedlichen Temperaturen (25 und 37 °C) untersucht wurden, das die *Candida krusei* Isolate bei beiden Temperaturen Gasbildungsvermögen hatten. Es ist bekannt, dass *Candida krusei* bei niedrigen pH-Werten (3,6) wachsen und dabei Biofilme bilden können was in weiterer Folge wiederum Verdauungsprobleme hervorrufen kann. Mehr als die Hälfte aller Isolate zeigte bei 25 °C ein höheres Gasbildungsvermögen wodurch sie im Tier bezüglich der zuerst genannten Probleme eine untergeordnete Rolle spielen.

## Schlussfolgerungen/Ausblick

In GKS-Konserven ändern sich die Umweltbedingungen (Gärgaszusammensetzung) über den gesamten Lagerungszeitraum und damit auch die Entwicklungsspielräume für verschiedene Mikroorganismen. Nach monatelanger guter Stabilität mit optimalem Schutz durch Kohlendioxid, kann die Situation in den Sommermonaten durchaus labiler werden. Insbesondere dann wenn das CO<sub>2</sub>-Niveau stark sinkt, Säuren aufgezehrt, der pH angehoben und der Restzucker verbraucht wird.

Punkto Hefen sollte es das Ziel sein, das Wachstum jener zu unterdrücken, die auch bei Körpertemperatur gedeihen können, um so das Durchfallrisiko und auch die flatogene Wirkung reduzieren zu können.

## Literatur

- Canibe, N., Jensen, B. B. (2003): Fermented and nonfermented liquid feed to growing pigs: effect on aspects of gastrointestinal ecology and growth performance. *Journal of Animal Science*, 81(8), 2019–2031.
- Canibe, N., Jensen, B. B. (2007): Fermented liquid feed and fermented grain to piglets- effect on gastrointestinal ecology and growth performance. *Livestock Science*, 108(1-3), 198–201.
- Canibe, N., Virtanen, E., Jenses, B. B. (2007): Microbial and nutritional characteristics of pig liquid feed during fermentation. *Animal Feed Science and Technology*, 134, 108-123.
- Canibe, N., Jensen, B. B. (2010): Fermented liquid feed—Feed processing has a big impact on microbial degradation of free lysine during fermentation. *Livestock Science*, 133(1), 120–123.
- Drochner (1994): Misch- und Hygieneprobleme in Fütterungsanlagen für Mastschweine. *Kraftfutter* 65, 392-398.
- Humer, E., Wetscherek, W., Schwarz, C., Schedle, K. (2013): Effect of maize conservation technique and phytase supplementation on total tract apparent phosphorus, calcium and nutrient digestibility in growing pigs. *Journal of Feed Science and Technology*. 185,70-77.

Humer, E., Wetscherek, W., Scharz, C., Schedle, K. (2014): Effects of maize conservation techniques on the apparent total tract nutrient and mineral digestibility and microbial metabolites in the faeces of growing pigs. *Journal of Feed Science and Technology*. 197, 176-184.

Jørgensen, H., Sholly, D., Pedersen, A. Ø., Canibe, N., & Knudsen, K.E.B. (2010): Fermentation of cereals—Influence on digestibility of nutrients in growing pigs. *Livestock Science*, 134(1), 56–58.

Keller B., Kuder H., Visscher C., Kamphues J. (2018). Yeasts in liquid swine diets – identification, growth at different temperatures and gas formation potential. In

Köhler B., Diepolder M., Ostertag J., Thurner S., Spiekers H. (2013): Dry matter losses of grass and maize silages in bunker silos. *Agricultural and Food Science* 22: 145-150.

Leitner K. (2016): Einfluss des Trockenmassegehaltes der Hirseganzkornsilage auf die Nährstoffverdaulichkeit beim Mastschwein. Masterarbeit der Universität für Bodenkultur, Wien.

Naumann C., Basler R. (2012): Die chemische Untersuchung von Futtermittel. Methodenbuch, Band III, 3. Ausgabe, 4. Ergänzungslieferung.

Resch R., Wetscherek W., Schedle K., Zentner E. (2015): Masseverluste an TM, Stärke und Zucker von Mais-Ganzkornsilagen (GKS) in Abhängigkeit der Lagerungsdauer. In ALVA, Tagungsbericht 2015: „Bioökonomie in der Primärproduktion“. ISSN 1606-612X Seite 176-178.

Resch R., Wetscherek W., Schedle K. (2015): Gärungszusammensetzung in Mais-Ganzkornsilos (GKS) in Abhängigkeit der Lagerungsdauer. In ALVA, Tagungsbericht 2015: „Bioökonomie in der Primärproduktion“. ISSN 1606-612X Seite 312-314

Resch R. (2015): Abschlussbericht „Einfluss der Lagerungsbedingungen von Mais-Ganzkornsilage (GKS) auf Gärungszusammensetzung und Gärungsverluste.

Strasser F. (2012): Schweinefütterung – Tipps zum Einlagern im Ganzkornsilo. <http://www.landwirt.com/Schweinefuetterung-Tipps-zum-Einlagern-im-Ganzkornsilo,,3975,,Bericht.html> (02.07.2014).

**Autorenanschrift:**

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

## Fütterung mit systematischem Futtercontrolling begleiten und optimieren

**Dr. Gerhard Stalljohann**

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen

### Einleitung

Der wirtschaftliche Erfolg in tierhaltenden Betrieben wird zum weitaus größten Anteil (45 - 65%) von einer erfolgreichen Anwendung einer gewählten Fütterungsstrategie bestimmt. Eine Vielzahl von Maßnahmen können zur Optimierung von unterschiedlichsten einzelbetrieblich angewandten Fütterungen genutzt werden, um das vorhandene Leistungspotential heutiger Schweineherküünfte effizient auszuschöpfen. Neben den auf höhere Leistungen ausgerichteten Maßnahmen gewinnen diejenigen mit stärkerer Ausrichtung auf Wohlbefinden und Umweltschutz enorm an Bedeutung. Hier sei die zusätzliche Berücksichtigung von zusätzlichen Parametern, wie z. B. NDF/ADF und Wasserbindungskapazitäten bei der Optimierung der Faser- bzw. Ballaststoffversorgung und die verschiedenen Vorgaben zur Optimierung einer stark oder sehr stark N-/P-reduzierten Fütterung genannt.

Diese, in vielen Futteroptimierungen bereits berücksichtigten Neuerungen, führen bei hinreichender Umsetzung i.d.R. zu Mehrkosten, werden aber bei stärkerer Ausrichtung von Fütterungen auf Forderungen zu mehr Tierwohl, Umweltschutz und Verbraucherakzeptanz und damit letztendlich zu höherer Nachhaltigkeit von Fütterungen zu festen Bestandteilen in Optimierungsprogrammen heranwachsen.

Diese Sichtweise ist auch deshalb erforderlich, weil aktualisierte Vorschriften zum Tierschutz und Umweltschutz mit konkreten Vorgaben zu Futteroptimierungen plausibel umsetzbar sind.

Die einzubeziehenden Erfordernisse bzw. Eckpunkte zur Optimierung von einzelbetrieblichen Fütterungsstrategien haben sich also vergrößert. Dabei gilt es dann zu bedenken, dass Futteroptimierungen stets in ihrem Umsetzungserfolg im Betrieb kontrolliert begleitet werden sollten, um nie ganz auszuschließende Mängel so gering wie möglich zu halten und schnell verbessern zu können. Diese begleitenden Fütterungsberatungen auch als Futtercontrolling bezeichnet, sollte systematisch nach einem Plan erfolgen. Im Vortrag wird ein derart jüngst durchgeführtes und dokumentiertes Futtercontrolling aufgezeigt.

### Methode

In Nordrhein-Westfalen wurde im Rahmen einer wissenschaftlich begleitenden Studie in Betrieben die Vorgehensweise bei einer planmäßigen Fütterungsberatung 1990 mit 50 teilnehmenden Mastbetrieben entwickelt. In den folgenden Jahren konnte diese Vorgehensweise intensiv bei einzelbetrieblichen Fütterungsberatungen in Betrieben, die sich in sog. Arbeitskreisen für gemeinsame Beratungen und Auswertungen zusammen geschlossen haben, immer wieder angewandt und verfeinert werden. Der systematische Ablauf der Beratungsschritte beim Futtercontrolling ist dabei stets beibehalten, wenn gleich verfeinert und im Umfang erweitert worden.

**1. Schritt: Beratungsanfrage(n) mit darauf folgendem Betriebsbesuch zur Erfassung von betrieblichen Daten zur Tierhaltung und –fütterung nebst eingesetzter Techniken**

- Stall-, Futterlager- und Futtermischstättenbegehung zur gemeinsamen Begutachtung von Tierfitness und Hygienestatus im Stall, bei Futter und Fütterung mittels Checklisten
- Tierherkünfte, -bestand, -leistungen u. a. mit Bestandsregister, Einblick in Mastleistungsdaten, Schlachtleistungen
- Futter- und Tränke-/Fütterungsverfahren u. a. mit Komponenten, Mischungen, Fütterungstechnik. Falls zu Einzelkomponenten keine Deklarationen bzw. Analysen vorliegen, werden Futterproben zur Untersuchung versandt.

**2. Schritt: Erstellung eines Betriebs - Besuchsprotokolls**

- Auswertung der Besuchsprotokolle, ggfs. unter Hinzuziehung von Experten zur Tiergesundheit, Stall- und Fütterungstechnik sowie für ökonomische bzw. rechtliche Fragen
- Berechnung, ggfs. Optimierung von Futtermischungen auf Basis von Untersuchungsergebnissen zu Einzelkomponenten, Hinweise zur Beachtung von futtermittelrechtlichen Vorschriften sowie neuen Erkenntnissen aus wissenschaftlicher Forschung und praktischen Erfahrungen.
- Überbringung/Versendung von Berechnungen/Optimierungen per nächsten Betriebsbesuch oder per Mail/Post und Terminabsprache für eine Futterprobenahme auch in Absprache mit der zu beauftragenden Untersuchungseinrichtung hinsichtlich Umfang und Art (trockene/flüssige Futterproben) der Probenanlieferung

**3. Schritt: Futterprobenahmen bei ausgewählten fertigen Mischungen und Beauftragung zur Untersuchung auf festzulegende Parameter**

- Standard sind die Untersuchungen von Rohnährstoffen für die Energiebestimmung, Lysin, Calcium, Phosphor sowie die Keimbelastungen insb. bei Fließfuttern

**4. Schritt: Vergleich von Futterberechnung mit Untersuchungsergebnissen (Soll-Ist-Vergleich) und Beurteilung mit futtermittelrechtlichen Gesamttoleranzen sowie Anwendung geringer Grenzwerte, z. B. sog. „unbedenkliche Bweichungen“, um eher Anlass für eine Ursachenforschung zu geben.****5. Schritt: Erarbeitung von Verbesserungsmaßnahmen auch in Zusammenkünften von mehreren Betriebsleitern sowie Beratungskräften**

- Festlegung eines Termins für das nächste Futtercontrolling (halb- oder ganzjährig)

Immer öfter werden Fragen zum erforderlichen Untersuchungsumfang bei Einzelkomponenten gestellt. Eine Orientierungshilfe für einen sinnvollen Umfang bei ausgewählten Einzelkomponenten gibt die folgende **Übersicht 1** aus der DLG Information 1/2002.

Übersicht 1: Orientierungshilfe für einen sinnvollen Untersuchungsumfang bei ausgewählten Einzelkomponenten und Ergänzungsfuttermitteln

<b>Getreide</b>	je Getreideart min. 1 mal nach der Ernte mittels NIRS-Analytik untersuchen lassen, weitere Untersuchungen einzelner Getreidepartien sind ratsam, wenn Qualitätsveränderungen zu befürchten sind neben einer Nährstoffanalyse sollten gleichzeitig der Hygienestatus in der jeweiligen Partie analysiert werden es ist nicht notwendig zur Ernte jeden einzelnen Schlag zu beproben bei gleicher Sorte und identischen Standortverhältnissen eine Mischprobe/Getreideart
<b>CCM</b>	min. 1 mal nach der Ernte mittels NIRS-Analytik untersuch lassen Probenahme kann während der Einlagerung erfolgen aus mehreren Einzelprobe eine Sammelprobe erstellen überjähriges CCM ggfs. erneut analysieren
<b>Sojaextr. schrot</b>	je nach Bezugsmengen und – quellen 2-4 mal/Jahr mittels NIRS-Analytik untersuch lassen
<b>Ergänzungsfuttermittel</b>	je nach Bezugsmengen und – quellen 1- 2mal/Jahr nasschemisch untersuch lassen
<b>Nebenprodukte</b>	je nach Art und Umfang Untersuchungen im Jahresablauf festlegen je feuchter das Nebenprodukt, desto eher sind unerwünschte Nährstoffschwankungen zu erwarten alle 2-3 Monate Untersuchung auf TM und wertbestimmende Inhaltsstoffe zur Kosteneinsparung Controllinggemeinschaften bilden

## Ergebnisse

Ein exemplarisches Ergebnis zu einem Soll-Ist-Vergleich im Rahmen eines Futtercontrollings bei Mastschweinen im Gewichtsabschnitt ab 60 kg Lebendmasse bei Fließfuttereinsatz mit Nebenprodukten, ist der nachfolgenden Übersicht 2 zu entnehmen.

Wie bereits beschrieben, werden zunächst die Futterberechnungen bzw. -optimierungen mit aktuellen Versorgungsempfehlungen verglichen, um dann die Übereinstimmung von Berechnung und tatsächlich analysierten Gehalten zu prüfen und zu beurteilen mit einem x oder ✓ für ok. Um eine Ursachenforschung für mögliche Abweichungen möglichst frühzeitig zu starten, wird neben gesetzlichen Toleranzen mit eher greifenden „Unbedenklichen Abweichungen“ verfahren. Wie der Übersicht 2 zu entnehmen ist, sind dann nicht 0,4 MJME Gesamttoleranz nach geltendem Futterrecht sondern nur 0,2 MJME – Abweichung als unbedenklich eingestuft.

Übersicht 2: Futter Controlling in der Schweinemast lebendgewicht: ab 60 kg, Fließfutter mit Nebenprodukten

Quelle: Rechenmeister Schwein der LWK NRW, 2016; DLG Fütterungsempfehlungen 2002

Gehalte		Empfehlung (bei 88 % T)		Futterberechnung			Futteruntersuchung			Anmerkungen: unbedenkkl. Abweichungen
		Minim- um	Maxi- mum		bei 88% T	1)		bei 88% T	Diff.	
Trockenmasse	g/kg			207,5	880		214	880	7	
Energie	MJ ME/ kg	13,0	13,4	3,20	13,57	X	3,30	13,55	- 0,02	✓ ± 0,2
Rohasche	g/kg	30	60	16,7	70,8		13,1	537	- 17,1	± 5, Entmischung bei der Probenahme
aNDFom	g/kg	120	140	36,1	135	X	34,5	142	7	✓ ± 5
Rohfaser	g/kg	35	50	11,2	47,5	X	12,0	49,3	1,8	✓ ± 5
Rohfett	g/kg	15	50	16,5	70,0		15,4	63,4	- 6,6	± 5
Rohprotein	g/kg	135	165	45,3	192,1		45,6	187,4	- 4,7	✓ ± 5
Lysin	g/kg	8,8	9,1	2,7	11,4		2,8	11,5	0,1	✓ ± 0,5
Calcium	g/kg	4,8	5,8	2,6	10,8		1,9	8,0	- 2,8	± 0,5, siehe Rohasche
vd. Phosphor	g/kg	2,3	2,6	0,57	2,4	X				
Phosphor	g/kg	3,0	4,1	1,2	4,9		1,2	4,8	- 0,1	✓ ± 0,3
Natrium	g/kg	1,5	2,5	0,7	2,9		0,6	2,5	- 0,4	± 0,3
g Lys/MJ ME		0,68	0,69		0,84			0,85	0,01	

1) X = berechneter Wert liegt im Bereich Minimal- bzw. Maximalempfehlung

2) ✓ = die als unbedenklich geltende Abweichung wird nicht überschritten

**Kommentar:** Das eiweißreiche Ergänzungsfuttermittel kann reduziert werden, doch zuvor sollten beim Lieferanten die Gehalte an Methionin und Threonin im Futtermittel erfragt werden!

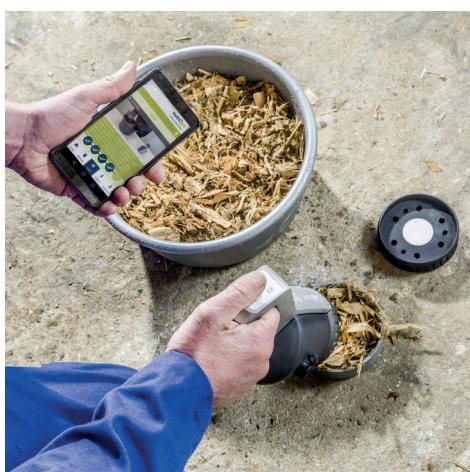
## Zusammenfassung/Fazit

1. Zu gleichrangiger Verbesserung von Wohlbefinden, Umweltschutz und Leistungen in Schweineställen sollte ein regelmäßiges Futtercontrolling zum festen Bestandteil eines Fütterungsmanagements durchgeführt werden.
2. Für die Durchführung sind spezialisierte Kenntnisse zur Fütterung und Fütterungstechniken, zur hinreichenden Beurteilung von Tierverhalten und -fitness, zu unterschiedlichsten Komponenten und Mischungen sowie deren Beurteilung mittels Sensorik und Analytik, zur Futteroptimierung mittels EDV-Programmen und zur Beurteilung von Schlachtleistungsdaten unerlässliche Voraussetzungen. Eine regelmäßige Teilnahme an Fort- und Weiterbildungen ist deshalb auf jeden Fall erforderlich um aktuellen Entwicklungen folgen zu können.
3. Mit auf aktuellen Stand des Wissens gebrachten und publizierten Empfehlungen wird die Durchführung eines Futtercontrollings ganz entscheidend beeinflusst bzw. gefördert.
4. Innovativ denkende und wirtschaftende Schweinehalter fordern diese Beratung mit planmäßigem Futtercontrolling vor dem Hintergrund wirtschaftlicher und politischer Entwicklungen bei veränderten Rahmenbedingungen immer häufiger an.

**Autorenanschrift:**

Dr. Gerhard Stalljohann  
LWK NRW, Fachbereich Tierproduktion  
Haus Dürse  
59505 Bad Sassendorf-Ostinghausen

## NutriOpt On-Site Adviser: Für besseres Futter - jeden Tag



Eine präzise Tierernährung und die stetige Qualitätskontrolle der im Futter verwendeten Rohstoffe, ist wesentlicher Bestandteil Ihrer Arbeit im Futtermanagement. Der **NutriOpt On-Site Adviser** liefert Ihnen schnell und einfach hochwertige Analyseergebnisse binnen weniger Minuten. Mit der Echtzeit-Analyse können Sie die Rationen regelmäßig anpassen und so die Leistung Ihres Betriebes maßgeblich verbessern.

**Nie wieder Proben versenden!  
Nie wieder auf Ergebnisse warten!**

**Überzeugen Sie sich selbst auf der EuroTier 2018  
(Halle 22, Stand A12) oder fragen Sie Ihren Trouw  
Nutrition Ansprechpartner.**

## Zielwerte für Grobfutter

**Hubert Spiekers und Jennifer Brandl**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Grub

### Einleitung

Voraussetzung einer an den Nährstoffansprüchen der Nutztiere orientierten Fütterung ist bestes Grobfutter. Dies betrifft frisch verfütterte, silierte und getrocknete Grobfutter. Entscheidend ist hierbei, dass die Qualität bis zur Futteraufnahme am Trog gewährleistet ist. Futterwert und Futteraufnahme sind maßgebend für die Leistungsfähigkeit der Ration. Die Futterkonservierung hat die Aufgabe, den unerwünschten Stoffabbau und -umbau möglichst gering zu halten, um die gesetzten Ziele zu erreichen. Generell hat eine einzelbetriebliche Festlegung der Zielwerte auf Basis der Strategie im Einzelbetrieb zu erfolgen. Da die Milchviehhaltung und die Rindermast den größten Teil des Futters beanspruchen, werden hier die Werte näher betrachtet.

### Material und Methoden

Im ersten Schritt sind die wichtigsten Kenngrößen der Futterqualität beim Rind festzulegen. Aufbauend auf Spiekers (2011) werden aktuell folgende Kenngrößen zur Beschreibung der Qualität in Tabelle 1 herangezogen. Änderungen haben sich bei der Beurteilung der Strukturwirkung ergeben. Vom AfBN (2014) wird für Mischrationen die physikalisch effektive Neutrale-Dertergenzien-Faser (**peNDF**) empfohlen. Zur Beurteilung des Grobfutters sind die Gehalte an NDFom und die physikalische Struktur zu beachten.

Neben dem Energiegehalt und dem Proteinwert sind Aspekte der Strukturwirkung, der Kohlenhydratversorgung, der Wirkstoffversorgung und nicht zuletzt der Gärqualität, der hygienischen Beschaffenheit und der Stabilität der Grobfutter von Belang. Zur energetischen Futterbewertung wird beim Wiederkäuer das System der Umsetzbaren Energie (ME) bzw. beim Milchvieh das System der Netto-Energie-Laktation (NEL) angewendet. Beim Proteinwert sind für Wiederkäuer die Wirkungen im Vormagen über die Größen **Ruminale Stickstoff-Bilanz (RNB)** und **nutzbares Rohprotein (nXP)** zu berücksichtigen. Ziel ist ein möglichst geringer Proteinabbau im Silo, um hohe nXP-Werte zu gewährleisten. Ein Indikator für den Proteinabbau ist der Anteil Reinprotein. Erfasst werden kann dieser über die chemische Proteinfraktionierung. Das Reinprotein steht in Zusammenhang mit dem Anteil an unabgebautem Rohprotein (UDP) und trägt damit zu einem höheren Gehalt an nXP bei.

Tabelle 1: Kenngrößen der Futterqualität des Grobfutters beim Rind

• Energiegehalt	
<b>Aufzucht und Mast:</b>	– <b>MJ ME</b> ( <i>Megajoule Umsetzbare Energie</i> )
<b>Milchbildung:</b>	– <b>MJ NEL</b> ( <i>Megajoule Netto-Energie-Laktation</i> )
• Proteinwert ( <i>Rohprotein</i> ), <i>Proteinabbau</i> ( <i>Anteil Reinprotein</i> )	
– nXP, nutzbares Rohprotein am Darm	
– RNB, ruminale Stickstoff-Bilanz	
• Strukturwirkung	
– aNDFom, strukturwirksame Rohfaser, Häcksellänge, Vermahlung; peNDFom	
• Kohlenhydratgehalte	
– Zucker, Stärke, beständige Stärke	
• Mineral- und Wirkstoffgehalte	
– Mengenelemente, Spurenelemente, Vitamine	
• Gärqualität	
– pH-Wert, Gärsäuren, NH <sub>3</sub> -N ( <i>Ammoniak-Stickstoff</i> )	
• Hygienische Beschaffenheit	
– Rohasche- bzw. Sandgehalt; <u>mikrobiologische Qualität</u> : Clostridiensporengehalt, Schimmelpilze, Hefen etc.	
• Aerobe Stabilität ( <i>Nacherwärmung</i> )	

aNDFom = aschefreier Rückstand bei der Behandlung mit neutralen Lösungsmitteln/neutrale Detergenzienfaser, NDF ohne Restasche; a nach Amylaseaufschluss bei stärkehaltigen Futtermitteln wie Maissilage und GPS

Für die einzelnen Futtermittel werden konkrete Zielwerte für eine am Bedarf der Nutztiere orientierte Fütterung, die auch Aspekte der Ökonomie, Ökologie und Machbarkeit berücksichtigt, abgeleitet. Ausgangspunkt sind hierbei die im Bundesarbeitskreis Futterkonservierung (DLG, 2011) abgestimmten Orientierungswerte. Zur Aktualisierung wurden die Ergebnisse der Futteruntersuchungen des LKV-Labors in Grub genutzt. Nähere Informationen zu den Daten sind den Jahresberichten der LfL-Tierernährung von 2009 bis 2017 zu entnehmen. Die Auswertung kann über webFuLab erfolgen (Schäffler 2018).

Der Focus liegt auf Grund der mengenmäßigen Bedeutung auf Gras- und Maissilage. Hierfür wurden Zeitreihen erstellt, um den Trend bei den wichtigsten Inhaltsstoffen zu beurteilen. Zur Ableitung aktueller Orientierungswerte wurden ergänzend die Daten nach dem NEL-Gehalt in oberes und unteres Viertel unterschieden. Für die hygienische Situation wurde auch auf Sonderuntersuchungen zurückgegriffen.

## Ergebnisse

Aus der Tabelle 2 sind die Ergebnisse der Grassilageuntersuchungen des LKV Labor Grub für den 1. Schnitt von 2009 bis 2018 ersichtlich. Es zeigen sich erhebliche Unterschiede zwischen den Jahren. Ursächlich sind in erster Linie Unterschiede in der Witterung und den realisierten Ernteterminen (LfL-Tierernährung 2009-2017). Insgesamt sind die Werte recht stabil und auf einem hohen Niveau. Die Werte von 2018 sind als vorläufig zu erachten.

Tabelle 2: Mittlere Gehalte in den Einsendungen von Grassilage 1. Schnitt nach Jahren an das LKV Labor, Grub

Jahr	n	TM	XA	XP	ADFom	XZ	GB	NEL	ME
		g/kg	g/kg TM				ml in 200 mg	MJ/kg TM	
2009	3.681	328	96	146	313	22	43,9	5,7	9,7
2010	4.017	315	96	157	297	36	44,4	6,0	10,0
2011	3.255	400	78	157	236	126	50,6	6,7	11,0
2012	3.895	353	91	169	273	67	47,0	6,3	10,5
2013	4.456	312	97	159	291	35	43,0	5,9	9,9
2014	5.115	344	92	147	265	80	48,0	6,3	10,4
2015	3.847	324	94	155	298	53	46,0	6,3	10,5
2016	3.527	353	93	162	277	95	48,4	6,0	10,1
2017	3.157	353	99	156	266	96	48,1	6,3	10,4
2018	785	344	96	183	281	73	47,9	6,3	10,5
<b>Mittel der Jahre</b>	<b>10</b>	<b>343</b>	<b>94</b>	<b>159</b>	<b>280</b>	<b>68</b>	<b>46,7</b>	<b>6,2</b>	<b>10,3</b>

In der Tabelle 3 sind die Kennwerte für die Folgeschnitte aufgeführt. Das Niveau liegt beim Energiegehalt um etwa 0,2 MJ NEL je kg TM niedriger. Bei der Rohasche und dem Rohprotein sind die Werte höher als im 1. Schnitt. Zu beachten sind jedoch die Unterschiede zwischen den verschiedenen Schnitten. Der 2. Schnitt ist sehr wüchsig und daher oft schnell physiologisch alt was einen geringeren Energiegehalt zur Folge hat. Die letzten Schnitte enthalten oft mehr Schmutz. Die höchsten Gehalte an Rohprotein sind im 3. Schnitt und den Folgenden enthalten.

Tabelle 3: Mittlere Gehalte in den Einsendungen von Grassilage der Folgeschnitte nach Jahren an das LKV Labor, Grub

Jahr	n	TM	XA	XP	ADFom	XZ	GB	NEL	ME
		g/kg	g/kg TM				ml in 200 mg	MJ/kg TM	
2009	4.838	362	112	162	297	24	41,6	5,7	9,7
2010	5.218	363	110	161	280	41	43,2	6,0	10,0
2011	6.995	373	113	151	271	59	45,4	6,1	10,2
2012	6.095	375	106	167	271	54	45,2	6,2	10,3
2013	6.315	359	116	169	267	58	46,7	6,2	10,3
2014	5.108	334	120	161	282	56	45,0	6,0	10,1
2015	3.479	369	109	162	283	73	48,0	6,2	10,4
2016	5.060	355	112	156	303	50	46,7	6,0	10,0
2017	4.291	362	122	168	288	55	44,2	6,0	10,1
<b>Mittel der Jahre</b>	<b>9</b>	<b>361</b>	<b>113</b>	<b>162</b>	<b>282</b>	<b>52</b>	<b>45,1</b>	<b>6,0</b>	<b>10,1</b>

Aus der Tabelle 4 sind die Gehalte für die Maissilage ersichtlich. Hier sind statt der Gasbildung die Cellulaselöslichkeit (ELOS) und statt ADFom die aNDFom aufgeführt, da diese Größen auch in die Schätzgleichungen für die Energie eingehen (AfBN 2008). Statt Zucker ist der Gehalt an Stärke gelistet. Das mittlere Energieniveau hat sich auf 6,8 MJ NEL bzw. 11,1 MJ ME je kg TM stabilisiert. Über den Kornanteil zeigen sich zwischen den Jahren merkliche Unterschiede im Gehalt an Stärke.

Tabelle 4: Mittlere Gehalte in den Einsendungen von Maissilage nach Jahren an das LKV Labor, Grub

Jahr	n	TM	XA	XP	aNDFom	XS	ELOS	NEL	ME
		g/kg	g/kg TM				g/kg TM	MJ/kg TM	
2009	4.538	360	35	77	417	309	673	6,7	11,0
2010	4.569	331	34	78	378	332	682	6,8	11,1
2011	5.292	357	35	76	393	345	683	6,7	11,1
2012	4.841	357	37	76	399	303	656	6,7	11,1
2013	5.525	342	40	76	379	295	659	6,7	11,0
2014	6.009	345	39	79	369	331	712	6,9	11,4
2015	3.684	347	37	80	421	287	693	6,7	11,1
2016	3.726	361	35	73	410	325	696	6,7	11,1
2017	3.446	349	35	80	384	330	696	6,9	11,3
<b>Mittel der Jahre</b>	<b>9</b>	<b>350</b>	<b>36</b>	<b>77</b>	<b>394</b>	<b>317</b>	<b>683</b>	<b>6,8</b>	<b>11,1</b>

Zwischen den einzelnen Proben liegen merkliche Unterschiede. Um diese aufzuzeigen sind in den Abbildungen 1 und 2 die Werte für Grassilage 1. Schnitt und Maissilage aus dem Jahr 2017 nach dem Energiegehalt sortiert worden und die mittleren Werte im oberen und unteren Viertel ergänzend angeführt. Es zeigen sich erhebliche Differenzen zwischen dem oberen und unteren Viertel der untersuchten Proben.

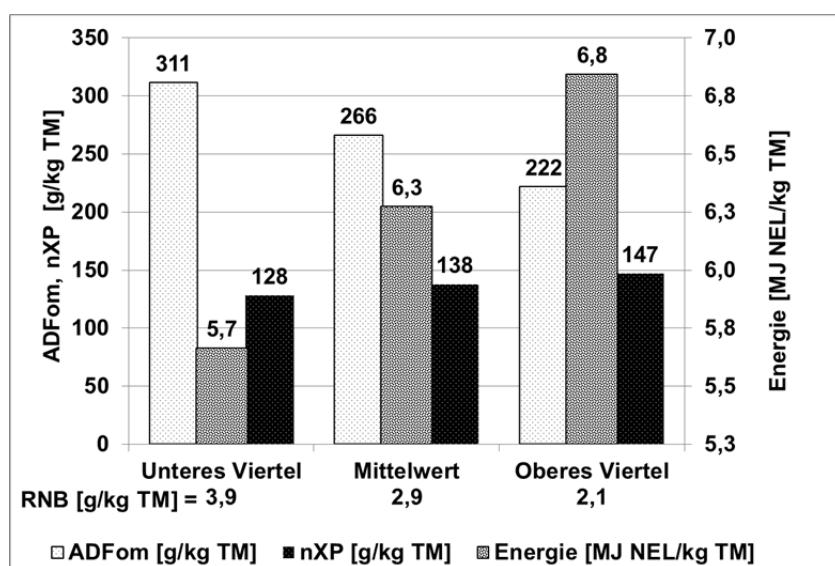


Abbildung 1: Mittlere Gehalte an ADFom, NEL, und nXP sowie RNB in Einsendungen von Grassilage 1. Schnitt 2017 gestaffelt nach dem Energiegehalt an das LKV-Labor in Grub, n = 3.157

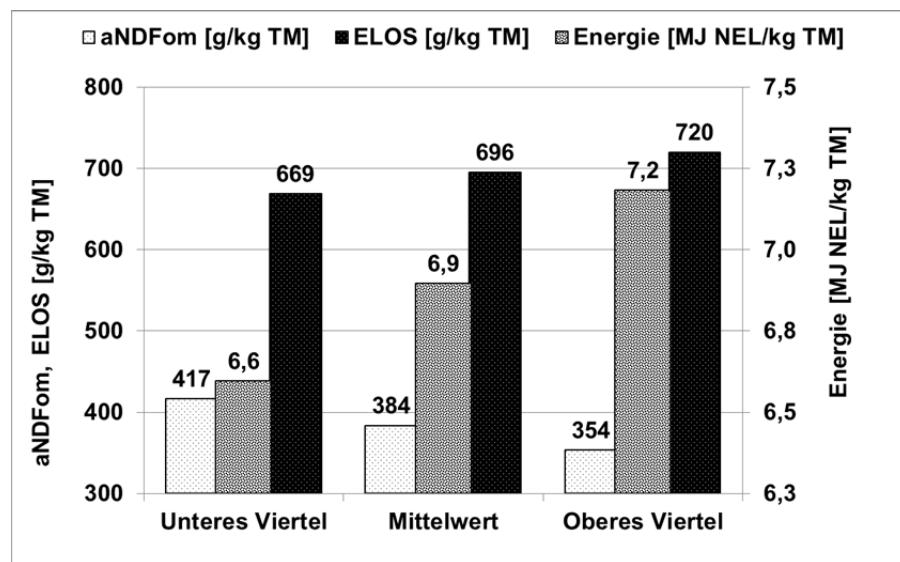


Abbildung 2: Mittlere Gehalte an aNDFom, NEL und ELOS in Maissilage – Einsendungen an LKV-Labor, Grub (2017), n = 3.446

Auf Basis der angeführten Analysedaten wurden die nachstehenden Ziel- bzw. Orientierungswerte abgeleitet. Diese sind für die analytisch fassbaren Größen des Futterwertes bei Gras- und Maissilage der Tabelle 5 zu entnehmen. Die Werte beziehen sich auf die Fütterung von Milchkühen und Mastrindern. Zur Kennzeichnung der Faserfraktionen finden entsprechend der bundesweiten Vereinbarungen ADFom und aNDFom Anwendung.

Tabelle 5: Orientierungswerte für gute Gras- und Maissilagen in der Milcherzeugung und der Rindermast

Parameter	Einheit	Grassilage	Maissilage
Trockenmasse (TM)	%	30 – 40	30 – 38 <sup>1)</sup>
Rohasche	% i. d. TM	< 10	< 3,5
Rohprotein (XP)	% i. d. TM	< 17 <sup>2)</sup>	< 8,5
Reinprotein <sup>3)</sup>	% des XP		> 50
aNDFom	% i. d. TM	40 – 48	37 – 42
ADFom	% i. d. TM	24 – 27	k. A.
ELOS	% der TM	k. A.	> 69
Gasbildung	ml/200 mg TM	> 47	k. A.
Stärke	% i. d. TM	k. A.	> 32
ME	MJ/kg TM	≥ 10,5 bzw. ≥ 10,2 <sup>4)</sup>	≥ 11,1
<b>NEL</b>	<b>MJ/kg TM</b>	<b>≥ 6,4 bzw. ≥ 6,2<sup>4)</sup></b>	<b>≥ 6,7</b>
nXP	g/kg TM	> 138	> 134
RNB	g/kg TM	< 5	- 8 bis - 9

<sup>1)</sup> In Abhängigkeit vom Kornanteil; <sup>2)</sup> 15% bei Ackergrassilage; <sup>3)</sup> ein möglichst geringer Proteinabbau ist anzustreben, um hohe nXP-Werte zu gewährleisten; <sup>4)</sup> 1. Schnitt bzw. Folgeschnitte;

aNDFom und ADFom - NDF bzw. ADF ohne Restasche; k. A. – keine Angabe

Bei der Grassilage ergeben sich in der Regel abnehmende Energie- und nXP-Gehalte vom ersten zu den Folgeschnitten. In stark maisbetonten Rationen werden teils höhere Gehalte an Rohprotein von 18% der TM bei Grassilage angestrebt. Um einen möglichst geringen Proteinab- und -umbau während der Silierung zu gewährleisten sollte der Anteil an Reinprotein 50% des Rohproteins übersteigen. Der Stärkegehalt ist bei der Maissilage zu beachten. Neben der Stärkemenge ist auch deren Abbauverhalten von Belang. Mit steigender Ausreife erhöht sich die Beständigkeit der Stärke im Vormagen. Bei der Grassilage sollten auch die Zuckergehalte beachtet werden.

Aus der Tabelle 6 sind Zielwerte für Grasprodukte bei Produktion unter Auflagen beim Schnitttermin und dem Einsatz in der extensiven Haltung zu entnehmen. Die Energie- und Proteinwerte liegen im Vergleich zur Grassilage in Tabelle 2 etwas niedriger. Auf Angaben von Rohfasergehalten wurde bewusst verzichtet, da bei Gehalten über 30% der TM die Rohfaser nicht im gleichen Maße wie die ADForm ansteigt und daher nur eine sehr geringe Aussage zum Grad der Lignifizierung hat. Zu beachten ist, dass für frischlaktierende Mutterkühe und Schafe die Qualitätsanforderungen aus Tabelle 5 zu nutzen sind. Für trockenstehende Milchkühe sind wiederum die Werte aus der Tabelle 6 passender. Bei der Maissilage werden ebenfalls unterschiedliche Qualitäten diskutiert, um bei hohen Anteilen in der Ration die Strukturwirkung der Ration ohne größere Mengen an zusätzlichem Grobfutter zu gewährleisten. Letztlich ist die einzelbetriebliche Situation maßgebend. Es gilt die gewünschte Leistung der Tiere möglichst sicher, kostengünstig und ressourcenschonend unter Optimierung der Grobfutterqualität zu erzeugen.

Tabelle 6: Orientierungswerte für Grasprodukte bei Produktion unter Auflagen beim Schnitttermin und Einsatz in der extensiven Haltung von Mutterkühen, Schafen etc., Quelle: Spiekers (2011)

Parameter	Einheit	Grassilage	Heu
Trockenmasse	%	30 – 40	> 85
Rohasche	% i. d. TM	< 11	< 9
Rohprotein	% i. d. TM	14 - 17	10 - 15
Reinprotein	% des XP	> 50	> 80
NDFom	% i. d. TM	48 – 55	55 – 60
ADFom	% i. d. TM	28 – 32	30 – 35
<b>ME</b>	<b>MJ/kg TM</b>	<b>≥ 9,8</b>	<b>≥ 9,2</b>

NDFom und ADFom – NDF bzw. ADF ohne Restasche

## Struktur und Teilchenlänge

Da die Grobfutter auch die Strukturwirkung der Ration bestimmen, sind die physikalischen Eigenschaften Teilchengröße, Starrheit und das spezifische Gewicht zu beachten. Aus Sicht der Silierbarkeit, Verdichtbarkeit und der Mischbarkeit empfehlen sich kurze Partikel. Zur Gewährleistung der Strukturwirkung ist beim Wiederkäuer eine ausreichende Partikellänge erforderlich. Für die Passagerate, die Futteraufnahme und die Verringerung von Selektion sind wiederum eine große Homogenität und gleichmäßige Zerkleinerung und eher kurze Partikel von Vorteil. Generell ist daher

ein Kompromiss zwischen den verschiedenen Anforderungen herbeizuführen. Zu beachten sind hierbei auch eventuelle Nachzerkleinerungen bei der Entnahme oder Vermischung im Mischwagen.

Bei der Maissilage ist eine theoretische Häcksellänge von 4 – 8 mm der empfohlene Kompromiss zwischen Verdichtung, Verdaulichkeit und Strukturwirkung. Mit steigender Häcksellänge nimmt die Verdichtbarkeit der Silage ab. Bei Verwendung geeigneter Körnerprozessoren ist auch Langschnitt mit Häcksellängen über 20 mm möglich.

## Zur Silierung ergeben sich folgende Empfehlungen:

- TM-Gehalt:
  - **30 – 38% bei Mais** (Korn 55 – 60%, Restpflanze 23 – 25%)
  - **30 – 40% bei Gras**
- Gleichmäßige Zerkleinerung der Ganzpflanze:
  - **4 – 8 mm Häcksellänge bei Silomais; bei Langschnitt > 20 mm auf gute Zerkleinerung der Körner achten**
  - **< 4 cm Häcksellänge bei Gras, Kleegras und Luzerne**
- Ausreichende Zerkleinerung der Körner bei Silomais und GPS:
  - alle Körner angeschlagen
  - keine Beeinträchtigung der Verdaulichkeit

## Gärqualität

Die Gärqualität der Silagen lässt sich ebenfalls analytisch ermitteln. Wichtige Punkte sind der pH-Wert, die Gärssäuren und der Anteil des Ammoniak-N am gesamten N. Die Anforderungen der Silagen an die Gärqualität sind aus Tabelle 7 ersichtlich. Das Ziel ist eine weitgehend buttersäurefreie Silage mit geringem Abbau an Protein, hierdurch werden ein geringer Stoffabbau während der Silierung und eine hohe Aufnahme an Futter gewährleistet. Stark überhöhte Gehalte an Gärssäuren können zu einer Minderung der Futteraufnahme führen. Dies gilt insbesondere bei Rationen mit stark erhöhten Gehalten an Essigsäure. Ebenfalls von Nachteil für die Futteraufnahme sind verschiedene Abbauprodukte des Futterproteins. Niedrige Anteile an Ammoniak-N sind im Hinblick auf die Futteraufnahme von Vorteil. Bei den Gehalten an Essigsäure und Propionsäure ist aus dem Blickwinkel des Stoffabbaus ein niedriger Gehalt anzustreben. Für die aerobe Stabilität sind Gehalte über 2% der Trockenmasse von Vorteil. Generell ist eine aerobe Stabilität von mindestens drei Tagen anzustreben.

Tabelle 7: Orientierungswerte für die anzustrebende Gärqualität

Zielgröße	Einheit	Orientierungswert
pH-Wert, von 20 .... 45% TM		<b>4,0 ... 5,0</b>
Buttersäuregehalt	g/kg TM	<b>&lt; 3</b>
Essig- und Propionsäuregehalt	g/kg TM	<b>20 – 30</b>
Ammoniak-N-Anteil	% des N	<b>&lt; 8</b>
Aerobe Stabilität	Tage	<b>&gt; 3</b>

Der Ausgangskeimgehalt mit Schadorganismen, der Gärverlauf, die Verdichtung und die Silobewirtschaftung entscheiden über die hygienische Beschaffenheit und die Stabilität der Silagen. Zur Verbesserung dieser Größen gibt es zahlreiche Ansatzpunkte vom Pflanzenbau über die Futterernte und Siliertechnik bis zum Einsatz von Siliermitteln. Im Interesse einer rentablen, umweltverträglichen und an den Ansprüchen der Tiere orientierten Futterwirtschaft und Fütterung sind die Möglichkeiten der modernen Silagegewinnung zu nutzen.

## Fazit und Ausblick

Auf Basis der veränderten Anforderungen in der Nutztierhaltung und den vorliegenden Informationen zu den Untersuchungsergebnissen in Bayern wurden die Orientierungswerte für Gras- und Maissilagen überprüft und bei Bedarf angepasst. Für die weiteren Grobfutter ist dies auch noch entsprechend der Bedeutung vorzunehmen. In einem nächsten Schritt sollten die Daten in die anstehende Überarbeitung des Praxishandbuchs zur Futter- und Substratkonservierung einfließen.

## Literatur

AfBN (Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) (2008): New equations for predicting metabolisable energy of grass and maize products for ruminant. in: Proceedings of the Society of Nutrition Physiology, 17, 191-198

AfBN (Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) (2014): Evaluation of structural effectiveness of mixed rations for dairy cows – status and perspectives. in: Proceedings of the Society of Nutrition Physiology, 23, 165-179

DLG (2011): Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung. 8. Vollständig überarbeitete Auflage. DLG-Verlag Frankfurt a.M.

LfL-Tierernährung (2009 – 2017): Jahresberichte des LfL-Instituts für Tierernährung und Futterwirtschaft 2010 bis 2017 – Kapitel 6 Grobfutteruntersuchungen für Betriebe mit Rinderhaltung

Schäffler, M., Wirthgen, S., Rauch, P., Brunlehner, E.-M. (2018): Möglichkeiten der Digitalisierung nutzen: Futter und Fütterung. in: Tagungsband: Nutztierhaltung – Basis der Landwirtschaft in Bayern; 100 Jahre Kompetenzzentrum für Nutztiere Grub. LfL-Schriftenreihe 01/2018, 49 - 56

Spiekers H. (2011): Ziele in der Wiederkäuerfütterung . in: ): Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung. 8. Vollständig überarbeitete Auflage. DLG-Verlag Frankfurt a.M., 13 - 17

### Autorenanschrift:

Prof. Dr. Hubert Spiekers  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)  
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft  
Prof.-Dürrwaechter-Platz 3,  
D-85586 Poing- Grub  
Tel. 089 99141 400  
Hubert.Spiekers@LfL.bayern.de

## Anforderungen an die hygienische Qualität von Grobfutter

**Wolfgang Wagner**

LTZ Augustenberg

### Einleitung

Neben den Aspekten der Futtermittelsicherheit ist auch die Sicherung eines quantitativ und qualitativ stets adäquaten Angebots an Futtermitteln als eines der wichtigsten Produktionsfaktoren der landwirtschaftlichen Tierhaltung anzusehen. In der Rinderhaltung gibt es dafür grundsätzlich eine Fülle von Ansatzpunkten, angefangen bei der Hygiene rund um das Grobfutter. Der Beitrag zeigt Möglichkeiten und Probleme auf, diese Herausforderung zu meistern, kann aber wegen der vielfältigen Betriebsarten und deren individuellen Aspekte keine Patentlösung anbieten, sondern lediglich Denkanstöße und Hinweise auf weiterführende Empfehlungen und Richtlinien geben.

### Hygienische Risiken bei der Gewinnung und Verfütterung von Grobfutter

Futtermittel mit unerwünschtem Besatz an Mikroorganismen können in mehrerlei Hinsicht problematisch sein. Ein Hauptaspekt ist dabei der Verderb von Futtermitteln durch fäulnisregende Bakterien und Pilze, die die organische Substanz zersetzen bzw. in mehr oder weniger ungenießbare bis gefährliche Stoffwechselprodukte umwandeln und anreichern. Damit wird nicht nur der Futterwert gemindert sowie Geruch und Geschmack negativ beeinflusst, sondern es werden auch vielfach Giftstoffe wie Mykotoxine gebildet, die die Tiergesundheit oder zumindest deren Leistung beeinträchtigen. Allein auch die erhöhte Anzahl an Mikroorganismen selbst wirkt sich auf die handelsübliche Reinheit und Unverdorbenheit eines Futtermittels nachteilig aus.

Neben den Verderbnisprozessen können auch echte Krankheits- oder Seuchenerreger eine Rolle spielen, die durch Erde, Fäkalien oder Kadavern in das Grobfutter eingetragen werden können. Bei Silagen sind dabei Salmonellen, Clostridien, Listerien etc. zu nennen. Auch Weideparasiten spielen hierbei eine Rolle. Grobfutter sollte daher von Flächen, auf denen Material tierischen Ursprungs ausgebracht wurde, nur nach angemessener Wartezeit gewonnen werden. Abweichend davon kann Material, das einer Desinfektion bzw. einem anderen Verfahren zur sicheren Abtötung von Tierseuchenerregern unterzogen wurde, ausgebracht werden.

### Kontaminationswege in der Landwirtschaft

Nicht immer ganz unvermeidlich finden Keime ihren Weg aus ihren diversen natürlichen Reservoiren in die Nahrungskette, wie man am Beispiel des Rinds nachvollziehen kann: Mit Gülle oder Gärresten gedüngte Grasaufwüchse, denen mehr oder weniger Erdreste oder -staub anhaften, werden direkt gefressen oder indirekt über das Heu bzw. die Silage aufgenommen. Als „Passagier“ können dabei mehr oder weniger qualitäts- oder gesundheitsgefährdende Bakterien oder Pilze auftreten. Handelt es sich dabei um Krankheitserreger wie etwa bestimmte Clostridien-Arten oder Salmonellen, kommt es im Darmtrakt je nach Zustand des betroffenen Tieres oder der Erreger-Art zu einer Vermehrung oder sogar zu einer Besiedlung innerer Organe bis hin zum Krankheitsausbruch. Die Symptome können aber auch zunächst oder gänzlich ausbleiben. Ungeachtet dessen besteht zudem Gefahr, dass der

Erreger in die Milch übergeht und den restlichen Tierbestand über den Kot gefährdet. Der Kreislauf schließt sich, wenn die Gülle wieder auf landwirtschaftlichen Flächen ausgebracht wird.

An jeder dieser Stationen lassen sich Gegenmaßnahmen ergreifen, um das Übertragungsrisiko zu minimieren. Eine gute Grünlandpflege, ein gutes Weidemanagement und eine kontrollierte Silierung sorgen ebenso für Abhilfe wie eine gute Fütterungspraxis, eine Minimierung von Stressfaktoren, Impfmaßnahmen und hygienische Stallbedingungen. Hilfreiche Checklisten und Ratgeber zu diesem Thema werden vielfach angeboten.

### **Beurteilung der Futtermittelqualität**

Die mikrobiologische Qualität von Grobfutter lässt sich zunächst wie bei anderen Futtermitteln über die Bestimmung und Beurteilung der aeroben Keimzahlbelastung im Labor bestimmen. Hierzu dienen die VDLUFA-Methoden MB III 28.1.2 "Bestimmung der Keimgehalte an Bakterien, Hefen, Schimmel- und Schwärzepilzen" bis 28.1.4 "Verfahrensanweisung zur mikrobiologischen Qualitätsbeurteilung". Hierbei werden sieben feldbürtige und Verderb-anzeigende Keimgruppen betrachtet und es werden anhand von Orientierungswerten (OW) Aussagen zur Fütterungstauglichkeit und zum rechtlichen Bezug getroffen, sowie Empfehlungen ausgesprochen. Mikrobiologisch gute Futtermittel der Qualitätsstufe I überschreiten den OW nicht, danach gibt es Abstufungen. Wird der OW um mindestens das 10-fache überschritten, handelt es sich um Qualitätsstufe IV, die nicht mehr der handelsüblichen Reinheit und Unverdorbenheit entspricht und bei der von einer Verfütterung abgeraten wird.

Tabelle 1: Orientierungswerte für Heu und Silage nach VDLUFA MB III 28.1.4, unterteilt nach Keimgruppen (KG), Keimzahlen in Kolonie-bildenden Einheiten pro g (KBE/g). Die Ableitung dieser Werte basiert auf einer bundesweiten Studie von 2001-2006 (Heu), 2004-2008 (Grassilage) und 1999-2008 (Maissilage) an 353, 386 und 449 Proben.

KG	Heu	Grassilage	Maissilage
1 feldbürtige Bakterien	30 Mio	200.000	400.000
2 Verderb anzeigende Bakterien	2 Mio	200.000	200.000
3 Verderb anzeigende Streptomyzeten	0,15 Mio	10.000	30.000
4 produkttypische Pilze	200.000	5.000	5.000
5 Verderb anzeigende Pilze	100.000	5.000	5.000
6 Verderb anzeigende Mucorales	5.000	5.000	5.000
7 Hefen	150.000	200.000	1 Mio

Im Arbeitskreis Mikrobiologie der Fachgruppe VI Futtermittel werden derzeit Orientierungswerte für Heulage erarbeitet. Für Gras/frische Biomasse sind diese nicht in Sicht, weil die Nachfrage an den Untersuchungsanstalten zu gering ist. Orientierungswerte machen hier auch wenig Sinn, weil die Keimzahlen in frisch geschnittenem Gras innerhalb von Stunden regelrecht explodieren und ein mikrobieller Reifungsprozess eintritt, der bei Heu und Silage 6-8 Wochen dauert, und vor dessen Abschluss, bei dem die Keimzahl sich wieder auf Normalwerte stabilisiert, bekannter Weise nicht verfüttert werden darf.

Futtermittelarten, die unter anaeroben Einfluss stehen oder zeitweilig standen, sind zudem für eine Untersuchung auf Clostridien geeignet. Dies können neben Gras- und Maissilagen beispielsweise auch Totalmischrationen und Biertreber sein, aber auch verunreinigte Proben, die z. B. mit Erdboden, Kot und Kadavern in Berührung gekommen sind. Durch die unerwünschten Gärprozesse von Clostridien werden Kohlenhydrate, Aminosäuren und Milchsäure zu Buttersäure u. a. qualitätsmindernden Stoffen vergoren und mindern so den Futterwert und die Qualität der Silage. Die Buttersäure wirkt dabei

weniger pH-absenkend als die erwünschte Milchsäure. Der konservierende Effekt in Gärfuttermitteln geht damit verloren. Dies kann so weit gehen, dass sogar ein Wachstum von den oben erwähnten aeroben Bakterien, Hefen und Schimmelpilzen einsetzt. Deren Tätigkeit (Nährstoffabbau, Toxinbildung, etc.) verstärkt den Verderbnis-Prozess weiter. Proteolytische Clostridien senken den Proteingehalt des Gärfutters und neutralisieren durch Ammoniakbildung die Gärssäuren. Dadurch tritt eine Verarmung essentieller Aminosäuren wie Tryptophan ein und es entstehen Fäulnisstoffe wie Cadaverin und Putrescin („Leichengifte“).

Um diese Aspekte abzudecken sind neben der Mikrobiologie auch weitere begleitende Untersuchungen mit anderen geeigneten Qualitätsparametern wie dem pH-Wert, dem Gärssäuremuster und organoleptische Befunde sinnvoll.

Der Arbeitskreis Mikrobiologie wertete aus den Jahren 2010 bis 2016 die Daten von 162 Maissilagen, 381 Grassilagen, sowie von Totalmischrationen und anderen Futtermittel statistisch aus. Ein Drittel der Maissilagen wies demzufolge gar keine Clostridien auf, es wurden aber auch Belastungen bis 25.000 KBE/g registriert. Die Verteilung der Keimzahlen über alle Proben und fachliche Erwägungen legten einen Richtwert von 200 KBE/g nahe, unter dem eine sehr gute Qualität attestiert wurde. Darüber war die mikrobiologische Qualität des Futtermittels zunehmend herabgesetzt. In dieser Studie machte dies einen Anteil von 9,0% der Proben aus. Bei den Grassilagen reichte die Spanne von 20% der Proben ohne Befund bis zu Keimzahlen von 100.000 KBE/g. Mit einem Richtwert von 500 KBE/g wiesen 5,4% der Proben kritische Keimgehalte auf. Die hier zu Grunde liegende Methode ist die VDLUFA MB III 28.3.2 "Bestimmung von sulfitreduzierenden Clostridien".

Für die Bestimmung weiterer relevanter Mikroorganismen (etwa die erwünschten Milchsäurebakterien) oder gar Krankheitserreger (z. B. *Listeria monocytogenes*) liegen diverse Spezialmethoden vor, die je nach Fragestellung ebenfalls sinnvoll eingesetzt werden können.

## Maßnahmen zur Sicherstellung eines hohen Hygieneniveaus

Futtermittel müssen sauber und trocken gelagert werden und gegen Zugang und fäkale Verschmutzung durch Schadnager, Schadinsekten, Wild, Vögel und Haustiere geschützt sein, um mikrobiologische Kontamination so weit wie möglich zu verhindern. Erfolgt die Lagerung im Freien sollten geeignete Abdeckungen gegen Feuchtigkeit verwendet werden. Bei Wirtschaftsfahrzeugen ist darauf zu achten, dass kein Schmutzeintrag, etwa Erddanhäufungen von den Reifen in die Silage, erfolgt. Futtertische und -krippen sollten möglichst vor Feuchtigkeit, Hitze, fäkale Kontaminationen etc. geschützt sein und sind regelmäßig zu reinigen. Verdorbenes, verschimmeltes oder verunreinigtes Futter, das nicht sicher ist, darf nicht verfüttert werden.

Tränkeeinrichtungen sollten leicht zu reinigen sein, deren Funktionsfähigkeit regelmäßig überprüft werden und so angebracht sein, dass eine Kontamination des Wassers auf ein Minimum reduziert wird. Hinsichtlich der Qualität des Tränkewassers wird auf den "Orientierungsrahmen zur futtermittelrechtlichen Beurteilung der hygienischen Qualität von Tränkewasser" des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) verwiesen.

Das beste Futtermittel kann aber den Hygienestatus nicht im Alleingang aufrechterhalten, wenn andere Bereiche im wiederkäuerhaltenden Betrieb vernachlässigt werden, bauliche Voraussetzungen nicht gegeben sind oder Managementfehler begangen werden. Jede der folgenden Hygienemaßnahmen senkt den Erregerdruck im Stall:

**Bauliche Beschaffenheit:**

- Stallungen so einrichten, dass Tiere nicht entweichen können
- das Eindringen von fremden Tiere/Wildtieren vermeiden
- unbefugtes Betreten Dritter möglichst unterbinden, auch durch Beschilderungen
- Personalhygiene ermöglichen durch Wasch- und Reinigungs- und Desinfektionsmöglichkeiten
- Umkleidemöglichkeiten für Schuh- und Kleidungswechsel ermöglichen
- Reinigungs- und Desinfektionsmöglichkeit für Fahrzeuge nach Transport kranker/fremder Tiere
- Eine wirksame Schadnagerbekämpfung muss möglich sein.
- reinigungs- und desinfektionsfähige, sowie rutschfeste Lauf- Liege- und Standflächen
- räumliche Trennung von kranken Tieren, gebärende Muttertiere, Jungtiere
- räumliche Trennung von Schafen, Ziegen oder anderen Tierarten
- räumliche Trennung (Quarantäne) zugekaufter Tiere
- räumliche Trennung von Fütterungseinrichtungen, Lagerbereichen, Flüssig- und Festmist
- wirkungsvolle Belüftung, die die Staub- und mikrobiologische Belastung vermindert
- Die Tierkörperlagerung und -beseitigung muss auf dem Betriebsgelände isoliert erfolgen.

**Betriebseigene Kontrollen, gesundheitliche Maßnahmen:**

Die Tiere sind täglich auf ihren Gesundheitszustand zu kontrollieren, so dass Krankheiten frühzeitig erkannt werden, die erforderlichen Maßnahmen rechtzeitig eingeleitet werden können und den Gefahren einer Krankheitsübertragung vorzubeugen.

Der Tierhalter sollte seinen Bestand tierärztlich betreuen lassen. Neben der Diagnose und Behandlung umfasst dies auch eine kontinuierliche Beratung hinsichtlich eines vorbeugenden Tiergesundheits- und Hygienemanagements (inklusive Impfprogrammen), einer aktiven Begleitung betrieblicher Sanierungsverfahren und der Durchführung amtlich angeordneter Untersuchungen.

**Anforderungen an die Haltung, Fütterung und Pflege von Wiederkäuern:**

- regelmäßige Reinigung der Stallungen, Einrichtungen und Arbeitsgegenstände
- Konzentration, Einwirkzeit und Anwendungstemperatur von Desinfektionsmitteln beachten
- Verschleppungen zwischen den Betriebsbereichen vermeiden
- Fäkalien beseitigen für saubere und trockene Lauf-, Stand- sowie insbesondere Liegeflächen.
- Fahrzeuge oder Gerätschaften, die Kontakt mit den Tieren oder deren Ausscheidungen hatten oder aus anderen Betrieben stammen, sollten vor dem Einsatz im Tierhaltungsbereich gereinigt und erforderlichenfalls desinfiziert werden.
- Betriebsfremde Personen, einschließlich Viehhändler, Tiertransporteure, Tierärzte, Be- samungspersonal oder landwirtschaftliche Berater, sollten die Ställe, Ausläufe und Weiden nicht mehr als notwendig betreten oder befahren. Diese haben zum Schutz des Tierbestandes saubere Schutzkleidung mit gut gereinigtem Schuhwerk, besser betriebseigene Schutzkleidung einschließlich Schuhwerk oder Einwegkleidung, zu tragen.
- regelmäßige Klauenpflege

Die "Empfehlungen des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft für hygienische Anforderungen an das Halten von Wiederkäuern" geben zu diesen und weiteren Themengebieten wie Milchgewinnung, Tierzucht und Weidemanagement einen guten Überblick.

## Fazit

Ansatzpunkte für Hygienemaßnahmen gibt es also viele. Die Frage, welche davon im eigenen Betrieb umgesetzt werden können, welche im eigenen Umfeld wirkungsvoll sind, wie sich dies auf den Betriebsablauf, die Tierleistung oder auf den Erlös auswirkt, muss der Landwirt am Ende selbst beurteilen, auch wenn er durch Beratung begleitet wird. Es gibt Meinungen, auch mal einen Blick auf die Schweinehaltung zu werfen, bei der die Hygienemaßnahmen sicherlich noch einmal auf einem ganz anderen Niveau stehen. Einzelne Aspekte dieses Artikels gehen sicherlich in diese Richtung, aber ob darüber hinaus noch weitere Anstrengungen erfolgversprechend sind, müsste erst einmal in Pilotprojekten gezeigt werden. Man sollte das Rad auch nicht zu weit drehen, ein gewisses Maß an keimbelasteter Umwelt ist für die Tiergesundheit und das Tierwohl auch förderlich.

## Literatur

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft 2014. Empfehlungen des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft für hygienische Anforderungen an das Halten von Wiederkäuern.

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. 2007. Orientierungsrahmen zur futtermittelrechtlichen Beurteilung der hygienischen Qualität von Tränkewasser.

Sontheimer A. 2016. Kehraus für Schmutz und Schmuddel. BWagrar 20, 21-23

Resch K. 2014. Es surrt, schwirrt, wurmt und nervt. BWagrar 25, 24-26

Giardini A., Bunge J. 2013. Probenahme bei silierten Futtermitteln in der Praxis. Feed Magazine/Kraftfutter 11-12, 14-20

Jilg A., 2018. Die Silagesignale im Blick haben. Badische Bauernzeitung 1, 16-18

Wagner W. 2016. Clostridien in Futtermitteln. Amtstierärztlicher Dienst und Lebensmittelkontrolle 4, 256-259 Verband deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) 2017. Methode 28.3.2 Bestimmung von sulfitreduzierenden Clostridien. In: Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch), Bd. III Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

Verband deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) 2012. Methode 28.1.2 Bestimmung der Keimgehalte an Bakterien, Hefen, Schimmel- und Schwärzepilzen. In: Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch), Bd. III Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, 8. Ergänzungslieferung, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

Verband deutscher landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) 2012. Methode 28.1.4 Verfahrensanweisung zur mikrobiologischen Qualitätsbeurteilung. In: Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch), Bd. III Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, 8. Ergänzungslieferung, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

### Autorenanschrift:

Wolfgang Wagner  
LTZ Augustenberg  
Neßlerstr. 25  
76227 Karlsruhe



Ihre Herde ist mehr als nur Ihre Existenz. Diese zu schützen, ist unsere Kompetenz.

**Alltech®**  
**MYCOTOXIN MANAGEMENT**

Ein effizientes Mykotoxin Management erfordert ein ganzheitliches Kontrollsyste: beginnend mit der Pflanzenproduktion, Futtermittelherstellung bis hin zum Futtermittelmanagement sowie der Risikobewertung. Alltech's Mykotoxin Management Programm trägt dazu bei, die Gesundheit Ihrer Tiere zu schützen, die Qualität Ihrer Futtermittel zu sichern und gesunde Lebensmittel zu produzieren.

ALLTECH 37+™, ALLTECH® MIKO, MS-EXTRA™ A+

Alltech (Deutschland) GmbH  
Deller Weg 14  
41334 Nettetal  
Tel: +49 (0) 2157 13811-0  
Fax: +49 (0) 2157 13811-29  
E-mail: deutschland@alltech.com

**Alltech®**

Alltech.com/deutschland AlltechDeutschland @Alltech

## Minimierung von Verlusten bei der Silierguternte und Lagerung von Silagen

**Dr. Gerd-Christian Maack**

Institut für Landtechnik, Abteilung Tierhaltungstechnik, Universität Bonn

Verluste sind bei der Ernte und Lagerung von Futtermitteln nie ganz zu vermeiden, da zum einen technisch-mechanische Futterverluste bei der Ernte auftreten und zum anderen besonders bei der Feuchtkonservierung biochemische Umsetzungsprozesse immer unter Substanz- und Energieverlust ablaufen.

Ernteverluste entstehen beim Gras in der ganzen Erntekette und lassen sich auch nur zum Teil vermeiden. Generell sind aber die Feldverluste bei der Heubereitung als höher einzustufen als bei der Silobergung, da mit jedem Wenden, besonders bei bereits höheren TS-Gehalten, Bröckelverluste am Blatt entstehen. Besonders empfindlich sind dabei Leguminosen wie Luzerne. Die Verwendung von schlagenden Mähaufbereitern sollte dabei unbedingt vermieden werden, da durch diese ein Teil der wertvollen Blätter bereits abgeschlagen wird. Zur Vermeidung von Futterverschmutzung durch den Eintrag beim Ernteverfahren und eine möglichst vollständige Erfassung beim Schwaden ist die Förderung einer dichten und vollständigen Grasnarbe essentiell (JÄNICKE, 2012).



Abbildung 1: Nachsaat mit KÖCKERLING HERBAMAT (WITT)

So stehen neben den durchgeführten Pflegemaßnahmen aber auch indirekte Methoden zur Vermeidung von unerwünschtem Schmutz im zu erntenden Futter zur Verfügung. Zum Schwaden werden aktuell hauptsächlich Kreiselschwader mit zwei Kreiseln, oder im Lohnunternehmereinsatz auch mit vier Kreiseln, eingesetzt. Die Technik ist an sich bewährt, hat jedoch den prinzipbedingten Nachteil, dass das Futter über den Untergrund gezogen wird und damit vor allem bei kahlen Stellen zusätzliche Verschmutzung entsteht.

Die Entwicklung von neuen Pick-up Schwadern, die mit einer verbesserten Bodenanpassung der Pick-up ausgestattet sind, kann daher als technische Alternative gesehen werden. Erste Tests mit solchen Geräten wurden bereits durchgeführt. (RESCH 2016).



Abbildung 2: Pickup-Schwader (Prototyp) (Resch 2016)

Im ersten Test hat sich jedoch nicht gezeigt, dass mit dieser Technik geringere Aufnahmeverluste als mit konventioneller Schwadtechnik zu erzielen sind. Die Verringerung der Gefahr von nachträglicher Futterverschmutzung ist aber sicher als Vorteil zu sehen. Verluste bei der Aufnahme durch die Bergetechnik können sehr unterschiedlich ausfallen. Generell lässt sich das Schwad besser aufnehmen, wenn es auf der Grasstoppel locker abgelegt ist und diese nicht zu kurz ist (5-7 cm). Bei hohen Trockenmassegehalten führt jede weitere Bewegung des Materials zu Bröckelverlusten. Besonders bei blattreichen Erntegütern wie Leguminosen ist dies ein Problem. Bröckelverluste sind auch beim Pressen von Rundballen ein Thema. Gerade bei Festkammerpressen mit Rollen "schnitt" es oft doch ganz erheblich unter der Presse. Dies liegt zum einen am losen Umlauf des Erntegutes in der Kammer zu Beginn der Pressung und zum anderen an der nicht geschlossenen Mantelfläche durch die einzelnen Pressrollen. Vario-Pressen mit umlaufenden Bändern sind daher für das Pressen von trockenem, blattreichen Material deutlich besser geeignet. Bei Siliergut mit geringeren TS-Gehalten, die deutlich unter 50% liegen, ist dieser Verlust wesentlich geringer. Beim Futtertransport sollten sich Verluste allgemein in engen Grenzen halten. Der Aufbau klappbarer Abdeckungen auf Häckseltransporter dient mehr der Vermeidung von Straßenverschmutzungen als der mengenmäßigen Verlustminderung. Es versteht sich ebenso, dass Häckselwagen nicht so überfüllt werden sollten, dass in der ersten Kurve ein großer Schwung vom Wagen fällt.

Ein anderer Gesichtspunkt ist der Transport und Umschlag von bereits gewickelten Ballen. Hier gibt es zwar keine direkten Verluste, jedoch können schon geringfügige Beschädigungen der Wickelfolie massiven Verderb verursachen, da Luft und Wasser später eindringen. Gerade in trocken siliertem Gras ist der konservierende Schutz durch die niedrigen Gärssäuregehalte nur gering und es kommt schnell zu starkem Schimmelbefall bei Leckagen der Ballenfolie.



Abbildung 3: Blattverluste bei der Bergung von Luzernesilage

Ist das Futter im Silo untergebracht und die Abdeckung geschlossen befestigt, kommt es zur Restatmung und damit auch zu einer leichten Temperaturerhöhung im Silo. Die entstehenden Verluste (1-2%) sind nicht ganz zu vermeiden, jedoch durch eine schnelle Befüllung des Silos und gute Verdichtung mit sofortiger Abdeckung zu verringern. Verfahren, die das Futter sehr schnell unter Luftabschluss bringen, wie Press-Wickel-Kombinationen oder auch Schlauchsilierung, bieten in diesem Punkt einen Vorteil, da die Zeitspanne für weiteren Sauerstoffzutritt geringer ist als bei der Befüllung von Flachsilos. Eine Verkürzung der aeroben Befüllphase verringert neben den Atmungsverlusten auch das Wachstum der Hefenpopulation, die nach der Siloöffnung eine Hauptursache für Nacherwärmung sind (WEIBBACH, 1998).

Unter den eigentlichen Gärverlusten wird der auf die Gärung zurückzuführende TS-Verlust verstanden. Dieser Gärverlust ist am geringsten, wenn die Gärung von homofermentativen Milchsäurebakterien dominiert und dadurch hauptsächlich zu Milchsäure fermentiert wird. Einen weiteren, großen Einfluss hat der TS-Gehalt selbst, da bei höheren TS-Gehalten die Gärung schon bei weniger tiefen pH-Werten zum Erliegen kommt und damit die Stoffumsätze insgesamt geringer sind. Außerdem unterdrückt das Anwelken auf TS-Gehalte von mind. 30%, besser 35%, die Vermehrung von Clostridien, die bei ihrem Stoffwechsel zu Buttersäure abbauen, den Proteingehalt verringern und die Ansäuerung mindern. Gerade beim ersten Schnitt hat sich schon bei vielen Beprobungen gezeigt, dass der natürliche Besatz mit Milchsäurebakterien zu gering ist und dadurch die Gärung nicht optimal abläuft. Der Einsatz homofermentativer Bakterien kann dann die Gärung erheblich verbessern.

Der Z/PK Quotient ist eine weitere Kenngröße für die Silierbarkeit. Der Z/PK sollte  $> 2$  sein, besser noch  $> 3$ , da sonst der für die Fermentation zu Milchsäure nötige Zucker nicht ausreichend zur Bildung der nötigen Milchsäuremenge ist. Der Z/PK Quotient kann zum Schnittzeitpunkt nur geschätzt werden. Besonders bei proteinreichen Gräsern und Leguminosen ist der Z/PK in der Regel  $< 2$ . Um Fehlgärungen zu vermeiden, können dann als Silierhilfe chemische Produkte mit chlostridienhemmender Wirkung eingesetzt werden. Eine andere Möglichkeit zur Verbesserung der Silierbarkeit ist die Zuführung zuckerhaltiger Produkte, wie Melasse. Diese erhöht die Verfügbarkeit von wasserlöslichen Kohlenhydraten für die Milchsäurebakterien. Dies ist jedoch mit dem Einsatz großer Aufwandmengen verbunden.

Bei gut vergärbaren Ernteprodukten mit einem hohem Z/PK Quotient  $> 8$  liegen nach der Gärung oft noch erhebliche Zuckermengen vor, die bei Sauerstoffverfügbarkeit während der Entnahmephase von Hefen schnell zur Atmung genutzt werden. Die durch aeroben Stoffumsatz verursachten TS-Verluste sind von den Silierverlusten getrennt zu betrachten (ASHBELL und LISKE, 1988). Sie entstehen bereits während der Einlagerung des Siliergutes in Form von aeroben Umsetzungen bei noch nicht geschlossenem Silo (MC DONALD et al., 1991) und können bei Öffnung des Silos rasant wieder

beginnen. Die Verluste durch Nacherwärmung können vor allem bei Mais die vorherigen Gärverluste leicht übersteigen. Hat die Erwärmung durch Hefeaktivität begonnen, so wird jeglicher einsickernder Sauerstoff umgesetzt, wie Versuche in Fässern deutlich zeigen. Ein Bremsen der Erwärmung ist in diesem Zustand hauptsächlich durch die Limitierung der Sauerstoffverfügbarkeit möglich. Diese ist stark von der Porosität an der Anschnittfläche abhängig.

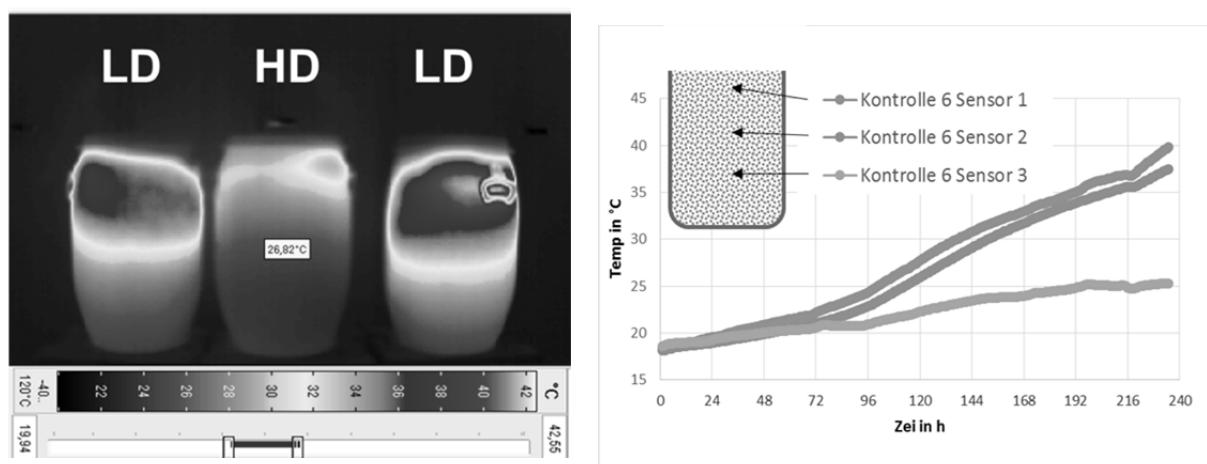


Abbildung 4: (links) Einfluss der Lagerungsdichte (LD:  $195 \text{ kgTMM}^{-3}$  / HD:  $260 \text{ kgTMM}^{-3}$ ) die Nacherwärmung von Maissilage (7 Tage offener Anschnitt, Mais 35% TM), (rechts) Temperaturverlauf über 10 Tage offene Lagerung in unterschiedlicher Distanz zum offenen Anschnitt (Lagerungsdichte  $200 \text{ kg TM/m}^3$ )

In Abbildung 4 ist der Effekt der unterschiedlichen Lagerungsdichte deutlich zu erkennen. Verhindert wird die Erwärmung auch bei hoher Dichte nicht, aber die Intensität und das Fortschreiten bis tief hinter den Anschnitt wird deutlich verringert. Wird täglich entnommen, ist bei ausreichender Dichte und mind. 25-30 cm Entnahme die Zeitspanne der Sauerstoffverfügbarkeit zu kurz für eine erhebliche Erwärmung und damit der Verlust auch gering.

Die Gärung zu Essigsäure durch heterofermentative MSB kann durch Silierzusätze gezielt gefördert werden. Dies führt zwar zu einem etwas erhöhten Gärverlust, hat aber gleichzeitig auch eine hemmende Wirkung auf die Vermehrung der Hefen, wenn wieder Luftsauerstoff an die Silage kommt. Dadurch kann die aerobe Stabilität von unbehandelt 1,5 bis 3 Tagen auf über 7 Tage erhöht werden. Das bedeutet in der Praxis eine erhebliche Minderung der Nacherwärmung unter sonst gleichen Entnahmebedingungen. Derselbe Effekt tritt beim Einsatz von chemischen Siliermitteln gegen Nacherwärmung ein, ohne dass hier eine Änderung des Gäräuremusters stattfindet.

Eine genaue Bestimmung der Lagerverluste unter Praxisbedingungen am Silo ist nur unter größerem Aufwand möglich. Umfangreiche Versuche wurden hierzu in Gras-, Luzerne- und Maissilagen durchgeführt (KÖHLER et al. 2013).

Es wurde in Gras- und Maissilagen ein durchschnittlicher Gesamtverlust von 8-12% ermittelt, unter ungünstigen Bedingungen jedoch auch über 15%.

Wesentlich einfacher ist die Bestimmung von Gärverlusten in kleinen Laborsilos (1,5 l Gläser), in denen Siliergut zum Erntezeitpunkt eingelagert, siliert und später wieder entnommen, gewogen und beprobt werden kann. Verfahrensbedingte Verluste, insbesondere Verluste durch Nacherwärmung, wie sie oft an offenen Anschnittflächen entstehen, können im Laborsilo jedoch nicht erfasst werden. Der Standardtest nach DLG Vorgaben gibt jedoch Aufschluss über die aerobe Stabilität der Silage. Im

Silo können auch Bilanznetze eingesetzt werden (WEBER, 2005). Bei dieser Methode werden mit Siliergut gefüllte Netzbeutel im Siliergutstapel vergraben und bei der Entleerung des Silos wieder entnommen. Sickersaftbildung darf nicht auftreten, da der den Netzbeutel verlassende Trockensubstanzanteil nicht erfasst werden kann. Die Bilanzierung des Verlustes erfolgt durch das vor- und nachherige Bestimmen der Trockensubstanz in der Trockensubstanzwaage (MATTHIESEN, 2008). Bei dieser Methode ist sowohl eine Korrektur des TS-Gehaltes der Silage um flüchtige Stoffe als auch eine Korrektur des TS-Gehaltes im Futter um während der Trocknung entstandene Atmungsverluste erforderlich.

Die Nacherwärmung von Futter ist leider ein Prozess, der auch nach der Entnahme des Futters aus dem Silo nicht stoppt. Die nun fast unbegrenzte Luftverfügbarkeit kann zu zusätzlichen Verlusten noch auf dem Futtertisch beitragen. Hinzu kommt, dass durch Hefen erwärmtes Futter weniger aufgenommen wird und oft auch eine Belastung mit Schimmel vorhanden ist.

Automatische Fütterungen stellen eine gute Möglichkeit zur Flexibilisierung der täglichen Arbeiten dar, sind aber aus Sicht der Nacherwärmung von Futter besonders zu berücksichtigen. Die Zwischenlagerung von Silage in den Vorratsstationen setzt die Silage oft länger der Luft aus als bei direkter Befüllung eines Futtermischwagens. Dies ist prinzipbedingt nicht ganz zu vermeiden, kann aber bereits bei der Einlagerung des Futters durch den Einsatz von Siliermitteln zur Verbesserung der aeroben Stabilität bedacht werden. Auch wenn durch die Bewirtschaftung des Silos ein geringerer Entnahmeverlust nicht vermieden werden kann, sollten bei Mais neben einer optimierten Siliergutverdichtung während der Einlagerung auch Siliermittel der Wirkrichtung 2 eingesetzt werden. Die Kosten hierfür werden sich durch geringere Verluste in der Regel lohnen.

## Literaturverzeichnis

- ASHBELL, G.; N. LISKER (1988): Aerobic deterioration in maize silage stored in a bunker silo under farm conditions. In: J.Sci. Food Agric. 45, S 307-315
- KÖHLER, B. et al. (2013): Dry matter losses of grass, lucerne and maize silages in bunker silos Agricultural and food science 22: 145–150
- MATTHIESEN, M. (2008): Experimentelle Untersuchungen zur Feuchtgetreidekonservierung im Folienschlauch. Forschungsbericht Agrartechnik 468, Dissertation Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn
- RESCH 2016: Test der Pickup-Schwadetechnologie hinsichtlich erdiger Futterverschmutzung, Rechverluste, Schwadform und Flächenleistung
- WEBER, U. (2005): Untersuchung zur Silierung von Zuckerrübenpressschnitzeln in Folienschläuchen. Dissertation, Humboldt-Universität zu Berlin
- WEIßBACH, F. (1998): Über die Bestimmung der Gärverluste in Silierversuchen unter Laborbedingungen. In: Kongreßband, VDLUFA-Schriftenreihe 49, S. 461-465

### Autorenanschrift:

Dr. agr. Gerd-Christian Maack  
Institut für Landtechnik  
Abteilung Tierhaltungstechnik  
Nussallee 5  
53115 Bonn  
Tel: +49-228 732391

## Fütterungscontrolling - der Fütterungserfolg hat viele Eltern

### Bernd Losand

Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern  
Institut für Tierproduktion Dummerstorf

Seit jeher hat der Landwirt seine Tiere beobachtet. Sie waren seine Lebensgrundlage und sind wirtschaftliche Basis. Die Bedingungen für die Haltung dieser Tiere und die Möglichkeiten, diese zu gestalten, haben sich seit dem Beginn der Haustierhaltung gewaltig verändert. Im Rahmen seines Wissens, seiner Möglichkeiten und seines fachlichen Könnens hat er aber immer abgewogen, analysiert und reagiert, wenn der Erfolg ausblieb. Dabei beschränkt sich das Fütterungscontrolling auch nicht mehr auf die Fütterung und das Futter im engeren Sinne. Längst stehen die Haltungsbedingungen mit im Fokus, ob sie den Verzehr und die maximale Umsetzung der mit dem Futter gelieferten Mengen an Nährstoffen und Energie gestatten. Mit zunehmendem genetischen Leistungsvermögen und zuallererst mit der Fähigkeit der Milchkühe, länger Milch geben zu können als der natürliche Zyklus von einer Kalbung zur nächsten dauert, kann eine höhere Sensibilität der Tiere gegenüber Haltungs- und Fütterungsfehlern zudem nicht ausgeschlossen werden. Vieles, was die „Alten“ mit ihren Tieren taten, gilt noch heute und trotzdem, manche früher ausgezeichneten Grundsätze gelten heute schlichtweg gar nicht mehr oder auf sehr hohem Niveau des Stoffumsatzes der Kuh. Wenn vor 50 Jahren die Milchleistung bei 3.000 - 4.000 kg pro Kuh und Jahr lag, dann entsprach das im Mittel einer Tagesleistung von 10 bis 20 kg oder dem Doppelten, was eine Kuh nur für ihre Erhaltung brauch. Bei einer Milchleistung von 50 bis 60 kg/Tag, die für Herdenleistungen von 10.000 - 12.000 in der Laktationsspitze bei einigen Tieren nicht selten sind, verarbeitet der Stoffwechsel dieser Tiere schon fast ein Sechsfaches des Erhaltungsumsatzes. Da arbeiten sensible Kraftwerke auf Hochtouren und alles, was nicht als Energiemenge in der Milch und den Exkrementen auftaucht, ist Wärme, die abgeführt werden muss. Man denke an die Kühltürme von Heizkraftwerken.

Der Fütterungserfolg wird an den drei Leistungsbereichen Gesundheit, Fruchtbarkeit und Milchleistung zu messen sein. Das ist das, was der Landwirt sofort sehen und beurteilen kann. Nicht auszuschließen ist natürlich, dass es zukünftig auch „online“-Informationen zu den Stoffwechselreaktionen aus dem Pansen, über das Blut geben wird. Für die allgemeine Anwendung ist das aber noch Zukunftsmusik.

Einflussfaktoren auf den Fütterungserfolg sind neben der

- Qualität des Futters (Ration) und der Fütterungsarbeit selbst
- die Haltungsbedingungen, Haltungs- und Produktionsverfahren
- die Genetik
- das Stallklima und
- das Herden- bis hin zum Betriebsmanagement.

Letzterer Punkt besagt auch, dass sich der Landwirt im Klaren darüber sein sollte, dass er als Tierhalter selbst Teil der Einflussgrößen auf den Fütterungserfolg ist mit all seiner Wesensart, Erfahrung, seinem immer wieder zu erweiternden Wissen, manchmal auch seiner Intuition, vor allem auch seinem praktischen Können und nicht zuletzt seiner Motivation.

## Füttern ist Teil des Produktionsprozesses Nutztierhaltung

Diesen kann man als *Mess-, Steuer- und Regelkreis* interpretieren. Das heißt, die *Regelstrecke* ist die Fütterung, die Art und Weise der Fütterung. An relevanten Punkten gibt es dort *Messstellen* mit „*Messeinrichtungen*“, die regelmäßig oder laufend für die wichtigen *Kontrollparameter* den *Ist-Wert* abgreifen. Relevante Punkte sind zum Beispiel der Futtertisch, auf dem man die vorgelegte wie auch die verzehrte Futtermenge messen und die Qualität der verzehrten Ration beproben kann. Dabei kann auch das Fress- und Saufverhalten, standardisiert beobachtet, eine Messstelle darstellen. Ein anderer Messpunkt ist die Gesundheit und die Fruchtbarkeit der Kuh, die Menge und Qualität der Milch oder die Feststellung der Körperfunktion in bestimmten Laktationsabschnitten oder regelmäßig.

Der ermittelte Messwert wird mit einem vorgegebenen *Soll-Wert verglichen*. Vom *Regler* ist die Entscheidung zu treffen, ob eine Abweichung vorliegt und die Größe der Abweichung zu einem Eingreifen in den Regelkreis (Prozess der Fütterung) notwendig macht. Der Regler muss die Entscheidung auch über eine Regelstrecke umsetzen. Meist ist aber notwendig, **dass die wirkliche Ursache der Abweichung festgestellt wird**, bevor klar ist, an welcher Stelle der Prozessstrecke eingegriffen werden muss und auf welche Weise. Die *Stelleinrichtung* umfasst in diesem Fall z.B. eine Anpassung der Ration oder aber die Neugruppierung der Tiere Futtermittel, die Einflussnahme auf die Arbeit des Personals wie Arbeitsabläufe, Veränderung von Arbeitsroutinen, Veränderung technisch/technologischer Gegebenheiten oder der Haltungsbedingungen. Die Stelleinrichtung nimmt also unmittelbar Einfluss auf die Prozess- oder Regelstrecke.

Genaugenommen ordnen sich die Bemühungen um Tierwohl unter anderem auch in diesen Regelkreis des Fütterungscontrollings ein. Das heißt nichts anderes, als dass das Bemühen um das Tierwohl immer, wenn auch auf dem jeweiligen Niveau des Wissens, Könnens und der vorhandenen Möglichkeiten, Ziel- und Gegenstand des Produktionscontrollings in der Nutztierhaltung war.

Wer immer sich Gedanken über das Tierwohl macht, es ist immer der Landwirt, der es praktisch umsetzen muss. Maßnahmen zur Verbesserung des Tierwohls sind immer auch Maßnahmen zur Verbesserung des Produktionsergebnisses und werden darum gern umgesetzt. Der Tierhalter ist durch seine Ausbildung und Weiterbildung dafür am meisten qualifiziert. Die Werkzeuge zum Erkennen von Mangelsituationen gehören zum Produktionsprozess und sind dem Tierhalter bekannt. Sie werden ständig weiterentwickelt. Neu entwickelte Tierwohlindikatoren sind nur zweckdienlich, wenn sie sich durch den Tierhalter möglichst nah an kritischen Prozessabschnitten platzieren lassen und ein unmittelbares Erkennen der Problemursachen ermöglichen.

## Fütterung und Fütterungserfolg müssen kontrolliert werden

### Kontrolle der Futtervorlage

Hierbei geht es zuerst um die Überprüfung der vorgelegten *Menge* und der vorberechneten *Zusammensetzung nach Komponentenanteilen*. Das tägliche Mischwagenprotokoll ist dafür bestens geeignet. Um den *täglichen TS-Verzehr je Kuh* ermitteln zu können, braucht man zusätzlich den dazu gehörigen geschätzten oder gewogenen Anfall an Restfutter, die Anzahl der tatsächlich je Gruppe anwesenden Kühe und den tatsächlich von einer repräsentativen Probe ermittelten TS-Gehalt der vorgelegten Ration. Der *Trockenmassegehalt kann vor Ort* per Mikrowelle o. andere Schnelltrockner ermittelt werden.

Eine Aussage zur *tatsächlichen Strukturwirksamkeit* der Ration (physikalisch effektive organische Masse) kann relativ genau und standardisiert mithilfe einer Schüttelbox ermittelt werden. Schüttelboxen gibt es mittlerweile mehrere Modelle und Typen auf dem Markt, die zudem mit verschiedenen empfohlenen Schüttelprozeduren vertrieben werden. Die Ergebnisse sind untereinander oft nicht völlig deckungsgleich. Wichtig ist, die eigene Anwendung zu standardisieren, wiederholt

durchzuführen und die Ergebnisse der Siebanteile mit den für den Typ vorhandenen Empfehlungen oder eigenen Orientierungen zu vergleichen. Ist eine Schüttelbox nicht vorhanden, sollte sich visuell und per Hand trotzdem ein Bild von der Strukturiertheit der Ration gemacht werden. Wichtig dabei ist, dies regelmäßig zu tun und mit den eigenen gesammelten Erfahrungswerten zu vergleichen.

Die *Homogenität der Ration* kann visuell relativ schnell erfasst werden. Objektive Hinweise gibt aber auch die Anwendung der Schüttelbox am Anfang bzw. am Ende der Vorlage einer Mischwagenfüllung. Die Homogenität der vorgelegten Mischung über den ganzen Futtertisch ist wichtig, um selektives Fressen zu begrenzen und für „schlaue“ Fresser kritische Stoffwechsellelagen zu vermeiden.

Der Gang über den Futtertisch sollte auch die Sauberkeit des Futtertisches, die Sensorik und sich verändernde Temperaturen in der vorgelegten Ration erfassen. Gegenüber der „Normaltemperatur“ deutlich erhöhte Temperaturen geben Hinweise auf „Nacherwärmung“, die durch mikrobielle Nährstoffumsetzungen entsteht und den Verbrauch leicht umsetzbarer Nährstoffe wie Zucker, Stärke, Proteine sowie Energiekonzentration wiederspiegelt. Dies verursacht negative Verzehrsbeeinflussung und die Bildung schädlicher Stoffwechselprodukte.

Routineparameter wie Zeitpunkt der Futtervorlage, Häufigkeit und Zeitpunkt des Wieder-Ranschiebens sollten ebenfalls beachtet werden.

### **Fütterungscontrolling unter betriebswirtschaftlichen Aspekten**

Werden Auswertung des Futterwagenprotokolls und der täglichen Futteraufnahme pro Kuh und die Auswertung des Kraftfutterverbrauches mit der aktuellen Milchleistung je Kuh sowie der aktuellen Preise/Kosten der eingesetzten Futtermittel über Auswertungsroutinen im Management-Programm verbunden, lässt sich das Ergebnis des Fütterungscontrollings auch mit ökonomisch relevanten Kennzahlen wie (Grob- bzw. Kraftfutter-)Kosten/kg Milch, Futtereffizienz in kg Milch/kg Trockenmasse oder Kraftfutterverbrauch/kg Milch darstellen.

### **Kontrollmaßnahmen im Stall**

Dem geübten Beobachter (Auge Gottes) entgehen Veränderungen im Verhalten der Tiere nicht. Fressen die Tiere z.B. gierig von oben herab oder fangen sie an, mit dem Flotzmaul Löcher zu wühlen und am Fuße der Löcher das Futter hin und her zu schieben, um das Kraftfutter bzw. die schmackhafteren, meist trockeneren Futterkomponenten „herauszulesen“. Das gibt zum einen Hinweise auf die Schmackhaftigkeit der Ration oder einzelner Futterkomponenten, aber viel wesentlicher, es zeigt an, dass sich die Ration beim Fressen entmischen lässt. Das kann mehrere Ursachen haben, die es herauszufinden gilt.

Geringe tägliche Futteraufnahmen oder erhöhter Anteil stoffwechselgestresster Kühe können ihre Ursache auch in Behinderungen beim Fressen bzw. beim Laufen zum Futter durch erhöhte Konkurrenz aufgrund Überbelegung oder dominante „Mitbewohner“, bauliche oder technologische Mängel haben.

Ebenso wie der „Weg zum Fressen“ auf Hindernisse aller Art zu überprüfen ist, gilt dies natürlich auch für die Erreichbarkeit der Tränke. Wieviel Tränkeplätze stehen zur Verfügung, sind sie konkurrenzlos erreichbar, sind sie in der richtigen Höhe angebracht, wie hoch ist der Wasserdurchlauf, funktionieren sie wie vorgesehen, sind sie sauber?

Die Bewertung der Konsistenz repräsentativer Kothaufen mittels standardisierter Bewertungsmaßstäbe wie der Kotbonitur nach dem „manure scoring system“ von Andi Skidmore oder dem Kotsieben. Dafür existiert auch bereits eine sogenannte Kot-App für Smartphones, die von Schmidt (2015) über **Proteinmarkt.de** bereitgestellt wurde.

## **Tierbeobachtung**

Kühe geben Signale darüber, was sie von ihrem Fressen halten, ob es ausreichend, schmackhaft und wiederkäuergerecht, gesund ist. Diese Signale gilt es zu erkennen und zu werten. Neben der Art und Weise der Futteraufnahme, ihrer Fressgier, Futterselektion sollte routinemäßig, am besten täglich, auch das Wiederkäuen bewertet werden. Sind die Kühe nicht zum Melken unterwegs oder beim Fressen oder Saufen, sollten sie eigentlich liegen und wiederkäuen. Wenigsten 50, besser 60% der etwa eine Stunde nach der Hauptfresszeit liegenden Kühe sollten wiederkaufen. 50 - 60 Wiederkauschläge/Minute geben zum Ausdruck, dass ausreichend Struktur in der Ration vorhanden ist, um das Wiederkauen anzuregen, dass durch die Speichelbildung ein optimalen Pansen-pH-Wert abgesichert werden kann. Wird weniger wiedergekaut, ist nicht genug zum Zerkleinern da, d.h. es ist ein Indiz für die Gefahr subakuter Pansenazidosen. Käut die Kuh mehr wieder, ist dies ein Zeichen für hohen Kaubedarf, d.h. wahrscheinlich für sehr viel Strukturangebot, im Umkehrschluss vielleicht nicht leistungsgerechte Futteraufnahme. Bei automatisierten Melksystemen finden wir schon Aktivitätssensoren, die auch das Wiederkauen miterfassen. Hier besteht die Möglichkeit automatisierter Fütterungskontrolle und entsprechender Hinweise aus dem Managementsystem heraus.

Das Laufverhalten, die Rückenlinie, die Schrittlänge z.B. nach dem Dairy Cattle Locomotion Score von Sprecher, D.J.; Hostetler, D.E.; Kaneene, J.B. (1997) bewertet, geben Auskunft über die Bereitschaft der Kühe sich vorwärts zu bewegen. Von Natur aus muss sich die Kuh gut bewegen können, um an ihr Futter zu gelangen. Das gilt natürlich auch für die modernen Laufställe und die Trennung des Liegebereiches sowie des Melkens vom Fress-Ort. Tiere, die nicht gut laufen können, fressen in der Regel auch nicht dem Bedarf entsprechend und zeigen weniger Brunstsignale. Das kann Ausdruck einer nicht tiergerechten Laufbodengestaltung, aber auch stoffwechselbedingter Schädigungen der kleinsten Blutgefäße in den Klauen → Klauenrehe.

Die Hungergrubenbonitur, z.B. nach Zaaijer, Kremer und Noordhuizen (2001) ist besonders im Bereich des Transitkuhmanagements, also unmittelbar vor und nach der Kalbung, von hoher Aussagekraft über die Pansenfüllung und damit über die aktuelle Futteraufnahme, bevor andere äußere Anzeichen eines akuten Energiemangels der möglichen Risikotiere zu sehen sind.

Die Bewertung des Ernährungszustandes, d.h. mangel-, ausreichend oder überernährt, wird nach standardisierten Vorgaben meist über das Verfahren des body condition scoring nach Edmonson u.a. (1989) vorgenommen. Sie erlaubt Aussagen über die Fütterung einer Haltungsgruppe, wenn die Einzeltierbewertungen zusammengefasst werden. Für die Bewertung einzelner Kühe im Hinblick auf ihre Gruppierung in Fütterungsniveaus oder die Indikation einer gesundheitliche Gefährdung in bestimmten Laktationsabschnitten ist es wichtig, die Veränderung der Körperfondition zur vorhergehenden Bewertung zu beurteilen. Z.B. Kühe, die nach der Kalbung innerhalb kurzer Zeit sehr viel Körpergewicht verlieren, erkennt man sehr gut an kurzfristiger Veränderung der Fettauflage. Daher kann es wichtig sein, die Kühe in bestimmten Laktationsabschnitten, z.B. zum Trockenstellen, zum Abkalben und nach der Kolostralmilchphase zu bewerten, um rechtzeitig individuell reagieren zu können.

## **Stoffwechseluntersuchungen Blut und Harn**

In dringenden Fällen können Blutuntersuchungen, die durch den Tierarzt veranlasst werden, Problemsituationen in der Wirkung der Fütterung genauer wiederspiegeln als die normal im Management nach guter fachlicher Praxis erfassten Informationen. In Bezug auf die Fütterung im Transitbereich und das Risiko des Auftretens einer Ketose bzw. subklinischen Ketose sind hier vor allem die Gehaltswerte an  $\beta$ -Hydroxybutyrat (BHB oder BHOB) und an Nichtveresterten Fettsäuren (NEFA) als Ausdruck eines zu schnellen Abbaus des für die energetische Verwertung gebrauchten Körperfetts von Interesse. Zu hohe Werte kennzeichnen die Gefahr bzw. Das Auftreten einer Ketose.

Untersuchungen des Spontanharnes sind vor allem zur Bewertung von Rationen in Hinblick auf die ausreichende Versorgung der Kuh mit physikalischer Struktur von Interesse. Auskunft darüber gibt die Netto-Säure-Basen-Ausscheidung (NSBA). Darüber hinaus gilt der Harn-pH-Wert als Gradmesser für den sauren Charakter des Intermediärstoffwechsels. pH-Werte < 8 während der Vorbereitungsfütterung sind gewünscht, da sie auf einen ausreichend sauren Charakter des Stoffwechsels hinweisen, der eine Mobilisierung der Kalziumreserven zur Vorbereitung auf die Laktation anzeigt. Während der Laktation ist ein saurer Stoffwechsel unerwünscht.

### **Fütterungscontrolling über die Milch**

Die Milch selbst in Menge und Zusammensetzung ist bei aller genetischer Bestimmtheit in erster Linie das Produkt der Versorgung des Stoffwechsels der Kuh mit Nährstoffen und Energie. Eine besondere Rolle spielt dabei die Versorgung der Mikroorganismen des Pansens, da er die eigentliche Aufbereitung des Wiederkäuerfutters zu absorbierbaren Nährstoffverbindungen bzw. energiehaltigen Substanzen ermöglicht. Die Milch ist daher in besonderer Weise dazu geeignet, Auskunft über die Qualität der Fütterung/Futteraufnahme in Beziehung zum Bedarf der Kuh zu geben. Von vorrangigem Interesse sind dabei der Fett/Eiweiß-Quotient FEQ, der Eiweiß- und der Fettgehalt der Milch sowie der Milchharnstoffgehalt (Spohr und Wiesner, 1989; Losand u.a. 2016). Der FEQ dient primär der Beurteilung der Versorgungssituation der Kuh mit Futterenergie. Es ist davon auszugehen, dass FEQ > 1,4 einen individuellen Energiemangel kennzeichnen. Milchharnstoffgehalte von im Mittel der Herde oder Fütterungsgruppe > 250 mg/Liter Milch kennzeichnen eine über den Bedarf hinausgehende Versorgung mit Futterprotein. Milchharnstoffgehalte < 150 mg/Liter kennzeichnen eine suboptimale Futterproteinversorgung in Beziehung zum Bedarf der Kuh. Milchmenge und -inhaltsstoffe werden regelmäßig und in ständig gleicher Qualität kostengünstig durch die Prüfstelle bereitgestellt. Sie eignen sich in besonderer Weise für die automatisierte Fütterungskontrolle.

### **Fütterungskontrolle in Arbeitsroutinen einpacken**

Weitestgehende Standardisierung der Kontrollmaßnahmen und die Integration in die individuellen Arbeitsaufgaben und –abläufe der Mitarbeiter sind eine Grundvoraussetzung für eine wirksame Fütterungskontrolle. Nicht jede Kontrollmaßnahme muss mit gleicher Häufigkeit durchgeführt werden. Dafür sollten Pläne aufgestellt bzw. sie direkt in Arbeitsroutinen eingepackt werden. Wichtig ist aber, dass der Blick ständig offen ist für Anzeichen von Veränderungen, Abweichungen vom Gewohnten und Erwarteten. Die Tiere sind in unsere Hände gelegt und können hinsichtlich der Erreichbarkeit des notwendigen Futters und dessen Qualität keine eigenen „Entscheidungen“ umsetzen, um ihre Bedürfnisse zu befriedigen.

Es gibt bereits Managementprogramme und Rationsoptimierungsprogramme, die einen Teil eigentlicher typischer Controlling-Parameter regelrecht abfordern, die man als gute fachliche Praxis vom Tierhalter und seinen Mitarbeitern erwartet. Auch geht der Trend zur automatischen Erfassung von Daten bzw. zur Digitalisierung dieser Daten, so dass sie automatisch in den Managementsystemen verarbeitet werden können. Dazu gehören z.B. Pansen-Boli, die die Temperatur und den pH-Wert im Pansen erfassen können, die automatisch über ein Antennensystem in das Managementsystem eingespeist und dort ausgewertet werden. Dazu gehört auch das Erfassen des Wiederkauens über am Hals angebrachte Aktivitätssensoren. Typisch wird dies für automatische Melk- und Fütterungssysteme. Rationsoptimierungsprogramme wie das im NorFor integrierte oder die das CNCPS nutzende Nutritional Dynamic System **NDS** oder die Programme des „Agricultural Modeling and Training Systems“ **AMTS** erwarten aktuelle Angaben zur Futtervorlage, die aus dem Fütterungsprotokoll auch automatisch übernommen werden können, zu den Futterresten und zur Milchproduktion, um präziser optimieren zu können.

Um solche Programme leistungsgerecht nutzen zu können, sind präzise Angaben zu den Haltungs- und Produktionsbedingungen zu machen, ansonsten gelten Vorgaben.

## Absicherung der Aussagefähigkeit der Kontrollparameter

Es gibt Kontrollparameter, die geben direkt Auskunft über die Qualität der Fütterung. An der Aussage der verzehrten Futtermenge in Trockenmasse oder Energie/Kuh und Tag gibt es nichts zu deuten. Andere Parameter wie die Kotkonsistenz, das Wiederkauverhalten, die Aussagen der Milchinhaltstoffe sind auch von anderen Bedingungen abhängig. Hier sollte die Aussage anhand weiterer Parameter untermauert werden. Die Aussage der Milchinhaltstoffe zur Energieversorgung oder der Strukturversorgung als auch Proteinversorgung sollte z.B. anhand der Tierbeobachtung, der Milchleistungsentwicklung, der Veränderungen der Körperfunktion und eben auch an konkreten Futterverbräuchen validiert werden.

## Literaturnachweis

Edmonson, A.J., I.J. Lean, L.D. Weaver, T. Farver and G. Webster, 1989: A Body Scoring Chart for Holstein Dairy Cows u.a. (1989). J. Dairy Sci. 72:68-78

Losand, B., S. Hartwig, S. Heinz und A. Römer, 2016: Nutzung der MLP-Ergebnisse zur Charakterisierung der Versorgungslage und des Tierwohls von Milchkühen - eine kritische Betrachtung. Forum Angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung 2016. Tagungsunterlage: 12-19

Schmidt, T. 2015: Rinderfütterung - Kotbeurteilung und Rations-Check per App; <https://www.proteinmarkt.de/service/presse/artikel/news/rinderfuetterung-kotbeurteilung-und-rations-check-per-app/>

Spohr, M. und H.-U. Wiesner, 1989: Kontrolle der Herdengesundheit und Milchproduktion mit Hilfe der erweiterten Milchleistungsprüfung. Milchpraxis, 29. Jg. (4): 231-236

Sprecher, D.J.; Hostetler, D.E.; Kaneene, J.B. 1997. Theriogenology 47:1178-1187.

ZAAIJER, D.; KREMER, W.; NOORDHUIZEN, J. (2001): Dairy cow monitoring in relation to fertility performance – Scoring cards Pharmacia, Animal Health

### Autorenanschrift:

Bernd Losand  
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern  
Institut für Tierproduktion,  
18196 Dummerstorf  
Wilhelm-Stahl-Allee 2  
b.losand@lfa.mvnet.de

## Der Einfluss von Lysolecithin auf Leistungsparameter von Absetzferkeln

**Rüdiger Kratz<sup>1</sup>, Olga Dansen<sup>2</sup>, Sarah Asmussen<sup>3</sup>, Christine Potthast<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Agromed Austria GmbH, Kremsmünster, Österreich

<sup>2</sup>Framelco BV/The Netherlands

<sup>3</sup>Livestock Feed tests Denmark IVS/Denmark

### Einleitung

Eine ökonomische Schweinefleischerzeugung setzt Tiere, die schnell wachsen und Futter effizient verwerten, voraus. Dafür wird in der Fütterung die Energiekonzentration durch die Zugabe pflanzlicher Fette erhöht. Die Nahrungsfette sind nur dann verdaulich, wenn sie richtig emulgiert werden. Dies ist notwendig, da der Verdauungstrakt eine wässrige Umgebung ist und Fette und Öle lipophile Substanzen sind. Das Fett aus der Sauenmilch wird durch entsprechende Phospholipide emulgiert und ist zu etwa 90% für Saugferkel verdaulich (Frobish et al., 1969; Jensen et al., 1996). Die Bildung von Galle und pankreatischen Verdauungsenzymen entwickelt sich bei Ferkeln allmählich während der Säugeperiode (Harada et al., 1988). Weiterhin haben mehrere Studien gezeigt, dass frisch abgesetzte Ferkel sehr wenig Pankreaslipase produzieren. Obwohl die Pankreaslipaseaktivität mit zunehmendem Alter steigt, wird zum Zeitpunkt des Absetzens ein deutlicher Rückgang der Aktivität beobachtet (Frobish et al., 1969; Jensen et al., 1996). Mit der Umstellung der Fettquelle von Milch auf pflanzliches Fett wird die Verdauungsdepression verstärkt und das Ferkel ist nicht in der Lage, das Fett ausreichend zu verdauen. Der Zusatz von Emulgatoren als Futteradditive kann für Ferkel vorteilhaft sein, um die Nährstoffe effizienter zu nutzen. Als Emulgator können hydrolysierte Lecithine (auch als Lysolecithine bezeichnet) eingesetzt werden. Sojalecithine enthalten hohe Gehalte an Phosphatidylcholin (PC) und Phosphatidylethanolamin (PE) (Garti, 2002), nach Hydrolyse entstehen die entsprechenden Lyso-Varianten (LPC, LPE). LPC und LPE verbessern die Nährstoffabsorption insgesamt (Overland et al., 1993), insbesondere aber die Verdaulichkeit von Fetten. FRA® LeciMax Dry (FRAMELCO BV, The Netherlands) ist ein Emulgator auf Basis von hydrolysierten Lecithinen. Diese unterstützen die Phospholipide der Galle beim Emulgieren der Fette und fördern in weiterer Folge die Bildung kleiner, stabiler Mizellen, die einfach absorbiert werden können.

Das Ziel dieser Studie war es, die Wirkung von FRA® LeciMax Dry auf die Leistung von Ferkeln im Zeitverlauf von 6 Wochen nach dem Absetzen zu untersuchen.

### Material & Methoden

Dieser Versuch wurde auf einem konventionell wirtschaftenden Versuchsbetrieb in Deutschland durchgeführt.

Der Versuch begann Ende April 2016 und dauerte 6 Wochen. Im Versuch wurden 384 frisch abgesetzte Ferkel im Alter von vier Wochen aufgestellt. Die Ferkel wurden auf 12 Gruppen zu je 32 Tieren aufgeteilt. 6 Gruppen wurden mit der Kontrollration und 6 Gruppen mit der Versuchsraktion gefüttert.

In der Versuchsgruppe wurde die Kontrollration mit 500 Gramm FRA® LeciMax Dry pro Tonne on-top für die gesamte Versuchsdauer von 6 Wochen ergänzt.

Das Futter war pelletiert und wurde per Hand zugeteilt. Die Futterstrategie im Betrieb umfasste nach dem Absetzen 2 Phasen zu je 3 Wochen (Versuchsphase I und II).

Die Versuchsfutter enthielten eine übliche Menge an Fett, überwiegend aus Sojaöl.

Das Einzeltiergewicht der Ferkel wurde mittels einer mobilen Tierwaage erhoben. Die Wiegungen erfolgten jeweils zu Beginn und am Ende des Versuchs und bei dem Futterwechsel nach der dritten Woche. Die Futteraufnahme wurde wöchentlich für jede Gruppe gemessen.

Das Einstallgewicht der Ferkel beider Gruppen betrug im Mittel 6,1 kg.

Die statistische Analyse wurde unter Verwendung des statistischen Programms SPSS durchgeführt. Um die Wirkung von FRA® LeciMax Dry zu prüfen, wurde ein allgemeines lineares Modell verwendet. Signifikante Unterschiede zwischen der Kontrollgruppe und der Behandlungsgruppe wurden durch einen paarweisen Vergleich bestimmt. Die Ergebnisse wurden bei einem p-Wert <0,05 als signifikant und bei kleiner als 0,10 als tendenziell gewertet. Folgendes statistisches Modell wurde genutzt:

$$y = \mu + \text{Futter}_i + \text{Bucht}_j + (\text{Futter} * \text{Bucht})_{ij} + \text{Start-Lebendmasse}_k + e_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = abhängige Variable

$\mu$  = Gesamtmittelwert

$\text{Futter}_i$  = fixer Effekt der Zulage ( $i = 1 \dots 2$ )

$\text{Bucht}_j$  = fixer Effekt der Bucht ( $j = 1 \dots 6$ )

$\text{Start-Lebendmasse}_k$  = Kovariable

$e_{ijk}$  = zufälliger Restfehler

## Ergebnisse

Der Versuch verlief weitgehend störungsfrei, wenngleich in beiden Gruppen je ein Ferkel aufgrund einer *E. Coli*-Infektion starb.

Tabelle 1: Nährstoffgehalte der eingesetzten Rationen

	FAZ I <sup>1</sup>	FAZ II <sup>1</sup>
Rohprotein, %	18,0	17,0
Rohfett, %	5,3	4,5
Rohfaser, %	3,2	3,1
Rohasche, %	5,2	5,3
Calcium, %	0,65	0,75
Phosphor, %	0,55	0,55
Natrium, %	0,25	0,23
Lysin, %	1,45	1,30
Methionin <sup>2</sup> , %	0,66	0,64
ME, MJ/kg	13,8	13,6

<sup>1</sup>FAZ I: Ferkelaufzuchtfutter 1 in Versuchsphase I; FAZ II: Ferkelaufzuchtfutter 2 in Versuchsphase II;

<sup>2</sup>incl. Hydroxy-Analogon von Methionin

Der Rohfettgehalt wurde im Ferkelaufzuchtfutter I und II in beiden Gruppen analysiert. Die übrigen Nährstoffe entstammen der Deklaration des Herstellers und sind über beide Versuchsgruppen gemittelt (Tabelle 1). Der Rohfettgehalt von FAZ I war in der Versuchsgruppe im Vergleich zur

Kontrollgruppe mit 0,1% geringfügig höher. Im FAZ II war der ermittelte Rohfettgehalt in beiden Gruppen gleich.

Zu Beginn der Studie hatten alle Ferkel ein Körpergewicht von im Mittel 6,1 kg. In der Versuchsgruppe mit FRA® LeciMax Dry war in den ersten 3 Versuchswochen tendenziell die Futteraufnahme reduziert und die täglichen Zunahmen erhöht. Der Futteraufwand verbesserte sich signifikant um -0,27 Einheiten.

Tabelle 2: Leistungsergebnisse der Ferkel ab dem Absetzen bis 3 Wochen nach dem Absetzen, mit oder ohne Zusatz von 500 Gramm FRA® LeciMax Dry/Tonne Futter.

Versuchsphase I	Kontrolle	Fra® LeciMax Dry	P
Futterverbrauch, kg/Tag	0,377	0,337	0,084
Lebendmassezunahme, kg/Tag	0,233	0,249	0,060
Lebendmasse Tag 21, kg	11,0	11,3	0,060
Futteraufwand, kg:kg	1,60	1,33	0,003

In der zweiten Versuchsphase gab es keine Unterschiede im Futterverbrauch (Tabelle 3). Allerdings erzielten die Ferkel der Versuchsgruppe eine deutlich höhere Zunahme von +42 g/Tag, bei signifikant verbessertem Futteraufwand.

Tabelle 3: Leistungsergebnisse von Ferkeln ab 3 Wochen nach dem Absetzen bis 6 Wochen nach dem Absetzen mit oder ohne Zusatz von 500 Gramm FRA® LeciMax Dry/Tonne Futter.

Versuchsphase II	Kontrolle	Fra® LeciMax Dry	P
Futterverbrauch, kg/Tag	0,918	0,911	0,853
Lebendmassezunahme, kg/Tag	0,518	0,560	0,074
Lebendmasse Tag 42, kg	21,8	23,1	0,038
Futteraufwand, kg:kg	1,77	1,63	0,031

Zusammenfassend zeigt Tabelle 4 die Leistungsdaten des gesamten Versuchs. Die täglichen Zunahmen das Endgewicht und der Futteraufwand waren in der FRA® LeciMax Dry-Gruppe signifikant verbessert. Eine erfolgreiche Ferkelaufzucht setzt gesunde Tiere und gute Haltungsbedingungen voraus. Dies war im vorliegenden Versuch gegeben und nicht Teil der Untersuchung. Unter gegebenen Bedingungen sind Wachstum und Futteraufwand wesentlich Parameter des ökonomischen Erfolgs. Tabelle 5 zeigt die Kalkulation der Erlöse über Futterkosten für beide Versuchsgruppen, als IOFC (= income over feed costs) bezeichnet. Dieser Parameter erlaubt die Bewertung der ökonomischen Nutzens von Futterzusatzstoffen.

Die verwendeten Preise entstammen einer Kundenbefragung im August 2018.

Tabelle 4. Leistungsergebnisse von Ferkeln ab dem Absetzen bis 6 Wochen nach dem Absetzen, mit oder ohne Zusatz von 500 Gramm FRA® LeciMax Dry/Tonne Futter.

Versuchsphasen I und II	Kontrolle	Fra® LeciMax Dry	Differenz	P
Futterverbrauch, kg/Tag	0,648	0,624	-0,024	0,360
Lebendmassezunahme, kg/Tag	0,376	0,405	+0,029	0,038
Lebendmasse Tag 42, kg	21,8	23,1	+1,3	0,038
Futteraufwand, kg:kg	1,72	1,54	-0,18	0,005

Tabelle 5: Erlöse über Futterkosten (IOFC<sup>1</sup>) ohne Berücksichtigung des Zusatzes von FRA® LeciMax Dry.

		Kontrolle	Fra® LeciMax Dry	Differenz
Kosten FAZ I	0,70 €/kg	-5,54 €	-4,95 €	+0,59 €
Kosten FAZ II	0,40 €/kg	-7,71 €	-7,65 €	+0,06 €
Ferkelerlös <sup>2</sup>		35,00 €	35,00 €	-
Lebendmasse <sup>3</sup>	1,00 €/kg	-3,20 €	-1,90 €	+1,30 €
IOFC <sup>1</sup>		18,55 €	20,49 €	<b>+1,95 €</b>

<sup>1</sup>Income over feed costs: Erlöse über Futterkosten

<sup>2</sup>Stückpreis 25 kg Standardferkel

<sup>3</sup>Zuschlag/Abschlag für Über-/Untergewichte

Je Ferkel erzielte die Zulage von 500 Gramm FRA® LeciMax Dry/Tonne Futter einen ökonomischen Vorteil von 1,95 €. Dieser Vorteil ergab sich zu 1/3 durch einen verbesserten Futteraufwand und zu 2/3 durch das verbesserte Wachstum. Im vorliegenden Versuch lagen die Futterkosten in der Kontrollgruppe bei 0,844 € und in der Versuchsgruppe bei 0,742 € je kg Zuwachs, was einen Vorteil von 0,102 €/kg bei Fütterung von 500 Gramm FRA® LeciMax Dry/Tonne Futter ergibt.

## Diskussion

Die mit zugesetztem Lecithin verbesserten Leistungen können mit einer verbesserten Fettverdaulichkeit erklärt werden. In der Literatur werden die Effekte von Lecithin auf die Fettverdauung als uneinheitlich beschrieben (Overland et al., 1993; De Souza et al., 1995; Danek et al., 2005, Santos et al., 2017). Eine verbesserte Fettverdauung resultiert in höheren Gehalten an umsetzbarer Energie und an Nettoenergie. Nach Overland et al. (1993) und Santos et al. (2017) kann Lecithin beim Ferkel ebenfalls die Proteinverdaulichkeit verbessern. Die Futteraufnahme ist durch FRA® LeciMax Dry direkt nach dem Absetzen leicht reduziert, dennoch wird zusätzliches Wachstum generiert. Dies könnte auf eine verbesserte Verfügbarkeit von Energie und Protein zurückzuführen sein. Die Ergebnisse dieses Versuchs entsprechen denen von Danek et al. (2005), die bei variierender Futteraufnahme deutlich reduzierten Futteraufwand fanden. Die uneinheitlichen Effekte von Lecithin bei Absetzferkeln können mit Differenzen in den Rationen, den Nährstoffgehalten, dem Absetzstress und auch mit den eingesetzten Produkten begründet sein. Burfeind (2018) setzte 1-3 kg Reinlecithin je Tonne im FAZ I+II für 41 Tage nach dem Absetzen ein. Während Futteraufnahme und Wachstum

uneinheitlich leicht reduziert waren, ergab sich nur mit höherer Dosierung eine lineare Verbesserung des Futteraufwands. Im vorliegenden Versuch war die Futterverwertung durch FRA® LeciMax Dry konstant verbessert, ebenso das Wachstum. In Abhängigkeit von den Futterkosten und der Bezahlung des zusätzlichen Ferkelgewichts, kann die Futterverwertung besondere Beachtung erhalten. Eine Reduktion der Energie- und Proteingehalte bei gleichzeitigem Einsatz von FRA® LeciMax Dry kann zu deutlichen Kosteneinsparungen und ökologisch sinnvoller Nutzung von Nebenprodukten führen.

## Schlussfolgerungen

Aus den Ergebnissen der vorliegenden Studie kann geschlossen werden, dass der Zusatz von 500 Gramm FRA® LeciMax Dry pro Tonne Futter in der Ferkelaufzucht den Futteraufwand in der gesamten Periode der Ferkelaufzucht deutlich reduziert und die täglichen Zunahmen vor allem in der zweiten Phase der Ferkelaufzucht deutlich verbessert. Aus dem Zusatz von 500 Gramm FRA® LeciMax Dry pro Tonne Futter ergibt sich in der Ferkelaufzucht ein wirtschaftlicher Vorteil.

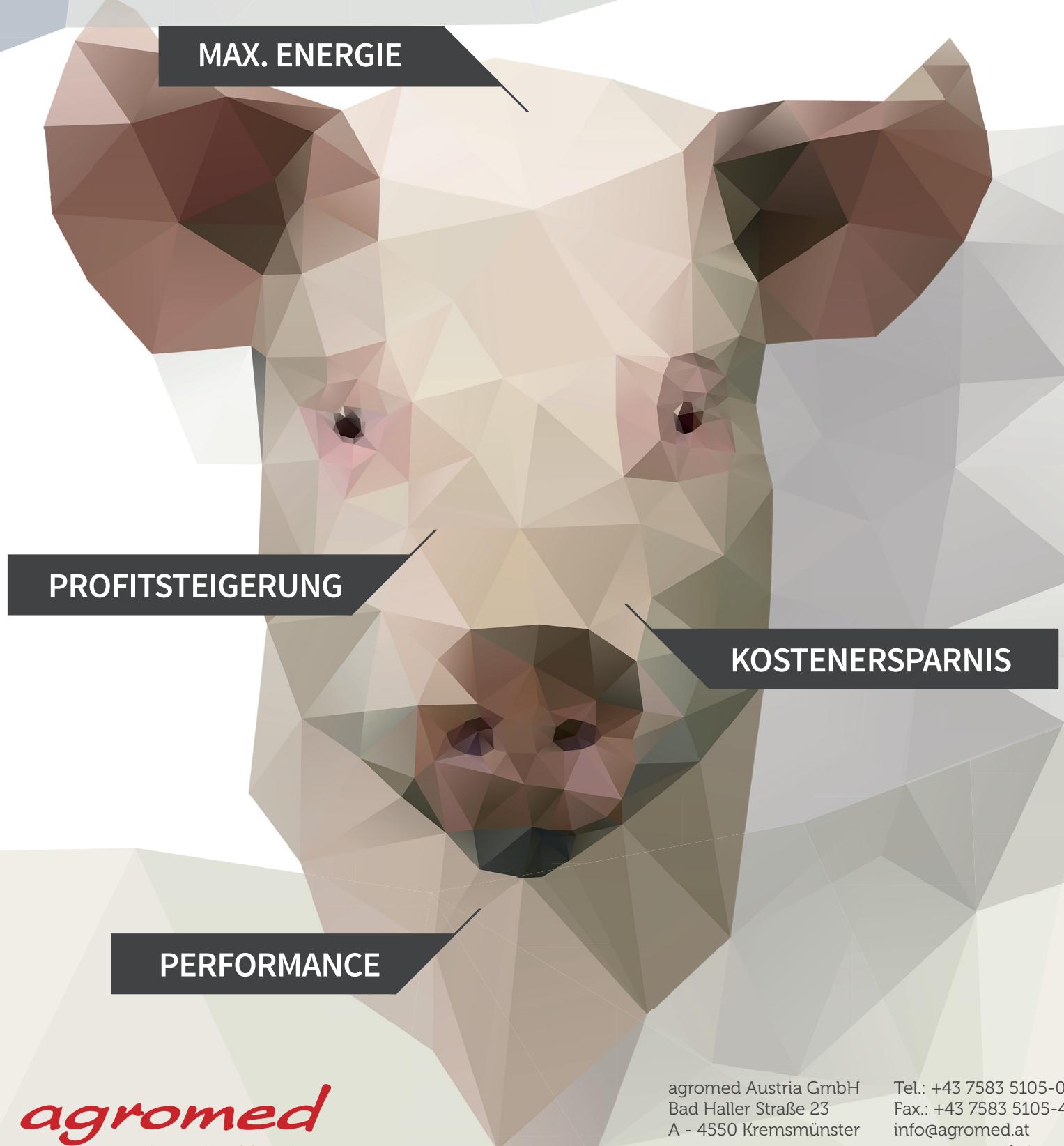
## Literatur

- Burfeind O (2018): Fettverdauung durch Reinlecithin verbessern. Bauernbl., (8), 51-52
- Danek P, Paseka A, Smola J, Ondracek J, Beckova R, Rozkot M (2005): Influence of lecithin emulsifier on the utilisation of nutrients and growth of piglets after weaning Czech J. Anim. Sci., 50, (10), 459–465
- De Souza RT, Peiniao J, Mounier A, Aumaitre A (1995): Effect of addition of tallow and lecithin in the diet of weanling piglets on the apparent total tract digestibility and ileal digestibility off at and fatty acids. Anim. Feed Sci. Techn., 52 (1/2), 77-91
- Frobish LT, Hays VW, Speer VC, Ewan RC (1969): Effect of diet form and emulsifying agents on fat utilization by young pigs. J. Anim. Sci., 29, 320-4.
- Garti N (2002): Food emulsifiers: structure-reactivity relationships, design, and applications, In: Physical properties of lipids, Marangoni AG, Narine S (Ed.), 265-386, ISBN: 978-0-8247-0005-8, New York.
- Harada E, Kiriyma H, Kobayashi E, Tsuchita H (1988): Postnatal development of biliary and pancreatic exocrine secretion in piglets. Comp. Biochem. Phys. Part A, 91 (1), 43-51
- Jensen MS, Jensen SK, Jakobsen K. (1997): Development of digestive enzymes in pigs with emphasis on lipolytic activity in the stomach and pancreas. J. Anim. Sci., 75(2), 437-45.
- Overland M, Tockach MD, Cornelius SG, Pettigrew JE, Rust JW (1993): Lecithin in swine diets: I. Weanling pigs J. Anim. Sci, 71(5), 1187-93
- Santos KM, Watanabe PH, Freitas ER, Nepomuceno RC, Oliveira PJD, Lima VM, Rodriguez BBV, Do Nascimento GAJ, de Carvalho LE (2017): Beef Tallow and Emulsifier in Growing-Finishing Pig Diets. Ann. Braz. Acad. Sci., 89(2), 1221-1230
- Todorova M, Ignatova M, Petkova M (2011): Effect of lecithin supplementation in standard diet for weaned pigs on growth performance and blood cholesterol level. Arch. Zootech., 14(4), 45-50

### Autorenanschrift:

Dr. Rüdiger Kratz;  
Bad Haller Straße 23  
A-4550 Kremsmünster

# It's not about the feed conversion rate. It's about exceeding it.



## **A specific phytogenic feed additive helps to improve animal welfare and health status of post-weaning piglets under farm conditions with increased diarrhea incidence**

**Tobias Aumiller<sup>1</sup>, Klaus Männer<sup>2</sup>, Jürgen Zentek<sup>2</sup>, Kostas Syriopoulos<sup>1</sup>, Jan Dirk van der Klis<sup>1</sup>, Andreas Müller<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Delacon Biotechnik GmbH, Steyregg, Austria

<sup>2</sup>Institute of Animal Nutrition, Department of Veterinary Medicine, Freie Universität Berlin, Berlin, Germany

### **Introduction**

Weaning is a stressful period for piglets coming along with an impairment of animal welfare due to changes in diet composition as well as environmental and pathogenic challenges. These challenges result in reduced feed intake, growth depression and an increased diarrhea incidence. For farmers, occurrence of post weaning diarrhea can result in considerable economic damage. To date, no single strategy has been discovered to completely abolish these problems. The most effective approaches in farms should include dietary modifications combined with other preventive counterstrategies. In this regard, phytogenic feed additives (PFA) are increasingly recognized for their potential to beneficially affect growth performance, nutrient digestibility and gut health in different livestock species, including piglets [1]. Phytogenics comprise a broad spectrum of plant-derived bioactive compounds, with a wide variety of physiological activities that may support piglets' health and welfare during the critical post-weaning period.

Therefore, the aim of this study was to test the efficacy of a PFA, included in the diet for post-weaning piglets from d 25 to d 66 of age compared to a control diet. The animals were housed in a commercial pig breeding farm having a high incidence rate of pathogenic *Escherichia coli* in post-weaning piglets (about 10%). To demonstrate the efficacy of the PFA, health status, performance, and *E. coli* pathogenic factors were determined.

### **Material & Methods**

A total of 540 post-weaning barrows and gilts (DanBred x Piétrain; weaned at 25 ± 2 days of age), were distributed according to body weight, litter and gender to 30 pens (15 replicates with 135 ♀; 135 ♂ per treatment group). The basal diets were calculated to be iso-nutritive, meeting or slightly exceeding the nutritional requirements for weaned piglets as recommended by the Society of Nutrition Physiology (2006) [2]. The piglets were fed on a starter diet from d0 to d14 of the trial based on corn, soybean meal, barley, wheat and skim milk powder and a grower diet from d15 to d42 (Table 1). Wheat semolina as vehicle in the control group and PFA (Fresta® Protect) were added at 1 kg/t to the basal diet. All diets in mash form were manufactured in a commercial feed mill.

Table 1: Composition and calculated nutrient amounts of the basal starter and grower diets

Item (% unless noted)	Starter	Grower	Calculated composition	Starter	Grower
Corn	28.14	26.44	ME [MJ/kg] <sup>3</sup>	13.57	13.30
Soybean meal (CP: 49%)	23.35	22.33	Crude protein	20.65	17.61
Barley	17.54	29.90	Lys	1.50	1.10
Wheat	12.91	13.70	Met	0.55	0.37
Skim milk powder	10.00		Met + Cys	0.87	0.68
Soybean oil	3.22	3.00	Thr	0.96	0.67
Limestone	1.44	1.56	Trp	0.30	0.23
Premix <sup>1</sup>	1.20	1.20	Crude fat	5.37	5.26
Mono-calcium phosphate	1.15	1.32	Crude fiber	3.47	4.12
PFA/Wheat semolina <sup>2</sup>	0.10	0.10	Crude ash	5.96	5.71
L-Lysine-HCL	0.50	0.30	Calcium	0.95	0.90
DL-Methionine	0.20	0.10	Available phosphorus	0.44	0.40
L-Threonine	0.18	0.02	Sodium	0.22	0.20
L-Tryptophan	0.07	0.03			

<sup>1</sup>Contents per kg premix: 400000 I.U. vit. A (acetate); 120000 I.U. vit. D3; 8000 mg vit. E (a-tocopherole acetate); 200 mg vit. K3 (MSB); 250 mg vit. B1 (mononitrate); 420 mg vit. B2 (cryst. riboflavin); 2500 mg niacin (niacinamide); 400 mg Vit. B6 (HCl); 2000 µg vit. B12; 25000 µg Biotin (commercial, feed grade); 1000 mg pantothenic acid (Ca d-pantothenate); 100 mg folic acid (cryst. commercial feed grade); 80000 mg choline (chloride); 5000 mg Zn (sulfate); 5000 mg Fe (carbonate); 6000 mg Mn (sulfate); 1000 mg Cu (sulfate- pentahydrate); 20 mg Se (Na-selenite); 45 mg J (Ca-iodate); 130 g Na (NaCl); 55 g Mg (sulfate);

<sup>2</sup>PFA was supplemented with 1g/kg while NC group was supplemented with 1g/kg wheat semolina as vehicle

<sup>3</sup>calculated by using the estimation given by GfE 2008.

Pen body weights were recorded weekly. The amount of feed supplied to each pen was measured over each preceding week. Feed consumption per piglet was estimated as the total feed supplied per pen and period corrected for dispersed/leftover feed and n° piglets per pen. Feed conversion ratio (feed : gain) was determined from the relationship of weekly corrected feed intake and growth per piglet for this period.

All pigs were daily checked for health, culls, and mortality. In addition, medication use, duration, reason and justification were recorded. Faeces scores were determined daily for each pen, where 1=liquid diarrhea; 2=pasty faeces falling out of shape upon contact with surfaces; 3=formed faeces, soft to cut; 4=well-formed faeces, firm to cut; 5 hard and dry faeces.

The faecal gene copy numbers of the virulence factor genes *fae* (K88 fimbria) and *est-II* (heat-stable toxin, Stb) were estimated by qPCR in faecal samples, which were taken at study end (d42). In brief, DNA from pooled faecal samples (n=15 per treatment) was extracted using the QIAamp® DNA Stool Mini Kit (Qiagen, Hilden Germany) and stored at -20°C until further use. The qPCR was carried out using a Stratagene MX3000p (Stratagene, Amsterdam, The Netherlands) with the Brilliant® II SYBR® Green QPCR Low ROX Master Mix (Agilent Technologies, USA).

The primer combination for the *est-II* gene was forward 5'-TGCCTATGCATCTACACAAT-3' and reverse 5'-CTCCAGCAGTACCATCTCTA-3'. The primer combination for the *fae* gene was 5'- GTTGGTACAGGTCTTAATGG-3' and 5'-GAATCTGTCCGAGAATATCA-3'. A positive control containing purified DNA of the porcine enterotoxigenic *Escherichia coli* strain serotype O149:K91:K88ac and a negative control containing water were carried along as references. Melting curves of the amplified DNA were generated to verify specificity of the reaction. The detection limit was 10<sup>3</sup> gene copies/g faeces.

Results were presented according to the EFSA Guidance on Statistical reporting [3], descriptive statistics following Section 9.2.1 and results of statistical analyses in line with Section 9.2.2, respectively. Main analyses results were presented as point estimate and confidence interval. For all measurements taken at pen-level, the basic statistical technique used was ANOVA with treatment as explanatory variable. After checking model assumptions, Dunnett's test was applied. Differences were considered as significant when P<0.05, whereas P<0.10 were considered as a near-significant trend. Analysis were performed with the software package SPSS (IBM SPSS Version 25).

## Results

Body weight did not differ between treatments during the trial period while the PFA group showed higher daily gains and a tendency for increased feed intake and improved FCR from d15 to d42 compared to the NC (Table 2).

Table 2: Body weight (kg), average daily gain (ADG; g/d), average daily feed intake (ADFI; g/d) and feed conversion ratio (FCR)

Treatment	NC	PFA	P-value
BW d0	7.34 ± 0.90	7.34 ± 0.90	0.998
BW d14	9.02 ± 0.94	9.04 ± 1.01	0.951
BW d42	23.09 ± 1.85	23.91 ± 1.62	0.205
ADG d0–14	120 ± 30	122 ± 18	0.853
ADG d15–42	502 ± 29	531 ± 31	0.015
ADG d0–42	375 ± 26	394 ± 20	0.028
ADFI d0–14	151 ± 32	155 ± 16	0.663
ADFI d15–42	765 ± 44	787 ± 49	0.204
ADFI d0–42	560 ± 34	576 ± 33	0.200
FCR d0–14	1.27 ± 0.08	1.29 ± 0.13	0.684
FCR d15–42	1.52 ± 0.07	1.48 ± 0.06	0.086
FCR d0–42	1.50 ± 0.07	1.46 ± 0.05	0.108

Post-weaning diarrhea was the most common disease observed in the piglets and reflected the expected health problems in the selected pig farm (Table 3). Based on pathological-morphological and clinical diagnostic findings the mortality in both treatments was mainly due to post-weaning diarrhea caused by toxin-producing *E. coli*. The lower incidence rate of post-weaning diarrhea in piglets fed diets containing the PFA resulted in a lower number of required antibiotic treatments (-37.5%) and in a reduced mortality rate (-36.4%) compared with the control group. The incidence rate of other diseases than post-weaning diarrheal was not affected.

Results of faecal scoring are summarized in Table 4. According to the schema for clinically relevant post-weaning diarrhoea faecal scores, piglets fed diets without the PFA showed the lowest scores during the first two weeks post-weaning. Since liquid diarrhea (score 1) was only observed in 14 (NC) and 8 piglets (PFA), the average weekly score during this critical period was however not lower than 3.23. The lower incidence rate of diarrhea in piglets fed on diets containing the PFA was corresponding to significantly higher scores during the first two weeks post-weaning in comparison to the control group (1st week: 3.65 vs. 3.23; 2nd week: 4.00 vs. 3.49). After the first critical post-weaning weeks, both treatments approached closer to the optimal score of 4.0 (well-formed faeces, firm to cut, but not dry).

Table 3: Diseased piglets, antibiotic treatments and cumulative mortality

Treatment groups	NC	PFA
Diseased piglets		
Post-weaning diarrhoea (PWD)	16	12
Other diseases	9	7
Antibiotic treatment (body temperature > 40°C)		
Post-weaning diarrhoea (PWD)	8	5
Other diseases	7	6
Cumulative mortality		
Mortality total	11 (PWD: 11)	7 (PWD: 6)
Mortality rate	4.07%	2.59%

Gene copy numbers of *E. coli* virulence factors *estII* and *fae* were not significantly different between treatments at the end of the study (Table 4). However, enterotoxigenic *Escherichia coli* (ETEC) *estII* and *fae* genes in faecal samples collected from animals fed on diets containing the PFA were numerically lower than those fed on the NC diet.

Table 4: Effect of PFA on faeces scores and genes copy numbers of *E. coli* virulence factors *estII* and *fae*

Treatment groups	NC	PFA	P-value
Faeces scores			
d0-d14	3.36 ± 0.36	3.82 ± 0.18	<0.001
d15-d42	3.90 ± 0.22	4.00 ± 0.01	0.095
d0-d42	3.72 ± 0.14	3.94 ± 0.06	<0.001
<i>E. coli</i> virulence factor gene copy numbers			
<i>EstII</i> [ $\log_{10}/g$ ]	7.26 ± 0.36	6.89 ± 0.14	0.504
<i>Fae</i> [ $\log_{10}/g$ ]	8.92 ± 0.88	8.52 ± 1.05	0.328

## Discussion

The aim of the study was to evaluate the impact of a PFA on welfare of post-weaning piglets from d 25 to d 66 of age in a commercial pig breeding farm with a permanent incidence of *Escherichia coli* associated post-weaning diarrhea outbreaks. Diarrhea incidence rate in NC piglets amounted to 9.26% or 25 piglets. 60% of diseased NC piglets needed treatments with injectable antibiotics. Feeding the PFA resulted in a clear amelioration of animal welfare, as evident from the lower incidence rate of post-weaning diarrhea, lower shares of antibiotic treatments (-26.7%) and reduced mortality rate (-36.4%). Moreover, an improvement of animal welfare and health situation by feeding the PFA could be demonstrated by significantly better faecal scores during the first and second week post-weaning in comparison with the control. Based on pathological-morphological and clinical diagnostic findings in died and diseased piglets suffering from persistent diarrhea in both treatments, post-weaning diarrhea was mainly caused by toxin-producing *E. coli*. Considerable differences between died piglets fed on diets without or with PFA on prevalence of toxicogenic *E. coli* were not evident.

Through improving animal welfare, as reflected by lower diarrhea incidence and medical treatments, as an economically important outcome also performance could be increased distinctly. Thus, feeding the PFA significantly enhanced overall body weight gain by 5.1% compared to the control group. Due to the benefits on body weight gain the overall feed conversion ratio was numerically reduced by 2.3% in comparison to the control group.

Enterotoxigenic *E. coli* strains are frequently the causative agents of post-weaning diarrhea and cause significant losses among weaned piglets worldwide [4]. ETEC adhere to specific receptors on the enterocytes and colonize primarily the mid-small intestine. Based on the results of former trials, it was hypothesized that feeding a PFA may limit diarrhea episodes. The *fae* (K88 fimbria) and *estII* gene (heat stable toxin Stb) could be detected in all pooled faecal samples at the end of the study, whereby the *fae* gene was the predominant fimbriae type in faecal sheddings. From this fact, it could be hypothesized that piglets had already contact with the virulence gene harbouring *E. coli*. Although not significant, ETEC fimbriae in faecal samples of PFA fed piglets were numerically lower than in NC piglets.

## Conclusion

The present study could clearly demonstrate that the tested PFA improved animal welfare in a problem barn with frequently occurring cases of *E. coli* diarrhea. The better health status of piglets fed on PFA resulted in increased body weight gain and reduced overall feed conversion ratio as secondary indicators of improved animal welfare as well as economically highly relevant parameters.

In summary the results of the current study suggest that feeding the tested PFA at the recommended dose level could represent an effective strategy to improve animal welfare and economic benefit by a reduction of copy numbers of fimbriae encoding genes of ETEC as well as by a reduction of diarrhea incidence and its consequences and by an increase in performance, respectively.

## References

- [1] Yang C., Chowdhury M. A. K., Huo Y., Gong J. 2015. Phytogenic compounds as alternatives to in-feed antibiotics: potentials and challenges in application. *Pathogens* 4(1):137–156. doi: 10.3390/pathogens4010137
- [2] Society of Nutrition Physiology (GfE) 2006. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen. Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt.
- [3] EFSA (2014). Guidance on Statistical reporting. EFSA Journal 2014; 12: 3908. <http://www.efsa.europa.eu/de/efsajournal/pub/3908>.
- [4] Dubreuil J. D., Isaacson R. E., Schifferli D. M. 2016. Animal enterotoxigenic *Escherichia coli*. EcoSal Plus. 7. doi:10.1128/ecosalplus.ESP-0006-2016.

**Corresponding author:**

Tobias Aumiller  
Delacon Biotechnik GmbH  
Weissenwolfstrasse 14  
4221 Steyregg, Austria  
Tobias.Aumiller@delacon.com

# Phytogene Futtermittelzusatzstoffe: Natur trifft High-Tech

[delacon.com](http://delacon.com)

## Natürlich mehr Leistung

Phytogene Futtermittelzusatzstoffe umfassen eine breite Palette an Kräutern, Gewürzen und weiteren pflanzlichen Produkten, wie ätherische Öle oder andere Pflanzenextrakte. Nicht zuletzt durch die Forschungsarbeiten von Delacon, haben Phytogene in den letzten Jahren stark an Bedeutung in der Tierproduktion gewonnen. Sie wirken nachweislich als natürliche Leistungsförderer.

## Nachhaltige Wiederkäuerfütterung

**Actifor® Pro** ist Delacons phytogener Futtermittelzusatzstoff, der basierend auf einer Mischung aus ätherischen Ölen, Gewürzen und Tanninen perfekt auf die speziellen Bedürfnisse von Wiederkäuern abgestimmt ist. Die komplexe Kombination aus verschiedenen Aktivsubstanzen in **Actifor® Pro** führt zu einer profitablen Milch- oder Fleischproduktion. Die innovative Formulierung verringert die Futterkosten durch eine Erhöhung der Proteineffizienz. Darüber hinaus trägt **Actifor® Pro** zu einer Senkung des Harnstoffgehaltes in der Milch von bis zu 10 % bei.

Das phytogene Konzept von **Actifor® Pro** gewährleistet eine sichere und nachhaltige Wiederkäuerfütterung, ohne dem Risiko von Rückständen in Milch oder Fleisch.



## Vorteile **Actifor® Pro**

- Bis zu 4–8 % verbesserte Leistung bei Milchkühen und Mastrindern
- Return on Investment 5:1
- Verbesserte Milchqualität durch höheren Proteingehalt

Weitere Informationen finden Sie unter [www.delacon.com](http://www.delacon.com)

## Improving bovine meat quality through dietary supplementation with an encapsulated dry grape extract

**Paul Engler<sup>1</sup>, Benoit Thys<sup>1</sup>, Fabiola Daubner<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Nor-Feed, Beaucouzé, 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, juiciness or rancidity (lipid oxidation leading to off-flavors). 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).

Recent research has also shown that the dietary supplementation with a dry grape extract impacted positively the meat of monogastrics (Engler et al. 2015) and fish (Engler et al. 2016).

This trial was conducted to evaluate the potential use of a commercial encapsulated dry grape extract (Nor-Grape<sup>®</sup> BP, Nor-Feed) as a natural source of antioxidant in the diet of the ruminant in order to improve the quality of its meat, compared to a control diet.

### Material and methods

39 Belgian Blanc Bleu young bulls from the same commercial farm were randomly divided in two groups, 19 in the control group (CTL) and 20 in the supplemented group (NG). The CTL group was fed a typical finishing diet (all-mash feed and straw), and the NG group received the same diet supplemented with 2g per animal and per day of an encapsulated grape extract (Nor-Grape<sup>®</sup> BP, Nor-Feed, France) for 3 months before slaughter.

### Meat quality

Animals from both groups were slaughtered on the same day and were between 20 and 22 months old. 3 days post-slaughter (D3), a sample of *Longissimus dorsi* from 5 carcasses per group were taken and analyzed for quality parameters. Juiciness, pH, color dimensions (L\*, a\*, b\*) and lipid oxidation (MDA) were measured. For juiciness determination, the samples were grinded. Juiciness was then determined by the quantity of juice obtained after centrifugation and expressed as percent of the sample weight. pH was measured with a pH meter, and color by spectrophotometer. Lipid oxidation was measured with the TBARS assay. The parameters were also analyzed 7 days later (10 days post-slaughter, D10). Meat samples were stored at 4 °C for the length of the trial.

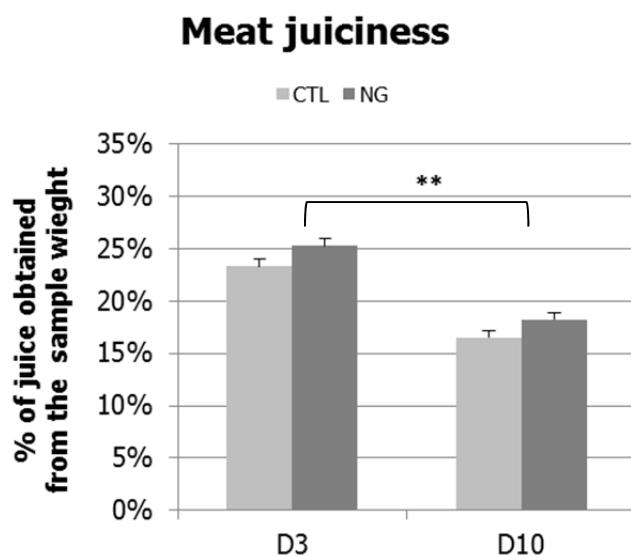
### Statistics

A statistical analysis of the collected data was performed using the software R (v3.2.1). Statistical significance was set at p<0,05.

## Results

### Juiciness and dry matter:

The analysis of the juiciness of the meat over time showed a significant reduction in the quantity of juice obtained from the samples ( $p<0.01$ , ANOVA, Graph 1) after 7 days in both CTL and NG groups (-29.2% and -28.0% respectively). This phenomenon is natural due to the aging of the meat and has been reported by many authors and is explained by proteolysis and lipid oxidation (Skibsted *et al.* 2010). Moreover, meat samples from the supplemented group showed a higher juiciness at both D3 (+2pt) and D10 (+1.7pt), suggesting a lower susceptibility to oxidation.



Graph 1: Juiciness of the *Longissimus dorsi* samples at D3 and D10 post slaughter.

(\*\*:  $p<0.01$ , ANOVA)

### pH:

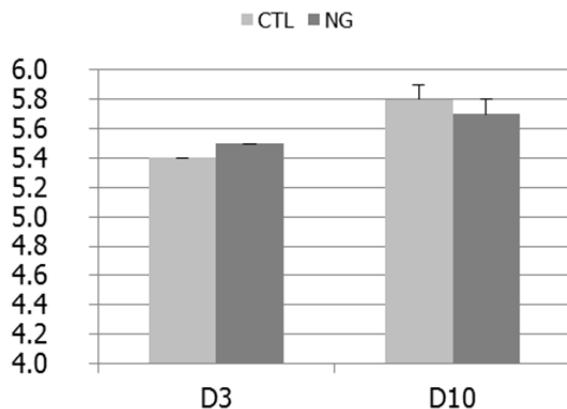
While no significant differences between the CTL and NG group were observed at D3 and D10 (Graph 2), meat samples from the NG group showed a smaller variation of the pH value between the two dates (+0.2 vs. +0.4 for the CTL group).

### Color:

The analyses of the samples showed that the meat from the NG group was significantly darker ( $L^*$ ) at D3 than that of the CTL group ( $p<0.05$ ). No variation of this parameter was observed after 7 days of storage in both groups (Graph 3). No differences were observed on the yellowness of the meat ( $b^*$ ).

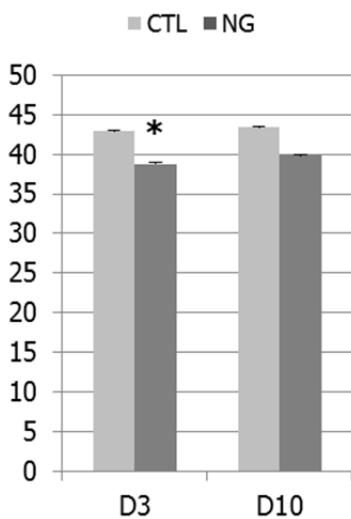
Moreover, while no difference between groups was observed for the meat redness at D3 ( $a^*$ ), the samples of *Longissimus dorsi* from the NG group were significantly redder than the CTL ones on D10 ( $p<0.05$ ). The higher red coloration of the meat obtained in the NG group was also observed previously in pork meat (Engler *et al.* 2015), and can be explained by a better protection of the myoglobin pigment against oxidation, therefore preventing the formation of metmyoglobin responsible for the brown/grey coloration of the meat.

## Meat pH

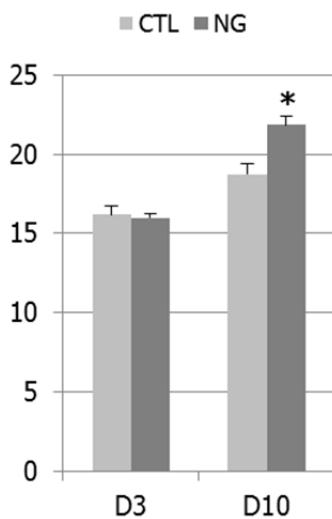


Graph 2: pH values of the *Longissimus dorsi* samples at D3 and D10 post slaughter.

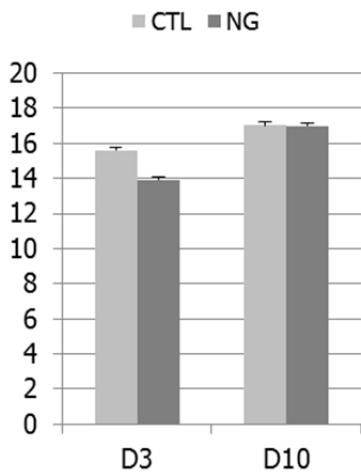
## Lightness (L\*)



## Redness (a\*)



## Yellowness (b\*)



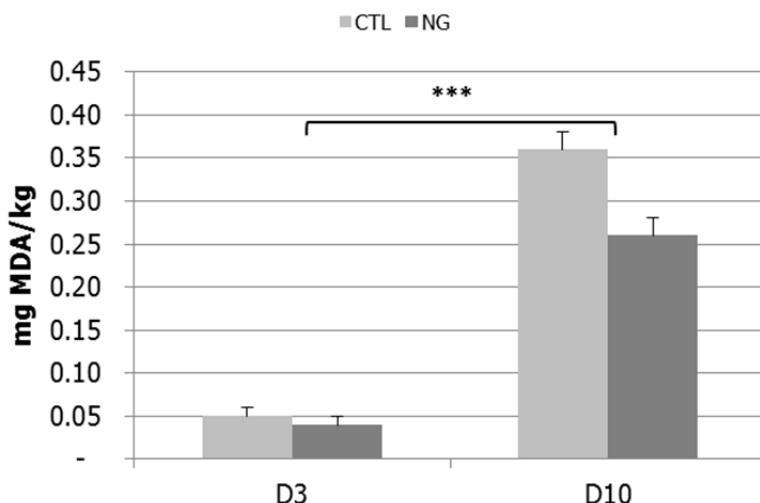
Graph 3: Color parameters of the *Longissimus dorsi* muscle on D3 and D10 post slaughter. (\*: p<0,05, ANOVA, differences between CTL and NG for a same date)

## Lipid oxidation

The analysis of the lipid oxidation of the meat over time showed a significant increase in the quantity of lipid oxidized in the samples ( $p<0.001$ , ANOVA) after 7 days in both CTL and NG groups (Graph 4). The increase was however not as high in the NG group as compared to the CTL group (6.5 and 7.2 times fold respectively).

Moreover, meat samples from the supplemented group showed a lower oxidation of lipids at both D3 (-0.01 mg MDA/kg) and D10 (-0.10 mg MDA/kg). These results can be correlated with the higher juiciness of the meat in the NG group, indicating a higher oxidative stability in the supplemented group.

### Lipid oxidation of the meat



Graph 4: Lipid oxidation level of the *Longissimus dorsi* samples from both groups at D3 and D10 post slaughter. (\*\*\*:  $p<0,001$ , ANOVA)

### Discussion and conclusion

The results evidenced that the quality of the meat from young bulls fed with the encapsulated dry grape extract during a finishing period of 3 months was improved compared to that of the control group.

The addition of polyphenols from the additive, well known for their antioxidant activity, in the diet resulted in a higher juiciness of the meat, a significantly darker meat at slaughter and a significantly longer persistence of the red color, due to a better protection of myoglobin from oxidation. In terms of lipid oxidation (rancidity) the meat from NG treated bulls was less sensitive to oxidation. These are three key constitutive elements of the organoleptic description of the red meat quality.

A supplementation with the encapsulated dry grape extract in the finishing period of meat cattle appears to be beneficial on for the quality of the finished product.

### 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

Engler P., Piesk J., Tessier N., Dry grape extract supplementation in organic swine, a way to improve pork meat quality. BAT symposium 2015, Freising.

Engler P., Tessier N., Chicoteau P., Impact des polyphénols d'un extrait de raisin sur la qualité de la chair du bar, *Dicentrarchus labrax*. JRFP 2016, Paris.

Skibsted, L.H., Risbo, J., Andersen, M.L., 2010. Chemical deterioration and physical instability of food and beverages. Woodhead Publishing Limited.

**Corresponding author:**

Dr. Paul Engler  
Nor-Feed  
3 rue Amedeo Avogadro  
49070 Beaucouzé, France  
paul.engler@norfeed.net  
www.norfeed.net

## **Einsatz von Amylase in der Fütterung von maisreichen Rationen an Milchkühe zur Steigerung der Milchleistung und des Milchfettgehaltes**

**Dr. Torsten Schomaker, Dr. Matthias Wiemann**

DSM Nutritional Products GmbH

### **Einleitung**

Der Einsatz von Maissilage und Körnermais in der Fütterung von Milchkühen steigt kontinuierlich. Mais besticht durch seine Ertragsfähigkeit, seine hohe Energiedichte und eine konsistent hohe Futterqualität. Maissilage und Körnermais sind schmackhaft und liefern pansenstabile Stärke, die im Dünndarm effizient zu Glukose umgesetzt werden kann. Insbesondere zu Laktationsbeginn begrenzt die Glukoseversorgung die Milchleistung. Der Dünndarm ist allerdings in seiner Fähigkeit Stärke abzubauen limitiert. Bei mehr als 50 g pansenstabilen Stärke pro Kilogramm Futter (TS) gelangen größere Mengen Stärke in den Dickdarm, die dort weniger effizient verwertet werden und zu Azidosen bzw. Entzündungen führen können (DLG, 2008). Die Menge unverdaulicher Stärke steigt dabei ebenfalls. Zudem sinkt die NDF-Verdaulichkeit bei steigenden Stärkegehalten in der Ration.

Auf diese Punkte zielt der Einsatz von Amylase ab. Können höhere Mengen an Mais und Maissilage in der Milchkuhfütterung eingesetzt werden, wenn gleichzeitig eine Amylase appliziert wird, die im Pansen und im Dünndarm Stärke abbaut?

Zahlreiche Versuche haben gezeigt, dass durch den Einsatz einer Amylase (Ronozyme RumiStar<sup>®</sup>, DSM Nutritional Products, Kaiseraugst, Schweiz) die Stärkeverdaulichkeit im Pansen und im Dünndarm gesteigert werden kann (Noziere et al., 2012, Bach et al., 2013). Auf eine bessere Glukoseversorgung reagieren die Kühe zu Laktationsbeginn mit höherer Milchproduktion. Aus dem stärkeren Abbau der Stärke im Pansen resultiert eine verbesserte NDF-Verdaulichkeit (Klingermann et al., 2009, Weiss et al., 2011). Faserabbauende Bakterien profitieren vom Abbau der Stärke im Pansen (Cross feeding). Der Pansen pH-Wert wird nicht negativ beeinflusst (Gencoglu et al., 2010, Noziere et al. 2012, Bach et al. 2013). Durch einen stärkeren Abbau der NDF wird außerdem mehr Acetat gebildet, das für den Aufbau von Milchfett genutzt werden kann.

Durch den Einsatz von Amylase konnte in zahlreichen Untersuchungen die Milchmenge und der Milchfettgehalt gesteigert werden (Masoero et al., 2011, Klingermann et al., 2009).

Ob die in der Literatur beschriebenen Ergebnisse auf in Norddeutschland gefütterte Rationen und Futtermittel übertragbar ist, wurde im nachfolgenden Versuch untersucht.

### **Material und Methoden**

Der Fütterungsversuch wurde auf einem Milchviehbetrieb in Nordwestdeutschland mit 100 Holstein Friesian Kühen über zwei Jahre (März 2016 - März 2018) durchgeführt. Die Kühe wurden im Laufstall gehalten und durch zwei Melkroboter gemolken. Es wurden zwei Rationen verfüttert, die sich nur in den ersten 100 Laktationstagen durch die Zulage von 12,5 g Amylase entsprechend 300 KNU/kg Futter TS (Ronozyme RumiStar<sup>®</sup>, DSM Nutritional Products, Kaiseraugst, Schweiz) unterschieden. Die Trennung der Gruppen erfolgte über zwei Sorten Kraftfutter - mit oder ohne Enzym - an den Robotern.

Die Ration bestand im Mittel aus den folgenden Komponenten (TS): 11 kg Maisilage, 3 kg Grassilage, 0,315 kg Stroh, 5,3 kg Vormischung (2,5 kg Mais, 2,5 kg HP Sojaschrot, 300 g Mineralfutter). Die Grundration war für ca. 30 kg Milch kalkuliert. Im Roboter erhielten die Kühe zusätzlich bis zu 6 kg Kraftfutter (MLF 204 mit 25% Körnermais), insgesamt ca. 4,5 kg Körnermais (OS). Die Futteraufnahme lag bei 24,8 kg TS.

Rationsparameter der gesamten Ration (pro kg TS): 165 g XP, 165 g nXP, UDP 29%, RNB 0 g, 7,2 MJ NEL, 34 g XL, 283 g XS, bXS 70 g, 47 g XZ, 154 g XF, 164 g ADF, 278 g NDF

Zu Versuchsbeginn wurden die Kühe nach Laktationsnummer und Leistung in der Vorlaktation der Versuchs- bzw. Kontrollgruppe zugeordnet. Es wurden nur Daten von Kühen berücksichtigt, die im Versuchszeitraum gekalbt haben. Erstlaktierende (Klasse 1) und ältere Kühe (Klasse 2: 2. bis 5. Laktation) wurden separat ausgewertet. Erfasst wurden sowohl die Daten der Melkroboter als auch der offiziellen vierwöchentlichen Milchleistungsprüfung (MLP). Die unten dargestellten Ergebnisse ergaben sich aus den MLP-Daten.

Nach Durchführung einer Plausibilitätskontrolle ergaben sich die in Tabelle 1 aufgeführten Stichprobenumfänge und Mittelwerte pro Gruppe innerhalb der zwei Laktationsklassen.

Tabelle 1: Beschreibende Statistik für die Milchmenge der Versuchs- und der Kontrollgruppe pro Laktationsklasse (für  $5 \leq \text{DIM} \leq 320$ )

Klasse	Gruppe	Anzahl der Kühe	Milchmenge				
			N	Mittelwert	Standardabweichung	Min	Max
1	Kontrolle	42	262	31,7	6,56	5,0	46,9
	Versuch	67	480	33,3	6,56	16,4	54,7
2	Kontrolle	55	517	38,7	9,11	15,3	60,8
	Versuch	58	457	41,6	9,85	13,5	64,7

DIM=day in milk

Die Auswertung über ein Random-Regression Modell mit fixen Testtagseffekten (Random-Regression Testtagsmodell) erfolgte durch Professor Spilke und Herrn Dr. Mielenz (Universität Halle, 2018). Die Abhängigkeit der Milchmenge vom Laktationstag wurde mit einem Fraktional 2-ter Ordnung, also mit der folgenden Regressionsfunktion beschrieben.

$$(1) f(t) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \log(t) + \beta_2 \cdot t^{0.5} \text{ mit } t = \frac{\text{DIM}}{320}$$

In obiger Formel ist DIM die Abkürzung für „day in milk“. Die Regressionskoeffizienten in (1) wurden als spezifisch für die Gruppen und Laktationsklassen betrachtet. Korrelationen zwischen den wiederholten Messungen pro Kuh wurden mit Hilfe von drei zufälligen Kuheffekten und mit Hilfe der Toeplitz-Struktur (type=toep(4)) berücksichtigt. (Drei zufällige Effekte pro Kuh ergeben sich, indem auf die fixen Regressionskoeffizienten in Modell (1) zufällige kuhspezifische Regressionskoeffizienten addiert werden.) Sämtliche Varianzen und Kovarianzen im Modell wurden als spezifisch für die Laktationsklassen angesehen.

## Ergebnisse und Diskussion

Wie an den LSMeans-Kurven der Gruppen (KG=Kontrollgruppe, VG=Versuchsgruppe) für die Milchmenge innerhalb der **1. Laktation** einschließlich zugehöriger Differenzkurve mit 95%-Konfidenzband zu sehen ist, steigerte der Enzymeinsatz die Milchleistung zu Laktationsbeginn.

Der Leistungsunterschied betrug in den ersten 50 Laktationstagen höchst signifikant 3,47 kg und im Laktationsabschnitt 51-100 DIM signifikant 2,4 kg (Tabelle 2). Die Leistung von Kontroll- und Versuchsgruppe unterschieden sich bis zum 120 DIM signifikant.

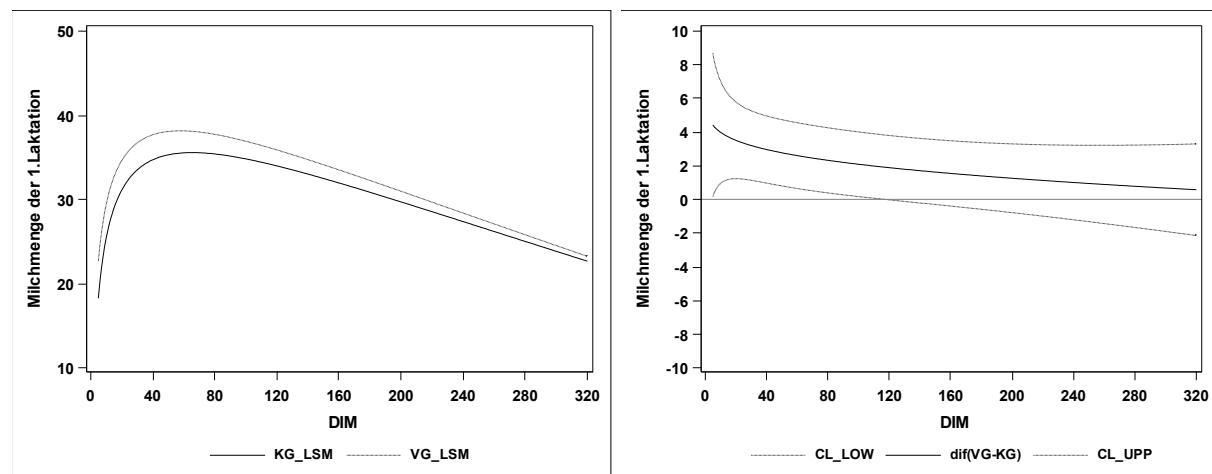


Tabelle 2: LSMeans (LSM) und Differenzen (Dif) der LSM (mit 95%-Konfidenzintervall) pro Gruppe für die Milchmenge in sechs Abschnitten der 1. Laktation.

Abschnitt DIM	Gruppe	LSM (95%KI)			Dif (Versuch-Kontrolle)			p-Wert (t-Test)
5-50	Kontrolle	31,4	(29,6	33,1)	3,37	(1,17	5,57)	0,003
	Versuch	34,7	(33,4	36,1)				
51-100	Kontrolle	35,4	(33,8	36,9)	2,40	(0,45	4,35)	0,016
	Versuch	37,8	(36,5	39,0)				
101-150	Kontrolle	33,7	(32,1	35,3)	1,85	(-0,08	3,78)	0,060
	Versuch	35,6	(34,3	36,8)				
151-200	Kontrolle	31,1	(29,5	32,7)	1,44	(-0,55	3,43)	0,155
	Versuch	32,5	(31,3	33,8)				
201-320	Kontrolle	26,2	(24,2	28,1)	0,90	(-1,45	3,25)	0,447
	Versuch	27,1	(25,6	28,6)				
5-320	Kontrolle	30,4	(28,8	31,9)	1,73	(-0,15	3,62)	0,071
	Versuch	32,1	(30,9	33,3)				

Die Milchfettprozente waren über die gesamte Laktation (5-320 DIM) in der Versuchsgruppe um 0,21% signifikant höher bei 0,05% höheren Milcheiweißgehalten. Die daraus resultierende energiekorrigierte Milchmenge (Tabelle 3) war um 2,54 kg erhöht.

Tabelle 3: LSMeans (LSM) und Differenzen (Dif) der LSM (mit 95%-Konfidenzintervall) pro Gruppe für die energiekorrigierte Milchmenge in sechs Abschnitten der 1. Laktation.

Abschnitt	Gruppe	LSM (95%KI)			Dif (Versuch-Kontrolle)			p-Wert (t-Test)
5-50	Kontrolle	31,7	(30,0	33,3)	2,89	(0,82	4,96)	0,007
	Versuch	34,6	(33,3	35,8)				
51-100	Kontrolle	32,7	(31,4	33,9)	3,10	(1,54	4,66)	<,001
	Versuch	35,8	(34,8	36,8)				
101-150	Kontrolle	31,4	(30,2	32,6)	2,89	(1,41	4,38)	<,001
	Versuch	34,3	(33,4	35,3)				
151-200	Kontrolle	29,7	(28,4	31,0)	2,59	(1,07	4,11)	0,001
	Versuch	32,3	(31,3	33,3)				
201-320	Kontrolle	26,4	(24,8	28,0)	2,00	(0,06	3,94)	0,043
	Versuch	28,4	(27,2	29,6)				
5-320	Kontrolle	29,5	(28,2	30,7)	2,54	(1,03	4,05)	0,001
	Versuch	32,0	(31,1	33,0)				

Die LSMeans-Kurven der Gruppen (KG=Kontrollgruppe, VG=Versuchsgruppe) für die Milchmenge innerhalb der **2. Laktationsklasse** einschließlich zugehöriger Differenzkurve mit 95%-Konfidenzband zeigen, dass die Versuchsgruppe bis zu DIM 100 signifikant höhere Milchleistungen aufwies. In den ersten 50 Laktationstagen betrug dieser Unterschied höchst signifikant 3,71 kg und von DIM 51-100 2,65 kg (Tabelle 4).

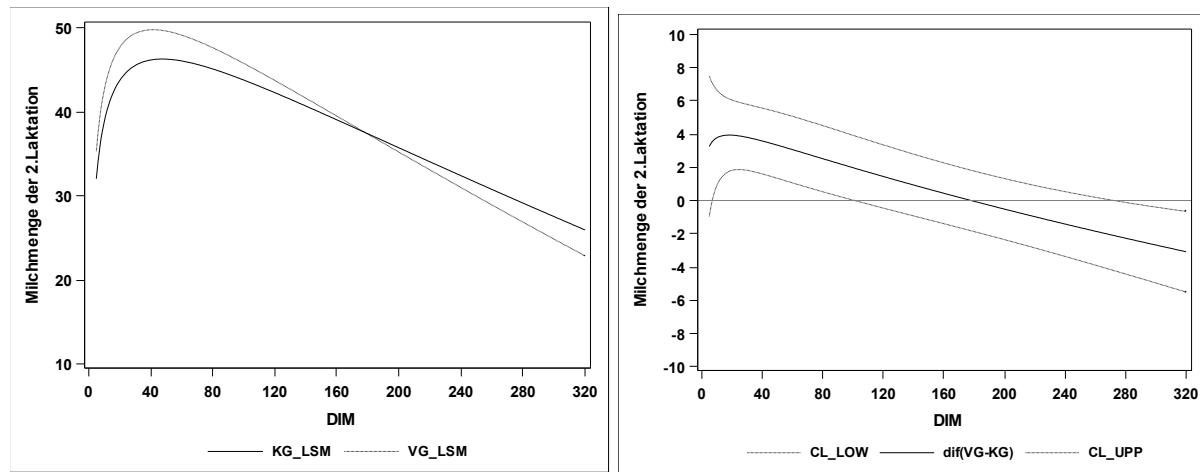


Tabelle 4: LSMeans (LSM) und Differenzen (Dif) der LSM (mit 95%-Konfidenzintervall) pro Gruppe für die Milchmenge in sechs Abschnitten der 2. Laktationsklasse

Abschnitt DIM	Gruppe	LSM (95%KI)			Dif (Versuch-Kontrolle)			p-Wert (t-Test)
5-50	Kontrolle	43,6	(42,0	45,2)	3,71	(1,67	5,75)	0,000
	Versuch	47,3	(45,8	48,7)				
51-100	Kontrolle	45,2	(43,7	46,8)	2,65	(0,66	4,63)	0,009
	Versuch	47,9	(46,3	49,4)				
101-150	Kontrolle	41,8	(40,3	43,3)	1,31	(-0,58	3,21)	0,173
	Versuch	43,1	(41,6	44,6)				
151-200	Kontrolle	37,8	(36,4	39,1)	0,07	(-1,76	1,90)	0,941
	Versuch	37,8	(36,3	39,3)				
201-320	Kontrolle	30,8	(29,3	32,2)	-1,84	(-3,89	0,22)	0,079
	Versuch	28,9	(27,2	30,6)				
5-320	Kontrolle	37,8	(36,5	39,1)	0,48	(-1,21	2,17)	0,577
	Versuch	38,2	(36,9	39,6)				

Die Milchfettgehalte von Kontroll- und Versuchsgruppe unterschieden sich bei den älteren Kühen nicht. Die Milcheiweißgehalte waren über die gesamte Laktation hinweg um 0,06% erhöht.

Im Gegensatz zu den Färsen fiel die Milchleistung der älteren Kühe der Versuchsgruppe nach dem 100. Laktationstag ohne Verfütterung des Enzyms deutlich ab. Dass ältere Kühe und Färsen unterschiedlich stark auf die Enzymzulage reagieren konnte auch in anderen Versuchen beobachtet werden (Bach et al., 2013, Bachmann et al., 2015).

## Fazit

Die auf dem Betrieb verfütterte Ration wies mit 283 g Stärke/kg TS einen hohen Stärkegehalt auf und lag mit 70 g beständiger Stärke/kg TMR oberhalb der empfohlenen Norm. Durch den Einsatz der Amylase in den ersten 100 Laktationstagen stieg die Milchleistung signifikant für diesen Zeitraum um 2,88 kg/Tag bei den Färsen und 3,18 kg/Tag bei den älteren Kühen. Der gleichzeitige signifikante Anstieg der Milchfettgehalte von 0,21% bei den Färsen spiegelte die in der Literatur beschriebene bessere NDF-Verdaulichkeit wieder und führte zu einer signifikanten Leistungsüberlegenheit über die gesamte Laktation von 2,54 kg EKM. Der positive Einfluss auf den Milchfettgehalt bei den Färsen und der konstante Fettgehalt bei den Färsen sind zudem Beleg dafür, dass der Pansen pH-Wert nicht negativ durch die Amylase beeinflusst wurde. Warum Färsen und ältere Kühe unterschiedlich auf den Einsatz von Amylase reagieren bleibt zu klären.

Bei den von uns gefundenen Parametern ist der Einsatz der Amylase auch wirtschaftlich sinnvoll mit einem Return Of Invest von größer 6:1.

## Literaturverzeichnis

Bach A., E. Azem, W. Steinberg, 2013: Posterpräsentation ADSA-ASAS Joint Annual Meeting in Indianapolis, USA, 8-12 July, 2013

Bachmann, M., Mochnia, M., Mielenz, N., Spilke, J., Souffrant, W., Azem, E., Schliffka, W. and Zeyner, A. 2018: Impact of  $\alpha$ -amylase supplementation on energy balance and performance of high-yielding dairy cows on moderate starch feeding. Animal Science Journal (2018) 89, 367–376

DLG, 2008: Struktur- und Kohlenhydratversorgung der Milchkuh - Stärkebeständigkeit für silierte Maisprodukte

- Gencoglu, H., R. D. Shaver, W. Steinberg, J. Ensink, L. F. Ferraretto, S. J. Bertics, J. C. Lopes, and M. S. Akins. 2010: Effect of feeding a reduced-starch diet with or without amylase addition on lactation performance in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 93:723-732
- Klingeran, C. M., Hu, W., McDonell, E. E., DerBedrosian, M. C. 2009: An evaluation of exogenous enzymes with amylolytic activity for dairy cows. *Journal of Dairy Science* 92, 1050-1059
- Masoero, F., Moschini M., Gallo, A. 2011: Evaluation of the capacity of exogenous enzymes with amylolytic activity to improve in vitro starch degradability in lactating dairy cow diets. Report Feed & Food Science and Nutrition Institute, Facoltà di Agraria, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza, Italy, unpublished study report
- Nozière, P., Steinberg, W., Silberberg, M., Morgavi, D. P. 2014: Amylase addition increases starch ruminal digestion in first-lactation cows fed high and low starch diets. *Journal of Dairy Science* 97, 2319-2328
- Spilke, J., Mielenz, N. 2018: persönliche Mitteilung
- Weiss, W. P., Steinberg, W., Engstrom, M. A. 2011: Milk production and nutrient digestibility by dairy cows when fed exogenous amylase with coarsely ground dry corn. *Journal of Dairy Science* 94, 2492-2499

**Autorenanschrift:**

Dr. Torsten Schomaker  
DSM Nutritional Products GmbH  
Im Breuel 10  
D-49565 Bramsche  
T: +49 (0) 5461 88 28 13  
torsten.schomaker@dsm.com



# RONOZYME® RumiStar™

## Das Enzym für Milchkühe



- **Optimierte Faser- und Stärkeverdaulichkeit**
- **Höhere Milchleistung**
- **Verbesserte Futtereffizienz**

DSM Nutritional Products GmbH  
Animal Nutrition and Health  
Im Breuel 10, D-49565 Bramsche  
info.bramsche@dsm.com

HEALTH • NUTRITION • MATERIALS

**DSM**  
BRIGHT SCIENCE. BRIGHTER LIVING.

## Rumen protected methionine supplementation during the transition phase and in early lactation increases DMI and performance of dairy cows

**Lukas Bauer, Claudia Parys**

Evonik Nutrition & Care GmbH, Hanau

### Introduction

The transition phase is commonly described as the period between three weeks before calving and three weeks after calving (Drackley, 1999). This period is associated with exceptional metabolic challenges for the dairy cow. Daily milk yield increases rapidly but DMI (Dry Matter Intake) does not follow fast enough. Energy and protein balance is negative and NEFA (non-esterified fatty acid) levels go up as cows mobilize body fat. Commonly seen is a drop of DMI during the last week before parturition which increases the incidence of ketosis after calving. Keeping DMI prepartum on a high level prepares the cow for high DMI post calving. Preventing metabolic issues in this sensitive phase is key to reduce animal losses and to maximize peak milk performance.

Methionine is well researched and identified as being the first limiting amino acid in dairy cows (NRC, 2001). Methionine has several biological functions besides milk protein synthesis. Looking at the transition period in particular, lipoprotein synthesis in liver, antioxidant synthesis, and synthesis of immune-related proteins (e.g. acute phase proteins) is relevant. Supplying additional metabolizable methionine during the transition phase has been found to increase milk performance as well as to improve the immunometabolic functions of dairy cows. However, the effects of rumen protected methionine (RPM) on lactation performance were only considered up to 30 days in milk in those studies. The described study below is the first one showing effects of methionine supplementation also through peak lactation which is crucial because every kg of milk produced at peak lactation results in approximately 200 kg more milk during the whole lactation (Roche et al., 2013).

### Materials and methods

The research group of Dr. Juan Loor at the University of Illinois conducted a trial with 30 cows in the control group and 30 cows in the treatment group. The trial started 28d prepartum and continued through peak lactation (60 DIM). The control ration was identical to the treatment ration except for the added Mepron® (0.09% Mepron® in DM prepartum and 0.10% in DM postpartum). These target values derived from recent experiments demonstrating a benefit in terms of milk performance and health of supplementing rumen protected methionine to achieve a Lys:Met-ratio close to 2.8:1 in the treatment group over the whole trial period, whereas the Lys:Met-ratio in the control group was considerably higher with 3.7:1 calculated with NRC (2001).

Mepron® is a commercial rumen protected methionine source of DL-Met that resists ruminal degradation through an ethyl-cellulose film coating. The intestinal digestibility coefficient and rumen bypass of Mepron® is 90% (Schwab, 1995) and 80% (Overton et al., 1996), therefore the cows received 6.1 g of methionine available for absorption per 10 g of Mepron®. During the far-off period (from -45 to -29 d), all cows received the same diet (1.33 Mcal/kg of DM and 13.9% CP) with no RPM. The basal close-up (from -28 d to parturition), fresh (from 1 to 30 d), and high production (from 31 to 60 d) diets contained 1.47 Mcal/kg of DM and 15.3% CP, 1.67 Mcal/kg of DM and 17.7% CP, and

1.61 Mcal/kg of DM and 17.4% CP, respectively. The trial design is reported in Figure 1. Diets were mixed daily in a tumble mixer, and Mepron was top dressed on the TMR.

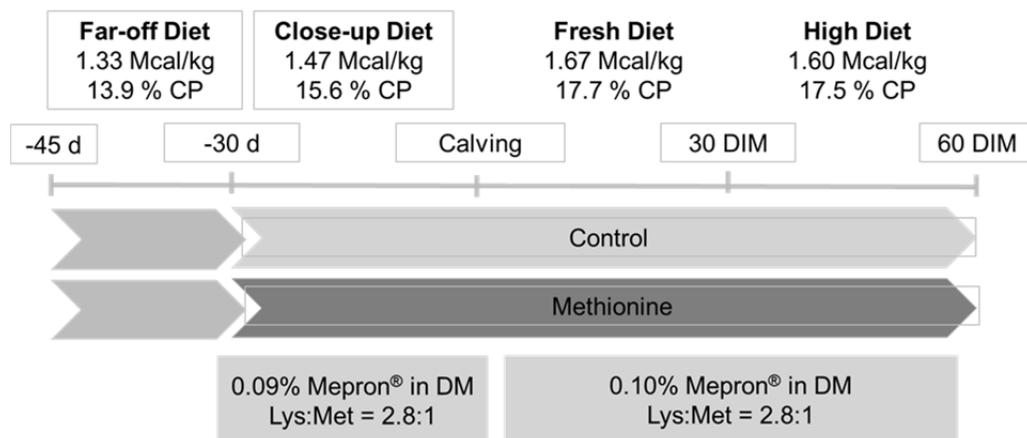


Fig. 1: Trial design

## Results

Cows that received additional methionine had 10% greater DMI throughout the transition period. Most of the difference in prepartum DMI occurred in the last two weeks before calving when the depression in DMI was less for the treatment cows. There were no differences between treatments for body weight and BCS. Keeping cows on feed as calving approaches is vitally important, since postpartum DMI is positively correlated with prepartum DMI.

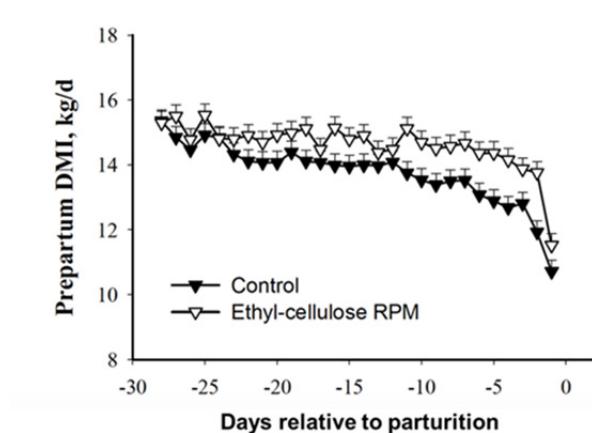


Fig. 2: Prepartum dry matter intake of cows in the control group and cows that received Mepron®

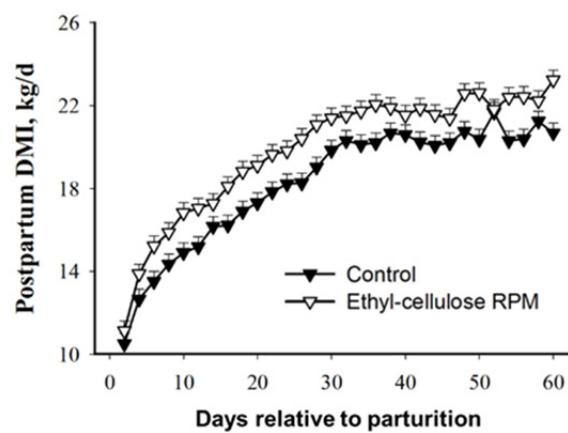


Fig. 3: Postpartum dry matter intake of cows in the control group and cows that received

What was driving this difference in feed intake? Circulating NEFA levels were lower in cows receiving additional methionine. At calving, NEFA levels were 25% lower in this group, and NEFA are known to suppress DMI. In addition, gamma-glutamyl transferase was 37% lower in Mepron® supplemented cows indicating improved liver function. Previous research has shown that cows with better liver function have greater DMI. Other factors that may have contributed to better DMI were lower inflammation and less oxidative stress.

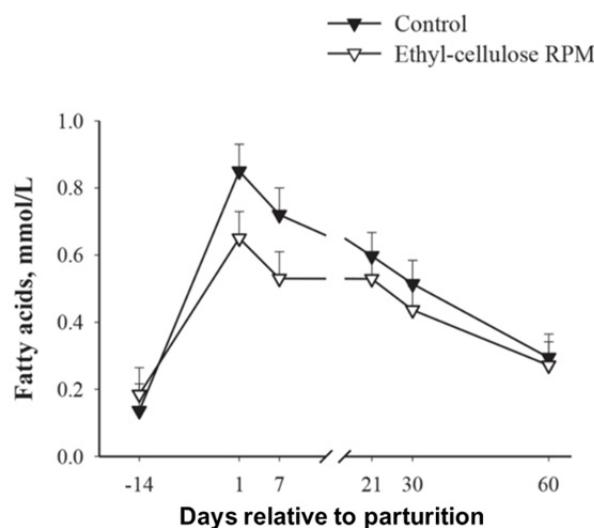


Fig.4: NEFA-levels of cows in the control group and cows that received Mepron®

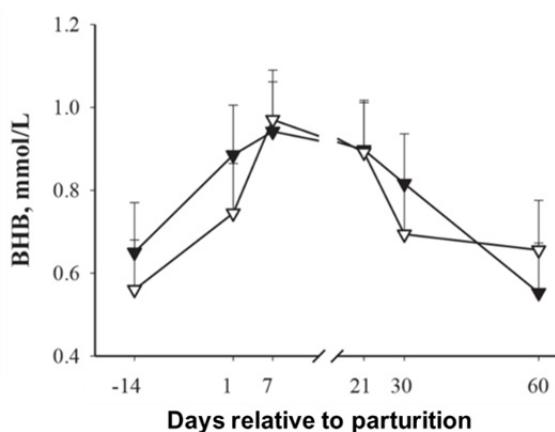


Fig.5: BHB-levels of cows in the control group and cows that received Mepron®

## Increased performance with Mepron®

The greater DMI led to higher milk production in fresh cows and at peak lactation. Milk production within the first 4 weeks of lactation was 4.1 kg greater for the methionine treatment, and at peak lactation, the difference was even 4.4 kg. Energy-corrected milk was 4.3 and 4.7 kg higher for the treatment ration since it generated greater yields of fat, protein, and lactose. In addition, Mepron® supplemented cows responded with significantly increased milk protein concentration.

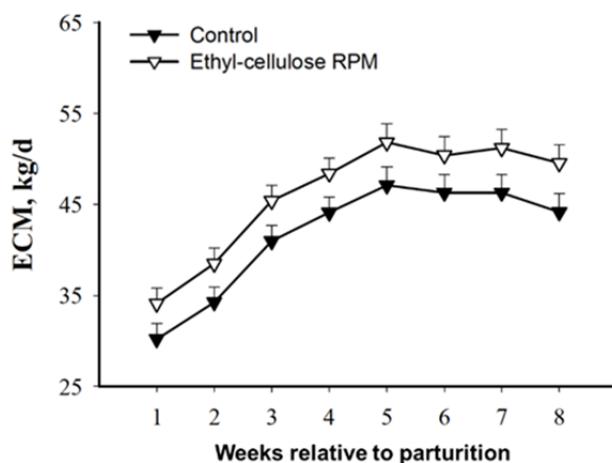


Fig. 6: Energy corrected Milk in kg/cow/d of cows in control group and cows that received ethyl-cellulose RPM

## Literature

- Batistel F, Arroyo JM, Bellingeri A, Wang L, Saremi B, Parys C, Trevisi E, Cardoso FC, Loor JJ (2017): Ethyl-cellulose rumen-protected methionine enhances performance during the periparturient period and early lactation in Holstein dairy cows. *J Dairy Sci* 100: 7455-7467
- Drackley JK (1999): Biology of Dairy Cows During the Transition Period: The Final Frontier? *J Dairy Sci* 82: 2259-2273
- NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7<sup>th</sup> rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- Overton TR, LaCount DW, Cicela TM, Clark JH (1996): Evaluation of a ruminally protected methionine product for lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 79: 631-638
- Roche JR, Kay JK, Rius AG, Grala TM, Sheahan AJ, White HM, Phyn CV (2013): Short communication: Immediate and deferred milk production responses to concentrate supplements in cows grazing fresh pasture. *J Dairy Sci* 96: 2544-2550
- Schwab CG (1995): Protected proteins and amino acids for ruminants. Pages 115-141 in *Biotechnology in Animal Feeds and Animal Feeding*. R. J. Wallace and A. Chesson, ed. VCH, New York, NY.

**Corresponding author:**

Claudia Parys  
Evonik Nutrition & Care GmbH  
Rodenbacher Chaussee 4  
63457 Hanau  
claudia.parys@evonik.com

## A standardized blend of eugenol and garlic tincture improves broiler's resistance to necrotic enteritis

**Clémentine Oguey<sup>1</sup>, Michael D. Sims<sup>2</sup>, John L. Welsh<sup>3</sup>, and Danny M. Hooge<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Pancosma SA, La Grand Saconnex, Geneva, Switzerland

<sup>2</sup>Corporation, Harrisonburg, VA, US

<sup>3</sup>DVM, Keezletown, Virginia, USA

<sup>4</sup>Consulting Poultry Nutritionist, Eagle Mountain, UT, USA.

### INTRODUCTION

Necrotic enteritis is a disease that has a major economic impact on broiler industry worldwide (Wade and Keyburn, 2015). It is caused by ubiquitous bacteria *Clostridium perfringens*. The use of AGPs in broiler feeds was a good tool to control this disease before their ban in European Union in 2006. Since then, alternative strategies have been implemented such as efficient coccidiosis control programs and diets and farm management adaptation. However, any impairment of those measures, such as a failure of coccidiosis prevention, may result in a clinical or subclinical outbreak. In the current context of reduction of the use of antimicrobials for food producing animals, the search and development of alternative tools that can be used in alternative programs to control diseases is becomes essential. Among them, plant extract based feed additives can be good alternatives. Previous data showed that dietary eugenol, a molecule naturally occurring in clove, increases the intestinal mucous layer in rodents and protects from enteric infection (Włodarska et al. 2015), and that a garlic tincture could attenuate the immune response and therefore improve resistance of pigs challenged with *E. coli* (Liu et al. 2014). These two modes of action being of potential interest to limit the negative effects of necrotic enteritis, the objective of the present trial was to evaluate the effect of a standardized blend of eugenol and garlic tincture on performance of broilers challenged with *Clostridium perfringens*.

### EXPERIMENTAL PROCEDURE

The trial was set up in an experimental facility in the US. A total of 1320 Cobb 500 broilers aged of one day were randomly allocated based on body weight (BW) to 40 pens of 33 birds each, with a density of 17.86 hd/m<sup>2</sup>. Animals were given a live coccidia vaccine at the day of placement (day 0). A used litter containing *Eimeria* and bacterial pathogens was applied on day 4 to mimic commercial conditions. A standard commercial feed based on corn, soybean meal, meat & bone meal, DDGS and soybean oil was provided in three phases (0-14, 15-28 and 29-42 days).

Pens were allocated according to a randomized complete block design to 4 treatments, the first one being uninfected untreated control (UUC) without any supplementation. UUC pens were isolated from others using solid barriers until day 21 to minimize challenge exposure. The three other treatments were infected on days 17 and 18 by individual oral gavage with a toxin producing strain of *Clostridium perfringens* titrated to reach 5 to 10% mortality, and consisted of an unsupplemented control (UIC), a dietary supplementation of 100 g/t of a standardized protected blend of eugenol and garlic tincture (XT), and a shuttle antibiotic program of 55 g/t Bacitracin Methylene disalicylate from day 0 to 28 followed by 22 g/t virginiamycin from day 29 to 42 (BMD/Virginia).

BW, weight gain (WG) and FCR were assessed per pen from days 0 to 14 (before challenge), 14 to 21 (challenge phase), 21 to 42 (after challenge), and for the whole trial duration mortality due to NE was recorded per pen at day 42. European Performance Efficiency factor (EPEF) was calculated based on final BW, survival rate, FCR and age at the end of the trial. One day 21, 3 birds randomly selected in each pen were euthanized for intestinal scoring of lesions due to *C. perfringens*, based on a scale ranging from 0 (no lesion) to 4 (complete sloughing of the intestinal mucosa). Data were statistically analyzed using one-way ANOVA, Tukey's test being applied to assess differences between treatment means.

## RESULTS

Before the challenge (from day 0 to 14 BW was not affected by the treatments ( $P=0.54$ ). Birds in UUC and BMD/Virginia group had lower ( $P<0.05$ ) FCR than those in UIC and XT treatments (means of 1.13, 1.12, 1.21 and 1.19 g/g respectively).

The effect of the treatments on broiler performance between days 14 and 21 is detailed in Figure 1.

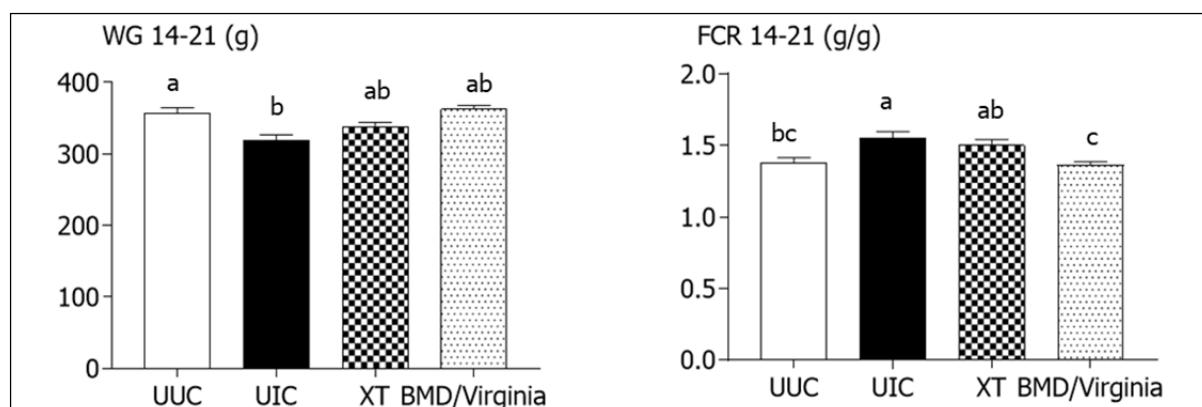


Figure 1: effect of the treatments on broiler performance from day 14 to 21 (a, b, c,  $P<0.05$ )

During this challenge phase, UIC group exhibited lower WG and higher FCR than UUC (respectively -10.6% and +10.7%,  $P<0.01$ ). Birds fed BMD/Virginia exhibited similar performance as UUC ( $P>0.90$ ), while XT group had intermediate FCR and WG between the two un-supplemented controls. Lesion scores recorded at day 21 were of 0.57, 2.57, 1.70 and 2.33 respectively for UUC, UIC, XT and BMD/Virginia ( $P<0.01$ ).

After challenge, from day 21 to 42, UIC exhibited lower WG and final BW, as well as higher FCR and mortality due to NE compared to UUC ( $P<0.01$ , Figure 2).

Compared to UIC, XT group exhibited greater performance through better WG and BW at day 42, and lower FCR ( $P<0.01$ ), at levels not different to those achieved by UUC. Infected birds fed BMD/Virginia had WG and final BW similar to XT, but not significantly different from UIC. Mortality due to NE recorded in the two infected supplemented groups (XT and BMD/Virginia) was lower than UIC, and similar to UUC (respectively 3.0%, 1.8%, 7.6% and 3.3%).

For the whole trial duration, compared to the un-infected treatment, the infected control exhibited higher FCR (1.89 vs. 2.31 g/g,  $P<0.01$ , Figure 3) and lower EPEF (241.1 vs. 140.5,  $P<0.01$ ).

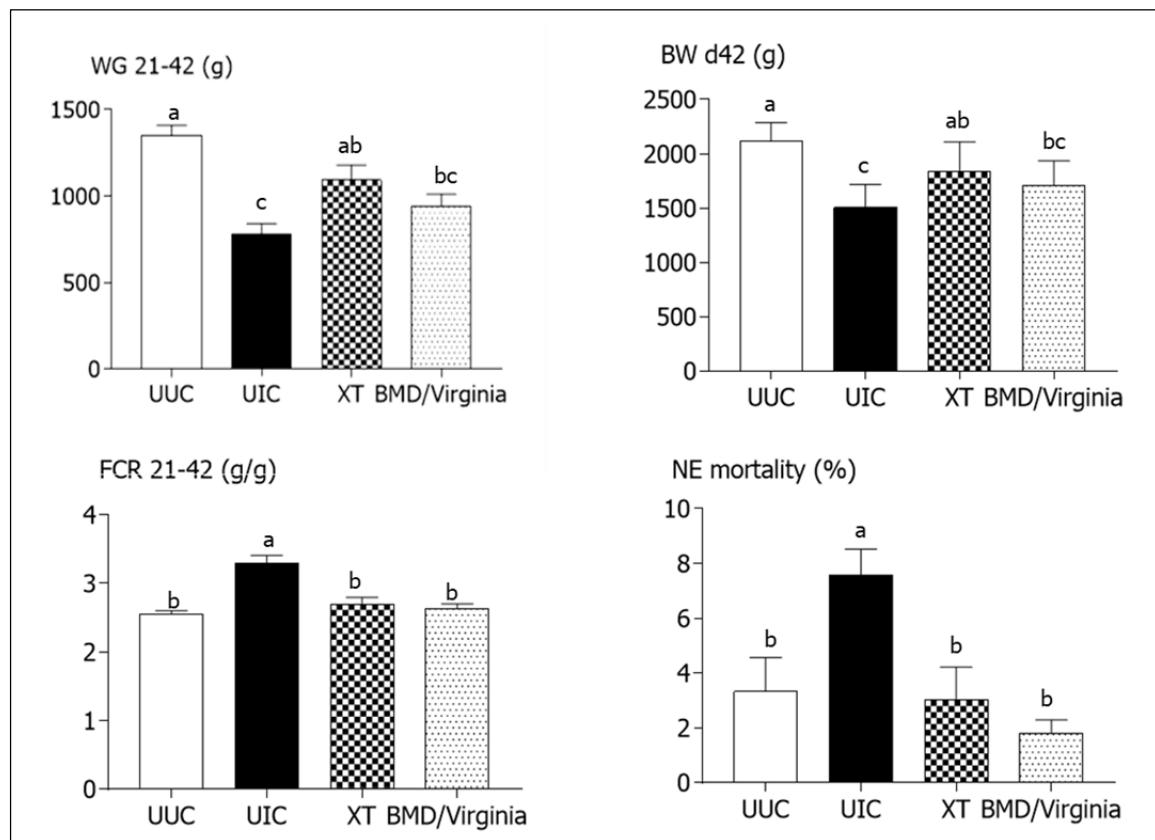


Figure 2: effect of the treatments on broiler performance from day 21 to 42 (a, b, c,  $P < 0.05$ )

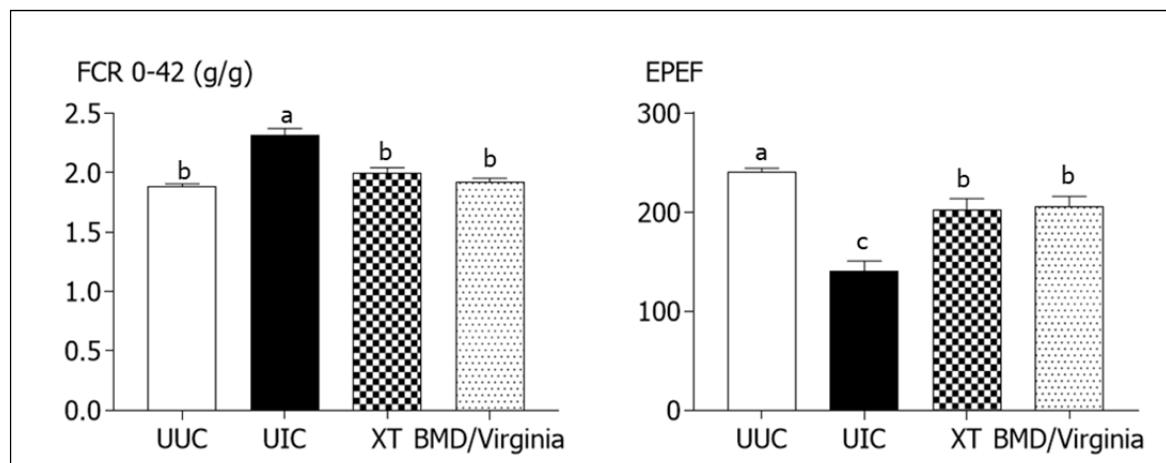


Figure 3: effect of the treatments on broilers' overall performance (a, b, c,  $P < 0.05$ )

XT and BMD/Virginia groups had FCR similar to UUC, their respective means being of 2.00 and 1.92 g/g. Finally, these two treatments exhibited an EPEF intermediate between UIC and UUC (202.1 and 205.6 respectively for XT and BMD/Virginia).

## DISCUSSION

Before the experimental challenge, the greater performance elicited by UUC compared to UIC may be related to the specific isolation of the pens allocated to UUC, which limited the environmental pressure on the animals and permitted to optimize their feed efficiency. The model applied in the present trial was designed to mimic current farm conditions where mortality due to necrotic enteritis remains moderate. After challenge, the mortality due to necrotic enteritis reached 7.6% in UIC and was significantly lower in UUC, and lesion scoring revealed a clear difference in intestinal damages due to *C. perfringens* between the two groups. This confirms the efficacy of the challenge applied and validated the experimental design.

At the dosage applied in the present study, BMD and virginiamycin are commonly used in countries where AGPs are still in place as tools to control disease outbreaks due to *C. perfringens* in poultry such as necrotic enteritis. They are also often included in trials involving this pathogen as a comparison treatment for alternative products (Ao et al. 2012, Hofacre et al. 1998). This is why BMD/Virginia treatment was added in the present study, to be used as a reference.

Supplementation with XT limited performance reduction induced by necrotic enteritis, and enabled to reach the same levels of productivity as the antimicrobial shuttle program. These results may be explained by the modes of action of the two active components of XT: eugenol strengthens the mucosal barrier and garlic tincture limits the host's sensitivity to pathogens. As a consequence, immune over reactions are limited. This reduces the alteration of gut integrity while minimizing energy dedicated for fighting against the disease.

In conclusion, the use of a standardized blend of eugenol and garlic tincture has the potential to prevent the drop of performance of broilers subject to necrotic enteritis.

## REFERENCES

- Ao Z., Kocher A. and Choct M. 2012. Effects of Dietary Additives and Early Feeding on Performance, Gut Development and Immune Status of Broiler Chickens Challenged with *Clostridium perfringens*. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 25(4): 541–551.
- Hofacre C., Froyman R., George B., Goodwin MA., Brown J. 1998. Use of Aviguard, Virginiamycin, or Bacitracin MD Against *Clostridium perfringens*-Associated Necrotizing Enteritis. The Journal of Applied Poultry Research, 7(4): 412–418
- Liu, Y. et al. 2014. Dietary plant extracts modulate gene expression profiles in ileal mucosa of weaned pigs after an *Escherichia coli*/infection. J. Anim. Sci. 92: 2050-2062
- Wade B. and Keyburn A. 2015. The true cost of necrotic enteritis. World Poult. 31. 16-17.
- Włodarska M., Willing B. P., Bravo D. M. and Finlay B. B. 2015. Phytonutrient diet supplementation promotes beneficial Clostridia species and intestinal mucus secretion resulting in protection against enteric infection. Scientific Reports 5: 9253.

**Corresponding author:**

Clémentine Oguey  
Pancosma SA  
Voie des Traz 6  
1218 Le Grand Saconnex  
Switzerland  
Clementine.oguey@pancosma.ch

## Konservierung durch verschiedene Formen von Propionsäure

**Elisabeth Holl**

Dr. Eckel Animal Nutrition GmbH & Co. KG, Niederzissen, Deutschland

### Einleitung

Ein kritischer Faktor in der globalen Nahrungs- und Futtermittelproduktion bleiben die Nachernteverluste. Selbst unter optimalen Wachstums- und Erntebedingungen sind Verluste unmittelbar nach der Ernte an der Tagesordnung. In Mitteleuropa können die Verluste durch Verderb und Ernteschädlinge laut FAO bis zu 3,5% betragen, während es in tropischen Regionen bis zu 30% sein können. Effiziente Methoden zur Konservierung von Erntegut und Futtermitteln sind daher äußerst wichtig, um die Ernährung der Weltbevölkerung sicherzustellen.

Die Verwendung von Konservierungsmitteln spielt hierbei eine entscheidende Rolle. Sie verringern das Risiko einer Kontamination mit Mykotoxinen sowie einer Nacherwärmung und der daraus folgenden Trockensubstanzverluste. Traditionell wird zur Verhinderung der Schimmelbildung bei aerober Lagerung von Getreide Propionsäure in verschiedenen Formulierungen - in flüssiger oder in fester Form - eingesetzt. Die Effektivität unterschiedlicher Dosierungen und unterschiedlicher Formulierungen auf den Konservierungserfolg wurde mit Hilfe einer mikrobiologischen Studie sowie mit dem sogenannten CO<sub>2</sub> Test überprüft. Die Messung der CO<sub>2</sub>-Produktion durch fungale Stoffwechselaktivität ist eine der wirksamsten Methoden, die Effektivität verschiedener Konservierungsmittel zu testen (Dixon und Hamilton, 1982).

### Material und Methoden

#### Mikrobiologie

Maisproben wurden mit 10<sup>4</sup> KBE/g Aspergillus Sporen bzw. 10<sup>6</sup> KBE/g Fusarium Sporen beimpft und anschließend mit 1.500, 1.800, 3.000 respektive 3.600 ppm Propionsäure in flüssiger Form behandelt. Die herangezogene Propionsäure war mit Ammoniak 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.

#### CO<sub>2</sub> Test

Weizen, Gerste und Sojaschrot mit einer Ausgangsfeuchte von 12% wurden zu gleichen Teilen gemischt und mit Wasser auf einen Feuchtegehalt von 17 % gebracht. Die Getreideproben wurden entweder mit flüssiger, ammoniakgepufferter Propionsäure, die auf einen anorganischen Träger gesprüht wurde (Anta® Cid Car 60, Dr. Eckel), oder mit Calciumpropionat behandelt und mit einer unbehandelten Kontrolle (Positivkontrolle) verglichen. Beide Produkte wurden jeweils mit 0,3% bzw. 0,5% dosiert. Die entsprechenden berechneten Propionsäuregehalte in der Probe sind in Tabelle 1 aufgeführt. Das Probenmaterial (150 g Trockensubstanz) wurde in luftdicht verschlossenen Plastikcontainern bei Raumtemperatur aufbewahrt. Über eine Dauer von 17 Tagen wurde der gebildete Kohlendioxidgehalt regelmäßig mit einer CO<sub>2</sub> Sonde gemessen.

Tabelle 1: Berechnete Propionsäuregehalte in den Futterproben

Dosierung:	Anta®Cid Car 60		Calciumpropionat
	Propionsäuregehalt, ppm		
<b>0,3 %</b>	1.323		2.300
<b>0,5 %</b>	2.300		3.850
<b>1,0 %</b>	4.440		7.700

## Ergebnisse

Je höher die Konzentration an Propionsäure, desto effektiver wird die Kontamination durch sowohl *Aspergillus ssp.* als auch *Fusarium ssp.* reduziert. Bei einer Dosierung von 3000 ppm Propionsäure wurde eine vollständige Dekontamination der Körner bei *Aspergillus ssp.* bereits am Tag 14 erreicht während bei einer Dosierung von 1800 ppm erst am Tag 30 *Aspergillus ssp.* nicht mehr nachgewiesen werden konnte. Fusarien wurden ab dem 7. Tag bei einer Dosierung ab 3000 ppm Propionsäure abgetötet. Ab Tag 30 bewirkte auch die niedrigste Dosierung von 1500 ppm Propionsäure eine vollständige Dekontamination der Fusarien (Abbildung 1.).

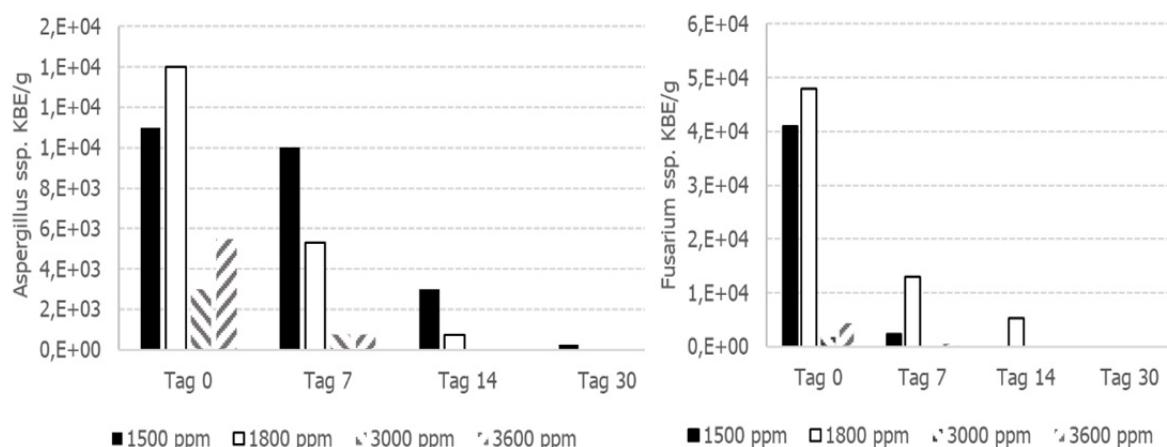


Abbildung 1: Entwicklung der Aspergillus- und Fusariumbesiedlung von konserviertem Mais in Abhängigkeit vom Wirkstoffgehalt

Die Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Konzentrationen über 17 Tage ist in Abbildung 2 dargestellt. Die unbehandelte Kontrollgruppe zeigte die höchste mikrobiologische Aktivität. Der CO<sub>2</sub>-Gehalt stieg bis zum vierten Tag steil bis auf eine Konzentration von 5,5% an, verblieb ungefähr auf diesem Niveau bis zum Tag 11 und fiel dann bis auf 3,4% am Ende des Versuchs ab. Die mit Anta®Cid Car 60 behandelten Proben zeigten bereits ab einer Konzentration von 0,3% - gleichbedeutend mit 1.323 ppm Propionsäure - sehr niedrige bis gegen null gehende CO<sub>2</sub>-Gehalte. Die Behandlung mit 0,3- 0,5% Calciumpropionat (2300 und 3850 ppm Propionsäure) bewirkte einen verzögerten Anstieg der CO<sub>2</sub> Konzentration ab dem fünften Tag. Bei einer Dosierung von 1,0% (7700 ppm Propionsäure) war auch bei der Behandlung mit Calciumpropionat keine CO<sub>2</sub>-Produktion mehr zu beobachten.

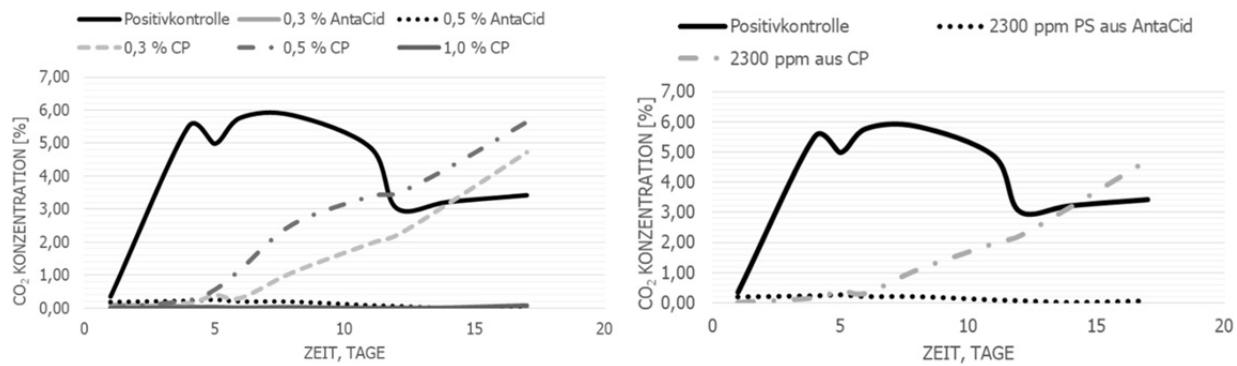


Abbildung 2: Einfluß der Propionsäurequelle auf die CO<sub>2</sub> Entwicklung in einem Soja-Gerste-Weizengemisch (PS = Propionsäure, CP = Calciumpropionat)

## Diskussion

Propionsäure ist eine schwache organische Säure, die in ihrer undissoziierten Form die Zellwand von Mikroorganismen passieren kann und zu einem pH Wert Abfall in der Zelle führt. Typischerweise führt der Einsatz von schwachen Säuren zu einem Wachstumsstop und einer verlängerten Lag-Phase bei den Mikroorganismen (Lambert und Stratford, 1999). Der Einsatz von Propionsäure wird als eine wirksame Methode zur Konservierung von Feuchtgetreide angesehen. Schimmelpilze sind eukaryotische Zellen, deren komplexe Zellwandstruktur von der lipophilen Propionsäure besser überwunden werden kann als durch andere organische Säuren, wie zum Beispiel Ameisensäure. 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 und ihren Salzen beruhende Produkte für diesen Zweck. Der Erfolg der Konservierung hängt von der Konzentration der aktiven Substanz im Futtermittel ab.

Der im vorliegenden Versuch durchgeführte CO<sub>2</sub>-Test zeigte für flüssige Propionsäure auf Träger eine gute Wirksamkeit bereits bei niedriger Wirkstoffkonzentration. Hingegen war bei dem Einsatz von Calciumpropionat bei Dosierungen von 0,3% und 0,5% eine über den Versuchszeitraum steigende CO<sub>2</sub> Konzentration zu beobachten. Erst bei Dosierungen ab 1,0% war keine Aktivität mehr festzustellen. Vergleicht man die beiden Produkte Anta®Cid Car 60 und Calciumpropionat bei annähernd gleicher Wirkstoffkonzentration von ca. 2.300 ppm Propionsäure, so hat das auf flüssiger Propionsäure bzw. deren Ammoniumsalzen basierende Produkt Anta®Cid einen Vorteil gegenüber dem Calciumsalz. Auch Paster (1979) beobachtete einen besseren und länger anhaltenden Effekt von Propionsäure gegenüber Calciumpropionat. Eine Erklärung dafür ist die Bindung der Propionsäure als Calciumsalz, die bei höheren Feuchten und niedrigen pH-Werten gelöst werden muß, um ihre volle Wirkung zu erzielen (Richardson, 1998). Im Gegensatz dazu scheint die Bindung der Propionsäure als Ammoniumpropionat, wie sie zum Beispiel in dem getesteten Produkt Anta®Cid vorliegt, diesen Nachteil nicht zu haben. Der im Vergleich zu Calciumpropionat niedrigere pH Wert von 3,0 – 4,5 von Anta®Cid Car 60 optimiert die antimikrobielle Wirkung der Propionsäure, die bei pH 4,0 überwiegend undissoziiert vorliegt und damit besser in die Zelle eindringen kann als bei höheren pH Werten.

## Schlussfolgerung

Der Effekt einer Konservierung mit Propionsäure ist abhängig von der Konzentration des Wirkstoffs, aber auch von der Formulierung. Um eine gleich starke konservierende Wirkung zu erzielen, ist Propionsäure in Form von Calciumpropionat höher zu dosieren als freie Propionsäure oder Propionsäure, die als Ammoniumpropionat vorliegt.

## 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
- Dixon R. C. und P. B. Hamilton (1981): Evaluation of some organic acids as mold inhibitors by measuring CO<sub>2</sub> production from feed and ingredients. Poultry Science, 60, 2182 - 2188
- Higgins C. und F. Brinkhaus (1999): Efficacy of several organic acids against molds. Journal of Applied Poultry Research, 8, 480 – 487
- Lambert R. J. and M. Stratford (1999): Weak-acid preservatives: modelling microbial inhibition and response. Journal of Applied Microbiology, 86, 157 - 164
- Paster N. (1979): A commercial scale study of the efficiency of propionic acid and calcium propionate as fungistats in poultry feed. Poultry Science, 58, 572 – 576
- Richardson K. (1998): Moulds. Their effect on Nutrition and prevention. In: Jin, Z.; Liang, Q.; Liang, Y.; Tan, X.; Guan, L. (Eds.), Proceedings of the 7th International Working Conference on Stored-Product Protection, 14-19 October 1998, Beijing, China. Sichuan Publishing House of Science and Technology, Chengdu, China, 1999. (ISBN 7536440987)

### Autorenanschrift:

Elisabeth Holl  
Dr. Eckel Animal Nutrition GmbH & Co. KG  
Im Stiefelfeld 10  
56651 Niederzissen  
Germany  
Phone +49 (0) 2636 9749-15  
E-Mail: e.holl@dr-eckel.de  
www.dr-eckel.de

# Zum Wohl der Tiere



Eine Fütterungsinitiative.  
Damit es Ihren Tieren gut geht.



Wir haben uns zum Ziel gesetzt, innovative Lösungen für Futterhersteller zu bieten, die nachhaltig das Tierwohl verbessern. Damit leisten wir Pionierarbeit im Bereich Nutztierfütterung. Die Verbesserung der Tiergesundheit ist eine der größten Herausforderungen für die Nutztierhaltung – in Deutschland, in Europa und weltweit.

Wir übernehmen Verantwortung für Mensch und Tier und tragen so zu einer gesunden Welternährung bei.

[www.tierwohl-initiative.de](http://www.tierwohl-initiative.de)

# Synthetische Antioxidationsmittel in Futtermitteln: Herausforderungen bei der Bewertung des gesundheitlichen Risikos für den Verbraucher

**Lisa Brucker, Markus Spolders, Helmut Schafft**

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), Berlin

## Einleitung

Ethoxyquin ist ein synthetisches Antioxidans mit einer Vielzahl von Anwendungsgebieten, von denen einige für die Nahrungskette und somit für die Gesundheit für Verbraucher und Verbraucherinnen von Belang sind. Die damit verbundenen Herausforderungen, in Bezug auf die Bewertung des gesundheitlichen Risikos für die Verbraucher, werden in den folgenden Abschnitten näher erläutert.

## Ethoxyquin und dessen Einsatz in der Nahrungskette

Ethoxyquin ist der vom International Office of Standardization (ISO) anerkannte Name für 1,2-dihydro-6-ethoxy-2,2,4-trimethylchinolin. Ethoxyquin ist ein synthetisches Antioxidans, welches ursprünglich in der Gummiindustrie eingesetzt wurde, zur Verhinderung der Oxidation von Isoprenen im Gummi (De Koning 2002). Nach Bekanntwerden der starken antioxidativen Eigenschaften und der kostengünstigen Produktion, folgte der Einsatz als Pflanzenschutzmittelwirkstoff, als Antioxidans in Futtermitteln, sowie in Kosmetika und Tierarzneimitteln.

Im Folgenden wird auf die verschiedenen Einsatzgebiete und die jeweils rechtlichen Grundlagen näher eingegangen.

### Einsatz als Pflanzenschutzmittelwirkstoff

Der Einsatz von Ethoxyquin als Pflanzenschutzmittelwirkstoff erfolgte vorwiegend bei Äpfeln und Birnen, wobei es überwiegend für die Nacherntebehandlung von Birnen zur Vermeidung der Schalenbräune zur Anwendung kam.

Nach der Reevaluierung von Ethoxyquin als Pflanzenschutzmittelwirkstoff im Jahr 2007 erfolgte die Entscheidung der Kommission 2008/941/EG über die Nichtaufnahme von Ethoxyquin in Anhang I der Richtlinie 91/414/EWG über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln und der Wiederruf der Zulassung für Pflanzenschutzmittel mit diesen Wirkstoffen (08.12.2008). Den Mitgliedstaaten wurde die Möglichkeit eingeräumt, die Zulassung bis zum 31. Dezember 2010 gemäß Art. 25 Absatz 3 der Verordnung (EG) Nr. 2229/2004 aufrechtzuerhalten, da die Nichtaufnahme nicht aufgrund eindeutiger Hinweise auf Schädlichkeit gemäß Anhang VII Verordnung Nr. 2229/2004 erfolgte. Seit 2011 ist die Verwendung von Ethoxyquin als Pflanzenschutzmittelwirkstoff nicht mehr erlaubt.

Der Pflanzenschutzmittelwirkstoff Ethoxyquin wurde aufgrund unzureichender toxikologischer Daten sowohl zum Wirkstoff selbst als auch zu seinen Metaboliten bzw. zu einer Verunreinigung in den technischen Spezifikationen im Ergebnis der EU-Wirkstoffprüfung nicht in den Anhang I der Richtlinie 91/414/EWG aufgenommen (Beschluss der Kommission 2011/143/EU vom 03.03.2011). Die zur Bewertung vorgelegten Daten wurden als nicht ausreichend für die Ableitung von Referenzwerten angesehen, weshalb es nicht möglich war, eine zuverlässige Expositionsbewertung für Verbraucher, Anwender und Arbeiter durchzuführen. Außerdem reichten die vorgelegten Daten nicht aus, um eine Rückstandsdefinition für Ethoxyquin und seine Metaboliten festzulegen.

### **Einsatz als Futtermittelzusatzstoff**

Bereits 1970 wurde Ethoxyquin gemäß der Richtlinie 70/524/EWG über Zusatzstoffe in der Tierernährung unbefristet als Futtermittelzusatzstoff für alle Tierarten und -kategorien zugelassen. In der Folge wurde im Jahr 2003 dieser Zusatzstoff gemäß Artikel 10 Absatz 1 der Verordnung (EG) Nr. 1831/2003 **vom 22. September 2003 über Zusatzstoffe zur Verwendung in der Tierernährung** als bereits bestehendes Produkt in das Register der Futtermittelzusatzstoffe eingetragen. Im Jahre 2010 wurde dann im Rahmen der Re-Evaluierung aller bisher nach Richtlinie 70/524/EWG zugelassenen Futtermittelzusatzstoffe ein Antrag auf Zulassung von Ethoxyquin als Futtermittelzusatzstoff für alle Tierarten gestellt und die Einordnung dieses Zusatzstoffs in die Zusatzstoffkategorie „technologische Zusatzstoffe“ beantragt.

Im Jahr 2015 stellte die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) in ihrem Gutachten vom 21. Oktober 2015 fest, dass es anhand der vom Antragsteller gemachten Angaben und eingereichten Unterlagen nicht möglich ist, eine Aussage über die Sicherheit des Zusatzstoffs Ethoxyquin für alle Zieltierarten, für die Verbraucher und für die Umwelt zu treffen. Grund sei, dass insgesamt nicht genügend Daten weder für eine Bewertung der Exposition noch für eine Bewertung der Sicherheit von Ethoxyquin für Tiere, Verbraucher und Umwelt übermittelt wurden.

Die EFSA konnte über die Sicherheit von Ethoxyquin als Futtermittelzusatzstoff für keines der Zieltiere befinden und auch keine abschließende Bewertung der Sicherheit für Verbraucher oder die Umwelt vornehmen. Dies war auf einen generellen Mangel an Daten für die Sicherheitsbewertung der Substanz, einschließlich ihrer Metaboliten, zurückzuführen sowie auf das Vorhandensein einer Verunreinigung (*p*-Phenetidin), die infolge des Herstellungsprozesses in dem Futtermittelzusatzstoff verbleibt, und die möglicherweise mutagen wirkt.

Es ist folglich nicht nachgewiesen, dass der Zusatzstoff bei Verwendung unter den vorgeschlagenen Bedingungen keine schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier oder auf die Umwelt haben könnte. Die bestehende Zulassung des Zusatzstoffs Ethoxyquin erfüllt somit nicht mehr die Bedingungen gemäß Artikel 5 der Verordnung (EG) Nr. 1831/2003.

Die Durchführungsverordnung (EU) Nr. 2017/962 der Kommission vom 7. Juni 2017 führte somit zur Aussetzung der Zulassung von Ethoxyquin als Futtermittelzusatzstoff für alle Tierarten und Tierkategorien.

### **Bedeutung für den Seetransport**

Fischmehl ist auf Grund des hohen Gehaltes an ungesättigten Fettsäuren sehr empfindlich gegenüber Oxidation. Im Falle der Oxidation kann es zur Selbsterhitzung und einer spontanen Entzündung während der Lagerung bzw. des Transports kommen. Daher ist dieser Aspekt von großer Bedeutung für die Sicherheit während des Seetransports von Fischmehl (IFFO 2015).

Ethoxyquin ist das von der Industrie meist genutzte Antioxidationsmittel für Fischmehl. Der Marine Ingredients Organisation (IFFO) zufolge werden bis zu 66% des global gehandelten Fischmeihs mit Ethoxyquin stabilisiert (IFFO 2015). Der Seetransport unterliegt entsprechenden Regelungen und Vorschriften, die einen sicheren Transport von Gütern gewährleisten. Für den Seetransport verpackter gefährlicher Güter besteht ein grundlegendes Regelwerk der International Maritime Organization (IMO), der IMDG Code. Die IMO verlangt im IMDG Code, dass Fischmehl zum Zeitpunkt der Produktion mit 400 bis 1000 mg Ethoxyquin je kg behandelt wird, so dass zum Zeitpunkt des Verladens noch ein Gehalt von  $\geq$  100 mg Ethoxyquin je kg Fischmehl nachweisbar ist (IMO 2016).

Die Marine Ingredients Organisation (IFFO) empfiehlt allerdings die Reduktion von Ethoxyquin auf 50 mg/kg zum Zeitpunkt des Verladens. Die gebildeten Transformationsprodukte von Ethoxyquin seien ebenfalls antioxidativ wirksam und eine Dosierung von 50 mg/kg Alleinfutter habe einen Selbsterhitzungstest bei einer Lagerungsdauer von 12 Monaten bestanden. Als Alternative zum Einsatz von Ethoxyquin werden von der IFFO 100 mg Butylhydroxytoluol (BHT) je kg Fischmehl oder 250 mg

einer Mischung aus Tocopherolen und einem Rosmarinextrakt je kg Fischmehl zum Zeitpunkt des Verladens empfohlen (IFFO 2016).

## Problematik der Bewertung des gesundheitlichen Risikos für den Verbraucher

In den Erwägungsgründen der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 2017/962, welche zur Aussetzung der Zulassung von Ethoxyquin als Futtermittelzusatzstoff für alle Tierarten und Tierkategorien führte, sind Gründe und Ursachen der Unsicherheiten bei der Bewertung der Sicherheit von Ethoxyquin für den Verbraucher aufgeführt.

Danach ist es anhand der vom Antragsteller gemachten Angaben und eingereichten Unterlagen nicht möglich, eine Aussage über die Sicherheit des Zusatzstoffs Ethoxyquin für alle Zieltierarten, für die Verbraucher und für die Umwelt zu treffen. Grund ist, dass insgesamt nicht genügend Daten für eine Bewertung der Exposition und der Sicherheit von Ethoxyquin für Tiere, Verbraucher und Umwelt übermittelt wurden. Insbesondere ist es nicht möglich, eine Aussage über die nicht vorhandene Genotoxizität hinsichtlich eines der Metaboliten des Zusatzstoffs Ethoxyquin, dem Ethoxyquinquinonimin zu treffen. Zudem gilt *p*-Phenetidin, eine Verunreinigung des Zusatzstoffs im Verlauf des Herstellungsprozesses, als mögliches Mutagen.

Es ist demzufolge nicht nachgewiesen, dass der Zusatzstoff bei Verwendung unter den vorgeschlagenen Bedingungen keine schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier oder auf die Umwelt hat. Daher erfolgte die Aussetzung der Zulassung auf Grund des Vorsorgeprinzips. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt erfolgt von der EFSA eine umfassende Neubewertung (Re-evaluierung) des Futtermittelzusatzstoffs Ethoxyquin nach Verordnung (EG) Nr. 1831/2003, das Verfahren ist noch nicht abgeschlossen.

Ein weiterer Punkt in der Problematik der Bewertung der Sicherheit von Ethoxyquin für den Verbraucher ist derzeit das Fehlen von Rückstandshöchstgehalten für Ethoxyquin im Fisch. Die Festlegung von Rückstandshöchstgehalten für Ethoxyquin in verschiedenen Lebensmitteln stammt noch aus der Zeit, als Ethoxyquin als Wirkstoff in Pflanzenschutzmitteln zugelassen wurde.

Die in der EU zulässigen Höchstgehalte in Lebens- und Futtermitteln sind in der Verordnung (EU) Nr. 2014/703 festgelegt. Diese umfasst die Änderungen der Anhänge II, III und V der Verordnung (EG) Nr. 396/2005, welche die Höchstgehalte an Pestizidrückständen, u. a. auch für Ethoxyquin, in oder auf Lebens- und Futtermitteln pflanzlichen und tierischen Ursprungs regelt.

Die in der Verordnung (EU) Nr. 2014/703 aufgeführten Rückstandshöchstgehalte für Ethoxyquin in den verschiedenen Lebensmitteln entsprechen den jeweils spezifischen Bestimmungsgrenzen für Ethoxyquin in den unterschiedlichen Lebensmittel-Matrizes. Die Rückstandshöchstgehalte beschränken sich im Bereich der Erzeugnisse tierischen Ursprungs nur auf Landtiere und beinhalten keine marinen Tierarten. Die Tatsache, dass sich diese Rückstandshöchstgehalte nicht auf marine Tierarten beziehen, liegt darin begründet, dass im Bereich der Aquakultur und der Fischerei Pestizide und deren Rückstände zum Zeitpunkt der Festlegung im Rahmen der Zulassung von Ethoxyquin als Pflanzenschutzmittelwirkstoff keine Rolle spielte.

Die im Lebensmittel Fisch in diversen Untersuchungen gemessenen Gehalte an Ethoxyquin können somit als Resultante der Anwendung von Ethoxyquin als Antioxidationsmittel für den Seetransport von Fischmehl angesehen werden. Eine gesundheitliche Bewertung solcher im Lebensmittel Fisch detektierten Gehalte anhand von experimentell abgeleiteten sogenannten zulässigen Rückstandshöchstgehalten ist deshalb derzeit nicht möglich.

## Fazit

- Ethoxyquin wird u.a. eingesetzt, um die Selbstentzündung von Fischmehl während des Transports auf dem Seeweg zu verhindern.
- Der Stoff Ethoxyquin selbst kann als nicht genotoxisch angesehen werden. Allerdings könnte einer seiner Metaboliten, Ethoxyquinonimin, DNA schädigend sein.
- Infolge des Herstellungsprozesses verbleibt in dem Futtermittelzusatzstoff eine Verunreinigung, *p*-Phenetidin, bei der es sich möglicherweise um ein Mutagen handelt.
- Neben diesen Ergebnissen ermittelte die EFSA erhebliche Datenlücken bei der Expositionsschätzung.

## Literatur

EFSA (2015). "Safety and efficacy of ethoxyquin (6-ethoxy-1,2-dihydro-2,2,4-trimethylquinoline) for all animal species."

EFSA Journal 13(11): 4272.

ENTScheidung der Kommission vom 8. Dezember 2008 über die Nichtaufnahme bestimmter Wirkstoffe in Anhang I der Richtlinie 91/414/EWG des Rates und den Widerruf der Zulassungen für Pflanzenschutzmittel mit diesen Wirkstoffen.

Amtsblatt der Europäischen Union L 335.

BESCHLUSS DER KOMMISSION vom 3. März 2011 über die Nichtaufnahme von Ethoxyquin in Anhang I der Richtlinie 91/414/EWG des Rates und zur Änderung der Entscheidung 2008/941/EG der Kommission.

Amtsblatt der Europäischen Union L 59.

De Koning, A. J. (2002). "The antioxidant ethoxyquin and its analogues: a review."

International Journal of Food Properties 5(2): 451-461.

IFFO (2016). Addendum to ST/SG/AC.10/C.3/2016/82: Special Provision 308 for Fish Meal (Fish Scrap), Stabilised (UN 2216): Class 9.

IFFO (2015). Position Paper: Ethoxyquin and the potential impacts of its withdrawal from use in EU28 on the Fishmeal, Aquaculture and Agriculture industries.

Abgerufen am 15.08.18 unter: [http://eufishmeal.org/news\\_iffo](http://eufishmeal.org/news_iffo)

IMO (2016). International Maritime Organization, IMDG Code, 2016 Edition Amendment 38-16. Abgerufen am 15.08.18 unter: [https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/Gefahrgut/imdg-code-de-2016.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/VerkehrUndMobilitaet/Gefahrgut/imdg-code-de-2016.pdf?__blob=publicationFile)

VERORDNUNG (EG) Nr. 396/2005 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 23. Februar 2005 über Höchstgehalte an Pestizidrückständen in oder auf Lebens- und Futtermitteln pflanzlichen und tierischen Ursprungs und zur Änderung der Richtlinie 91/414/EWG des Rates.

Amtsblatt der Europäischen Union L 70.

VERORDNUNG (EG) Nr. 1831/2003 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 22. September 2003 über Zusatzstoffe zur Verwendung in der Tierernährung.

Amtsblatt der Europäischen Union L 268.

VERORDNUNG (EG) Nr. 2316/98 DER KOMMISSION vom 26. Oktober 1998 zur Zulassung neuer Zusatzstoffe und zur Änderung der Zulassungsbedingungen für mehrere bereits zugelassene Zusatzstoffe in der Tierernährung.

Amtsblatt der Europäischen Union L 289.

VERORDNUNG (EU) Nr. 703/2014 DER KOMMISSION vom 19. Juni 2014 zur Änderung der Anhänge II, III und V der Verordnung (EG) Nr. 396/2005 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Höchstgehalte an Rückständen von Acibenzolar-S-methyl, Ethoxyquin, Flusilazol, Isoxaflutol, Molinat, Propoxycarbazon, Pyraflufen-ethyl, Quinoclamín und Warfarin in oder auf bestimmten Erzeugnissen.

Amtsblatt der Europäischen Union L 186.

DURCHFÜHRUNGSVERORDNUNG (EU) Nr. 2017/962 DER KOMMISSION vom 7. Juni 2017 zur Aussetzung der Zulassung von Ethoxyquin als Futtermittelzusatzstoff für alle Tierarten und Tierkategorien. Amtsblatt der Europäischen Union L 145.

**Autorenanschrift:**

Dr. Lisa Brucker  
Bundesinstitut für Risikobewertung  
Abteilung Sicherheit in der Nahrungskette  
Max-Dohrn-Straße 8-10  
10589 Berlin  
Tel.: 030 18412-4749  
E-Mail: Lisa.Brucker@bfr.bund.de

## **Einsatz eines speziellen Absetzfutters für Ferkel - Auswirkungen auf Futterverbrauch und Leistung**

**Wolfgang Preißinger, Günther Propstmeier, Simone Scherb**

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

### **Einleitung**

In der Ferkelaufzucht werden verschiedene Fütterungskonzepte diskutiert (DLG, 2008). Häufig werden um das Absetzen spezielle „Absetzfutter“ eingesetzt. Diese Futtermittel sollen den gleitenden Übergang von einer milchbetonten Saugferkelbeifütterung zur festen Nahrung in der Aufzucht erleichtern (DLG, 2008). In vorliegender Untersuchung wurde geprüft, ob die Fütterungsstrategie mit Absetzfutter einer einfachen 2-phasigen Fütterungsstrategie überlegen ist.

### **Material und Methoden**

Die Untersuchung wurde am Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum (LVFZ) für Schweinehaltung in Schwarzenau durchgeführt und bestand aus einem Ferkelfütterungsversuch im Lebendmassebereich zwischen 9,0 und 28,5 kg. Für den Versuch wurden 192 Tiere der Rasse Pi x (DL x DE) nach Lebendmasse (LM), Abstammung und Geschlecht ausgewählt und gleichmäßig auf folgende Behandlungsgruppen aufgeteilt:

- Kontrolle: Kein spezielles Absetzfutter
- Testgruppe: Absetzfutter während der ersten 12 Tage nach dem Absetzen

Der Versuch wurde in zwei Aufzuchtab schnitten ausgewertet:

- Phase 1, Lebendgewicht ca. 9 kg bis ca. 18 kg mit bzw. ohne Absetzfutter
- Phase 2, Lebendgewicht ca. 18 kg bis ca. 28 kg

Die Ferkel wurden pro Behandlungsgruppe in 8 Buchten zu je 12 Tieren auf Betonspalten ohne Einstreu gehalten. Sie waren bei der Einstallung im Durchschnitt 28 Tage alt und wogen im Mittel etwa 9 kg. Pro Behandlung wurden 2 Buchten weiblich, 2 Buchten männlich kastriert und 4 Buchten gemischtgeschlechtlich aufgestellt.

Die Ermittlung des Futterverbrauchs erfolgte täglich für jede Bucht über eine Spotmix Wiege- und Transporteinheit (Spotmix Vista 3W, Schauer Agrotronic GmbH). Die Lebendmassen der Ferkel wurden wöchentlich immer zur gleichen Zeit am Einzeltier erfasst. Während des Versuchs wurde der Kot einmal in der Woche bonitiert (Note 1-4 von hart bis wässrig). Die Futtermischungen (Tabelle 1) wurden in der Versuchsmahl- und Mischanlage Schwarzenau hergestellt und im Labor der Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen (AQU) der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LFL) in Grub nach VDLUFA-Methoden analysiert (VDLUFA, 2012).

Die Ferkelaufzuchtfutter I und II (Tabelle 1) basierten auf Getreide, Sojaextraktionschrot, einem handelsüblichen Mineralfutter sowie Öl und Fumarsäure. Alle Tiere erhielten das gleiche Futter. Die Testgruppe unterschied sich von der Kontrolle dadurch, dass dort die ersten zwölf Tage nach dem Absetzen ein spezielles Absetzfutter aus 50% Getreide und 50% eines Ergänzungsfuttermittels eingesetzt wurde (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1: Zusammensetzung der Versuchsrationen

	%	25	Ferkelaufzuchtfutter	
			I	II
Gerste	%	25	40	40
Weizen	%	25	34,5	36,5
Ergänzungsfuttermittel	%	50	--	--
Sojaextraktionsschrot, LP	%	--	19	17
Mineralfutter <sup>1</sup>	%	--	4	4
Sojaöl	%	--	1,5	1,5
Fumarsäure	%	--	1	1

<sup>1</sup> 11% Lysin; 3% Methionin; 4,5% Threonin; 0,4% Tryptophan

## Ergebnisse und Diskussion

Die analysierten Inhaltsstoffe und ermittelten Gehalte an umsetzbarer Energie der eingesetzten Ferkelaufzuchtfutter und des Absetzfutters sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Abweichungen zu den Vorgaben der DLG (DLG, 2008) gab es im Ferkelaufzuchtfutter I beim Lysin.

In Tabelle 3 sind die LM-Entwicklung, die täglichen Zunahmen, die Futter- und Energieaufnahmen, der daraus errechnete Futter- und ME-Aufwand sowie die Futterkosten für beide Gruppen dargestellt. Abbildung 1 zeigt die Aufzuchtleistungen und Futterkosten relativ zur Kontrollgruppe.

Während des knapp sieben Wochen dauernden Versuchs mussten 11 Tiere aus der Kontrollgruppe und 8 Tiere aus der Testgruppe wegen Fußverletzungen behandelt werden. Vier Tiere aus der Kontroll- und drei aus der Testgruppe mussten wegen schweren Fußverletzungen notgetötet werden. Ein Tier aus der Kontrollgruppe fiel wegen Kreislaufversagens aus. Insgesamt verlief der Fütterungsversuch auf einem für das LVFZ Schwarzenau eher niedrigen Niveau.

Die Tiere der Testgruppe erzielten mit 441 g signifikant höhere tägliche Zunahmen als die Kontrolltiere mit 415 g. Der Futterverbrauch war mit 751 g pro Tag in der Testgruppe nur unwesentlich höher als in der Kontrollgruppe mit 735 g. Der Futteraufwand pro kg Zuwachs fiel in der Testgruppe mit 1,69 kg signifikant günstiger aus als in der Kontrollgruppe mit 1,76 kg. Der Unterschied im errechneten Aufwand an umsetzbarer Energie pro kg Zuwachs war in der Testgruppe mit 23,4 MJ gegenüber 24,2 MJ in der Kontrollgruppe ebenfalls signifikant.

Verursacht wurden die Unterschiede im versuchsrelevanten Abschnitt 1 (vgl. auch Abbildung 2 und 3). Wurde während der ersten 12 Tage das Absetzfutter vorgelegt, so erhöhten sich die täglichen Zunahmen von 316 auf 369 g signifikant. Bei nahezu gleichem Futterverbrauch (535 bzw. 538 g) in dieser Phase verbesserte sich in der Testgruppe auch der Futteraufwand von 1,65 auf 1,45 kg pro kg Zuwachs signifikant.

Tabelle 2: Analysierte Inhaltsstoffe und ermittelte Gehalte an umsetzbarer Energie der Versuchsrationen (Angaben bei 880 g TM)

		<b>Absetzfutter</b>	<b>Ferkelaufzuchtfutter</b>	
			<b>I</b>	<b>II</b>
Trockenmasse <sup>1)</sup>	g	899	890	894
Rohasche	g	46	54	51
Rohprotein	g	176	170	173
Rohfaser	g	33	34	32
Rohfett	g	64	34	41
Stärke	g	405	452	437
Zucker	g	59	19	23
aNDFom	g	147	126	126
ADFom	g	46	56	49
ME	MJ	14,4	13,6	13,8
Kalzium	g	5,7	8,6	8,6
Phosphor	g	5,2	4,6	4,5
Natrium	g	3,2	2,6	2,3
Magnesium	g	1,3	2,3	2,1
Kalium	g	6,4	6,9	6,7
Kupfer	mg	142	175	174
Zink	mg	115	102	104
Lysin	g	14,7	11,8	11,6
Methionin	g	5,3	3,6	3,3
Cystin	g	3,1	2,8	2,2
Threonin	g	9,2	7,5	7,5
Tryptophan	g	2,2	2,2	1,9
Säuerbindungsvermögen	meq	508	730	668
pH		5,5	5,4	5,0

<sup>1)</sup> in g Frischmasse

Tabelle 3: Tägliche Zunahmen, Futterverbrauch, Futter- und Energieaufwand (LSQ-Means), sowie Futterkosten

<b>Behandlung</b>		<b>Kontrolle</b>	<b>Testgruppe</b>	<b>Sign. p&lt;0,05<sup>1)</sup></b>
<b>Tiere/Ausfälle</b>	n	91/5	93/3	
<b>Lebendmasse</b>	Einstellung kg	9,0	8,9	0,785
	nach 5 Tagen kg	9,6	10,2	>0,001
	nach 12 Tagen kg	11,3	12,9	>0,001
	nach 26 Tagen kg	17,2	18,5	>0,001
	Ende kg	28,1	29,3	0,015
<b>Zuwachs</b>	Phase 1 kg	8,2	9,6	>0,001
	Phase 2 kg	10,9	10,7	0,621
	gesamt kg	19,1	20,3	0,009
<b>Tägliche Zunahmen</b>	Phase 1 g	316	369	>0,001
	Phase 2 g	543	536	0,621
	gesamt g	415	441	0,009
<b>Futterverbrauch</b>	Phase 1 g/Tag	535	538	0,887
	Phase 2 g/Tag	996	1029	0,363
	gesamt g/Tag	735	751	0,533
<b>ME-Verbrauch</b>	Phase 1 MJ/Tag	7,3	7,5	0,600
	Phase 2 MJ/Tag	13,8	14,2	0,363
	gesamt MJ/Tag	10,1	10,4	0,412
<b>Futteraufwand</b>	Phase 1 kg/kg Zuwachs	1,65	1,45	>0,001
	Phase 2 kg/kg Zuwachs	1,85	1,91	0,211
	gesamt kg/kg Zuwachs	1,76	1,69	0,020
<b>ME-Aufwand</b>	Phase 1 MJ/kg Zuwachs	22,5	20,0	0,002
	Phase 2 MJ/kg Zuwachs	25,6	26,5	0,211
	gesamt MJ/kg Zuwachs	24,2	23,4	0,043
<b>Futterkosten</b>	pro Ferkel €	9,49	11,69	--
	pro kg Zuwachs €	0,50	0,58	--

<sup>1)</sup> Irrtumswahrscheinlichkeit

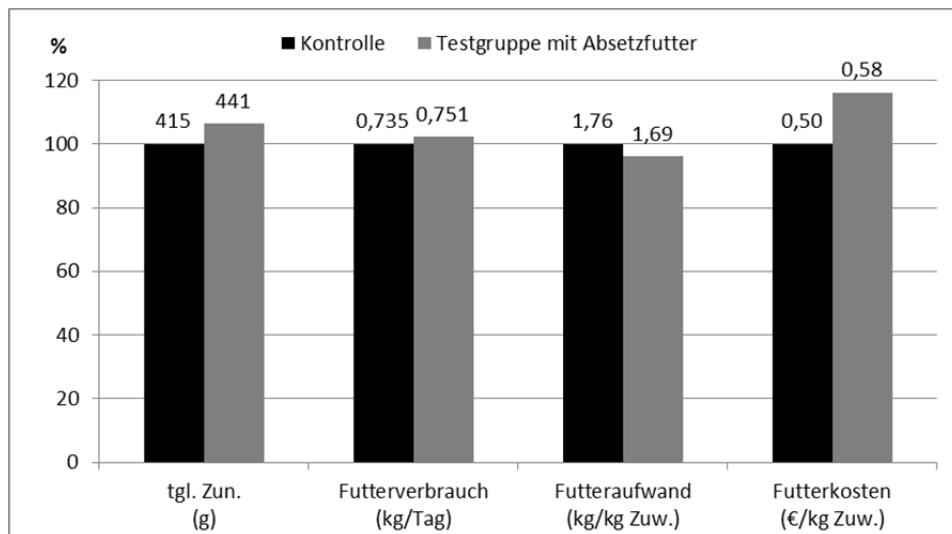


Abbildung 1: Leistungen und Futterkosten relativ zur Kontrollgruppe

In Abbildung 2 ist Verlauf des Futterverbrauchs während des Versuchs dargestellt.

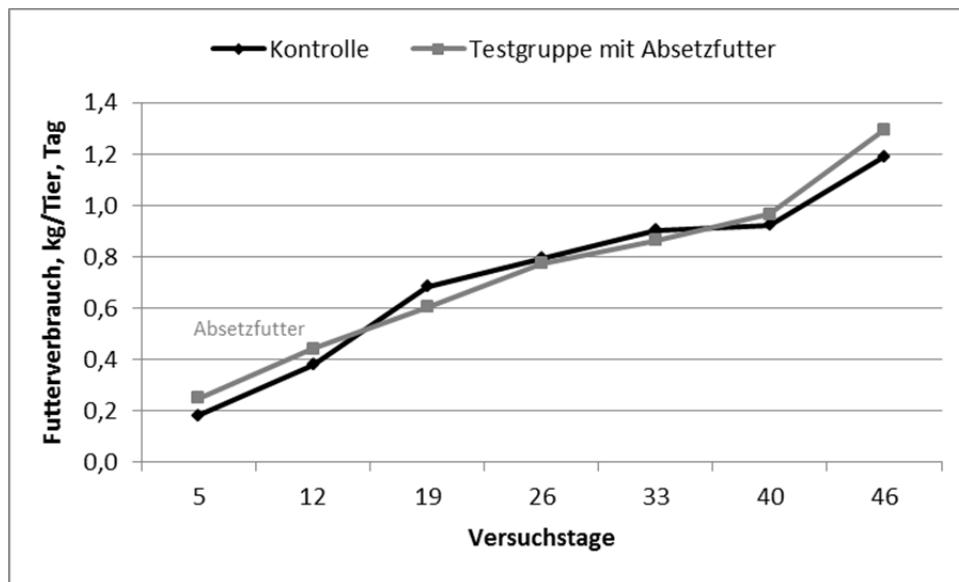


Abbildung 2: Verlauf des Futterverbrauchs während des Versuchs (880 g TM)

Abbildung 3 zeigt die Entwicklung der LM im Verlauf des Versuchs.

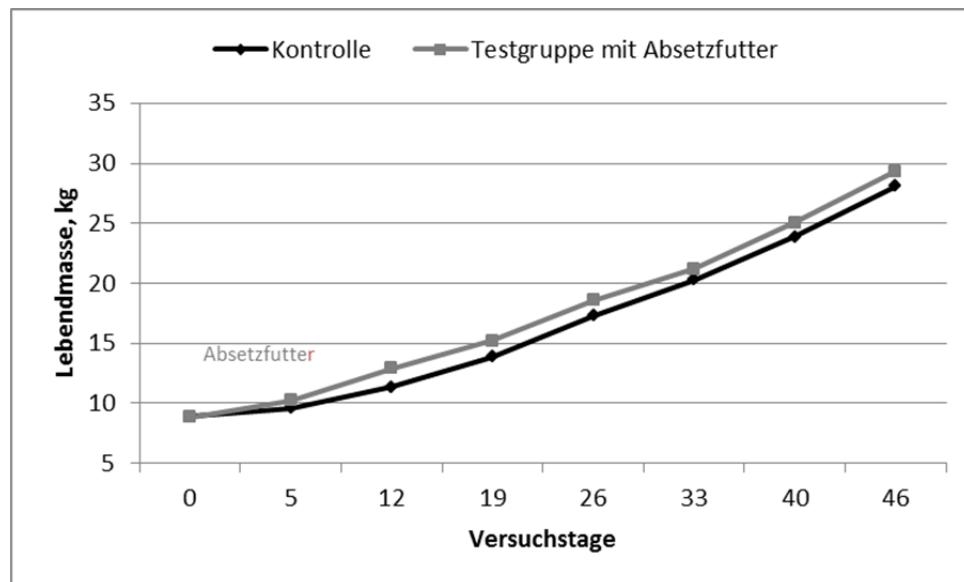


Abbildung 3: Verlauf der Lebendmasseentwicklung während des Versuchs

In der Bewertung der Kotbeschaffenheit wurden keine Unterschiede festgestellt. In beiden Gruppen wurde die Kotbeschaffenheit mit der Note 2 als normal bewertet.

## Fazit

Durch den Einsatz eines speziellen Absetzfutters über 12 Tage wurden signifikant höhere tägliche Zunahmen (plus 26 g) sowie ein signifikant niedrigerer Futteraufwand in der Ferkelaufzucht erzielt. Zu beachten sind die sehr hohen Kosten für das Absetzfutter von ca. 70 €/dt. Trotz der besseren Leistung ergaben sich pro kg Zuwachs um 8 Cent höhere Futterkosten. Hier gilt es entsprechend abzuwegen.

## Literatur

DLG (2008) DLG-Information 1/2008 Empfehlungen zur Sauen und Ferkelfütterung, DLG-Arbeitskreis Futter und Fütterung (Hrsg.), DLG-Verlag, Frankfurt a. Main

VDLUFA-Methodenbuch Band III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, 3. Aufl. 1976, 8. Ergänz.lief. 2012, VDLUFA-Verlag Darmstadt.

### Autorenanschrift:

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

# HELDEN WERDEN GEMACHT, NICHT GEBOREN!



Wirkt im  
Pansen & Darm



Pflanzenbasiert



Patentiert

**SANGROVIT®**

Sangrovit® ist der innovative Futterzusatz, der Ihren  
Helden hilft das volle Leistungspotenzial auszuschöpfen!

Kontaktieren Sie unsere Experten:

[info@phytobiotics.com](mailto:info@phytobiotics.com) | 06123 702 680

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



# Einsatz von heimischen Erbsen in der Fütterung von Mastschweinen - Auswirkungen auf Futterverbrauch und Leistung

**Günther Propstmeier, Wolfgang Preißinger, Simone Scherb**

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

## Einleitung

Landwirten und somit auch schweinehaltenden Betrieben werden Ausgleichszahlungen für konkrete Umweltleistungen ("Greening") gewährt. Das Greening beinhaltet u.a. das Vorweisen von ökologischen Vorrangflächen. Hier werden mindestens 5% der Ackerfläche bei Betrieben über 15 ha gefordert. Diese ökologischen Vorrangflächen können u.a. durch den Anbau von stickstoffbindenden Pflanzen wie z.B. großkörnigen Leguminosen realisiert werden. Zu diesen zählen auch Erbsen. Diese Variante erscheint vor allem für Veredelungsbetriebe interessant. Da stickstoffbindende Pflanzen im Sinne des Greening aktuell den Faktor 1,0 aufweisen sind exakt 5% der Ackerfläche nötig. Auf diesen Flächen dürfen jedoch seit 2018 keine Pflanzenschutzmittel ausgebracht werden. Bei mittleren Erträgen stehen z.B. einem spezialisierten Schweinemäster somit rund 3-5% Erbsen in der mittleren Mastration zur Verfügung. Es sollte untersucht werden, wie sich niedrige bis mittlere Erbsenanteile in den Mastrationen auf Futterverbrauch und Leistung auswirken.

## Material und Methoden

Die Untersuchung wurde am Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum (LVFZ) für Schweinehaltung in Schwarzenau durchgeführt und bestand aus einem Fütterungsversuch mit Mastschweinen. Für den Versuch wurden 192 Mastläufer der Rasse Pi x (DL x DE) nach Lebendmasse (LM), Abstammung und Geschlecht ausgewählt und gleichmäßig auf folgende Behandlungsgruppen aufgeteilt:

- Kontrolle: Sojaextraktionsschrot als alleiniges Eiweißfuttermittel
- Testgruppe: Erbsen und Sojaextraktionsschrot als Eiweißfuttermittel

Die Mastschweine wurden pro Behandlungsgruppe in 8 Buchten zu je 12 Tieren auf Betonpalten ohne Einstreu gehalten. Sie waren zu Versuchsbeginn im Durchschnitt 74 Tage alt und wogen im Mittel etwa 31 kg. Pro Behandlung wurden 2 Buchten weiblich, 2 Buchten männlich kastriert und 4 Buchten gemischtgeschlechtlich aufgestellt. Der Versuch gliederte sich in 3 Mastphasen (30-60 kg LM, 60-90 kg LM, 90-120 kg LM)

Die Futterzuteilung erfolgte mit einer Flüssigfütterungsanlage mit zwei separaten Anmischbehältern und zwei Futterkreisläufen (Schauer Agrotronic, GmbH). Gefüttert wurde mit Sensorabfrage am Langtrog. Die Flüssigfuttermengen wurden für jede Bucht automatisch verwogen. Die Trockenmassen (TM) der Flüssigfutterrationen wurden wöchentlich überprüft. Die Lebendmasse wurde wöchentlich am Einzeltier erfasst. Bei Erreichen von ca. 120 kg Lebendmasse wurden die Tiere nach den Richtlinien der Mastleistungsprüfung an vier Terminen im Versuchsschlachthaus Schwarzenau geschlachtet (ZDS, 2017).

Die Futtermischungen wurden in der Versuchsmahl- und Mischanlage Schwarzenau hergestellt und im Labor der Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen der LfL in Grub nach VDLUFA-Methoden analysiert (VDLUFA, 2012). Die Versuchsrationen (Tabelle 1) basierten auf Getreide, Sojaextraktionsschrot und Mineraffutter sowie in der Testgruppe zusätzlich auf Erbsen.

Tabelle 1: Zusammensetzung der Versuchsrationen

	Anfangsmast		Mittelmaст		Endmaст	
	Kontrolle	Test- gruppe	Kontrolle	Test- gruppe	Kontrolle	Test- gruppe
	%		%		%	
Gerste	%	30	30	35	35	40
Weizen	%	50	48,5	47,5	45	47
Sojaextr.-schrot, LP	%	17	15,5	15	12,5	11
Erbsen	%	--	3	--	5	--
Mineraffutter I <sup>1)</sup>	%	3		2,5		2
Mineraffutter II <sup>2)</sup>	%	--	3	--	2,5	--
						2

<sup>1)</sup> 10% Lysin; 2% Methionin; 3% Threonin    <sup>2)</sup> 10% Lysin; 3% Methionin; 3% Threonin

## Ergebnisse und Diskussion

Die analysierten Inhaltsstoffe und ermittelten Gehalte an umsetzbarer Energie der eingesetzten Erbsen und der Versuchsrationen sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Die eingesetzten Futtermischungen wurden wegen der Vergleichbarkeit auf 880 g Trockenfutter korrigiert. Die Inhaltsstoffe der Erbsen entsprachen sowohl in den Rohnährstoffen, als auch in den Aminosäuren und Mineralstoffen der LfL-Futterwerttabelle für Schweine (LfL, 2014). Gegenüber den Werten in der DLG-Futterwerttabelle für Schweine (DLG, 2014a) waren die Gehalte an Rohprotein und Aminosäuren etwas vermindert.

Die Versuchsrationen erreichten die inhaltlichen Zielvorgaben für gute Leistungen. Abweichungen zu den kalkulierten Mischungen gab es in der Kontrollgruppe beim Lysin in der Anfangs- und Mittelmaст. Hier wurde mit 11,5 g bzw. 10,7 g um 1,0 g bzw. 0,9 g Lysin mehr analysiert als vorab kalkuliert wurde. Die Abweichung bewegt sich jedoch noch im Rahmen des Analysenspielraumes. Der Gehalt an umsetzbarer Energie wurde für die Versuchsrationen nach der Mischfutterformel (GfE, 2008) berechnet.

In Tabelle 3 sind die LM-Entwicklung, die täglichen Zunahmen, die Futter- und Energieaufnahmen, sowie die daraus errechneten Futter- und Energieeffizienzzahlen der Versuchsgruppen dargestellt. Aus den Abbildungen 2 und 3 sind der Verlauf der LM-Entwicklung und des Futterverbrauchs ersichtlich.

Tabelle 2: Analysierte Gehaltswerte und ermittelte Gehalte an umsetzbarer Energie der Erbsen und Versuchsrationen (Angaben bei 880 g TM)

	Erbsen	Anfangsmast		Mittelmast		Endmast	
		Kontrolle	Test- gruppe	Kontrolle	Test- gruppe	Kontrolle	Test- gruppe
Trockenmasse	g	878	877	877	879	876	884
Rohasche	g	37	54	47	45	40	42
Rohprotein	g	207	175	176	177	165	151
Rohfaser	g	67	33	32	39	40	33
Rohfett	g	8	23	21	23	24	25
Stärke	g	418	469	488	471	491	508
Zucker	g	38	26	26	23	22	23
aNDForm	g		122	113	126	121	107
ADForm	g		48	47	62	52	50
ME	MJ	13,3	13,3	13,5	13,3	13,3	13,4
Kalzium	g	1,1	9,2	7,8	6,0	4,8	7,1
Phosphor	g	5,0	4,4	4,2	4,2	4,1	4,0
Natrium	g	0,2	2,8	1,8	1,5	1,1	1,6
Magnesium	g	1,7	2,1	2,3	1,7	1,7	1,6
Kalium	g	12,7	7,0	7,0	7,4	7,2	6,0
Kupfer	mg	11,6	28	24	19	14	22
Zink	mg	54,1	144	125	97	86	105
Lysin	g	14,4	11,5	10,7	10,4	9,6	8,1
Methionin	g	1,8	3,3	3,4	2,9	2,7	2,7
Cystin	g	2,4	2,5	2,6	2,8	2,5	2,2
Threonin	g	7,3	6,8	6,6	6,6	5,9	5,5
Tryptophan	g	1,8	1,7	1,7	1,8	1,8	1,6

Tabelle 3: LM-Entwicklung, tägliche Zunahmen, Futterverbrauch und Futteraufwand (LSQ-Means)

Behandlung		Kontrolle	Testgruppe	Sign. p<0,05 <sup>1)</sup>
<b>Lebendmasse</b>				
Beginn	kg	31,2	31,3	0,808
Futterwechsel 1	kg	66,7	65,8	0,334
Futterwechsel 1	kg	93,6	91,0	0,028
Ende	kg	118,9	118,1	0,444
<b>Tägliche Zunahmen</b>				
Anfangsmast	g	846	823	0,095
Mittelmast	g	961	901	0,002
Endmast	g	733	736	0,901
gesamt	g	838	808	0,048
<b>Futterverbrauch pro Tag</b>				
Anfangsmast	kg	1,56	1,57	0,844
Mittelmast	kg	2,34	2,19	0,209
Endmast	kg	2,40	2,60	0,391
gesamt	kg	2,04	2,09	0,724
<b>Futteraufwand pro kg Zuwachs</b>				
Anfangsmast	kg	1,84	1,91	0,273
Mittelmast	kg	2,44	2,39	0,506
Endmast	kg	3,45	3,67	0,409
gesamt	kg	2,47	2,58	0,177
<b>ME-Aufnahme pro Tag</b>				
Anfangsmast	MJ	20,8	21,1	0,699
Mittelmast	MJ	31,1	29,1	0,209
Endmast	MJ	32,3	34,9	0,378
gesamt	MJ	27,3	28,0	0,673
<b>ME-Aufwand pro kg Zuwachs</b>				
Anfangsmast	MJ	24,6	25,7	0,178
Mittelmast	MJ	32,3	31,7	0,506
Endmast	MJ	46,3	49,4	0,393
gesamt	MJ	33,0	34,6	0,142

<sup>1)</sup> Irrtumswahrscheinlichkeit

Die Tiere begannen die Mast mit etwa 31 kg LM. In der Anfangs- bzw. Mittelmast erzielten die Kontrolltiere in der Tendenz bzw. signifikant höhere tägliche Zunahmen, was möglicherweise auf die nicht geplanten höheren Lysingehalte in diesen Mastabschnitten zurückzuführen ist (vgl. auch Abbildung 1). Bei nahezu gleicher Lysinausstattung in der Endmast wurden in beiden Gruppen nahezu gleiche Zunahmen erreicht. In der Gesamtmast erreichten die Kontrolltiere mit 838 g um 30 g höhere Tageszunahmen als die Tiere der Testgruppe mit Erbsen. Dieser Unterschied war statistisch gerade noch abzusichern.

Der Futterverbrauch war mit etwas über 2 kg bzw. knapp 2,1 kg pro Tier und Tag in beiden Gruppen für das Mastabteil mit Flüssigfütterung gering. Unterschiede zwischen den Gruppen konnten nicht abgesichert werden. Gleches galt auch für den Futteraufwand pro kg Zuwachs mit 2,47 bzw. 2,58 kg. Auch bei der Aufnahme an ME pro Tag bzw. pro kg Zuwachs wurden keine Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt.

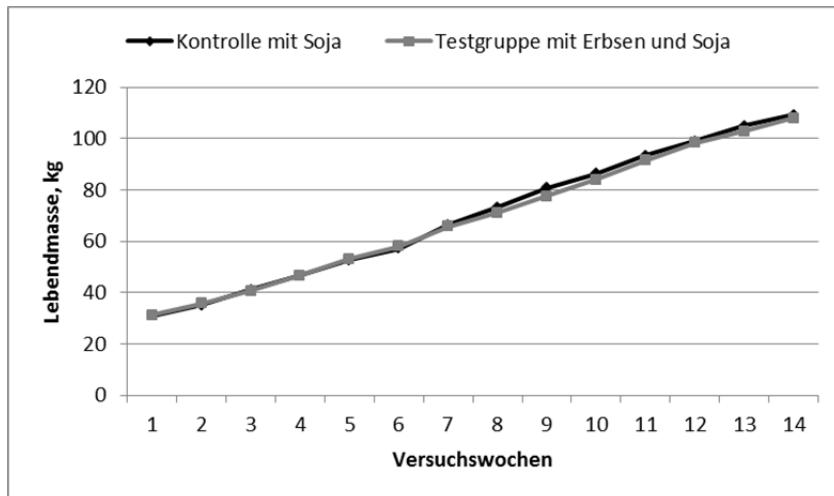


Abbildung 1: Entwicklung der Lebendmasse während des Versuchs

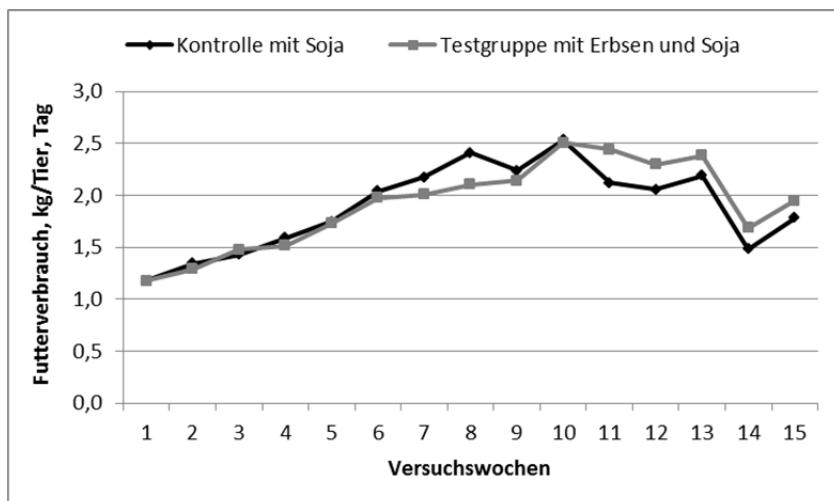


Abbildung 2: Verlauf des Futterverbrauchs während des Versuchs (880 g TM)

In der Bewertung der Kotbeschaffenheit zeigten sich keine Unterschiede, in beiden Gruppen wurde die Kotbeschaffenheit mit der Note 2 als normal bewertet.

Im Verlauf des Versuchs mussten sechs Tiere aus der Kontrollgruppe und drei Tiere aus der Testgruppe wegen Fuß- und Schwanzverletzungen tierärztlich behandelt werden. Insgesamt wurden vier Tiere aus der Kontrolle und drei Tiere aus der Testgruppe nicht in die Auswertung einbezogen. Schwanzbeissen ergab sich als Problem, das mit bisherigen Methoden wie Einhängen von Heuraufen und Jutesäcken nicht in den Griff bekommen wurde. Wegen schwerwiegenden Schwanz- und Fußverletzungen mussten sechs Tiere notgetötet werden. Gegen Ende der Mast erkrankte der gesamte Bestand an Influenza, die Futteraufnahme fiel besonders ab Versuchswoche 13 auf ein niedriges Niveau ab (siehe Abbildung 2).

Die Schlachtleistungen sind in Tabelle 4 zusammengestellt. Bei gleichen Schlachtkörpergewichten der Versuchsgruppen sind keine Unterschiede im Fleisch- bzw. Fettansatz zu erkennen. Der erzielte durchschnittliche Muskelfleischanteil von über 60% bei 800 g täglichen Zunahmen ist als sehr gut zu bezeichnen.

Tabelle 4: Schlachtleistungsparameter (LSQ-Means)

		<b>Kontrolle</b>	<b>Testgruppe</b>	<b>Sign. p&lt;0,05<sup>1)</sup></b>
Schlachtgewicht	kg	96,8	96,4	0,642
Ausschlachtung	%	81,4	81,7	0,285
Schlachtkörperlänge	mm	1023	1018	0,184
Rückenmuskelfläche	cm <sup>2</sup>	59,8	58,4	0,085
Fettfläche	cm <sup>2</sup>	15,0	15,1	0,779
Fleisch/Fett	1:	0,26	0,26	0,438
Fleischmaß	mm	69,0	67,4	0,073
Speckmaß	mm	13,0	12,9	0,706
Muskelfleisch He	%	61,2	61,0	0,590
Fleischanteil i. Bauch	%	59,4	59,4	0,999

<sup>1)</sup> Irrtumswahrscheinlichkeit

Die anhand der Futterinhaltsstoffe und Zuwachs berechneten Ausscheidungen an Stickstoff und Phosphor waren in beiden Gruppen nahezu gleich (vgl. Tabelle 5). Mit 41 bzw. 42 g Stickstoff- und 5,3 bzw. 5,1 g Phosphoranfall je kg Zuwachs lagen die Ausscheidungen unterhalb den DLG-Vorgaben für eine 3-Phasenmast mit Vormast bei 850 g Tageszunahmen. (DLG, 2014b). Die DLG gibt hier Werte für Stickstoff- und Phosphor von 43 und 7,0 g je kg Zuwachs an.

Tabelle 5: Berechnete Ausscheidungen an Stickstoff und Phosphor in den Versuchsgruppen

<b>N- und P-Bilanzierung</b>		<b>Kontrolle</b>	<b>Testgruppe</b>
N-Aufnahme	kg	5,80	5,88
N-Ansatz	kg	2,25	2,22
N-Ausscheidung	kg	3,55	3,66
N-Ausscheidung/kg Zuw.	g	41	42
P-Aufnahme	g	912	882
P-Ansatz	g	447	443
P-Ausscheidung	g	465	439
P-Ausscheidung/kg Zuw.	g	5,3	5,1

Bei unterstellten Mehrkosten von 3 €/dt für das Mineralfutter mit dem leicht erhöhten Methioningehalt ergaben sich bei aktuellen Preisen für Getreide, Sojaextraktionsschrot und Erbsen (Stand Juli 2018) etwas geringere Kosten für die einzelnen Mastfutter in der Erbsengruppe. Als Preis für die Erbsen wurden 17,3 €/dt netto zugrunde gelegt (BLW, 26/2018). Die Differenzen bewegten sich dabei zwischen 0,20 €/dt für das Anfangsmastfutter und 0,80 €/dt für das Endmastfutter. Kosten für ein weiteres Lagersilo sind dabei nicht berücksichtigt. Trotz der etwas geringeren Futterkosten erhöhten sich die Futterkosten aufgrund des etwas erhöhten Futteraufwandes in der Erbsengruppe um rund 20 Cent pro Mastschwein.

## Schlussfolgerungen

Der Einsatz von Erbsen in Anteilen von 3 bis 10% in der Ration führte im Versuch zu geringeren täglichen Zunahmen von 30 g. Dieser Unterschied war statistisch gerade noch abzusichern. Berücksichtigt man dabei noch, dass in der Anfangs- und Mittelmast der Kontrollgruppe mehr Lysin analysiert wurde als kalkuliert war, relativiert sich dieser Unterschied sehr schnell. Auf die Schlachtkörpermerkmale, insbesondere dem bezahlungsrelevanten Muskelfleischanteil hatte die Erbsenfütterung keinen Einfluss. Sowohl die Ausscheidungen an Stickstoff und Phosphor als auch die Futterkosten waren in beiden Versuchsgruppen vergleichbar. Die Verwertung von Erbsen aus ökologischen Vorrangflächen ist somit durchaus positiv zu sehen.

## Literatur

- BBV-Marktberichtsstelle (2018): Erzeugerpreise in Bayern für Getreide-Ölsaaten-Leguminosen, Bayer. Landw. Wochenbl. 26/2018, 90
- DLG (2014a): DLG-Futterwerttabellen Schweine, Herausgeber DLG e.V., Frankfurt am Main, DLG-Verlag
- DLG (2014b) Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen land-wirtschaftlicher Nutztiere Arbeiten der DLG, Band 199, 2. Auflage DLG e.V., DLG-Verlag Frankfurt a. Main.
- GfE (2008): Mitteilungen des Ausschusses für Bedarfsnormen. Schätzung der umsetzbaren Energie von Mischfuttermitteln für Schweine. Proc. Soc. Nutr. Physiol., 199-204.
- LfL (2014): LfL-Information Futterberechnung für Schweine, 21. Auflage, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft.
- VDLUFA-Methodenbuch Band III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, 3. Aufl. 1976, 8. Ergänz.lief. 2012, VDLUFA-Verlag Darmstadt.
- ZDS (Zentralverband der deutschen Schweineproduktion e.V), Hrsg. 2017: Richtlinie für die Stationsprüfung auf Mastleistung, Schlachtkörperwert und Fleischbeschaffenheit beim Schwein (Stand: 18.04.2017)

### Autorenanschrift:

Günther Propstmeier  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft  
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft  
D-85586 Poing-Grub  
Prof.-Dürrwaechter-Platz 3  
E-Mail: Guenther.Propstmeier@LfL.bayern.de

# **Einsatzes eines eipulverhaltigen Ergänzungsfuttermittels zur Unterstützung von Aufzuchtkälbern im Falle von Neugeborenen- Durchfall**

**Franziska Stemmer**

EW Nutrition GmbH

## **Einleitung**

Durchfall gehört weltweit zu den bedeutendsten Erkrankungen in der Kälberaufzucht. Man spricht von Neugeborenen-Durchfall, wenn Kälber innerhalb von zwei bis drei Wochen nach der Geburt an Durchfall erkranken (Rademacher, 2003). Neugeborenen-Durchfälle verursachen weltweit große Schäden sowohl durch Kälberverluste als auch durch finanzielle Einbuße, die den Landwirten durch Behandlungen der Tiere und Verzögerung der Vermarktung entstehen. Weiterhin beeinflusst das Durchfallvorkommen neonataler Kälber die spätere Milchleistung. Schon bei Auftreten von leichtem Durchfall kann mit einer geringeren Milchleistung von 344 kg in der ersten Laktation gerechnet werden (Welsch, 2016).

Allgemein sind Durchfallerkrankungen dadurch charakterisiert, dass mehr Flüssigkeit sezerniert als resorbiert wird. Jedoch ist Durchfall genau genommen keine Krankheit, sondern nur ein Symptom. Durchfall kann eine Schutzfunktion des Körpers sein, denn mit dem höheren Flüssigkeitsvolumen im Darm und dessen erhöhter Peristaltik sollen Krankheitserreger und Gifte ausgeschieden werden.

Durchfall kann unterschiedliche Ursachen haben. Sowohl infektiöse als auch nichtinfektiöse Faktoren sind laut Rademacher (2003) am Krankheitsgeschehen beteiligt. Zu den infektiösen Faktoren zählen u.a. Viren, Bakterien und Parasiten. Aber auch nicht-infektiöse Faktoren wie Haltungs- und Fütterungsfehler haben eine große Bedeutung für das Durchfallgeschehen (Rademacher, 2003). Dazu zählen bei ersteren eine unzureichende Erstversorgung der Kälber mit Kolostrum, eine mangelnde Haltungs- und Tränkehygiene sowie eine falsche Aufstellung der Kälber. Fehler bei der Fütterung sind u. a. eine falsche Zusammensetzung und Qualität der Tränke und Fehler in der Tränketechnik, plötzliche Tränkeumstellungen, falsche Konzentrationen oder ungenügende Auflösung von Milchaustauschern sowie unregelmäßige Tränkezeiten (Blume, 2007). Alle diese Fehler führen meist zur Erhöhung des Keimdrucks für das Kalb oder zur Schwächung der Immunabwehr des Tieres (Rademacher et al., 2002).

Tritt eine Kälberdiarrhoe gehäuft bestandsweise auf, muss nach Doll et al. (1995) von einer infektiösen Ursache auszugehen sein. Im Folgenden soll näher auf die infektiösen Faktoren eingegangen werden.

## **Bakterien**

*E. coli* gehört zur normalen Darmflora von Mensch und Tier und kommt hauptsächlich im Dickdarm vor. Nur ein Bruchteil der Serotypen löst Erkrankungen aus. Die Pathogenität von *E.coli* ist an Virulenzfaktoren gebunden. Zu den entscheidenden Virulenzfaktoren gehören z. B. Fimbrien für die Anheftung an die Darmwand und die Fähigkeit Toxine zu bilden. Enterotoxische *E. coli* (ETEC) sind in den ersten Lebenstagen die wichtigsten Erreger für bakteriellen Durchfall. Fimbrien ermöglichen dabei die Anheftung an spezifische Rezeptoren im Dünndarm und verhindern damit die Ausschwemmung der Bakterien durch die Darmperistaltik. *E. coli* F5 (früher K99) und F41 gehören bei Kälbern zu den am häufigsten vorkommenden ETEC Typen.

Salmonellen spielen grundsätzlich bei Kälberdurchfall eher eine untergeordnete Rolle, jedoch ist die Salmonellose des Rindes eine anzeigepflichtige Krankheit. Von den *Salmonella*-Arten findet man bei Kälbern hauptsächlich *S. typhimurium* und *S. dublin*. *S. typhimurium* ist von besonderer Bedeutung, da es häufig beim Menschen nachgewiesen wird und multiple Resistenzen aufweist. Auch Salmonellen produzieren Enterotoxine, greifen die Darmwand an und verursachen Entzündungen im Dünndarm. Salmonellose kann bei allen Altersgruppen auftreten.

Erkrankungen durch Clostridien zählen weltweit zu den verlustreichsten Erkrankungen im Bereich der Rinderhaltung. Bei Pflanzenfressern gehören Clostridien zur normalen Flora des Magen-Darm-Traktes, nur wenige Typen führen zu schwerwiegenden Erkrankungen. Bei Kälbern tritt hauptsächlich *Clostridium perfringens* (gram-positiv) mit den verschiedenen Typen A, C, und D auf. Diese produzieren nekrotisierende Toxine und können zur sog. Enterotoxämie führen, die sich durch plötzlich auftretenden, blutigen Durchfall bei Kälbern äußert.

### **Viren**

Rotaviren sind die gängigsten viralen Durchfallerreger bei Kälbern und treten hauptsächlich im Alter vom 5 - 14 Lebenstagen auf. In Europa ist von einem Durchseuchungsgrad von 90 – 100% in der Rinderpopulation auszugehen. Rotaviren vermehren sich in den ausgereiften Enterozyten auf den Dünndarmzotten (Villi). Bei Befall mit Rotaviren werden mehr Enterozyten zerstört, als der Körper zu regenerieren vermag. Dies führt zu einer Verringerung der Resorptionsfläche. Mit zunehmendem Alter entwickeln die Tiere eine gewisse Immunität gegen Rotaviren, worauf das Fehlen klinischer Erkrankungen bei älteren Tieren schließen lässt.

Coronaviren befallen Kälber v.a. im Alter von 5 – 21 Tagen, meist jedoch in der ersten Lebenswoche. 3 bis 20% der Kälberdurchfälle werden von Coronaviren verursacht. Sie verursachen im Dünndarm ähnliche Läsionen wie Rotaviren, führen aber auch zu Nekrosen der Kryptenzellen im Dickdarm. Es kommt zu einem völligen Verlust der Verdauungs- und Absorptionsfunktion und dementsprechend zu reduzierter Flüssigkeitsrückresorption. Coronaviren können auch ältere Tiere befallen (Winterdysenterie).

Es können noch weitere Viren aus dem Kot von erkrankten Kälbern isoliert werden (z.B. Breda Viren, Bovines Adeno-Virus Typ 4 und 10, Astrovirus, Bovines Parvovirus, Caliciviren, Picobirna-Virus). Diesen Viren kommt jedoch nur eine untergeordnete Rolle zu (Klee, 2016).

### **Protozoen**

*Cryptosporidium parvum*, zu den Cocciden gehörig, gilt mittlerweile als der mit am häufigsten vorkommende Durchfallerreger (Prävalenz bis zu über 60%) bei Kälbern. Kryptosporidien kommen meist im Alter von 1 bis 2 Wochen und selten über 4 Wochen vor, häufig auch in Kombination mit Rotaviren. 2-17% augenscheinlich gesunder Rinder sind mit Kryptosporidien befallen und bilden damit ein gewisses Erregerreservoir. Die Übertragung von Kryptosporidien erfolgt über Oozysten (Kot, Stalleinrichtung). Die Infektion führt zum Verlust der Mikrovilli der Darmepithelzellen, die Funktion der Darmschleimhaut wird reduziert, die Resorptionsfläche verkleinert. Folge: Verlust der Enzymaktivitäten und damit unzureichende Spaltung von Zucker und Eiweiß, Malabsorption. Auch eine Übertragung auf den Menschen ist möglich.

## Material und Methoden

Auf einem Milchviehbetrieb mit 550 Kühen in Nordrhein Westfalen wurde über den Zeitraum Dezember 2017 bis Mai 2018 ein Fütterungsversuch mit insgesamt 38 weiblichen neonatalen Kälbern durchgeführt.

Ziel des vorliegenden Versuchs war es, aufkommenden Neugeborenen-Durchfall durch den Einsatz eines auf Eipulver basierenden Produktes, so weit einzudämmen, dass weitere Behandlungen mit Antibiotika reduziert werden konnten. Zusätzlich sollte geprüft werden, ob durch die Verabreichung des Ei-Immunglobulin haltigen (IgY) Produktes die lokale Immunität im Darm gestärkt und dadurch die Gewichtsentwicklung beeinflusst werden kann. Das eingesetzte Ergänzungsfuttermittel Globigen® Dia Stop enthält neben Eipulver auch Traubenzucker, Natriumchlorid, Natriumbicarbonat, Hefenerzeugnisse sowie Kaliumchlorid.

Um den Nutzen des Produktes zu bewerten, wurden die Kälber in zwei verschiedene Gruppen aufgeteilt (Kontrollgruppe 48 Kälber, Versuchsgruppe 48 Kälber). Die Gruppenaufteilung der Kälber erfolgte bereits vor dem Abkalben anhand der Laktationsnummer der Mutterkühe. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Laktationsnummern in beiden Gruppen annähernd gleich waren. Für die Versuchsauswertung wurden jedoch nur Kälber genutzt, die Anzeichen von Neugeborenen-Durchfall zeigten. Dies bedeutet, dass alle Kälber, die bereits vor dem Abkalben den verschiedenen Gruppen zugeteilt waren, jedoch kein Durchfall zeigten, von dem Versuch ausgeschlossen wurden. Daraus ergab sich eine Gruppengröße von 17 Kälbern in der Kontrollgruppe und 21 Kälbern in der Versuchsgruppe.

Alle am Versuch beteiligten Kälber wurden mit der gleichen Kolostrummenge versorgt. Die Gabe des Erstgemelks erfolgte innerhalb von sechs Stunden nach der Geburt, es wurden jeweils 4 l Kolostrum pro Kalb gedrenkt. Am zweiten und dritten Lebenstag wurden die Kälber jeweils mit 8 l Kolostrum, aufgeteilt in zwei Mahlzeiten, getränkt.

Die Kälber wurden von Tag 1 bis 14 einzeln in Kälberiglus gehalten, danach erfolgte die Umstallung in Gruppen. In den Kälberiglus wurden die Tiere mit einem Nuckeleimer getränkt, in der Gruppenhaltung wurden die Kälber über einen Tränkeautomaten versorgt. Mit 77 Tagen erfolgte das Absetzen der Kälber.

Tabelle 1: Tränkeplan

Tag	Tränkeplan Kälberiglu
4 - 14	8 l pro Tier und Tag; 150 g MAT / l
Tag	Tränkeplan Gruppenhaltung
15 – 35	8 l pro Tier und Tag; 150 g MAT / l
36 – 56	6 l pro Tier und Tag; 150 g MAT / l
57 – 70	4 l pro Tier und Tag; 150 g MAT / l
71 – 77	2 l pro Tier und Tag; 150 g MAT / l

Die Kälber der Versuchsgruppe erhielten zwei Mal täglich 50 g des Ergänzungsfuttermittels Globigen® Dia Stop, eingerührt in die Milchtränke. Konnte der Durchfall nach vier Tagen nicht gestoppt werden, wurden die Kälber antibiotisch behandelt.

Die Kälber der Kontrollgruppe wurden mit einer oralen Rehydratationslösung (ORL) versorgt. Auch hier wurden die Kälber antibiotisch behandelt, wenn der Durchfall nach vier Behandlungstagen mit der ORL noch vorhanden war.

### **Datenerfassung**

Unmittelbar nach der Geburt und vor der ersten Kolostrumaufnahme wurden die Kälber individuell mittels einer Kälberwaage gewogen. Auch am Tag des Absetzens (77. Lebenstag) wurde jedes Kalb einzeln gewogen. Aus dem Geburts- sowie Absetzgewicht konnten die täglichen Zunahmen ermittelt werden. Außerdem wurde die Anzahl an benötigten antibiotischen Behandlungen pro Kalb erfasst.

Die statistische Auswertung der erhobenen Daten erfolgte mittels Zweistichproben t – Test.

## **Ergebnisse**

Eine Übersicht über die Gewichtsentwicklung der Kälber in beiden untersuchten Gruppen werden in Abbildungen 1 und 2 dargestellt.

### **Gewichtszunahmen**

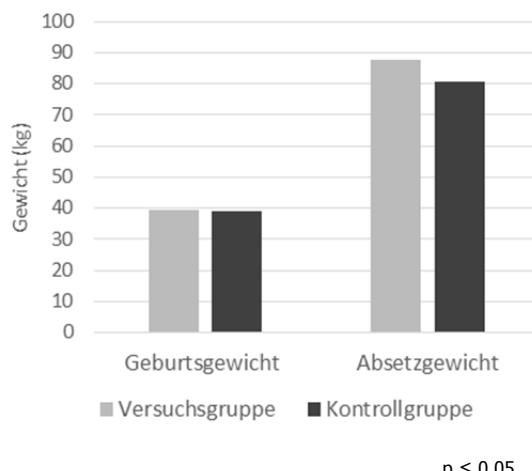


Abbildung 1: Vergleich Geburts- und Absetzgewicht von Versuchs- und

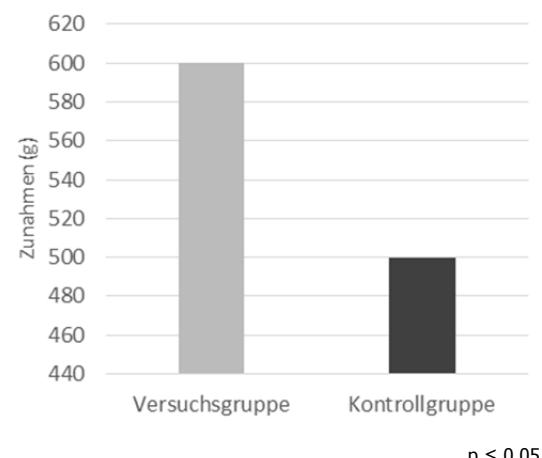


Abbildung 2: Durchschnittliche tägliche Zunahmen in Versuchs- und Kontrollgruppe

Die Kälber aus der Versuchsgruppe zeigten ein 8 kg höheres Absetzgewicht (87,8 kg) als die Kontrollgruppe (80,7 kg). Die gesamten Zunahmen bis zum Absetzen lagen in der Versuchsgruppe bei 48,5 kg, in der Kontrollgruppe bei 41,8 kg. Dies bedeutet eine Erhöhung des Absetzgewichts von 9%. Die aus dem Geburts- und Absetzgewicht berechneten täglichen Zunahmen lagen in der Versuchsgruppe um 100 g höher als in der Kontrollgruppe (Versuchsgruppe 600 g, Kontrollgruppe 500 g), was einer Steigerung von 20% entspricht.

### **Antibiotische Behandlungen**

Wie in der Abbildung 3 dargestellt, mussten in der Versuchsgruppe 52% der Kälber mit Antibiotika behandelt werden. Dies entspricht knapp 36 Prozentpunkte weniger antibiotische Behandlungen im Vergleich zur Kontrollgruppe. Betrachtet man die Dauer der antibiotischen Behandlungen (Abbildung 4) wird deutlich, dass die Kontrollgruppe fast doppelt so lange antibiotisch behandelt werden musste als die Versuchsgruppe.

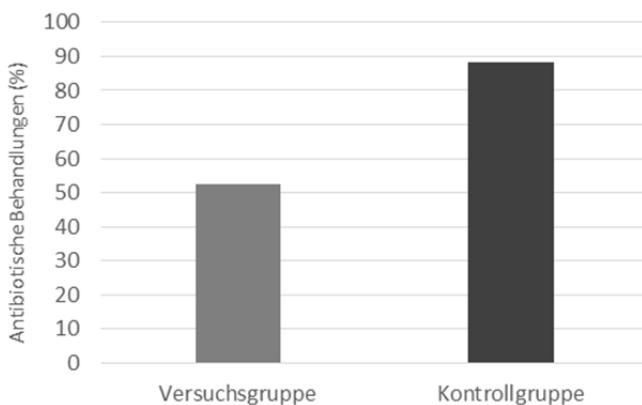


Abbildung 3: Anteil antibiotische Behandlungen in %

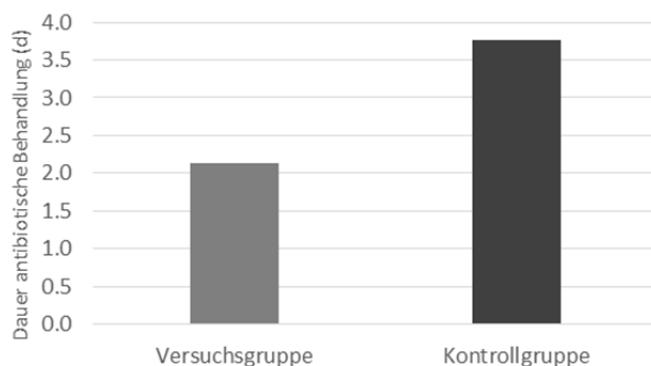


Abbildung 4: Dauer der antibiotischen Behandlungen in Tagen (d)

### **Schlussfolgerung**

Der durchgeführte Versuch zeigt, dass die Verabreichung eines eipulverhaltigen Ergänzungsfuttermittels bei Durchfallvorkommen einen erheblichen Einfluss auf die Menge der nötigen antibiotischen Behandlungen hat. Nicht nur der Anteil der Kälber, welche mit Antibiotika behandelt werden mussten, konnte reduziert werden, auch die Dauer der Antibiotikagaben konnte durch den Einsatz des Ergänzungsfuttermittels reduziert werden. Neben der Reduzierung des Antibiotikaeinsatzes in der Versuchsgruppe, konnten auch das Absetzgewicht sowie die täglichen durchschnittlichen Zunahmen in der Versuchsgruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe erhöht werden. Trotz Durchfall wiesen die Kälber der Versuchsgruppe tägliche Zunahmen von im Durchschnitt 600 g auf, welches 100 g höhere Zunahmen als in der Kontrollgruppe entspricht.

Dies kann als Indikator gesehen werden, dass die Gabe von Ei-Antikörpern (IgY) bei Neugeborenen-Durchfall die Darmgesundheit unterstützt und die Leistung der Kälber positiv beeinflusst. Studien von Ikemori et al. (1992) zufolge wirken Ei-Immunglobuline im Darm von Kälbern, wo sie Durchfallerreger wie *E. coli* binden und sie damit blockieren. Das Ergänzungsfuttermittel Globigen® Dia Stop kann somit als eine Möglichkeit gesehen werden, Kälber in dieser kritischen Phase zu unterstützen und das Durchfallgeschehen zu reduzieren.

## Literatur

- Blume, M. (2007): Klinische, labordiagnostische und sonographische Untersuchungen an Kälbern mit neonataler Diarrhoe sowie Studien zum Ausgleich der metabolischen Azidose durch Infusionen von Natriumbikarbonat-Lösungen in die Ohrvene. Dissertation Justus-Liebig-Universität Gießen. VVB Laufersweiler Verlag.
- Doll, K.; P. Weirather; H.-M. Küchle (1995): Kälberdurchfall als Bestandsproblem: Betriebsinterne Faktoren und häufige Behandlungsfehler. Prakt. Tierarzt 76, 995-1004.
- Ikemori, Y., Kuroki, M., Peralta, R. C., Yokoyama, H. und Kodama, Y. (1992): Protection of neonatal calves against fatal enteric colibacillosis by administration of egg yolk powder from hens immunized with K99-piliated enterotoxigenic *Escherichia coli*. Am. J. of Vet. Res. 53: 2005 – 2008.
- Klee, W. (2016): Durchfall junger Kälber. Klinik für Wiederkäuer, Ludwig-Maximilians-Universität München
- Rademacher, G.; I. Lorenz; W. Klee (2002): Tränkung und Behandlung von Kälbern mit Neugeborenendurchfall. Tierärztl. Umschau 57, 177-189
- Rademacher, G. (2003): Kälberkrankheiten. Infektionskrankheiten, S. 39 -82. Eugen Ulmer GmbH und Co
- Reski-Weide, B. (2013): Inzidenz der Neugeborenendiarrhoe bei Kälbern in Abhängigkeit von exogenen Faktoren – eine Praxisstudie. Dissertation Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Welsch, B. (2016): Kälberdurchfall mindert spätere Milchleistung. Elite Magazin, Heft 6/2016.

### Autorenanschrift:

Franziska Stemmer  
Fa. EW Nutrition GmbH  
Hogenbögen 1  
49429 Visbek  
franziska.stemmer@ew-nutrition.com



SCAN FOR  
VIDEO!



## IMMUNITY IN YOUNG ANIMALS

Das auf Ei-Immunglobulinen basierende Globigen® Dia Stop ist eine gute Möglichkeit, Kälber in den kritischen ersten Lebenstagen und Wochen zu unterstützen. Verschiedene Versuche zeigen, dass Globigen® Dia Stop hilft das Auftreten von Durchfall zu senken, die täglichen Zunahmen zu erhöhen, die Verluste in der Kälberproduktion zu mindern und den Antibiotika-Einsatz zu senken.



## Evaluierung des Einsatzes eines Kolostrumauflwerter auf die Gewichtsentwicklung von Aufzuchtkälbern

Franziska Stemmer

EW Nutrition GmbH

### Einleitung

Bedingt durch den Bau der mütterlichen Plazenta – Wiederkäuer haben eine Placenta epitheliochorialis – sind die Blutkreisläufe von Rind und Kalb komplett getrennt, somit findet keine Übertragung von Antikörpern während der Trächtigkeit statt. Als Folge werden Kälber praktisch ohne eigene Immunität geboren, müssen sich aber schon während des Geburtsvorganges mit unterschiedlichsten Keimen auseinandersetzen. Zum Schutz während der ersten Lebenswochen ist die Gabe von qualitativ hochwertigem Kolostrum mit einer ausreichenden Menge an stallspezifischen Antikörpern deshalb von höchster Wichtigkeit.

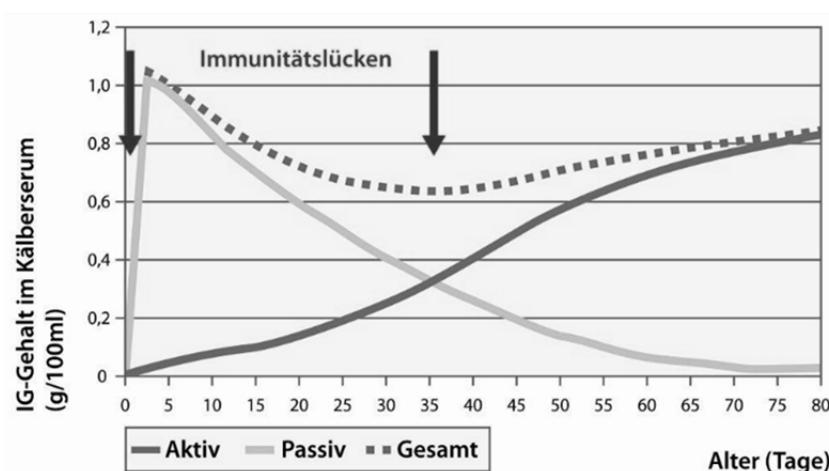


Abbildung 1: Immunitätskurve Kalb nach Horsch, 1990

Dieser passive Schutz nimmt jedoch mit zunehmendem Alter des Jungtieres ab, eine eigene, aktive Immunität muss erst aufgebaut werden. Erst mit ca. 12 Wochen verfügt das Kalb über ein stabiles Immunsystem. Da sowohl die Konzentration an Immunglobulinen mit jedem Gemelk als auch ihre Aufnahme über die Darmschranke mit jeder Stunde nach der Geburt abnimmt, sollte das Kolostrum so schnell wie möglich nach der Geburt verabreicht werden. Schwankende Kolostrumqualität, als auch Faktoren wie Jahreszeiten, Rasse, Dauer der Trockenstehzeit sowie die Laktationsnummer haben Einfluss auf den Immunglobulin G (IgG) Gehalt des Kolostrums. Auch die Dauer der Adoptionsphase beeinflusst den IgG-Gehalt/ die IgG-Zusammensetzung der Biestmilch. So haben z. B. kurz vor der Geburt zugekauft trächtige Kühe oft nicht genügend Antikörper gegen die stallspezifischen Erreger gebildet. Zusätzlich führte eine langjährige Zucht auf hohe Milchmenge auf eine immer stärkere Verdünnung der Antikörperkonzentration, erkennbar an der negativen Korrelation der Menge des Erstgemelkes mit der Konzentration an IgG.

Eine Studie der Ludwig-Maximilians-Universität München (Stemme et al., 2015), die mit 1.242 Kälbern durchgeführt wurde zeigte, dass mehr als 50% der neugeborenen Kälber mit Immunglobulinen unversorgt waren. 23% der untersuchten Kälber waren hochgradig (< 5 mg IgG/ml Blutserum) und 36% leicht unversorgt (5-10 mg IgG/ml Blutserum). Nur bei 41% der Kälber konnte die Versorgung mit Immunglobulinen als ausreichend bezeichnet werden (>10 mg IgG/ml Blutserum). 2005 zeichnete sich dieser Trend bereits ab. In der damals in Deutschland durchgeföhrten Studie von McMorran (n = 1.042) verfügten jedoch noch 61,2% der Kälber über einen ausreichenden Gehalt an IgG im Blutserum. Eine Metaanalyse von Raboisson et al. (2016) ergab, dass bei einem Failure of Passive Transfer (FPT) durchschnittliche Kosten von 60 € für ein Zuchtkalb und 90 € für ein Mastkalb aufgrund von höherer Mortalität, höherer Krankheitsanfälligkeit und niedrigeren täglichen Zunahmen entstehen.

Eine angemessene IgG-Versorgung der Kälber ist demnach essentiell, denn nur gesunde Kälber können als erwachsene Tiere eine entsprechende Leistung bringen.

## Material und Methoden

Auf einem Milchviehbetrieb mit 800 Kühen in Brandenburg wurde über den Zeitraum September bis Dezember 2016 ein Fütterungsversuch mit insgesamt 39 weiblichen neonatalen Kälbern durchgeführt. Der Betrieb behandelte standardmäßig alle Kälber mit Halocur® um einer Kryptosporidiose vorzubeugen, die Kontroll- sowie Versuchsgruppe wurden hiervon jedoch ausgeschlossen.

Mit dem vorliegenden Versuch sollte geprüft werden, ob eine zusätzliche Versorgung der Kälber mit einem Ergänzungsfuttermittel, das Immunglobuline aus dem Ei (IgY) und aus Kolostrum (IgG) enthält, die lokale Immunität im Darm gestärkt und dadurch Leistungsparameter, wie die Gewichtsentwicklung, beeinflusst werden können. Das untersuchte Ergänzungsfuttermittel Globigen® Colostrum enthält neben Ei- und Kolostrumpulver auch Molkeneiweißpulver sowie Mono-, Di- und Triglyceride von Fettsäuren und dient im vorliegenden Versuch als Kolostrumaufwerter.

Um den Nutzen des Ergänzungsfuttermittels zu bewerten, wurden die Kälber in zwei verschiedene Gruppen aufgeteilt (Kontrollgruppe 20 Kälber, Versuchsgruppe 19 Kälber). Beide Gruppen wurden bis zum Ende des Versuchs nicht durchmischt. Die Gruppenaufteilung der Kälber erfolgte anhand der Laktationsnummer der Mutterkühe. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Laktationsnummern in beiden Gruppen annähernd gleich waren. Im Durchschnitt waren die Kühe in beiden Gruppen in der dritten Laktation.

Alle Kälber, die in diesem Versuch berücksichtigt wurden, wurden mit der gleichen Kolostrummenge versorgt. Die Gabe des Erstgemelks erfolgte innerhalb von zwei Stunden nach der Geburt, es wurden jeweils 4 l Kolostrum pro Kalb gedrenkt. Für die Erstversorgung der Kälber wurde ausschließlich Kolostrum verwendet, welches einen Brixwert von  $\geq 22\%$  ( $\triangleq$  mind. 50 g IgG/l Kolostrum) aufwies. Die Kälber der Versuchsgruppe erhielten zusätzlich von Tag 1 – 5 das eipulverhaltige Produkt Globigen® Colostrum. Die erste Gabe dieses Ergänzungsfuttermittels erfolgte zusammen mit der ersten Kolostrumgabe. Das Produkt wurde wie folgt verabreicht:

Tabelle 1: Verabreichung des eipulverhaltigen Produkts Globigen® Colostrum

Tag	Tränkemenge
1	100 g Globigen® Colostrum eingerührt in 4 l Kolostrum
2 - 5	Täglich 100 g Globigen® Colostrum eingerührt in Mischkolostrum

Die Kälber wurden 7 – 15 Tage einzeln in Kälberiglus gehalten, danach erfolgte die Aufstellung in Gruppen. Die Umstellung der Kälber erfolgt auf dem Betrieb grundsätzlich nach dem Rein-Raus-Verfahren. Die Gruppengröße pro Kälberstall umfasste 20 Tiere. Die Gruppen wurden jeweils kontinuierlich aufgefüllt, bis die angegebenen Gruppengrößen erreicht waren. Die Fütterung der Kälber erfolgte in den Kälberiglus über einen Nuckeleimer, die Tränkemenge war *ad libitum*. In der Gruppenhaltung wurden die Kälber über einen Tränkeautomaten nach folgendem Plan versorgt:

Tabelle 2: Tränkeplan in der Gruppenhaltung

Tränkeplan in Gruppenhaltung	
Tag	Tränkemenge
1 - 24	Vollmilch angesäuert, <i>ad libitum</i>
25 - 29	Verschnitt Vollmilch mit MAT: Tägliche Reduzierung der Vollmilchmenge um 20 % bis zur kompletten Umstellung auf MAT
30 - 31	MAT <i>ad libitum</i> (160 g MAT /l Wasser)
32 – 50	Kontinuierliches Abtränken bis auf 0 l

Zusätzlich stand beiden Gruppen ab Tag eins in der Gruppenhaltung bis zum Absetzen eine Voll-TMR zur freien Aufnahme zur Verfügung.

### **Datenerfassung**

Unmittelbar nach der Geburt und vor der ersten Kolostrumaufnahme wurden die Kälber individuell und mittels einer Kälberwaage gewogen. Auch am Tag des Absetzens (65. Lebenstag) wurde jedes Kalb einzeln gewogen. Aus dem Geburts- sowie Absetzgewicht konnten die täglichen Zunahmen ermittelt werden. Neben der Gewichtszunahme wurde das Auftreten von Durchfall erfasst, sowie zusätzliche Behandlungen mit Antibiotika. Auch wurde die Mortalitätsrate in beiden Gruppen erfasst.

Die statistische Auswertung der erhobenen Daten erfolgte mittels eines Zweistichproben t – Tests.

## **Ergebnisse**

Eine Übersicht über die Gewichtsentwicklung der Kälber in beiden untersuchten Gruppen wird in Abbildung 2 und 3 dargestellt.

### **Gewichtszunahmen:**

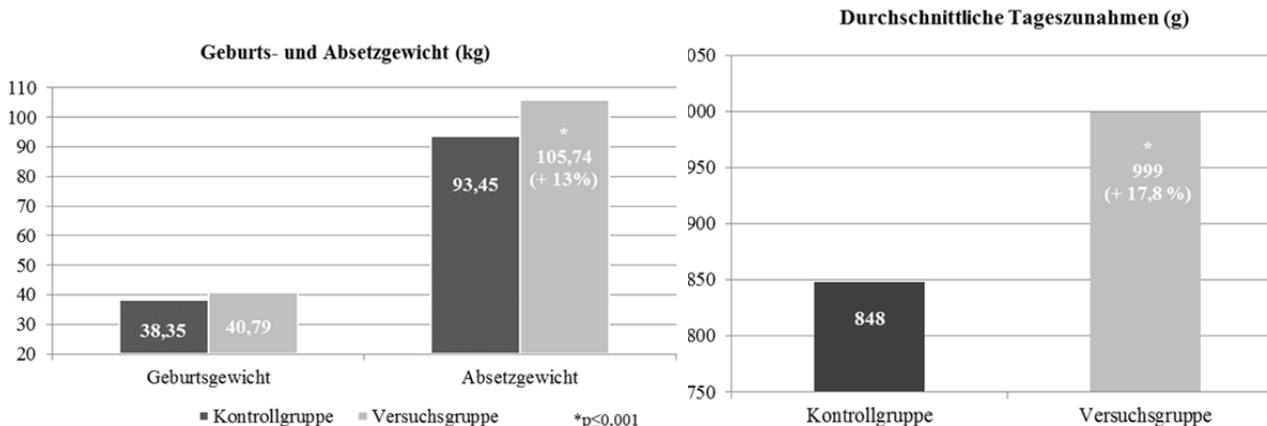


Abbildung 2: Gewichtsentwicklung in Kontroll- und Versuchsgruppe

Abbildung 3: Tageszunahmen in Kontroll- und Versuchsgruppe

Die Kälber aus der Versuchsgruppe zeigten ein 12 kg höheres Absetzgewicht (105,74 kg) im Vergleich zur Kontrollgruppe (93,45 kg). Dies bedeutet eine Erhöhung des Absetzgewichts von 13%. Die aus dem Geburts- und Absetzgewicht berechneten täglichen Zunahmen lagen dementsprechend um 18% höher und ergaben für die Versuchsgruppe 999 g und für die Kontrolle 848 g.

### **Auftreten von Durchfall und Mortalität:**

In der Kontrollgruppe wiesen drei Kälber leichten Durchfall auf, in der Versuchsgruppe lediglich ein Kalb. Zur Behandlung der Durchfälle musste jedoch kein Kalb antibiotisch behandelt werden. Die Mortalität lag in beiden Gruppen bei 0%.

## **Schlussfolgerung**

Der durchgeführte Versuch zeigt, dass die zusätzliche Verabreichung eines eipulverhaltigen Ergänzungsfuttermittels das Absetzgewicht sowie die täglichen Zunahmen signifikant erhöhen kann. Dies kann als Indikator gesehen werden, dass die zusätzliche Gabe von Antikörpern (IgY und IgG) die Gesundheit der Tiere und ihre Leistung positiv beeinflusst. Studien von Ikemori et al. (1992) zufolge wirken Ei-Immunglobuline im Darm von Kälbern, wo sie z. B. potentielle Durchfallerreger wie *E. coli* binden und sie damit blockieren. Somit kann das Ergänzungsfuttermittel Globigen® Colostrum als eine Möglichkeit gesehen werden, der vorher beschriebenen wachsenden Unterversorgung der Kälber mit Immunglobulinen zumindest zum Teil entgegenzuwirken.

## Literatur

- Horsch, F. (1990): Immunprophylaxe bei Nutztieren; Gustav Fischer Verlag Jena
- Ikemori, Y., Kuroki, M., Peralta, R. C., Yokoyama, H. und Kodama, Y. (1992): Protection of neonatal calves against fatal enteric colibacillosis by administration of egg yolk powder from hens immunized with K99-piliated enterotoxigenic Escherichia coli. Am. J. of Vet. Res. 53: 2005 – 2008.
- McMoran, E. K. (2006): Bundesweite Untersuchung zur kolostralen Versorgung von neugeborenen Kälbern. Institut für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Raboisson, D., Trillat P., Cahuzac C. (2016): Failure of Passive Immune Transfer in Calves: A Meta-Analysis on the Consequences and Assessment of the Economic Impact. PLOS ONE , DOI:10.1371
- Stemme, K., Rauch, E., Franz, N., Reese, S. und Erhardt, M. (2016): Das gesunde Kalb – eine deutschlandweite Erhebung zur Kolostralversorgung neugeborener Kälber. 11. Berlin-Brandenburgischer Rindertag 6. – 8.10.2016 in Berlin.

**Autorenanschrift:**

Franziska Stemmer  
Fa. EW Nutrition GmbH  
Hogenbögen 1  
49429 Visbek  
franziska.stemmer@ew-nutrition.com

## **Vergleichende Untersuchungen zur Futteraufnahme und Zuwachsleistung in der Aufzucht von Fresserkälbern der Rassen Braunvieh und Fleckvieh**

**T. Ettle<sup>1</sup>, A. Obermaier<sup>1</sup>, A. Deutinger<sup>2</sup>, M. Heim<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>LfL Bayern, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft

<sup>2</sup>LfL Bayern, Versuchsstation Karolinenfeld

<sup>3</sup>LfL Bayern, Institut für Betriebswirtschaft und Agrarstruktur

### **Einleitung**

Seit den 1960er Jahren erfolgte durch Einkreuzung nordamerikanischer Brown-Swiss-Bullen beim Deutschen Braunvieh ein gerichteter Umlüftungsprozess hin zu einer größerrahmigen, stärker milchbetonten Zweinutzungsrasse. Trotzdem wird in den aktuellen Rassebeschreibungen betont, dass die Aufmerksamkeit dabei immer auch auf eine zeitgleich sehr hohe Fleischleistung gelegt wurde und wird. Obwohl in Bayern auf Grund der recht großen Bedeutung der Rasse Braunvieh in der Milchviehhaltung dementsprechende viele männliche Kälber vor Ort zur Verfügung stehen, wird dieses Potential für die Rindermast bisher nur zum Teil genutzt. Viele der Tiere werden bereits als Kalb in andere Bundesländer exportiert, dort auch weitergemästet oder unter Umständen als Fresser im Bereich von 200 kg Gewicht zur Weitermast wieder nach Bayern zurückverbracht. Grund könnten die in der Praxis häufig verbreiteten Bedenken wegen größerer Schwierigkeiten (Tränke- und Futteraufnahme, Krankheitsanfälligkeit) bei der Aufzucht von Fresserkälbern der Rasse Braunvieh im Vergleich zu Fleckvieh sein.

Da die Mast von Braunvieh in Bayern in den letzten Jahren dementsprechend eher untergeordnete Bedeutung hatte, stehen auch nur wenige neueren Untersuchungen zur erzielbaren Mast- und Schlachtleistung zur Verfügung. Versuche, in denen darüber hinaus Futteraufnahme und Nährstoffversorgung erfasst wurden und aus denen sich dementsprechend Rückschlüsse zur notwendigen Fütterungsintensität ziehen lassen, sind bereits 30 Jahre alt. Da diese älteren Arbeiten den Bereich der Fresseraufzucht nicht mit erfasst haben und darüber hinaus die derzeit verfügbare Genetik nicht abdecken können, wurden an der LfL Bayern aktuell drei entsprechende Untersuchungen durchgeführt. In vorliegendem Versuch wurde die Energie- und Nährstoffversorgung in der Aufzucht von Fresserkälbern der Rassen Fleckvieh und Braunvieh vergleichend über unterschiedliche Einsatzmengen an Milchaustauscher (MAT) variiert.

### **Material und Methoden**

Der Fütterungsversuch wurde an der Versuchsstation Karolinenfeld der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) mit 74 männlichen Kälbern der Rassen Braunvieh und Fleckvieh über einen Zeitraum von insgesamt 14 Wochen hinweg durchgeführt. Zu Versuchsbeginn hatten die 37 Braunvieh-Kälber ein Gewicht von  $72 \pm 5$  kg bei einem Alter von  $37 \pm 9$  Tagen. Die 37 Fleckvieh-Kälber hatten ein mittleres Gewicht von  $77 \pm 4$  kg bei einem Alter von  $39 \pm 8$  Tagen. Vor allem die Fleckvieh-Kälber waren damit jünger und deutlich leichter als in vorangegangenen Untersuchungen (Ettle et al., 2017). Die Kälber wurden unter Berücksichtigung von Rasse, Lebendmasse und Alter gleichmäßig auf zwei Versuchsgruppen mit je 37 Tieren aufgeteilt.

Ein Teil der Tiere (42 Kälber) war in zwei Tiefstrebuchten in einem Warmstall untergebracht, die übrigen Tiere (32 Kälber) in zwei Tiefstrebuchten in einem Aussenklimastall. Die Aufstellung erfolgte buchtenweise getrennt nach Rasse.

Während der Tränkephase wurde eine Trocken-TMR auf Basis Kraftfutter (55,7%), Heu (30%) und Melasse (14,3%) verfüttert. In der Phase nach dem Absetzen wurde eine TMR mit Maissilage (durchschnittlich 63,6%), Kraftfutter (30,8%), Heu (3,7%) und Melasse (1,9%), ergänzt mit 120 g Bierhefe je Tier und Tag, verfüttert. Diese Ration wurde wöchentlich angepasst und orientierte sich an den Vorgaben der Gruber Tabellen in der Rindermast (LfL, 2015). Während der Tränkephase wurde ein Kraftfutter mit 16,3% XP/kg TM und 13,3 MJ ME/kg TM eingesetzt, nach dem Absetzen hatte das Kraftfutter XP- und ME-Konzentrationen von 22,4% der TM und 12,6 MJ/kg TM (Tabelle 1).

Die Menge an verabreichter Tränke war für die beiden Versuchsgruppen gleich. Dabei wurde die Konzentration an MAT für die erste Versuchsgruppe über die gesamte Tränkephase hinweg konstant bei 120 g/l gehalten. In der Versuchsgruppe 2 wurde die Konzentration an MAT über die ersten 3 Tränkewochen auf 160 g/l eingestellt danach wurden bis zum Absetzen ebenfalls 120 g MAT/l gefüttert. Nach Plan betrug die angebotene Menge an MAT-Pulver für die Gruppen 1 und 2 damit 20-nd 25 kg/Tier. Es wurde ein Milchaustauscher mit 50% Magermilchpulveranteil eingesetzt.

Von der TMR und den Einzelkomponenten der TMR wurden regelmäßig Proben gezogen und diese auf die Rohnährstoffgehalte nach Standardmethoden (VDLUFA, 2012) untersucht. Die Rohnährstoffgehalte und Energiegehalte der TMR wurden aus deren Zusammensetzung und den Gehalten in den Einzelkomponenten errechnet. Die Futteraufnahme wurde täglich je Futtergruppe erfasst, die Aufnahme an MAT wurde automatisch am Tränkeautomaten erfasst. Die Lebendmasse der Tiere wurde alle 2 Wochen festgestellt und daraus die Tageszunahmen errechnet.

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm Paket SAS (Version 9.2, SAS Institut, Cary, NC, USA; Varianzanalyse, Mittelwertsvergleich). Es konnten Daten von 73 Tieren ausgewertet werden.

Tabelle 1: Zusammensetzung (%) der Kraftfuttermischungen während der Tränkeperiode und nach dem Absetzen

	Tränkeperiode	Nach dem Absetzen	
		Zusammensetzung, %	
Gerste	41,7		4,0
Körnermais	20,0		23,0
Weizen	10,0		-
Rapsextraktionsschrot	24,0		46,0
Trockenschnitzel	-		20,0
Sojaöl	0,5		2,5
Mineralfutter/Viehsalz/CaCO <sub>3</sub>	3,8		4,5

Tabelle 2: Rohnährstoff- und Energiegehalte der eingesetzten Futtermittel

	TM g/kg	XA	XP	XL	XF	aNDFom	ME MJ/kg TM
						g/kg TM	
Maissilage	422	31	79	35	202	399	11,14
Heu	831	56	126	19	320	602	9,04
Kraftfutter, Tränkeperiode	899	61	163	42	60	190	13,28
Kraftfutter, nach dem Absetzen	900	108	224	65	123	305	12,61
Milchaustauscher	962	71	229	197	3	4	16,78

## Ergebnisse und Diskussion

Die Kälber der Gruppen 120 und 160 g MAT/I nahmen durchschnittlich 20,5 und 24,1 kg MAT/Tier auf, womit die Zielvorgaben annähernd erreicht wurden. In den verschiedenen Versuchsabschnitten lagen die täglichen Zunahmen unabhängig von der Rasse nach erhöhter MAT-Zufuhr leicht über denen der Vergleichsgruppe. Auch wenn die Gruppenunterschiede gering sind, könnte dies die Hypothese, dass die Verwertung des MAT in den ersten Wochen besonders günstig ist, stützen. Im Gegensatz zu früheren Untersuchungen mit variierendem MAT-Einsatz in der Fresseraufzucht (Ettle et al., 2009, Ettle und Obermaier, 2015) konnten die Kälber in der Gruppe 120 g MAT/I die niedrigere Versorgung über die Tränke allerdings offensichtlich nicht vollständig durch eine höhere Futteraufnahme kompensieren.

Tabelle 3: Mittlere tägliche Futter-, Rohprotein- und Energieaufnahme in den Versuchsabschnitten

	<b>Rasse</b>	
	Braunvieh	Fleckvieh
<b>Tränkeperiode</b>		
TM-Aufnahme (kg/Tag)	1,69	1,80
XP-Aufnahme, g/Tag	291	307
ME-Aufnahme, MJ/Tag	22,3	23,6
<b>Nach Absetzen</b>		
TM-Aufnahme (kg/Tag)	4,22	4,50
XP-Aufnahme, g/Tag	642	684
ME-Aufnahme, MJ/Tag	49,3	52,6
<b>Gesamt</b>		
TM-Aufnahme (kg/Tag)	3,13	3,34
XP-Aufnahme, g/Tag	491	522
ME-Aufnahme, MJ/Tag	37,7	40,2

Tabelle 4: Entwicklung der Lebendmasse und der täglichen Zunahmen

	Braunvieh		Fleckvieh	
	120 g MAT/I	160 g MAT/I	120 g MAT/I	160 g MAT/I
Anfangsgewicht, kg	72±6 <sup>b</sup>	72±5 <sup>b</sup>	77±5 <sup>a</sup>	77±3 <sup>a</sup>
Absetzgewicht, kg	108±10 <sup>b</sup>	110±9 <sup>b</sup>	117±10 <sup>a</sup>	120±8 <sup>a</sup>
Endgewicht, kg	187±15 <sup>c</sup>	190±14 <sup>bc</sup>	199±15 <sup>ab</sup>	205±15 <sup>a</sup>
Zuwachs Tränkeperiode, g/Tag	866±169 <sup>b</sup>	913±159 <sup>sb</sup>	950±183 <sup>ab</sup>	1015±161 <sup>a</sup>
Zuwachs nach Absetzen, g/Tag	1397±138	1424±164	1471±150	1524±143
Zuwachs gesamt, g/Tag	1170±127 <sup>b</sup>	1205±121 <sup>ab</sup>	1248±149 <sup>ab</sup>	1306±139 <sup>a</sup>

Verschiedene Hochbuchstaben bedeuten signifikante Unterschiede bei P<0,05

Die Gewichte der Kälber in den Gruppen 120 und 160 g MAT/I betrugen zum Absetzen 113 und 115 kg, zu Versuchsende 193 und 198 kg. Auch hier ergibt sich aus den relativ geringen Unterschieden zwischen den Gruppen, dass die Frage nach der Vorzüglichkeit eines der beiden Tränkeverfahren nicht abschließend zu beantworten ist. Im Vergleich zu früheren Untersuchungen (Ettle et al., 2017) war die Differenzierung in der MAT-Zuteilung allerdings vergleichsweise gering.

Im Vergleich der Rassen zeigt sich eine etwas höhere Futteraufnahme bei den Fleckviehkälbern im Vergleich zu den Braunviehkälbern (Tabelle 3), was sich mit Ergebnissen eines früheren Versuches deckt (Ettle et al., 2017). Dabei lag der Abruf an Tränke bei den Braunviehkälbern leicht höher als bei den Braunviehkälbern. Aus der Praxis ist häufig von Saugschwäche bei jungen weiblichen Braunviehkälbern zu hören, was sich durch vorliegende Messungen in der Fresseraufzucht nicht bestätigen lässt.

Die Braunviehkälber erreichten nach 14 Wochen Aufzuchtdauer Endgewichte von durchschnittlich 188 kg. Damit wurden im Durchschnitt 1187 g tägliche Zunahmen erzielt. Damit bestätigt sich zum wiederholten Mal das hohe Mastleistungspotential der Rasse Braunvieh. Die täglichen Zunahmen der Fleckviehkälber lagen durchschnittlich um 90 g je Tag über denen der Braunviehkälber. Die Fleckviehkälber in der Gruppe 160 g MAT/I hatten mit rund 1300 g/Tag hohe Zuwachsrate auf dem Niveau aus früheren Untersuchungen (Ettle et al., 2017). Da die Fleckviehkälber zu jedem Zeitpunkt des Versuches schwerer waren als die Braunviehkälber, relativieren sich auch die Unterschiede in der Futteraufnahme zwischen den Rassen. Bezogen auf das mittlere Gewicht war die Futteraufnahme zwischen den Rassen gleich.

Auf Grundlage der Internet-Deckungsbeiträge der LfL (LfL, 2018) wurde eine ökonomische Bewertung der Daten im Rassenvergleich vorgenommen. Als Bezugszeitraum für die Preise und Kosten wurde der Durchschnitt der Jahre 2013-2015 verwendet, um die Vergleichbarkeit mit einem ähnlichen Versuch (Ettle et al., 2018) zu gewährleisten.

Tabelle 5: Futterverbrauch und Futterkosten (Ø der Jahre 2013-2015, brutto)

Futtermittel	Verbrauch (dt Frischmasse/Tier)		Kosten (€/dt Frischmasse)
	Braunvieh	Fleckvieh	
Maissilage	2,56	2,73	3,60 <sup>1)</sup>
Heu	0,31	0,34	10,13 <sup>2)</sup>
Milchaustauscher (50% MMP)	0,23	0,22	217,32 <sup>2)</sup>
Melasse	0,16	0,17	35,31 <sup>2)</sup>
Bierhefe	0,04	0,04	92,02 <sup>2)</sup>
Kraftfutter 1	0,32	0,35	20,96 <sup>3)</sup>
Kraftfutter 2	1,19	1,27	26,07 <sup>3)</sup>
Mineralfutter	0,05	0,06	40,75 <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Variable Kosten lt. LfL-Internet-DB, ohne Prämien

<sup>2)</sup> Preis lt. LfL-Statistik bzw. Landhandel

<sup>3)</sup> Preis lt. LfL-Statistik, eigene Berechnungen

Tabelle 6: Deckungsbeitrag <sup>1)</sup>

(€/Tier)	Rasse	
	Braunvieh	Fleckvieh
Marktleistung <sup>2)</sup>	587	825
Düngerwert	7	7
Summe Leistungen	594	832
Einstellwert	221	460
Milchaustauscher	49	48
Kraftfutter	38	41
Melasse, Bierhefe, Mineraffutter	11	12
Einstreu	8	8
Sonstige variable Kosten <sup>3)</sup>	57	57
Summe Variable Kosten	384	626
Deckungsbeitrag I	210	206
Variable Grobfutterkosten	12	13
Deckungsbeitrag II	198	193
Deckungsbeitrag II (€/Jahr) <sup>4)</sup>	664	647
Deckungsbeitrag II (€/Futtertag)	2,02	1,97

<sup>1)</sup> nach LfL-Internet-DB, Ø 2013-2015, brutto <sup>2)</sup> abzüglich 1,3% Verluste

<sup>3)</sup> Tierarzt, Wasser, Energie, Maschinenkosten Stall, Gebühren <sup>4)</sup> Belegung 90%

Deckungsbeitrag II (€/Jahr) <sup>4)</sup> 664 647  
Deckungsbeitrag II (€/Futtertag) 2,02 1,97

In der Fütterung sind die variablen Kosten für Maissilage im dreijährigen Schnitt ohne Prämien kalkuliert; bei den anderen Komponenten liegen die LfL-Preisstatistik bzw. Angaben des Landhandels zu Grunde (Tabelle 5). Tabelle 6 fasst die Leistungen und variablen Kosten im Deckungsbeitrag zusammen. Der mit Abstand größte Kostenfaktor ist der Tierzukauf (Einstellwert). Die Werte stammen aus der Kälberpreisstatistik des Landesverbands Bayerischer Rinderzüchter; für das Braunvieh ergibt sich hier ein Vorteil von 239 €/Tier. Dies entspricht dem Mehrerlös, den der Fleckviehfresser beim Verkauf erzielt. Bei der Marktleistung wird in Anlehnung an die LKV-Ergebnisse der Fresserzeugung für beide Rassen ein Verlustausgleich von 1,3% in Ansatz gebracht. Die Futterkosten sind bei beiden Varianten praktisch gleich. Beim Deckungsbeitrag II (nach Grobfutter) ergibt sich für Braunvieh im Vergleich zum Fleckvieh unter den getroffenen Annahmen ein geringer Vorteil von 5 €/Tier. In einer vergleichbaren Untersuchung lag die Überlegenheit des Braunviehs bei 15 €/Tier). Die Unterschiede zwischen den Versuchen ergeben sich in erster Linie durch die Unterschiede in den Einstallgewichten und damit dem Zukaufspreis.

## Fazit

In vorliegender Untersuchung wurde die Zuwachsleistung in der Fresseraufzucht mit Braunvieh und Fleckvieh bei Einsatz variierender MAT-Aufwandmengen verglichen. Die geringere MAT-Aufwandmenge konnte offensichtlich nicht vollständig über eine höhere Aufnahme an TMR kompensiert werden, was sich bei beiden Rassen in tendenziell erniedrigten Zuwachsraten widerspiegelt. Braunviehkalber erbrachten mit knapp 1200 g täglichen Zunahmen sehr gute Leistungen, die jedoch nicht ganz an das Niveau von Fleckvieh heranreichten. Die ökonomische Bewertung zeigte eine leichte Überlegenheit bei der Aufzucht von Fresserkälbern der Rasse Braunvieh im Vergleich zum Fleckvieh. Großen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit haben bei beiden Rassen die Qualität und der Preis der Kälber, der Fressererlös und die Tierverluste. Unter Berücksichtigung dieser Faktoren kann die Fresseraufzucht von Braunviehkalbern für den Landwirt eine sinnvolle Alternative zur Aufzucht von Fleckviehkalbern darstellen.

## Literatur

Ettle, T., Obermaier, A. (2015): Untersuchungen zu unterschiedlichen Einsatzhöhen von Milchaustauscher (25 kg vs. 40 kg) in der intensiven Fresseraufzucht mit Fleckvieh. Tagungsband Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Verband der Landwirtschaftskammern, 37 - 40

Ettle, T., Obermaier, A., Edelmann, P. (2017): Einfluss unterschiedlicher MAT- Konzentrationen (120 vs. 160 g/l) auf Futteraufnahme und Zuwachs von Fresserkälbern (FV und BV). Tagungsband Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, 71-74

Ettle, T., Obermaier, A., Heim, M. (2018): Untersuchungen zur Futteraufnahme und Zuwachsleistung in der Aufzucht von Fresserkälbern der Rassen Braunvieh und Fleckvieh bei variierender Höhe des Angebots an Milchaustauscher. 130. VDLUFA-Kongress, Kurzfassung der Referate, im Druck.

Ettle, T., Obermaier, A., Schuster, H., Spiekers, H. (2009): Untersuchungen zum Einsatz von Milchaustauscher in der Fresseraufzucht mit Fleckvieh. VDLUFA-Schriftenreihe 65/2009, 304-308

LfL (2015): Gruber Tabellen zur Fütterung in der Rindermast. LfL-Information, 19. Auflage.

LfL (2017): Internet-Deckungsbeiträge der LfL Bayern. Online verfügbar: <https://www.stmelf.bayern.de/idb/>

Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA) (Hrsg.), 2012: Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik (VDLUFA-Methodenbuch), Bd. III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

### Autorenanschrift:

Dr. Thomas Ettle,  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,  
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Grub  
Prof.-Dürrwaechter-Platz 3, 85586 Poing  
Email: Thomas.Ettle@LfL.bayern.de

## Einfluss einer Zulage von Stroh auf Futteraufnahme und Milchleistung von Braunvieh- und Fleckviehkühen

**M. Wagner<sup>1</sup>, A. Obermaier<sup>2</sup>, T. Ettle<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universität Hohenheim, Institut für Nutztierwissenschaften

<sup>2</sup>Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft

### Einleitung

Insbesondere bei Rationen mit hohen Maissilageanteilen spielt sich die gängige Fütterungspraxis häufig in einem Bereich ab, in dem die Sicherung der Versorgung mit Faser kaum gewährleistet ist bzw. die Belastung mit leicht löslichen Kohlenhydraten grenzwertig ist. In der Praxis wird häufig durch Zulage von Futterstroh gegengesteuert, was auch Stand in der bayerischen Fütterungspraxis ist. Auch Untersuchungen am Haus Riswick in NRW (Pries et al., 2016) zeigten positive Auswirkungen einer Strohzulage. Andererseits lag im Versuch optiKuh in Grub das Futteraufnahme- und Leistungsniveau auf einem niedrigen Niveau (Hertel-Böhnke et al., 2018), was an den hohen Strohanteilen an der Ration liegen könnte. Um zu klären, ob eine Strohzulage in moderatem oder erhöhtem Umfang Einfluss auf Futteraufnahme und Leistungskriterien bei der Milchkuh hat, wurde am Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum Achselschwang der LfL Bayern ein entsprechender Milchviehfütterungsversuch mit gestaffelter Strohzulage durchgeführt.

### Material und Methoden

Für den 12-wöchigen Milchviehfütterungsversuch wurden 48 Brown-Swiss und Fleckviehkühe ausgewählt, die unter Berücksichtigung von Rasse, Laktation, Laktationsstand, Futteraufnahme, Milchleistung und Milchinhaltstoffen gleichmäßig auf drei Fütterungsgruppen aufgeteilt wurden. In jeder Gruppe waren 6 Brown Swiss- und 10 Fleckviehkühe vertreten. Im Mittel befanden sich die Tiere zu Versuchsbeginn am  $128. \pm 60$  Laktationstag der 3. Laktation. In Gruppe 1 wurde eine mais- und grassilagebasierte Teilmischration ohne Strohanteil (Tabelle 1) zuzüglich Leistungskraftfutter am Abrufautomaten vorgelegt (Gruppe 0% Stroh). Für Gruppe 2 wurde diese Ration mit einem Strohanteil von 2,25% der Ration ergänzt, so dass sich unter Annahme einer mittleren Leistungskraftfutteraufnahme von 3 kg/Tier und Tag ein Strohanteil der Gesamtration von 2% der TM errechnete (Gruppe 2% Stroh). In Gruppe 3 wurde die Strohzulage so gewählt, dass sich ein Anteil von 10% der Tagesration (TM) ergab. Auf einen Ausgleich der Energie- und Nährstoffkonzentrationen wurde verzichtet.

Die Kühe wurden in einem Offenfrontstall mit Liegeboxen gehalten. Die Futteraufnahme wurde tierindividuell über Wiegetröße gemessen. Die Milchleistung wurde täglich erfasst, Milchproben wurden einmal je Woche vom Morgen- und Abendgemelk eines Tages gezogen. Die Körperkondition wurde zu Versuchsbeginn, Versuchsmitte und zu Versuchsende erfasst. Dabei wurde der Body Condition Score (BCS) auf einer 5-stufigen Skala nach den Angaben von Edmonson et al. (1989) und Jilg und Weinberg (1998) beurteilt. Die Rückenfettdicke (RFD) wurde mit einem Ultraschallgerät (Tringa Linear Vet, Esaote Europe BV, Maastricht, Niederlande) nach der Methode von Staufenbiel (1992) gemessen. Zusätzlich wurden die Kühe zu Versuchsbeginn, zur Mitte des Versuches und zum Versuchsende gewogen. Die Erfassung des Wiederkauverhaltens erfolgte über Nasenbandsensoren (Rumiwatch), die 6 Kühen jeder Versuchsgruppe über einen Zeitraum von 2 Wochen angelegt

wurden. Die hier dargestellten Daten wurden mit der Software RumiWatch Converter (0.7.3.2) ausgewertet, die zeitliche Auflösung betrug 1 Minute. Es konnten Daten von 3 Kühen je Gruppe ausgewertet werden. Weiterhin erfolgte bei den mit den Sensoren ausgestatteten Kühen an 2 Tagen eine visuelle Überprüfung der Wiederkauschläge je Minute. Eine Überprüfung der Kotkonsistenz wurde an 2 Tagen an Hand einer Skala von 1=dünnflüssig bis 5=fest vorgenommen. Die Verdaulichkeit der Rohnährstoffe der Teilmischrationen wurde an 5 Hammeln der Rasse Merinolandschaf je Gruppe nach den Vorgaben der GfE (1991) bestimmt.

Tabelle 1: Zusammensetzung (% der TM) und kalkulierte Energie- und Rohnährstoffgehalte der Teilmischrationen

	Versuchsgruppe, Strohzulage		
	0%	2%	10%
Grassilage 1. Schnitt	20,5	20,1	18,3
Maissilage	43,6	42,6	38,7
Heu	2,09	2,04	1,85
Gerstenstroh	0	2,25	11,1
Gerste	6,89	6,73	6,12
Körnermais	6,89	6,73	6,12
Rapsextraktionsschrot	18,7	18,2	16,6
Mineralfutter/Futterharnstoff/CaCO <sub>3</sub>	1,31	1,28	1,17
 NEL (MJ/kg TM)	6,91	6,85	6,60
XP (g/kg TM)	158	156	147
nXP (g/kg TM)	161	158	152
XF (g/kg TM)	162	168	191
aNDFom (g/kg TM)	324	334	373
ADFom (g/kg TM)	220	225	243
Stärke (g/kg TM)	255	250	240
Zucker (g/kg TM)	36	35	33
peNDF Grobfutter (g/kg TM)	255	267	314

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

Die Auswertung der Daten erfolgte mit dem Statistikpaket SAS (Version 9.2, SAS Institut, Cary, NC, USA) unter Verwendung der Prozedur „GLM“ mit einer einfaktoriellen Varianzanalyse. In den Tabellen sind die Gruppenmittelwerte und die zugehörigen Standardabweichungen angegeben.

## Ergebnisse und Diskussion

Die Verdaulichkeit der Rohnährstoffe lag in den Teilmischrationen ohne und mit 2% Stroh auf einem vergleichbaren Niveau (Tabelle 2). Die Verdaulichkeit der Rohfaser war nach 10% Strohzulage leicht vermindert, die Verdaulichkeit der organischen Masse deutlich um 2,5 bis 3,4 Prozentpunkte. Die aus den Verdaulichkeitsbestimmungen resultierenden Energiegehalte lagen deutlich höher als bei der Rationsgestaltung angenommen.

Tabelle 2: Einfluss des Anteils an Stroh in der Teilmischration auf die Verdaulichkeit der Rohnährstoffgehalte beim Hammel

	Teilmischration, Strohzulage		
	0%	2%	10%
Verdaulichkeit, %			
OM	78,9±1,9 <sup>a</sup>	79,8±0,9 <sup>a</sup>	76,4±0,8 <sup>b</sup>
XP	70,4±3,3	70,3±2,8	67,4±1,1
XL	84,5±1,5	83,5±3,9	80,5±4,5
XF	65,4±3,7	67,6±2,2	64,4±2,5
NfE	84,7±1,3 <sup>a</sup>	85,8±1,4 <sup>a</sup>	82,7±0,5 <sup>b</sup>
OR	81,7±1,6 <sup>a</sup>	82,6±0,6 <sup>a</sup>	79,6±0,5 <sup>b</sup>
ME	11,6	11,7	11,2
NEL	7,10	7,19	6,77

Verschiedene Hochbuchstaben bedeuten signifikante Unterschiede bei P<0,05

Die tägliche Trockenmasseaufnahme lag in der Gruppe 0% Stroh bei 24,8 kg/Tier und Tag (Tabelle 3), in den Gruppen 2 und 10% Stroh ergaben sich nominal niedrigere TM-Aufnahmen von 24,5 und 23,8 kg/Tier und Tag. Deutliche (p<0,05) Unterschiede in der TM-Aufnahme ergaben sich in Versuchswöche 11 mit 23,8 kg und 21,3 kg TM/d für die Gruppen 0 und 10% Stroh. In Versuchswöche 12 lag die TM-Aufnahme in der Gruppe 0% Stroh mit 25,1 kg TM/d höher als in den Gruppen 2 und 10% Stroh mit 23,4 und 22,1 kg/Tag. Als Ergebnis der abgestuften Futteraufnahme und den variierenden Gehalten an Energie und Nährstoffen in den Rationen ergaben sich mit steigender Strohzulage verminderte (p<0,05) Aufnahmen an Energie, nXP und XP, während die Aufnahme an aNDFom und XF gegenläufig anstieg.

Obwohl für vorliegende Untersuchung für die Gruppe 0% Stroh eine Ration mit vergleichsweise hohen Gehalten an Maissilage und Kraftfutter gewählt wurden, ergeben sich durch moderate praxisübliche Strohzulagen von 2% der TM demnach keine stabilisierenden Effekte auf die Futteraufnahme. Damit können die Ergebnisse von Pries et al. (2016), nach denen eine Strohzulage in vergleichbarer Höhe in Abhängigkeit der Aufbereitung der verfütterten Maissilage eine moderate bis deutliche Erhöhung der Futteraufnahme bewirkte, nicht bestätigt werden. Für die Gruppen 0, 2 und 10% Stroh errechnen sich Gehalte an aNDFom aus dem Grobfutter von 25, 26 und 30% der TM. Im Vergleich zum Zielwert von 31,2% der TM, der nach Zebeli et al. (2008) mit einem mittleren ruminalen pH-Wert von 6,27 und damit den Voraussetzungen für stabile Verhältnisse im Pansen korrespondiert, erscheinen diese Werte in den Gruppen 0 und 2% Stroh sehr niedrig. Trotzdem wurden in diesen beiden Gruppen insgesamt sehr hohe Futteraufnahmen gemessen, so dass sich hier keine Rückschlüsse auf acidotische Verhältnisse ableiten lassen. Im Gegenteil wurde die nominal höchste Futteraufnahme in der Gruppe 0% Stroh gemessen. Die Ermittlung der Gehalte an pNDFom<sub><1,18mm</sub> der Gesamtration mit Hilfe der Schüttelbox ergab Gehalte von 28,8, 29,8 und 32,6%. Nach Auswertungen von Zebeli et al.

(2008) ergibt sich bei Gehalten von 21,6-31,9% peNDF in der TM nur ein leichter Rückgang in der TM-Aufnahme, erst ab Gehalten > 31-32% sinkt die Futteraufnahme deutlich ab. Diese Angaben sind durchaus mit den Ergebnissen des vorliegenden Versuches vereinbar.

Die tägliche Milchleistung lag in der Gruppe 10% Stroh um 2,4 bis 2,7 kg niedriger als bei den Vergleichsgruppen (Tabelle 4), wobei die Unterschiede statistisch nicht abzusichern waren. Die ECM sank mit steigender Strohzulage nominal ab. Im Versuchsverlauf entwickelte sich die Milchleistung stärker auseinander und ab Versuchswoche 10 zeigten sich mit steigender Strohzulage tendenziell ( $p<0,1$ ) bis deutlich ( $p<0,05$ ) absinkende Werte. In vorliegendem Versuch wurde der mit steigendem Strohanteil in der Ration gegenläufig absinkende Energie- und nXP-Gehalt der Ration nicht über steigende Kraftfutteranteile ausgeglichen. Damit sollte ein praxisübliches Vorgehen dargestellt werden. Dieses Vorgehen lässt immer dann negative Effekte auf die Leistung erwarten, wenn die erniedrigte Energiekonzentration der Ration nicht durch steigende Futteraufnahme ausgeglichen werden kann. Ähnliche Schlussfolgerungen ergeben sich auch aus Untersuchungen zum Austausch von Luzernesilage gegen Gras- oder Maissilage (Ettle, 2012).

Tabelle 3: Einfluss des Anteils an Futterstroh in der Ration auf die Futter- und Nährstoffaufnahme von Milchkühen

	Versuchsgruppe, Strohzulage		
	0%	2%	10%
TM-Aufnahme (kg) TM	24,8±2,3	24,5±2,1	23,8±2,2
Kraftfutteraufnahme (kg) TM	9,1±1,67 <sup>b</sup>	8,9±1,42 <sup>ab</sup>	8,0±1,31 <sup>a</sup>
NEL (MJ / d)	174±17 <sup>a</sup>	169±15 <sup>ab</sup>	159±15,5 <sup>b</sup>
nXP (g/d)	3855±385 <sup>a</sup>	3752±338 <sup>ab</sup>	3529±349 <sup>b</sup>
Rohprotein (g / d)	3660±405	3561±350 <sup>ab</sup>	3294±353 <sup>b</sup>
aNDFom (g / d)	8367±680 <sup>b</sup>	8546±663 <sup>b</sup>	9128±755 <sup>a</sup>
Rohfaser (g / d)	3990±385 <sup>b</sup>	4124±311 <sup>b</sup>	4535±362 <sup>a</sup>
XS + XZ (g/d)	7552±827 <sup>a</sup>	7236±710 <sup>a</sup>	6531±708 <sup>b</sup>
pabKH, g/d	6911±737 <sup>a</sup>	6614±634 <sup>a</sup>	5976±635 <sup>b</sup>
NDF Grobfutter, % der TM	25	26	30
Strukturindex aNDFom	36	39	47

Verschiedene Hochbuchstaben bedeuten signifikante Unterschiede bei  $P<0,05$

Die Milchfettgehalte bewegten sich zwischen 3,69 und 3,85%, wobei kein gerichteter Effekt der Strohzulage erkennbar ist. Als physiologische Reaktion der Milchkuh auf einen Mangel an Struktur in der Ration wird häufig der Milchfettgehalt herangezogen (Zebeli und Humer, 2016). Im vorliegenden Versuch konnte jedoch auch in der Gruppe 0% Stroh keine Milchfettdepression als Folge azidotischer Bedingungen im Pansen festgestellt werden. Ähnliche Schlussfolgerungen lassen sich auch aus den Messungen zum Wiederkauverhalten und der Kotbonitur ziehen. Es zeigten sich keine gerichteten Behandlungsunterschiede, wobei hier die geringe Anzahl an Beobachtungen zu berücksichtigen ist. Auch die Entwicklung der Lebendmasse, der RFD und des BCS waren im Versuch nicht von der Rationsgestaltung beeinflusst.

Tabelle 4: Einfluss des Anteils an Futterstroh in der Ration auf Milchleistungskriterien

	Versuchsgruppe, Strohzulage		
	0%	2%	10%
Milchmenge (kg/d)	36,0±5,7	35,7±5,4	33,3±4,7
Milchfett (%)	3,80±0,34	3,69±0,38	3,85±0,32
Milcheiweiß (%)	3,61±0,17	3,60±0,20	3,65±0,27
Laktose (%)	4,77±0,13	4,67±0,13	4,70±0,09
Harnstoff (mg/l Milch)	187±25	197±26,7	191±24,9
ECM (kg)	35,5±5,1	34,6±4,1	33,0±3,8

## Fazit

Die Zulage von moderaten Mengen an Stroh zu einer Ration mit vergleichsweise hohen Anteilen an Maisilage und Kraftfutter erbrachte in vorliegender Untersuchung keine positiven Effekte auf Futteraufnahme oder Milchleistungskriterien. Aus den Milchfettgehalten oder der Kotkonsistenz lässt sich nicht auf verstärkt azidotische Bedingungen im Pansen von Kühen schließen, die die Ration ohne Strohzulage erhalten haben. Eine Fütterung in den Grenzbereichen der Empfehlungen zur Versorgung mit Faser und abbaubarer Stärke und Zucker erscheint dann möglich, wenn weitere Managementfaktoren beachtet werden (ständiger Zugang zum Futter, homogene Mischungen, hohe Konstanz bei der Erstellung der Mischungen etc.). Sollen Rationen aus betriebsinternen Gründen wie z.B. Futterknappheit mit höheren Anteilen an Stroh aufgemischt werden, ist eine Erhöhung der Kraftfutteranteile zu empfehlen, um die Energiekonzentration der Rationen an den Bedarf anzupassen. Erfolgt dieser Ausgleich nicht, ist mit einer Verminderung der Futteraufnahme und Leistung zu rechnen.

## Literatur

- DLG (2001): Struktur- und Kohlenhydratversorgung der Milchkuh, DLG-Information 2/2001 des DLG-Arbeitskreises Futter und Fütterung, incl. Ergänzung von 2008, DLG Frankfurt a.M.
- DLG (2011): Leitfaden zur Berechnung des Energiegehaltes bei Einzel- und Mischfuttermitteln für die Schweine- und Rinderfütterung.
- Edmondson, A.J., Lean, I.J., Weaver, L.D., Farver, T., Webster, U.G. (1989): A body condition scoring chart of Holstein dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72, 68-78.
- Ettle T (2012): Grünfutter vom Acker – Wo liegen die Potenziale? Tagungsband 50. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V., 59-64
- GfE (2008): New equations for predicting metabolisable energy of grass and maize products for ruminants. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 17, 191-197.
- GfE (Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) (1991): Leitlinien zur Bestimmung der Verdaulichkeit von Rohnährstoffen an Wiederkäuern, *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 65, 229 - 234
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) (2014): Communications of the committee for requirement standards of the society of nutrition physiology: Evaluation of structural effectiveness of mixed rations for dairy cows – status and perspectives. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 23, 165-179.
- Hertel-Böhnke, P., Ettle, T., Spiekers, H. (2018): Effects of varying energy concentration of roughage and concentrate levels on feed intake and performance of Simmental cows over two years. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.*, 27, 79
- Jilg, T., Weinberg, L. (1998): Konditionsbewertung jetzt auch beim Fleckvieh. *top agrar* 6, R12-R15.
- Pries, M., Bothe, B., Beintmann, S., Denissen, J., Hoffmanns, C., Hoppe, S., Hünting, K., Speit, J.-H., Steevens, L., Wolzenburg, C., Gerlach, K., Maack, C. (2016): Silier- und Fütterungsversuch mit Shredlage-Silage im Vergleich zur Maisilage mit herkömmlicher Häcksellänge. Riswicker Ergebnisse 2/2016.

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

Staufenbiel, R. (1992): Energie- und Fettstoffwechsel des Rindes – Untersuchungskonzept und Messung der Rücken

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

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

Zebeli, Q., Humer, E. (2016): Ausreichend Struktur in der Milchviehratration? Von der Bewertung zur adäquaten Versorgung. Tagungsband 43. Viehwirtschaftliche Fachtagung Raumberg-Gumpenstein, 21-27

**Autorenanschrift:**

Dr. Thomas Ettle,  
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,  
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Grub  
Prof.-Dürrwaechter-Platz 3, 85586 Poing  
Email: Thomas.Ettle@Lfl.bayern.de

# MIT SICHERHEIT GUT GEFÜTTERT



LEVUCELL SB für eine **verbesserte**  
**Lebensmittelsicherheit**

LEVUCELL SB, die **spezifische Lebendhefe** für Monogastrier, reduziert die Belastung durch *Salmonella* Ssp. im Verdauungstrakt von Masthähnchen und auf den Schlachtkörpern.

LEVUCELL SB, *Saccharomyces cerevisiae boulardii* CNCM I-1079, ist bisher **das einzige Probiotikum**, das in der EU als Futterzusatzstoff mit einer spezifischen **Funktion für die Lebensmittelsicherheit zugelassen wurde**.

LEVUCELL SB ist in der EU für den Einsatz in Ferkeln, Sauen, Broilern und Mastgeflügelarten mit geringerer wirtschaftlicher Bedeutung zugelassen.

Nicht alle Produkte sind in allen Märkten verfügbar und einhergehende Produktansprüche können nicht in allen Regionen geltend gemacht werden.



Levucell SB  
titan

## **Effect of shreddage maize harvesting technology on fermentation parameters, packing densities and aerobic stability of maize crop ensiled in bunker silos**

**K. Huenting<sup>1</sup>, M. Schneider<sup>2</sup>, H. Spiekers<sup>2</sup>, M. Pries<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Agricultural research and education centre "Haus Riswick", agricultural chamber of North-Rhine-Westfalia,

<sup>2</sup>Institute for Animal Nutrition and Feed Management, Bavarian State Research Centre for Agriculture (LfL),

<sup>3</sup>Departement of animal nutrition, agricultural chamber of North-Rhine-Westfalia, D-59505 Bad Sassendorf, Germany)

### **Introduction**

During the past few years, a novel system of harvesting whole plant maize silage (WPMS) labelled "shreddage" was developed and applied in the United States. "Shreddage" is harvested with a self-propelled forage harvester equipped with after-market cross-grooved kernel-processing rolls. Additionally in the system "shreddage" the self-propelled forage harvester is set to a longer theoretical length of cut of 26 to 30 mm compared to commonly used 6-10 mm. Older research (Leurs 2006) states that increased particles length did not affect fermentation quality remarkably but decreased the ability to pack WPMS chopped at longer chop lengths. This study reports about the impact of this new harvest technology on fermentation quality, packing densities and aerobic stabilities of the ensiled WPMS on farm scale size bunker silos compared with conventionally processed maize silage.

### **Material and Methods**

In two consecutive years at two research institutes in the north-west ("Riswick") and the south of Germany ("Achselschwang") WPMS was harvested with two self-propelled forage harvesters parallel either as "shreddage" (Shred) or conventionally processed maize silage (Conv) with theoretical length of cut of 7 mm. Each harvesters roll clearance was set to 1 mm. The freshly harvested material at both locations and in both years was ensiled into separate bunker silos. Packing and distributing work at Riswick was done with wheel loaders of app. 15 t added with a 12 t weighing tractor for each bunker in 2015. In 2016 the additional packing tractor of 12 t for Shred was replaced by a Claas Xerion weighing 23 t. In Achselschwang in 2015 packing and distributing tractors weighing 10,5 t and 11,5 t for Conv and Shred were used alternately. In 2016 Shred was packed with two vehicles weighing 10,8 and 19,2 t; Conv was packed with one vehicle of a weight of 13,9 t. After a storage period of at least 7 weeks samples were taken from multiple points of each bunker to determine the nutrients and fermentation parameters of the different silages. During feed out phase measurements for packing densities and silage temperatures were carried out to cover aerobic stability development at the bunker surface. The following Table 1 shows averaged the fermentation products of the WPMS harvested either as Shred or Conv on the two different locations of the two years. The range of analyse conducted varied on the two research sides caused the partly missing data for NH<sub>3</sub>-N and ethanol.

Table 1: Impact of harvest technology on fermentation quality of maize WPMS (Riswick: 2015: n=1, 2016: n=1; Achselschwang: 2015 n=6, 2016: n=8)

	g/kg fresh matter (FM)	Riswick		Achselschwang	
		Conv	Shred	Conv	Shred
Dry matter (DM)	g/kg fresh matter (FM)	350 ± 4	359 ± 6	344 ± 6	344 ± 5
Lactic acid	g/kg DM	54 ± 8	45 ± 3	55 ± 11	56 ± 12
Acetic acid	g/kg DM	11 ± 2	10 ± 2	15 ± 1	17 ± 2
pH		3,9 ± 0,1	3,9 ± 0,1	3,8 ± 0,0	4,0 ± 0,1
NH <sub>3</sub> -N	% of total N	7,0 ± 1,1	6,7 ± 0,4	n.d.	n.d.
Ethanol	g/kg DM	7 ± 2	5 ± 1	n.d.	n.d.

n.d. = not determined

In Table 2 the averaged packing densities depending on harvest technology and the location are displayed. With this figures it has to be considered that conclusions were taken from first years' results and packing machinery of increased weight was used for the packing work for Shred in the second year to realize sufficient packing especially for the top layer of the bunker.

Table 2: Impact of harvest technology on packing density (Riswick: 2015: n=1, 2016: n=2; Achselschwang: 2015 n=6, 2016: n=4)

		Riswick		Achselschwang	
		Conv	Shred	Conv	Shred
Top	kg DM/m <sup>3</sup>	198 ± 23	156 ± 11	222 ± 23	210 ± 27
Mid	kg DM/m <sup>3</sup>	264 ± 14	251 ± 3	n.d.	n.d.
Bottom	kg DM/m <sup>3</sup>	280 ± 24	276 ± 14	237 ± 32	234 ± 34

n.d. = not determined

During the feed out phase of the ensiled WPMS the temperature development at the face of the bunkers was monitored on a regular base (see Table 3) by measuring ambient temperatures and the temperatures 40 – 50 cm behind the face in the top/middle area of the bunkers. At "Riswick" in both years of the trial a chemical additive was used to ensure aerobic stability. At "Achselschwang" only in the second year both, Conv and Shred WPMS were treated during harvest with an inoculant to improve aerobic stability.

Tabel 3: Average temperatures during feed out phase of ensiled WPMS

		Riswick		Achselschwang	
		2015 (n=20)	2016 (n=13)	2015 (n=11)	2016 (n=12)
Ø ambient	°C	13,3	8,3	23,8	10,7
Ø Conv	°C	17,1	15,9	21,0	9,5
Ø Shred	°C	17,8	14,9	23,0	9,6

## Results and Discussion

Independent from harvested technique the analysed parameters for fermentation quality showed comparable results for lactic- and acetic acid and nearly identical pH values were found (Ferraretto and Shaver, 2012). Parameters NH<sub>3</sub>-N and ethanol were only determined at the "Riswick" side and too did not differ to indicate any impact of the harvest system on the fermentation process of WPMS. Packing densities showed comparable results for Shred and Con in the bottom and mid layer of the bunkers. Results for the top layers differed between the research sides but showed more or less clear a reduced density for Shred. The increase of particle length tends to decrease the ability to get maize packed properly (Leurs 2006). In the second years trials at both sides the weight of packing vehicles compacting the Shred WPMS was increased as a result from first years lower packing densities of the top layers. With a sufficient feed out rate of > 1.5 m per Week in trials conducted early in the year with low ambient temperatures no differences in average temperatures of the differently harvested silages were found. In the first year in Achselschwang, however, total dry matter losses (measured with "all-in-all-out" method, Köhler et al. (2013)) in the Shred bunker were considerable higher than in Conv silo bunker (11,0 vs. 6,5% of DM).

## Conclusion

Even with big differences in particle size due to the novel processing system "shredlage", this system did not affect the fermentation process and led to comparable compositions of fermentation parameters. Increased packing weight on Shred could not entirely eliminate the reduced ability to pack the bigger particles and thus a sufficient weekly feed out is crucial to prevent aerobic deterioration especially in the warmer month of the year.

## References

- Ferraretto, L. F., & Shaver, R. D. (2012) Effect of corn shreddage on lactation performance and total tract starch digestibility by dairy cows. Professional Animal Scientist, 28, 639–647
- Köhler, B.; M. Diepolder; J. Ostertag; S. Thurner; H. Spiekers (2013): Dry matter losses of grass, lucerne and maize silages in bunker silos. Agricultural and Food Science 22, 145 - 150
- Leurs, K. (2006) Einfluss von Häcksellänge, Aufbereitungsgrad und Sorte auf die Siliereigenschaften von Mais. Forschungsbericht Agrartechnik des Arbeitskreises Forschung und Lehre der Max-Eyth-Gesellschaft Agrartechnik im VDI, 438, 68

### Autorenanschrift:

Klaus Huenting  
Agricultural research and education centre "Haus Riswick" agricultural chamber of North-Rhine-Westfalia  
D-47533 Kleve, Germany  
klaus.huenting@lwk.nrw.de

## **Berechnung der erreichbaren Verdichtung von Silagen mittels APP-Anwendung basierend auf in der Praxis verfügbaren Daten**

**G. Glenz, A. Milimonka, G. Römer**

ADDCON GmbH, Bitterfeld

### **Einleitung**

Eine hohe Grundfutterqualität aus Silagen ist aus ernährungsphysiologischer sowie wirtschaftlicher Sicht nur dann zu erreichen, wenn das silierte Substrat bis zum Zeitpunkt der Verwendung seine hohe Qualität beibehält (ROSS et al., 2008). Aerob instabile Silage sind in der Praxis ein weit verbreitetes Problem (KAISER & PILTZ, 2002). Die Anwesenheit von leicht verstoffwechselbaren Kohlenhydraten, Sauerstoff und Hefen in der Entnahmephase sind die Hauptursachen für aerobe Instabilität. Neben dem Verlust an wertbestimmenden Inhaltsstoffen, wie dem Energie- und Nährstoffgehalt, sind Schimmel- und Mycotoxinbildung potentiell gesundheitsgefährdend für landwirtschaftliche Nutztiere und verringern die hygienische Futterqualität deutlich. Trockenmasse- und Qualitätsverluste bis zu dem Teil des Futters, welcher verworfen werden muss, bedeuten zudem wirtschaftliche Verluste (ROBINSON et al., 2005)

Eine hohe Hefeaktivität im geöffneten Silo kann nur durch ein Vorhandensein von Sauerstoff auftreten. Den raschen Sauerstoffeintritt in das Silo verhindern, bedeutet, dass  $\text{CO}_2$  im Silo am Abfließen zu hindern. Die natürliche Gasbewegung des  $\text{CO}_2$  aus dem Silo heraus bedingt durch Diffusion kann kaum eingedämmt werden. Ein beschleunigter  $\text{CO}_2$ -Abfluss kann jedoch durch eine geringe Durchlässigkeit der Silage verhindert werden. Diese erreicht man durch ein geringes Porenvolumen, welches den fließenden Gasen einen höheren Strömungswiderstand entgegensezetzt. Der maximale Lufteintritt sollte bei  $20 \text{ l h}^{-1} \text{ m}^{-2}$  mit einer Eindringtiefe kleiner einem Meter liegen (HONIG, 1987). Ein geringes Porenvolumen lässt sich nur über eine hohe Verdichtung des Substrates während der Einlagerungsphase einstellen. Neben einer verringerten Porosität des Futterstocks, bedingt durch eine gute Verdichtung, nennen HOLMES & MUCK (1999) zusätzlich eine effizientere Ausnutzung des kostenintensiven Siloraumes als Grund, eine hohe Verdichtung anzustreben.

Die Heferegulation durch Additive kann bei einem geringen Vorschub Abhilfe schaffen. Ein geringer Vorschub in Kombination mit einer niedrigen Lagerungsdichte, aus der ein rascher  $\text{CO}_2$ -Abfluss gekoppelt mit einer hohen Sauerstoffeindringrate in den Futterstock resultieren, sind selbst durch Additive kaum zu kontrollieren. Eine hohe Lagerungsdichte ist anzustreben um im geöffneten Futterstock den Sauerstoffeintritt zu minimieren.

Die Bestimmung der erreichten Lagerungsdichte und ein Abgleich mit den angestrebten Zielwerten ist unter Praxisbedingungen beim Befüllen eines Silos schwierig. Die vorgestellte APP-Anwendung soll während des Befüllens helfen auf die vorgegebenen Umstände so zu reagieren, dass die angestrebte Lagerungsdichte erreicht werden kann.

Im Folgenden sollen die die Verdichtung wesentlich beeinflussenden Faktoren und ihre Interaktion behandelt und der Compaction Calculator vorgestellt werden.

## Material und Methoden

Zur näherungsweisen Bestimmung der Lagerungsdichte während des Befüllens wurde eine APP, der Compaction Calculator, basierend auf Microsoft Excel Kalkulationen programmiert. Die den Berechnungen zu Grunde liegenden Zusammenhänge sind der Publikation von HOLMES & MUCK (1999) entnommen. Die Autoren bezogen im Wesentlichen den Trockenmassegehalt, die Anzahl der Walzfahrzeuge und deren Gewicht, die Anlieferungsrate von Erntegut, die eingebrachte Schichtdicke und die Befüllhöhe, oder die Befüllzeit sowie die Walzzeit, in ihre Berechnungen mit ein und verglichen mit tatsächlich gemessenen Dichten.

Die Kalkulationen zur Silogeometrie und der Überfahrtsparameter basieren auf eigenen Rechnungen. Somit lässt sich durch die APP-Anwendung auch eine Prüfung auf Erfolgsaussicht und Realisierbarkeit des geplanten Verdichtungsverfahrens durchführen.

Die Hauptparameter sind die Trockenmasse des Erntegutes, die Anlieferungsrate, das Gewicht der Walzfahrzeuge, die zu verdichtende Schichtdicke und die Siloanlagengeometrie.

Dem Berechnungswerkzeug zu Grunde liegt die von HOLMES & MUCK (1999) publizierte lineare Regressionsformel:

$$Est. DMD (lbs DM ft^{-3}) = (8,5 + PF * 0,0155) * (0,818 + 0,0136 * D)$$

Die zu erwartende Trockenmassedichte (*Est. DMD*) errechnet sich aus einem Verdichtungsfaktor (*PF*) sowie der gemittelten Höhe des Futterstockes (*D*). Für die APP-Anwendung wurde von den angloamerikanischen Maßeinheiten in SI-Einheiten umgerechnet.

Bei der gemittelten Silohöhe *D* wird das arithmetische Mittel aus der Höhe am Rand sowie in der Mitte des Futterstockes verwendet.

Der Verdichtungsfaktor *PF* beinhaltet bei HOLMES & MUCK (1999) das proportionale durchschnittliche Walzschleppergewicht *W*. In der APP-Anwendung wird aus Praktikabilitätsgründen angenommen, dass die Walzfahrzeuge kontinuierlich zum Verdichten eingesetzt werden.

$$PF = \left( \frac{W}{L} \right) * \sqrt{N * DM: C}$$

Durch die „private brakes“ lässt sich jedoch regulieren, wenn der Walzeinsatz nicht kontinuierlich erfolgt. Die „layer thickness“ muss vom Landwirt selbst ermittelt in die Anwendung eingetragen werden. Hier gilt die in das Silo eingebrachte Schichtdicke nach dem Verteilen, jedoch noch nicht verdichtet. Die bei HOLMES & MUCK (1999) verwendeten Walzfahrzeugverdichtungsäquivalente *N* beziehen ebenfalls einen Zeitfaktor der eingesetzten Walztechnik mit ein. In der vorliegenden Anwendung wird dieser ebenfalls gleich eins gesetzt und es wird somit von einem kontinuierlichen Walzschleppereinsatz ausgegangen. Ist dies nicht der Fall kann wiederum über die „private brakes“ regulatorisch in die Berechnung eingegriffen werden. Die Trockenmasse *DM* wird als Dezimale in die Formel eingerechnet. Die Anlieferungsrate gibt die pro Stunde gelieferte Tonnage Erntegut an, die in das Silo eingebracht werden müssen.

Die Silobreite und die verwendete „filling length“ ergeben multipliziert die maximal verfügbare Füllfläche. Ist die aus der Schüttichte, dem Fahrzeugvolumen des Transportfahrzeuges und der eingebrachten Schichtdicke zu errechnende Füllfläche größer der maximal verfügbaren Füllfläche so ist

die Anzahl der notwendigen Lagen größer als eins. Die Anzahl der notwendigen Fahrten um die gesamte Fläche zu überrollen ergibt sich aus der gegebenen Reifenbreite sowie einem Zuschlag der die Überlappung der Anschlussfahrt berücksichtigt.

Ist die Anzahl der einzubringenden Schichten größer als eins so wird dieser Faktor mit der Anzahl der Anschlussfahrten von einer Siloseite zur anderen multipliziert um die Anzahl der Anschlussfahrten pro angelieferter Siliergutmenge zu erhalten.

Die Mindest-Fahrgeschwindigkeit errechnet sich aus der Fülllänge des Silos und der stündlichen Anzahl an Überfahrten mit Berücksichtigung der „private breaks“. Die durch die angegebenen Parameter zu erreichende Dichte wird auf Basis der oben angegebenen HOLMES & MUCK Formel berechnet. Der rechnerisch zu erreichende Wert kann mit den von HONIG (1987) und von der DLG (2012) empfohlenen Verdichtungszielwerten abhängig der TM verglichen werden um die eigene Verfahrensleistung zu beurteilen. Ist der errechnete Wert zu gering, kann der Landwirt die Verdichtungsleistung durch die Veränderung wesentlicher Parameter erhöhen bzw. den stündlichen Input an zu verdichtendem Material verringern um in den Soll-Bereich zu gelangen.

## Ergebnisse und Diskussion

In Abbildung 1 sind die Grundeinstellungen der APP-Anwendung aufgezeigt, die für die folgenden Anwendungsbespiele als Grundlage verwendet werden.

The screenshot shows the 'Facts silo filling' section with the following values:

- height of bunker (m): edge 3, middle 3
- tractor weight (t): tractor 1 12, tractor 2 12
- layer thickness (cm): 15
- number of tractors: 1
- filling length (m): 25
- crop DM (%): 30
- delivering rate (t/h): 75
- trailer volume (m³): 35
- number of trailers (pcs/h): 5
- trailer load (t): 15
- Plant: Corn

The 'Bunker' section shows:

- width (m): 15
- length (m): 40

The 'Compacting machine' section shows:

- track width (m): 1.5
- tyre width (m): 0.5

Abbildung 1: Startansicht des „ADDCON compaction calculator“ (<http://www.addcon.com/de/>)

Erhöht man die Anzahl der Walzschlepper von einem Fahrzeug mit 12 t Gewicht auf zwei, so erhöht sich die TM-Dichte um 60 kg/m<sup>3</sup> im angegeben Beispiel. Hier ist ein annäherndes Erreichen der Ziel-TM-Dichte nur durch den Einsatz von zwei Walzfahrzeugen möglich.

Die Anzahl sowie das Gewicht der Walzfahrzeuge sind somit entscheidend für den Verdichtungserfolg bei der Silobefüllung. Nach MUCK & HOLMES (2000) besitzt dieser Parameter die zweit höchste Korrelation der auf die TM-Dichte einflussnehmenden Faktoren mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,262 bei einem Signifikanzniveau von  $p < 0,05$  (Tabelle 1).

Eine Verdoppelung der Schichtdicke von 15 auf 30 cm verringert die erforderliche Walzgeschwindigkeit auf die Hälfte woraus eine doppelt so lange Passagezeit der Überfahrt resultiert, aber das Verdichtungspotential deutlich sinkt. Die Schichtdicke hat nach Tabelle 1 den höchsten Einfluss auf die erreichbare TM-Dichte im Silo.

Tabelle 1: Korrelation von Verdichtungsfaktoren mit der erreichten Trockenmassedichte (verändert nach MUCK & HOLMES (2000))

Verdichtungsfaktor	Korrelationskoeffizienz
Eingebrachte Schichtdicke	-0,279*
Durchschnittliches Walzsleppergewicht	0,262*
TM-Gehalt des Siliergutes	0,209*
Verdichtungszeit	0,162*

Eine TM von 40% anstatt von 30% bei Mais erfordert eine 50 kg TM/m<sup>3</sup> höhere Dichte, um in der Auslagerungsphase eine ausreichende aerobe Stabilität zu gewährleisten. Das entspricht einer Erhöhung der erforderlichen TM-Dichte von 21% und muss bei der Planung der Einlagerung des Siliergutes zwingendermaßen berücksichtigt werden. Ein Erhöhen der Walzslepperzahl und des Walzsleppergewichtes sowie eine Verringerung der Schichtdicke können ein Erreichen des Zielwertes ermöglichen. Die Trockenmasse des angelieferten Siliergutes ist dementsprechend für den Verdichtungserfolg ein weiterer maßgeblich entscheidender Punkt. Nach MUCK & HOLMES (2000) besitzt die Trockenmasse mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,209 den dritt höchsten Stellenwert (Tabelle 1).

Bei einer Anlieferungsmenge von 55 t/h können lediglich zwei Schlepper mit jeweils 12 t Gewicht den Zielwert von 235 kg TM/m<sup>3</sup> erreichen (Abbildung 2). Bei einer doppelt so hohen Anlieferungsmenge, die für moderne Häckselketten bei durchschnittlichen Erträgen keine extrem hohe Ernteleistung abverlangt, ist der Zielwert der Verdichtung bereits um 13% unterschritten. Die stündliche Anlieferungsrate muss an die Silogeometrie sowie die Walzleistung angepasst sein. Nicht die Erntetechnik darf die Silofüllgeschwindigkeit vorgeben, sondern die Walztechnik.

<input style="width: 100px; height: 20px; border: 1px solid black; border-radius: 5px; padding: 2px; margin-bottom: 5px;" type="text" value="tractor 1 12"/> tractor weight (t) <input style="width: 100px; height: 20px; border: 1px solid black; border-radius: 5px; padding: 2px; margin-bottom: 5px;" type="text" value="tractor 2"/> tractor 2 <input style="width: 100px; height: 20px; border: 1px solid black; border-radius: 5px; padding: 2px; margin-bottom: 5px;" type="text" value="15"/> layer thickness (cm) <input style="width: 100px; height: 20px; border: 1px solid black; border-radius: 5px; padding: 2px; margin-bottom: 5px;" type="text" value="1-2"/> number of tractors <input style="width: 100px; height: 20px; border: 1px solid black; border-radius: 5px; padding: 2px; margin-bottom: 5px;" type="text" value="25"/> filling length (m) <input style="width: 100px; height: 20px; border: 1px solid black; border-radius: 5px; padding: 2px; margin-bottom: 5px;" type="text" value="30"/> crop DM (%) <input style="width: 100px; height: 20px; border: 1px solid black; border-radius: 5px; padding: 2px; margin-bottom: 5px;" type="text" value="55"/> delivering rate (t/h)	attained density with a 15 cm layer (kgDM/m <sup>3</sup> ) <b>167</b> aim of compaction (kgDM/m <sup>3</sup> ) silage corn <b>235</b>
<input style="width: 100px; height: 20px; border: 1px solid black; border-radius: 5px; padding: 2px; margin-bottom: 5px;" type="text" value="tractor 1 12"/> tractor weight (t) <input style="width: 100px; height: 20px; border: 1px solid black; border-radius: 5px; padding: 2px; margin-bottom: 5px;" type="text" value="tractor 2 12"/> tractor 2 <input style="width: 100px; height: 20px; border: 1px solid black; border-radius: 5px; padding: 2px; margin-bottom: 5px;" type="text" value="15"/> layer thickness (cm) <input style="width: 100px; height: 20px; border: 1px solid black; border-radius: 5px; padding: 2px; margin-bottom: 5px;" type="text" value="2-3"/> number of tractors <input style="width: 100px; height: 20px; border: 1px solid black; border-radius: 5px; padding: 2px; margin-bottom: 5px;" type="text" value="25"/> filling length (m) <input style="width: 100px; height: 20px; border: 1px solid black; border-radius: 5px; padding: 2px; margin-bottom: 5px;" type="text" value="30"/> crop DM (%) <input style="width: 100px; height: 20px; border: 1px solid black; border-radius: 5px; padding: 2px; margin-bottom: 5px;" type="text" value="55"/> delivering rate (t/h)	attained density with a 15 cm layer (kgDM/m <sup>3</sup> ) <b>238</b> aim of compaction (kgDM/m <sup>3</sup> ) silage corn <b>235</b>
<input style="width: 100px; height: 20px; border: 1px solid black; border-radius: 5px; padding: 2px; margin-bottom: 5px;" type="text" value="tractor 1 12"/> tractor weight (t) <input style="width: 100px; height: 20px; border: 1px solid black; border-radius: 5px; padding: 2px; margin-bottom: 5px;" type="text" value="tractor 2 12"/> tractor 2 <input style="width: 100px; height: 20px; border: 1px solid black; border-radius: 5px; padding: 2px; margin-bottom: 5px;" type="text" value="15"/> layer thickness (cm) <input style="width: 100px; height: 20px; border: 1px solid black; border-radius: 5px; padding: 2px; margin-bottom: 5px;" type="text" value="2-3"/> number of tractors <input style="width: 100px; height: 20px; border: 1px solid black; border-radius: 5px; padding: 2px; margin-bottom: 5px;" type="text" value="25"/> filling length (m) <input style="width: 100px; height: 20px; border: 1px solid black; border-radius: 5px; padding: 2px; margin-bottom: 5px;" type="text" value="30"/> crop DM (%) <input style="width: 100px; height: 20px; border: 1px solid black; border-radius: 5px; padding: 2px; margin-bottom: 5px;" type="text" value="110"/> delivering rate (t/h)	attained density with a 15 cm layer (kgDM/m <sup>3</sup> ) <b>206</b> aim of compaction (kgDM/m <sup>3</sup> ) silage corn <b>235</b>

Abbildung 2: Screen-shots vom Compaction calculator von 3 unterschiedlich eingestellten Bedingungen, erreichte Verdichtung bei unterschiedlichen Walztraktoren und Anlieferungsmengen

## Schlussfolgerungen

Der Compaction Calculator ist unter Praxisbedingungen einfach zu verwenden und gibt einen Ausblick auf die zu erwartende Lagerungsdichte der Silage, basierend auf den zum Zeitpunkt der Silobefüllung verfügbaren Daten. Neben der zu erwartenden Trockenmassedichte der Silage werden weitere praxisrelevante Angaben wie die Anzahl der einzubringenden Schichten abhängig der Anlieferungsrate oder die Überfahrrate errechnet.

Ein unmittelbarer Vergleich mit anzustrebenden Zielwerten kann vorgenommen werden. Ein Ziel des Compaction Calculator ist, die häufig in der Praxis anzutreffenden geringen Lagerungsdichten zu verbessern. Ein spielerisches Verwenden der APP-Anwendung hilft dem Benutzer Interaktionen der Verdichtungsfaktoren zu erkennen und planerisch bei der Grünfutterernte umzusetzen.

## Literatur

- DLG (2012): Silagelagerung. Praxishandbuch Futter- und Substratkonservierung, DLG-Verlag
- HOLMES, B. J., R. E. MUCK (1999) Factors Affecting Bunker Silo Densities
- HONIG, H. (1987): Influence of forage types and consolidation on gas exchange and losses in silo. In: Summary of Papers, 8<sup>th</sup> Silage Conference, Hurley (UK)
- MUCK, R. E., & HOLMES, B. J. (2000). Factors affecting bunker silo densities. Applied Engineering in Agriculture, 16, 6: S. 613-619
- ROBINSON, P. H., N. SWANEPOEL, J. HEGUY, D. MEYER (2015): 'Shrink' in Corn Silage Piles. What are the Real Losses? In: Proc. 2015 Western Dairy Management Conference, Reno, NV. 3-5 March.
- ROSS, F., C. MAACK, W. BÜSCHER (2008): Einfluss von Trockenmasse-Gehalt, Lagerungsdichte und Häckselänge auf das Porenvolumen im Siliergut, Landtechnik, 63, 6/2008: S. 344-345
- KAISER, A. G. and J. W. PILTZ (2002): Silage production from tropical forages in Australia. In: The XIIIth International Silage Conference, 11.-13. Sept. 2002, Auchincruive, Scotland, S. 48-61

**Autorenanschrift:**

Gereon Glenz,  
ADDCON GmbH  
Parsevalstr. 6  
06749 Bitterfeld-Wolfen  
gereon.glenz@addcon.com

## Getreideernte Zentralreropa 2018 – Mykotoxinkontaminationen und die richtige Probennahme

**Ines Taschl<sup>1</sup>, Walter Nies**

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

### Einleitung

Mykotoxine bilden eine große Familie toxischer Pilzmetaboliten, die weltweit in verschiedenen Getreidearten und anderen Futtermitteln vorkommen. Während der gesamten Produktionskette vom Feld bis zur Fütterung können Mykotoxine durch Schimmelpilze in Pflanzenmaterial produziert werden. Es gibt zahlreiche Mykotoxine, die für Nutztiere sehr giftig sind und verschiedene Krankheiten verursachen können. Sie sind daher für Einbußen in der Tierproduktion verantwortlich. BIOMIN führt ein jährliches Mykotoxin Survey Programm zur Sensibilisierung für das Vorkommen von Mykotoxinen in landwirtschaftlichen Erzeugnissen, die zur Tierernährung bestimmt sind, durch.

Der Fokus dieser Studie liegt auf dem Vergleich des Ausmaßes der Mykotoxinkontamination in Gerste- und Weizenproben aus Zentraleuropa der Ernte 2018, um das Vorhandensein und das potenzielle Risiko für Nutztiere zu ermitteln.

### Material und Methode

Um das Vorkommen der Mykotoxine zu analysieren, werden die Futterproben mit verschiedenen Testmethoden untersucht: LC -MS/MS, HPLC und ELISA. Die Survey Ergebnisse liefern Einblicke in das Vorkommen der sechs Haupt-Mykotoxingruppen: Afla, ZEN, DON, T-2, FUM und OTA. Von der Ernte 2018 wurden in Zentraleuropa insgesamt 142 Gerste- und 115 Weizenproben analysiert.

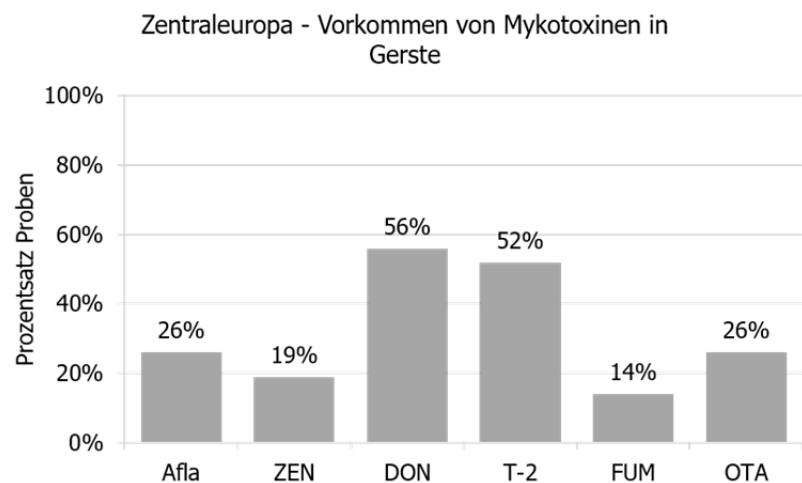
Eines der wesentlichen Kriterien für eine aussagekräftige Mykotoxintestung ist die richtige Probennahme. Das Hauptproblem bei der Mykotoxinbewertung von Futtermitteln ist deren ungleiche Verteilung in den Rohstoffen. Verschiedene Teile derselben Charge können unterschiedliche Konzentrationen enthalten. Dadurch ist die Probennahme in der Regel die größte Fehlerquelle in der Mykotoxin-Analyse.

Das Hauptziel eines effektiven Stichprobenverfahrens ist es, eine repräsentative Probe durch Sammeln von genügend Teilproben zu erhalten, um den Fehler zu reduzieren.

### Ergebnisse

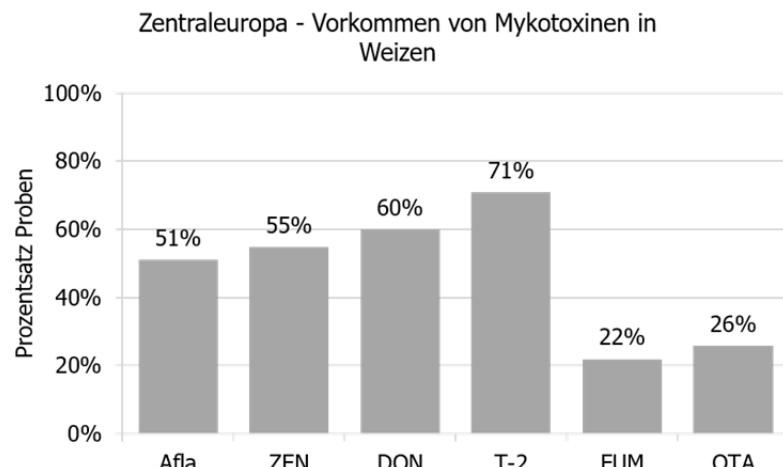
Von den 142 untersuchten Gersteproben aus Zentraleuropa waren 56% mit einer mittleren Belastung von 526 ppb mit Deoxynivalenol kontaminiert (Abbildung 2). Ein Wert, der vor allem im Schweine- und Geflügelbereich bereits negative Einflüsse auf die Gesundheit und somit Produktivität der Tiere herbeiführen kann. Auch T-2 Toxin wurde in mehr als jeder zweiten Probe gefunden. Ein ähnliches Bild liefert die Betrachtung von Weizen (Abbildung 3). Auch hier stellen die beiden Toxine Deoxynivalenol (60% Vorkommen) und T-2 Toxin (71% Vorkommen) die am häufigsten auftretenden Schimmelpilzgifte dar. Die Mittelwerte liegen ähnlich der Gerste (547 ppb mittlere DON Belastung vs. 20 ppb mittlere T-2 Toxin Belastung). 55% der Weizenproben aus Zentraleuropa sind mit Zearalenon

belastet - ein Mykotoxin, welches die Reproduktion negativ beeinflussen kann. 72% aller Ernteproben waren mit mehr als einem Toxin kontaminiert, wodurch synergistische Effekte eine Rolle spielen.



Zentraleuropa Gerste	Afla	ZEN	DON	T-2	FUM	OTA
Anzahl getesteter Proben	23	122	141	27	29	27
Positive Proben (%)	23%	19%	56%	52%	14%	26%
Mittelwert (ppb)	1	41	526	24	164	3
Maximum (ppb)	1	205	4060	64	200	4

Abbildung 2 – Vorkommen von Mykotoxinen in Gerste



Zentraleuropa Weizen	Afla	ZEN	DON	T-2	FUM	OTA
Anzahl getesteter Proben	37	93	115	41	37	43
Positive Proben (%)	51%	55%	60%	71%	22%	26%
Mittelwert (ppb)	1	33	547	20	215	4
Maximum (ppb)	2	179	3530	46	420	13

Abbildung 3 – Vorkommen von Mykotoxinen in Weizen

## Zusammenfassung

Die Gersten- und Weizenernte in Zentraleuropa 2018 weist vor allem Belastungen mit Deoxynivalenol, T-2 Toxin und Zearalenon auf. Eine richtig durchgeführte Probennahme stellt eine der wichtigsten Grundvoraussetzungen für den Erhalt korrekter Analysenergebnisse dar. Bei der Interpretation der Ergebnisse müssen neben den einzelnen Toxinwerten auch die möglichen synergistischen Effekte beachtet werden.

## Literatur

Pettersson, H. (2004). "Controlling mycotoxins in animal feed." *Mycotoxins in food*: 262.

Commission Regulation (EC) No 401/2006 of 23 February: Laying down the Methods of Sampling and Analysis for the Official Control of the Levels of Mycotoxins in Foodstuffs EN ISO 6497:2005 EN ISO 6497:2005 No 76/371/EC: Animal Feeding Stuffs – Sampling

### Autorenanschrift:

Ines Taschl  
BIOMIN Holding GmbH  
Erber Campus 1  
3131 Getzersdorf, Austria  
Email: ines.taschl@biomin.net

Walter Nies  
BIOMIN Holding GmbH  
Gartenstrasse 17  
73119 Zell u. A., Germany  
Email: walter.nies@biomin.net

# Mycofix® 5.E



## Absoluter Schutz

Wissenschaftlich nachgewiesene Wirkung gegen verschiedenste Mykotoxine\*

*Effektive Kombination aus 3 Strategien*



ADSORPTION



BIOTRANSFORMATION



BIOPROTEKTION



\*Zugelassen gemäß EU-Verordnung Nr. 1115/2014, Nr. 1060/2013, Nr. 1016/2013, Nr. 2017/930 und 2017/913 zur Verringerung der Kontamination von Futtermitteln mit Fumonisinen, Aflatoxinen und Trichothecenen.

BIOMIN Deutschland GmbH, 73431 Aalen,  
Tel.: +49 7361 9246 0, office.germany@biomin.net

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

Natürlich im Futter.

 **Biomin**® 

## Effekte unterschiedlicher Zinkquellen im Ferkelfutter im Vergleich zur pharmakologischen Dosierung von Zinkoxid

**Sigrid Seelhorst<sup>1</sup>, Barbara Eichenberger<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> MIAVIT GmbH, Essen i.O., Deutschland

<sup>2</sup> UFA AG Herzogenbuchsee, Schweiz

### Einleitung

In der Ferkelaufzucht stellen Absetzdurchfälle ein großes Problem dar und führen in vielen Fällen zu hohen ökonomischen Verlusten. Insbesondere bei frisch abgesetzten Ferkeln tritt diese Erkrankung recht häufig auf und wird meist durch den pathogenen Erreger *E. coli* hervorgerufen. Nachdem sich der Erreger an der Darmschleimhaut anheftet, sondert er Toxine ab, die zu dem typischen Durchfall führen.

Oft wird eine Behandlung mit Arzneimitteln nötig. In vielen Ländern ist der Einsatz von 2500 ppm Zinkoxid bis zwei Wochen nach dem Absetzen zur Reduktion von Antibiotika zugelassen. In dieser Konzentration wirkt Zink (Zn) durchfallhemmend und leistungssteigernd. Jedoch ist der Einsatz hoher Mengen Zinkoxid umweltschädigend und fördert Antibiotikaresistenzen. Daher ist der pharmakologische Einsatz von Zinkoxid in vielen Ländern umstritten bzw. verboten. Die Bestrebungen wirkungsvolle Alternativen zu finden sind groß.

Auf dem Markt sind neue Zink-Produkte erhältlich, die schon bei niedrigen Dosierungen eine ähnlich gute Wirkung im Tier erzielen sollen, wie hohe pharmakologische Dosierungen von Zinkoxid. Ziel der vorliegenden Studie war es, die Effekte von zwei neuen Zink-Verbindungen mit herkömmlichem Zinkoxid in zwei verschiedenen Dosierungen zu vergleichen.

### Material und Methoden

Die vorliegende Untersuchung wurde auf einem Versuchsbetrieb in der Schweiz (UFA Bühl) durchgeführt. Der Versuch umfasste 6 Durchgänge mit insgesamt 365 Ferkel (Anfangsgewicht im Mittel 8,3 kg), die gleichmäßig auf die 4 Versuchsgruppen aufgeteilt wurden.

Die Tiere erhielten von Tag 1-14 des Versuchs die jeweiligen Versuchsfutter FAZ 1 (Tabelle1). Bis auf Art und Menge des zugesetzten Zinks waren alle vier Versuchsfutter identisch in Bezug auf die eingesetzten Rohkomponenten und Rohnährstoffgehalte. Ab dem 15. Tag bis zum Versuchsende an Tag 28 erhielten alle Gruppen das gleiche Ferkelaufzuchtfutter FAZ 2.

Tabelle 1: Art und Menge der eingesetzten Spurenelementquelle im FAZ 1

	Kontrolle	Zn Plus	Zn A	Zn B
Zn-Quelle:	Zn-Oxid, mind. 72% Zn	Zn-Oxid, mind. 72% Zn	Zn-Oxid, hochporös mind. 75% Zn	Zn-Sulfat, Zn-Oxid* Physikalisch – chemisch behandelt mind. 10% Zn
Zn-Dosierung (mg Zn/ kg Futter)	95	2200	95	95

\* Handelsname: MiaTrace Zn, Hersteller: MIAVIT GmbH, Essen i.O.

Die Wiegung der Tiere und des Futters erfolgte an Tag 1, 14 und 28, sodass Zunahme und Futterverwertung berechnet werden konnten.

Neben den Leistungszahlen wurde die Kotbeschaffenheit zweimal wöchentlich erfasst. Dabei wurde pro Bucht die Anzahl Ferkel mit Durchfallsymptomen notiert.

Die statistische Auswertung der Ergebnisse erfolgte mit Startgraphics plus, Version 5. Die Mittelwerte wurden mit Hilfe des Bonferroni-Holm-Verfahrens verglichen ( $p < 0.05$ ).

## Ergebnisse

Der mittlere Futterverbrauch betrug 683 g pro Tier und Tag. Mit 375 g mittleren Tageszunahmen über die gesamte Versuchsdauer lag die tierische Leistung auf einem leicht unterdurchschnittlichen Niveau der Versuchseinrichtung. Der Futteraufwand je kg Zuwachs betrug im Mittel über alle Gruppen hinweg hohe 1.83 kg/kg.

Beim Futterverbrauch (Abbildung 1) in der zweiten Versuchshälfte und über die gesamte Versuchsdauer wie auch beim Tageszuwachs in beiden Versuchshälften und über die gesamte Versuchsdauer konnten teilweise hoch absicherbare Varianteneinflüsse gefunden werden. Von der Variante ZnPlus wurde in der zweiten Versuchshälfte gegenüber der Kontrollvariante  $\bar{x}$  172 g pro Tag und von der Variante ZnB  $\bar{x}$  99 g mehr Futter verbraucht. Der Futterverbrauch in Variante ZnA unterschied sich nicht von der Kontrolle. Bereits in der ersten Versuchshälfte verbrauchten die Tiere in den Varianten ZnPlus und ZnB mehr Futter pro Tag verglichen mit den beiden anderen Varianten, diese numerischen Unterschiede waren jedoch nicht signifikant. Über die gesamte Versuchsdauer wurde von der Variante ZnB pro Tag  $\bar{x}$  74 g (11.5%) mehr verbraucht, als von der Kontrolle. Die Variante ZnPlus lag auf dem gleichen Niveau wie ZnB, während sich die Variante ZnA mit  $\bar{x}$  655 g/Tag nur unwesentlich von der Kontrollvariante unterschied.

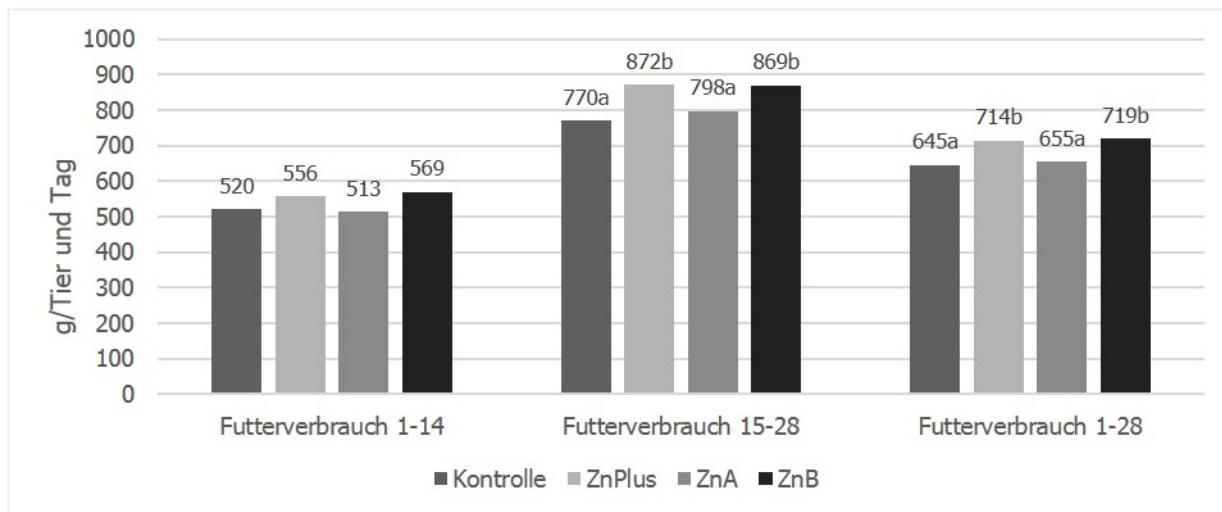


Abbildung 1: Futterverbrauch in g pro Tier und Tag (a,b: p<0,05)

Bis zur ersten Zwischenwägung an Tag 14 nahmen die Tiere der Variante ZnPlus am meisten zu. Die Differenz betrug 23 g pro Tag verglichen zur Kontrollvariante. Mit der Variante ZnA lag die Tageszunahme leicht (5 g) unter der Kontrolle. In der Variante ZnB lag die Tageszunahme bis zum 14. Tag zwischen der Kontrolle und der Variante ZnPlus. In der zweiten Versuchshälfte wurde bei der Variante ZnB die höchste Tageszunahme gefunden. In dieser Phase nahmen die Tiere Ø 57 g pro Tag mehr zu als die Kontrolltiere. Mit 508 g und 509 g unterschieden sich die beiden Varianten ZnPlus und ZnA nicht voneinander und lagen im Bereich des Mittelwertes. Über die gesamte Versuchsdauer wurde für die Variante ZnB der höchste Tageszuwachs gefunden. Die Tiere nahmen verglichen zur Kontrolle pro Tag Ø 36 g mehr zu, sodass sie bei der Endwägung Ø 1 kg schwerer waren. Mit der Variante ZnPlus betrug die Differenz zur Kontrolle Ø 27 g, was ebenfalls statistisch signifikant war. Die Tiere der Variante ZnA lagen mit einer Tageszunahme von Ø 369 g dazwischen.

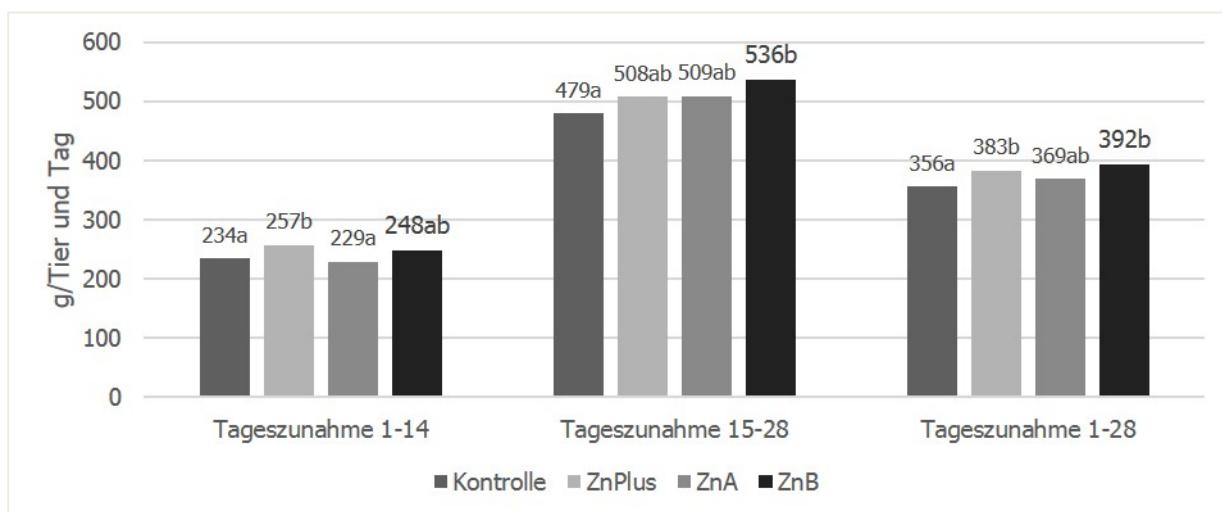


Abbildung 2: Tageszunahme in g pro Tier und Tag (a,b: p<0,05)

Beim Futteraufwand je kg Zuwachs konnten sowohl in den beiden Versuchshälften als auch über den gesamten Versuch nur tendenzielle Varianteneinflüsse gefunden werden. Verglichen zur Kontrolle lag diese über die gesamte Versuchsdauer hinweg bei der Variante ZnPlus um 3.1% und bei der Variante ZnB um 1.9% höher. In Variante ZnA lag der Futteraufwand je kg Zuwachs um 1.9% unter dem der Kontrolle.

Insgesamt wurde während der gesamten Versuchsdauer eine gute bis sehr gute Kotbeschaffenheit festgestellt. Der höhere Anteil an Ferkeln mit dünnem Kot in der ersten Woche bei der Variante mit ZnA resultiert aus der vierten Wiederholung. Im Gegensatz zu den anderen Varianten zeigten viele Ferkel der Variante ZnA in diesem Durchgang Durchfallsymptome in der ersten Woche. In der zweiten Woche wurde kein oder nur noch vereinzelt (Kontrolle) dünner Kot gefunden. Bei der Kontrollvariante verschlechterte sich der Kotindex in der letzten Woche wieder leicht, während er für die übrigen Versuchsvarianten auf 1.0 blieb.

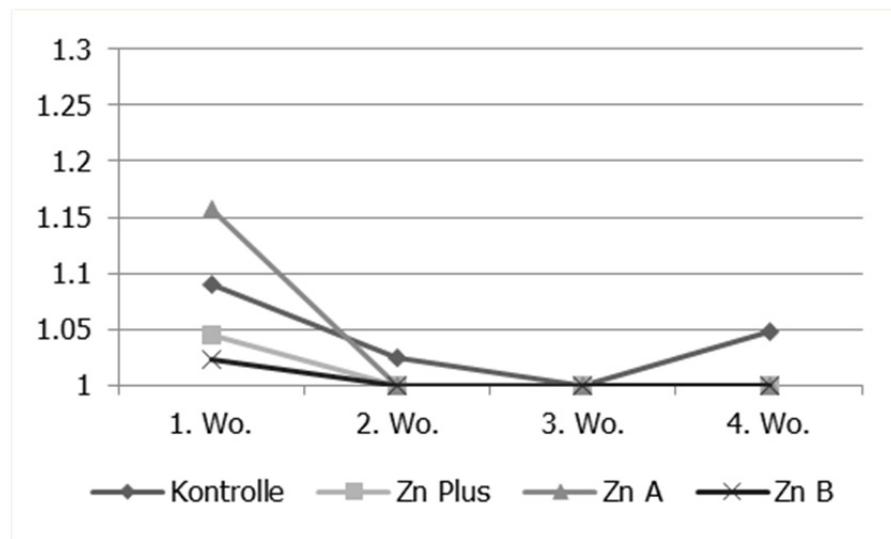


Abbildung 3: Beurteilung der Kotbeschaffenheit

## Diskussion

In früheren Studien konnten bereits gezeigt werden, dass hohe Dosierungen von Zinkoxid nicht nur den Gesundheitsstatus von abgesetzten Ferkeln positiv beeinflussen (weniger Absetzdurchfälle), sondern auch leistungssteigernde Effekte hervorrufen können, insbesondere in Bezug auf die Futteraufnahme und die Tageszunahme (Sales et al., 2013; Pettigrew, 2006). Auch in der vorliegenden Studie zeigte sich der positive Einfluss hoher Zinkdosierungen auf die Leistung. So war die Futteraufnahme in der Variante ZnPlus um 10,7% höher als in der Kontrollgruppe. Die Tageszunahme war in der Variante ZnPlus um 7,6% verbessert.

Bei gleicher Dosierung von 95ppm Zn führte der Einsatz einer neuen Zinkquelle in Variante ZnB ebenfalls zu signifikant höherer Futteraufnahme (+11,5%) und Tageszunahme (+10,1%) im Vergleich zur Kontrollgruppe mit herkömmlichem Zinkoxid. Vergleichbare Effekte zeigten sich auch schon in vorangegangenen Untersuchungen von Dusel (2015) und Burfeind (2016), in denen die in Variante ZnB genutzte Quelle gegenüber herkömmlichem Zinkoxid getestet wurde.

Praxisnahe Untersuchungen aus Dänemark (Nielsen 2016) deuten darauf hin, dass sich durch den Einsatz der Zinkverbindung aus Variante ZnB in futtermittelrechtlicher Dosierung, ähnliche Effekte auf Leistung und Gesundheit erzielen lassen, wie durch den präventiven Einsatz pharmakologischer Zinkverbindungen zum Absetzen. Jedoch ließen sich diese Ergebnisse nicht statistisch absichern. Durch die vorliegende Studie wurden die Ergebnisse der Dänischen Untersuchung wiederholt und statistisch belegt. Zudem konnte der Leistungsvorteil gegenüber herkömmlichem Zinkoxid in futtermittelrechtlicher Dosierung belegt werden. Variante ZnB schnitt in Bezug auf die Leistungsparameter Futteraufnahme und Tageszunahme signifikant besser ab als die Kontrollgruppe und lag auf gleichem Niveau, wie die Variante ZnPlus, bei der eine pharmakologische Dosierung von Zinkoxid eingesetzt wurde.

## Schlussfolgerungen

Die vorliegende Studie bestätigt somit die positive Wirkung pharmakologischer Dosierungen von Zinkoxid auf die Futteraufnahme und die Tageszunahme. Dagegen konnten bei futtermittelrechtlich zulässiger Dosierung von ZnA (hochporöses Zinkoxid) kein signifikanter Effekt gegenüber der Kontrollvariante mit herkömmlichem Zinkoxid erzielt werden. In Variante ZnB wurde eine Mischung aus Zinksulfat und Zinkoxid eingesetzt, die in einem speziellen chemisch-physikalischen Verfahren behandelt wurde (MiaTrace Zn). Der Einsatz dieser speziellen Zinkformulierung führte zu einer signifikanten Leistungssteigerung in Bezug auf die Futteraufnahme und die Tageszunahme gegenüber der Kontrollgruppe und zeigte sich ebenbürtig gegenüber der pharmakologischen Zinkdosierung.

## Literatur

- Burfeind O, 2016 Schweine aktuell: Zink in der Ferkelfütterung – Versuchsbericht aus dem Lehr- und Versuchszentrum Futterkamp. Bauernblatt 25.6.2018, Seite 38-39
- Dusel G, Schuh K, Seelhorst S, 2015 The effect of zinc supplementation on performance parameters in piglets. 14. BOKU Symposium Tierernährung S. 154-158
- Nielsen NO und Sørensen P, 2016 Effect of feeding a diet containing MiaTrace Zn or zinc oxide on productivity and health in weaned piglets [http://svineraadgivningen.dk/wp-content/uploads/2016/08/20160630\\_ATR\\_test\\_1.pdf](http://svineraadgivningen.dk/wp-content/uploads/2016/08/20160630_ATR_test_1.pdf)
- Pettigrew J E, 2006 Reduced use of antibiotic growth promoters in diets fed to weanling pigs: dietary tools, part 1. Anim Biotechnol, 17: 207-215.
- Pieper R, Vahjen W, Neumann K, Van Kessel AG and Zentek J, 2012 Dose-dependent effects of dietary zinc oxide on bacterial communities and metabolic profiles in the ileum of weaned pigs, Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, 96, 825833
- Sales J, 2013. Effects of pharmacological concentrations of dietary zinc oxide on growth of post-weaning pigs: A meta-analysis. Biological Trace Element Research, 152, 343349.
- Vahjen W, Pieper R and Zentek J, 2011 Increased dietary zinc oxide changes the bacterial core and enterobacterial composition in the ileum of piglets. Journal of Animal Science, 89, 24302439.
- Zentek J, Vahjen W, Seelhorst S, Männer K, 2015 Untersuchung zum Einsatz verschiedener Zinkverbindungen beim Absetzferkel. 13. Tagung Schweine- und Geflügelernährung Lutherstadt Wittenberg, Tagungsband S. 145-147

### Autorenanschrift:

Sigrid Seelhorst  
Robert-Bosch-Straße 3  
49632 Essen i.O.  
Tel: 0049-5434-82-236  
E-Mail: [sigrid.seelhorst@miavit.de](mailto:sigrid.seelhorst@miavit.de)



## Das erledigen wir für Sie!

Mit innovativen Produkten und Fachwissen stehen wir Ihnen für eine individuelle, ökonomische und nachhaltige Lösung jederzeit kompetent zur Seite.



**pulte.de**

## Effekt von verschiedenen Zinkoxid-Quellen auf die Wachstumsleistung beim Absetzferkel

**U. Steinruck<sup>1</sup>, E. Zißler<sup>1</sup>, A. Roméo<sup>2</sup>, W. Preißinger<sup>3</sup>, G. Propstmeier<sup>3</sup>,  
S. Scherb<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Pulte GmbH & Co. KG, Rimsting, Deutschland,

<sup>2</sup>Animine, Sillingy, Frankreich

<sup>3</sup>Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft

### Einleitung

Zink (Zn) kommt natürlicherweise in Pflanzen vor, die häufig Bestandteil einer praxisüblichen Schweineration sind. Ohne mineralische Supplementierung mittels Vormischungen würde der native Zn-Gehalt in Standard-Ferkeldiäten etwa 30 ppm betragen. Zn ist ein essentielles Spurenelement und spielt eine Hauptrolle in vielen biologischen Prozessen, einschließlich der Genregulation (Miller et al., 1985). Ihr Mangel kann zu einer Abnahme der Futteraufnahme und zu einer Wachstumshemmung führen (MacDonald, 2000). Folglich wird Zn normalerweise zu einer Ration ergänzt.

Gemäß der Verordnung der Europäischen Union beträgt der maximale Zn-Gehalt in Ferkelfuttermitteln 150 ppm (110-120 ppm ergänztes Zn). Zinkoxid (ZnO) und Zinksulfat ( $ZnSO_4$ ) sind dabei die häufigsten Quellen in der Schweineernährung. Jedoch wird immer noch Zinkoxid (ZnO) in pharmakologischer Dosierung (2400 mg/kg Zn; ca. 3 kg ZnO und mehr) bei der Fütterung von abgesetzten Ferkeln eingesetzt, um die Leistung zu verbessern und das Durchfallgeschehen zu minimieren. In Folge dessen kann die Zn-Konzentration in den tierischen Ausscheidungen sehr hoch sein und dadurch zu Umweltbelastungen führen und gleichzeitig zu nachhaltigen Problemen in der Darmgesundheit (Mikroflora, Antibiotikaresistenz). In dieser Studie wurden zwei verschiedene ZnO-Quellen (Standard-ZnO und potenziertes ZnO) miteinander verglichen. Das potenzierte Produkt (HiZox<sup>®</sup>) ist ein hochporöses ZnO mit einem speziellen, patentierten Herstellungsverfahren. Es besitzt gegenüber herkömmlichem Zinkoxid eine vielfach größere, wirksame Oberfläche mit besonderem Einfluss auf die Zusammensetzung der Mikroflora. Bei gleicher Wirkung kann es in einer deutlich geringeren Dosis eingesetzt werden und fördert gleichzeitig die Tiergesundheit sowie Entwicklung von Jungtieren.

### Material und Methoden

Zwei unterschiedliche Zinkoxid-Verbindungen wurden in derselben Dosierungen untersucht: 115 ppm Zn aus Standard-ZnO (herkömmliches ZnO) sowie 115 ppm Zn aus potenziertem ZnO (HiZox<sup>®</sup>, Animine) in Verbindung mit 25 mg Cu ( $CuSO_4$ )/kg Futter. Aufgrund der aktuellen Neufestlegung der Kupfergehalte, wurde in der vorliegenden Studie das zugesetzte Kupferlevel bewusst auf 25 ppm reduziert. Die Ration bestand aus Weizen, Sojaextraktionsschrot (dampferhitzt), Mais (aufgeschlossen), Weizengrieskleie, Erzeugnissen und Nebenerzeugnissen der Back- und Teigwarenindustrie, Zuckerrübentrockenschnitzel, Leinsamen (aufgeschlossen), Apfelterster, Pflanzenfett, Sojaproteinkonzentrat und Kartoffeleiweiß.

Tabelle 1: Analysierte Inhaltsstoffe der Versuchsrationen (g bzw. MJ/kg Trockenfutter)

	Tag 28-54	Tag 54-75
<b>ME (MJ)</b>	13,4	13,1
<b>Rohprotein (g)</b>	175	173
<b>Rohfaser (g)</b>	46	47
<b>Rohfett (g)</b>	51	46
<b>Lysin (g)</b>	13,2	11,3

In diesem Experiment wurden 40 Ferkel Pietrain x (Deutsche Landrasse x Deutsches Edelschwein) mit einem Absetzalter von 28 Tagen untersucht. Der Versuch wurde mit 20 Ferkel (10 Ferkel pro Bucht, 2 Ferkel pro  $m^2$ ) durchgeführt und gliederte sich in zwei Abschnitte: 3 Wochen Ferkelaufzuchtfutter I, 3 Wochen Ferkelaufzuchtfutter II. Die Verteilung der Tiere basierte auf Lebendmasse, Abstammung und Geschlechterverhältnis.

Die Tiere waren mit Ohrtransponder ausgestattet und wurden mittels eines individuellen Fütterungssystems gefüttert. Zusätzlich wurden sie jede Woche manuell gewogen. Der Futteraufwand wurde für jede Phase berechnet. Die Kotkonsistenz wurde ebenso pro Bucht wöchentlich bewertet.

## Ergebnisse und Diskussion

Die Ferkel zeigten, wie bereits in früheren Studien mit vergleichbaren Rationen und Zinkdosierungen, eine sehr gute Wachstumsleistung. Es waren keine Ausfälle und Krankheiten zu verzeichnen, so dass alle Tiere in die Auswertung mit einbezogen wurden. Bezuglich des Durchfallgeschehens gab es keinen Unterschied zwischen den Gruppen: Die Kotkonsistenz wurde während der ersten Woche als "weich" und dann bis zum Ende des Versuchs als "normal" eingestuft.

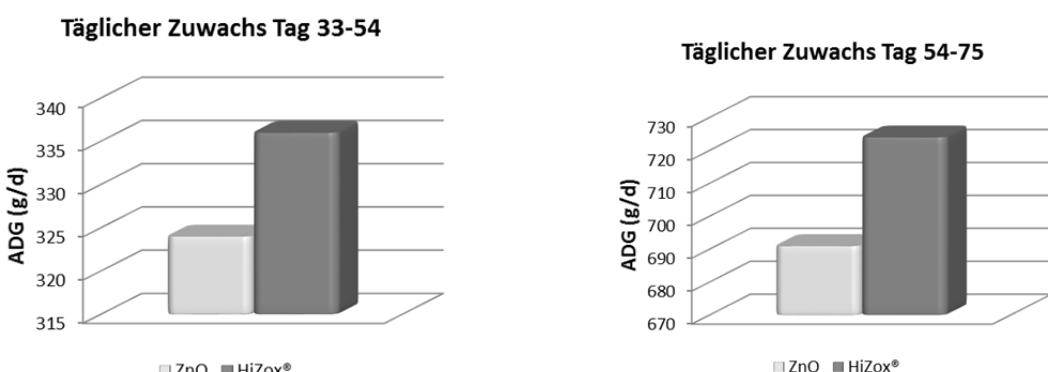


Abbildung 1 und 2: Durchschnittlicher täglicher Zuwachs während der Zeit nach dem Absetzen (Tag 33-54) und während der Aufzucht

Es konnten während des Zeitraums Tag 33 bis 54 keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen für die Gewichtszunahme, die Futteraufnahme und den Futteraufwand gezeigt werden (Abbildung 1). Dennoch zeigte die Versuchsgruppe der potenzierten ZnO-Quelle eine numerische Verbesserung beim durchschnittlichen täglichen Zuwachs von 12 g je Tag (+3,7%). In ähnlicher Weise erhöhte das potenzierte ZnO numerisch den durchschnittlichen täglichen Zuwachs während des Versuchszeitraums von Tag 54 – 75 um 33 g je Tag (+4,8%).

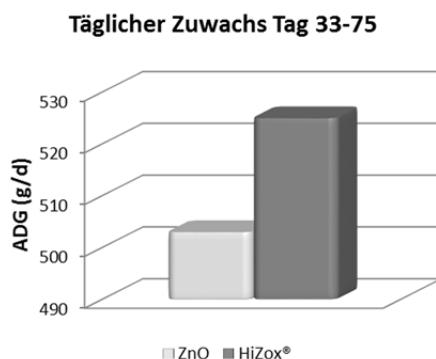


Abbildung 3: Durchschnittlicher täglicher Zuwachs Tag 33-75

Über die gesamte Versuchsdauer zeigte die potenzierte ZnO-Quelle ebenfalls eine numerische Verbesserung beim durchschnittlichen täglichen Zuwachs von 22 g je Tag (+4,4%), jedoch ohne signifikanten Unterschied für die Futteraufnahme und den Futteraufwand. Dennoch zeigte sich auch hier ein numerischer Unterschied mit Werten von 1,40 (Standard-ZnO) und 1,45 kg (HiZox®) Futter pro kg Zuwachs.

Auf dem Weltmarkt ist eine Vielzahl an ZnO-Quellen verfügbar – jedoch sind diese Quellen nicht gleich. Sie haben zwar dieselbe chemische Formel, aber ihre physikalisch-chemischen Eigenschaften können zum Beispiel in der Farbe, Partikelgröße sowie Dichte stark variieren (Cardoso et al., 2017). Einige dieser Eigenschaften können ihre Löslichkeit beeinflussen und sich auf ihre Bioverfügbarkeit auswirken. In der Tat konnte eine Studie an Broilern bereits signifikante Unterschiede zwischen den Bioverfügbarkeitswerten von 3 ZnO-Quellen zeigen (Narcy et al., 2015). Ebenso konnten frühere Studien unter europäischen (Morales et al., 2012) und asiatischen (Cho et al., 2015) Bedingungen einen positiven Einfluss der potenzierten ZnO-Quelle auf die Wachstumsleistung von abgesetzten Ferkeln zeigen. Mit einem Einsatz des potenzierten ZnO kann möglicherweise die bekannte Wirkung auf das Durchfallgeschehen der pharmakologischen ZnO-Dosierung ersetzt werden, jedoch unter deutlich reduzierten Zn-Konzentrationen in den tierischen Ausscheidungen sowie einer Minimierung der Umweltbelastung und Förderung der Darmgesundheit (Mikroflora, Antibiotikaresistenz).

## Schlussfolgerung

Die potenzierte ZnO-Quelle verbesserte die Wachstumsleistung der Ferkel während der Zeit nach dem Absetzen sowie während der ersten Wochen der Wachstumsperiode im Vergleich zu Standard-ZnO – auch unter niedrigen Kupfergehalten leicht. Eine höhere Bioverfügbarkeit sowie ein möglicher bakterizider Effekt - auch bei futtermittelrechtlich legaler Dosierung- sollten aufgrund der innovativen physikalisch-chemischen Eigenschaften der potenzierten ZnO-Quelle in Betracht gezogen werden.

## Literatur

- D. Cardoso, Y. Chevalier, A. Narcy. Physicochemical characterization of feed-grade zinc oxide sources. Poultry Science Association 106th Annual Meeting, Orlando, USA, 2017, 2-3
- J. H. Cho, S. D. Upadhaya, I. H. Kim. Effects of dietary supplementation of modified zinc oxide on growth performance, nutrient digestibility, blood profiles, fecal microbial shedding and fecal score in weanling piglets, Animal Science Journal, 2015, 86, 617-623
- R. S. MacDonald. The role of zinc in growth and cell proliferation, Journal of Nutrition, 2000, 130 (5), 15005-15085.
- J. Miller, A. D. McLachlan and A. Klug. Repetitive zinc-binding domains in the protein transcription factor IIIA from Xenopus oocytes. EMBO Journal, 1985, 4(6), 1609-1614.
- J. Morales, G. Cordero, C. Piñeiro, S. Durossoy. Zinc oxide at low supplementation level improves productive performance and health status of piglets. Journal of Animal Science, 2012, 90 Suppl 4(13), 436-438.
- A. Narcy, A. Roméo, S. Durossoy, Bioavailability of zinc oxides in broilers, 20th European Symposium on Poultry Nutrition, Czech Republic, 2015.

**Autorenanschrift:**

Dr. Ulrich Steinruck  
Pulte GmbH & Co. KG  
Hirtenweg 2  
82031 Grünwald  
E-Mail: ulrich.steinruck@pulte.de

## Zinc-Glycinate is better absorbed than an inorganic source in ponies

**Mieke V. Zoon<sup>1</sup>, Clémentine Oguey<sup>1</sup>, Fabrice Reigner<sup>2</sup>, Philippe Barrière<sup>2</sup>,  
Thierry Blard<sup>2</sup>, Aurélie Meunier<sup>2</sup>, Alexandra Blanchard<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Pancosma SA, Le Grand Saconnex, Geneva, Switzerland

<sup>2</sup> INRA, Nouzilly, France

### INTRODUCTION

The use of organic forms of trace elements tends to gain interest in animal feeding. In farm animals, metal glycinate have been shown to be more bioavailable than inorganic sources, which has the potential to reach requirement levels at reduced dosages, while limiting environmental outputs.

Nowadays, horses and other equines are more and more considered as pets or sports animals. To reach optimal performance, growth and health, nutrient requirements' guidelines are regularly released and updated (NRC, 2007, CVB, 2000, Martin-Rosset 2012). However data available on trace elements absorption and bioavailability in horses is scarce, and information related to variation between sources is even more limited. Therefore the objective of the present trial was to evaluate the effect of the source of dietary zinc (as inorganic or under an organic form: Zn-Glycinate) on zinc kinetics of absorption in ponies.

### EXPERIMENTAL PROCEDURE

The trial was set up in France. Ten Welsh ponies, aged between 2 and 7 years old, with an average bodyweight (BW) of 262 kg, were allocated to two pens in a free-stall open stable. Animals had *ad libitum* access to straw (3.8 mg Zn/kg DM), water, a licking block containing only salt and 3 kg hay/pony/day (2.4 kg DM, 35.8 mg Zn/kg DM). The Zn provided through the basal diet was in average of 16 mg Zn/kg DM, which is below the requirements of 40 mg Zn/kg DM (NRC, 2007). The ponies were depleted for 2 months, by feeding the above ration without any Zn supplementation. After this phase, a single oral dose of 10 mg Zn/kg BW was provided, either from zinc oxide (ZnO), or zinc-glycinate (B-TRAXIM® 2C Zn, Pancosma SA – Zn-Gly). Blood samples were taken 30 minutes before and 9 times after the single dose, over 24 hours. Four days before the end of the depletion period the ponies were sampled for blood following the same time schedule, to serve as negative control (Control). All blood samples were analyzed for plasmatic Zn content by colorimetric analysis. For each animal the differences in plasmatic zinc concentration in Area Under Curve ( $\Delta AUC$ ), maximum variation in concentration ( $\Delta C_{max}$ ) between the two phases (supplemented versus non-supplemented) were calculated. The effect of metal source on difference in plasmatic zinc over time was assessed by a two-way ANOVA using GraphPad Prism. A t-test was used to evaluate the impact of the metal source on  $\Delta AUC$ ,  $\Delta C_{max}$ . Results are expressed as mean  $\pm$  SEM.

### RESULTS

In terms of kinetics, the time of sampling, the source of Zinc and their interaction significantly affected difference in plasmatic concentrations of Zinc between the supplemented and the control phases ( $P < 0.01$  – Figure 1).

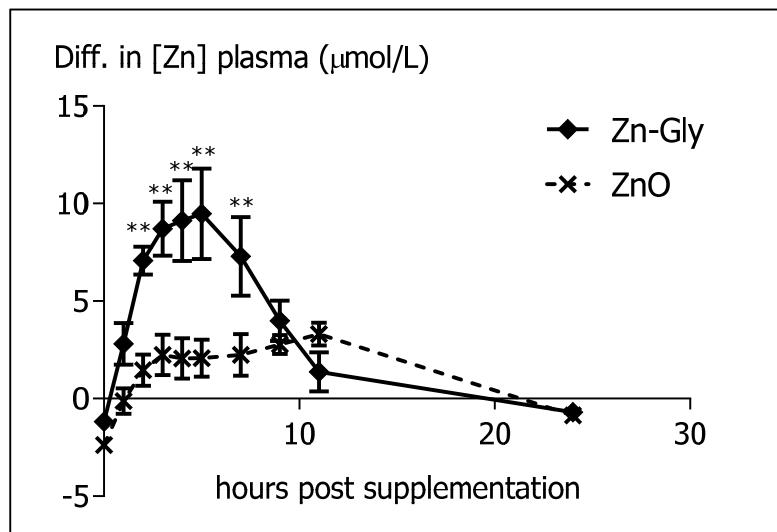


Figure 1: Effect of the Zn source on difference over time in plasmatic Zn between the supplemented and control phases (\*\*,  $P$ -source  $< 0.01$ ), i.e. control versus supplemented phase.

Ponies fed Zn-Gly exhibited greater Zn plasmatic concentrations compared to ZnO during the first 9 hours post supplementation. After 24 hours, these values went down to the same levels as those recorded prior to supplementation.

The effect of the source of Zinc on the difference between supplemented and control phases in AUC and Cmax ( $\Delta$ AUC and  $\Delta$ Cmax) is detailed in Figure 2.

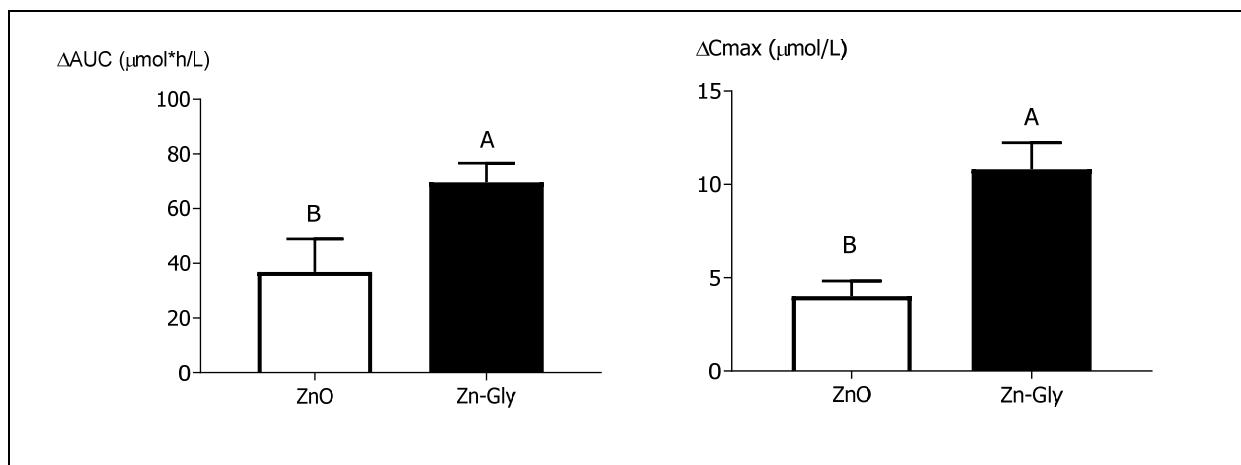


Figure 2: Effect of the Zn source on Zn plasmatic concentration over time (24h).  $\Delta$ AUC and  $\Delta$ Cmax (A, B,  $P < 0.01$ ) represents the total Zn absorbed and maximal plasmatic concentration of Zn.

Compared to ZnO, the organic supplementation (Zn-Gly) resulted in a greater  $\Delta$ AUC (respectively 36.6 versus 69.6  $\mu\text{mol}^*\text{h/L}$ ,  $P < 0.01$ ) and  $\Delta$ Cmax (respectively 4.0 versus 10.8  $\mu\text{mol/L}$ ,  $P < 0.01$ ). This means that a greater proportion of Zn is absorbed and a higher maximal plasmatic concentration is reached with Zn-Gly compared to ZnO.

## DISCUSSION

In the present trial, the experimental design was set up in a manner that each individual was its own control. Therefore the kinetics of the plasmatic Zinc concentrations recorded at the end of the depletion phase could be used to adjust the absolute values post zinc supplementation from individual variations.

The trace element considered in the present study, Zinc, is absorbed in the foregut, before the caecum. In equine animals, pre-cecal retention time ranges on average 6 to 8 h, which represents 10 to 20% of the total retention time (Julliand et al. 2005), and previous research has shown that diets based on forage result in a shorter pre-cecal retention time than those based on grain (de Fombelle et al. 2004). In addition, results on the potential impact of body weight on retention time of nutrients in the gut are controversial (Van Weenberg et al. 2006). One could therefore conservatively assume that the retention time of Welsh ponies range within the same interval as the one reported previously. Therefore the selected time interval of frequent sampling (until 11 h post infusion, then 24 h to consider return to baseline) provides a realistic estimation of Zn intestinal absorption.

The low plasmatic Zn concentration recorded for ZnO suggests that this form of supplementation is less absorbed by ponies and consequently is released in the environment through feces and urine. On the contrary, feeding this trace element under a glycinate form resulted in a faster rate of absorption, as shown in the time to reach the plateau of maximum concentration 3 hours after infusion, and the high  $\Delta C_{max}$ .

Overall, the ratio of  $\Delta AUC$  between Zn-Gly and ZnO provides an indication of the relative bioavailability of the glycinate form compared to the oxide source. In this trial, this ratio reaches 1.9:1, suggesting that Zn-Gly is 1.9 times more absorbed than ZnO. A previous study (Wichert et al. 2002) reported a slightly lower ratio of AUC between Zn-Gly and ZnO in ponies (1.5:1). This difference may be explained by the types of diet offered in these trials and the depletion time prior to the study. In Wichert et al., ponies were offered a ration consisting of roughage and cereals, while in the present trial, only hay and straw was offered to the animals. Prececal retention time being shorter in fiber-based diets, the poor and slow absorption of ZnO may have been reduced. At the opposite, the magnitude of this effect may be limited with Zn-Gly due to its quick rate of absorption.

These results showed that Zn-glycinate is more and faster absorbed than zinc oxide in ponies. This information is important to value Zn sources for supplementation in horses and have a first indication of its availability in horses.

Future research could focus on the absorption and retention of zinc-glycinates over time and in growing, breeding or intensive exercised horses to optimize practical recommendations. As well as study the value of zinc-glycinates as a Zn source on its specific functions like immunity.

## REFERENCES

- CVB, 2000. Veevoedertabel 2000. Chemische samenstelling, verterbaarheid en voederwaarde van voedermiddelen. Centraal Veevoederbureau, Lelystad, The Netherlands
- de Fombelle A., Veiga L., Drogoul C. and Julliand V. 2004. Effect of diet composition and feeding pattern on the pre-cecal digestibility of starches from diverse botanical origin measured with the mobile nylon bag techniques in horses. *Journal of animal science*. 82: 3625-34.
- Julliand V. de Fombelle A. and Varloud M. 2005. Starch digestion in horses: The impact of feed processing. *Livestock Science* 100: 44 - 52
- Martin-Rosset W. 2012. Nutrition et alimentation des chevaux. Ed. Quae 624p
- National Research Council. 2007. Nutrient Requirements of Horses: Sixth Revised Edition. Washington, DC: The National Academies Press.
- Van Weenberg S., Sales J. and Janssens JPG. 2006. Passage rate of digesta through the equine gastro-intestinal tract: a review. *Livestock Science* 99: 3-12
- Wichert B., Kreyenberg K. and Kienzle E. 2002. Serum Response after Oral Supplementation of Different Zinc Compounds in Horses. *The Journal of Nutrition* 132: 1769S-1770S

**Corresponding author:**

Clémantine Oguey  
Pancosma SA  
Voie des Traz 6  
1218 Le Grand Saconnex  
Switzerland  
Clementine.oguey@pancosma.ch



# CONTINUOUSLY INNOVATING ANIMAL FEED ADDITIVES



Since it was founded in 1947, Pancosma's highly skilled teams have been applying their knowledge to researching, developing, producing, marketing and selling essential innovative animal nutrition products and concepts for global application.



## Untersuchungen zur Zinkbindungskapazität von Tonmineralen in Pansensaft und Duodenalchymus *in vitro*

**Maria Schlattl, Sabrina Reindl, Wilhelm Windisch**

Lehrstuhl für Tierernährung, Technische Universität München

### Einleitung

Tonminerale bestehen hauptsächlich aus Aluminiumsilikaten sowie Alkali- und Erdalkalimetallen und besitzen einen Partikeldurchmesser unter 2 µm. Als Phyllosilikate sind sie aus Schichten von Siliziumoxid-Tetraedern und Aluminiumhydroxid-Oktaedern zusammengesetzt und lassen sich nach der Anzahl ihrer Schichten einteilen (Zweischicht-, Dreischicht-, Vierschicht-Tonminerale) (Okrusch und Matthes 2013). Ein Austausch von Siliziumionen durch Aluminiumionen führt zu Ungleichgewichten der elektrischen Ladung zwischen den Schichten und damit zu Wechselwirkungen bzw. zur Adsorption anderer mehrfach positiv geladener Kationen wie Eisen, Magnesium, Zink (Shaheen et al. 2009).

Feldstudien berichten gelegentlich von verbesserten physiologischen Gesundheits- und Leistungsdaten bei Einsatz von organischen Zinkquellen oder bei einer Erhöhung der Zinkzufuhr über die Versorgungsempfehlungen hinaus (Cope 2008). Dies scheint darauf hinzuweisen, dass die Bioverfügbarkeit des Nahrungszinks durch gewisse Faktoren im Futter beträchtlich moduliert werden kann. Möglich wäre eine Chelatbildung im Verdauungstrakt durch Kation-bindende Komplexe, wodurch zweiwertige Spurenelemente für den Wiederkäuer in geringeren Mengen zur Verfügung ständen. Auswertungen von Grassilageproben in Baden-Württemberg 2007 zeigten Spannweiten der Rohaschegehalte von ca. 6 bis zu 26% der Trockensubstanz (Nussbaum 2007). Bei einer knapp bedarfsdeckenden Zinkversorgung über die Futterration, könnten beispielsweise erhöhte Gehalte an Tonmineralen im Grobfutter zu einer vermehrten Festlegung von Zink und damit zu einer Unterversorgung an Zink führen.

Anhand von *in vitro* und *in vivo* Versuchen müssen deshalb mögliche Auswirkungen von erhöhten Gehalten an Bodenbestandteilen in der Futtermatrix auf die Mineralstoffverfügbarkeit beim Rind untersucht werden, um zukünftig die Zinkversorgung besser auf die Bedarfssituation der Tiere anpassen zu können und überhöhte Sicherheitszuschläge aus Nachhaltigkeitsgründen zu vermeiden.

### Material und Methoden

Im Vorfeld wurden verschiedene Tone ausgewählt, die durch variierende Anteile an 2- und 3-Schichtmineralen unterschiedlich starke Wechselwirkungen mit Spurenelementen erwarten ließen.

Tabelle 1: Zusammensetzung der verwendeten Tone

Ton	Zusammensetzung
A	Kaolinitisch (2-Schicht)/illitisch (3-Schicht)
B	Vorwiegend Bentonit; kaolinitisch/illitisch
C	Vorwiegend montmorillonitisch (3-Schicht); kaolonitisch/illitisch; quarzhaltig

Zur Simulation der Bedingungen im Verdauungstrakt des Rindes, erfolgte eine Inkubation der Tone nach abgewandeltem Schema des Hohenheimer Futterwerttestes (VDLUFA V 25.1). Am Tag der Inkubation wurde vor der Morgenfütterung Pansensaft (RF) bzw. Duodenalchymus (DC) als Mischprobe von fistulierten Milchkühen entnommen. Es wurden jeweils 30 ml filtrierter Pansensaft bzw. Duodenalchymus in Kolbenprober mit 0,2 g Tonprobe vermischt und anschließend in einem Inkubationsschrank mit Rotor bei 39 °C inkubiert. Zur Konstanthaltung der Temperatur von der Entnahme bis zur Inkubation erfolgte der Transport in isolierten Thermogefäßen. Kolbenprober und alle Sammelgefäße wurden im Vorfeld auf 39 °C vorgewärmt und im Wasserbad warmgehalten. Die Inkubation in RF und DC erfolgte für 24 h. Im Anschluss wurden die Proben zentrifugiert (10.000 g/15 min), der Überstand abgenommen, filtriert und bis zur weiteren Analyse bei -20 °C gelagert. Als Vergleichsbasis wurde bei jedem Durchlauf eine Nullprobe ohne Ton (Blank) mitgeführt. Alle Durchläufe wurden im Dreifachansatz durchgeführt. Die Analyse des im Überstand gelösten Zinks erfolgte mittels Atomabsorptionsspektrometrie.

Zur Prüfung der Zinkbindungs kapazität verschiedener Tonmischungen wurden in Inkubationsversuch 1 Tonminerale unterschiedlicher Zusammensetzung (Tabelle 1) in einer Zink-Standardlösung (20 mg Zn/L) sowie in Pansensaft und Duodenalchymus inkubiert. Nachfolgend wurde der Ton mit den stärksten Welchselwirkungen (Ton B) für den Inkubationsversuch 2 ausgewählt. Neben den Bedingungen in Pansen und Duodenalchymus wurde das saure Milieu des Labmagens durch Ansäuerung von Pansensaft mit konzentrierter Salzsäure auf pH 2,0 simuliert. Die Inkubation in diesem angesäuerten Pansensaft wurde aufgrund der schnelleren Durchflussrate im Labmagen auf 4 h reduziert. Um das Verhalten des Tones bei steigenden Zinkkonzentrationen zu beobachten und ein mögliches Sättigungsniveau zu identifizieren, wurden steigende Zinkzulagen zugegeben. Die Zulage erfolgte dabei durch Zugabe von 0; 0,04; 0,08; 0,12; 0,16 mg Zink in gelöster Form (50 mg Zn/L).

Zur Auswertung der Ergebnisse wurde mit dem Statistikprogramm SAS 9.4 eine einfaktorielle Varianzanalyse durch die Prozedur GLM (fixer Effekt: Zulagegruppe) sowie ein Mittelwertvergleich durch den Student-Newman-Keuls-Test durchgeführt. Das Signifikanzniveau lag bei allen Verfahren bei  $p \leq 0,05$ .

## Ergebnisse

### Inkubationsversuch 1: Zinkbindung verschiedener Tonminerale in unterschiedlichen Medien

Abbildung 1 zeigt die Ergebnisse des Inkubationsversuchs 1, welcher die Inkubation von Ton A, B und C in einer Zink-Standardlösung (20 mg Zn/L) sowie in Pansensaft und Duodenalchymus umfasste. Generell zeigte sich in allen drei Medien eine signifikante Verringerung des Zinkgehaltes in der Lösung durch die Zulage von Ton im Vergleich zur tonfreien Nullprobe (Blank). Dabei fielen in der Zink-Standardlösung die Unterschiede zur Blank-Probe am deutlichsten aus, mit einer Reduzierung von 20 mg/L (Blank) auf 5,7 mg/L (Ton A), 1,5 mg/L (Ton B) und 1,6 mg/L (Ton C). Bei Inkubation in Pansensaft war der Unterschied weniger ausgeprägt, aber dennoch signifikant im Vergleich zur Blank-Probe. Ton A führte zu einer Verringerung des Zinks in Lösung von 0,17 mg/L (Blank) zu 0,09 mg Zn/L, Ton B zu 0,08 mg/L und Ton C zu 0,07 mg/L, was einer Reduzierung von 45 bis 60% entspricht. Im Duodenalchymus zeigten nur Ton B (2,3 mg Zn/L) und C (2,7 mg Zn/L) eine Verringerung verglichen zur Blank-Probe (2,9 mg/L), Ton A führte zu einer signifikanten Erhöhung des Zinks in der Lösung (3,1 mg Zn/L).

Insgesamt wies im Vergleich der Tone untereinander Ton A den niedrigsten Effekt auf den Zinkgehalt in Lösung auf. In Pansensaft unterschieden sich die verschiedenen Tone nicht signifikant voneinander, in Duodenalchymus adsorbierte allerdings Ton C signifikant am meisten Zink.

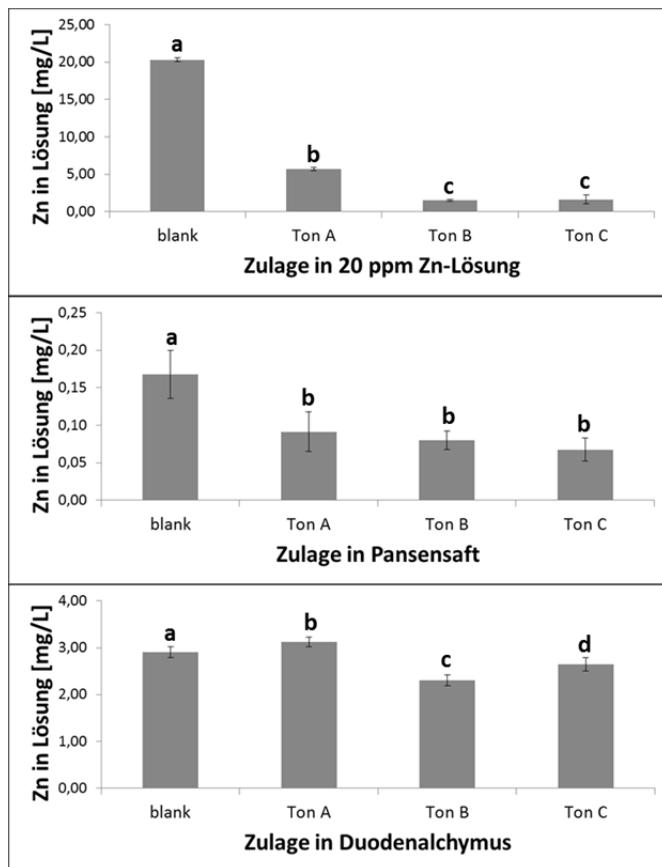


Abbildung 1: Zink in Lösung [mg/L] nach Zulage verschiedener Tonminerale und Inkubation für 24 h in einer Zink-Standardlösung, Pansensaft und Duodenalchymus. Blank=tonfreie Nullprobe. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede der Gruppenmittelwerte ( $\alpha=0,05$ )

#### Inkubationsversuch 2: Zinkbindung von Tonmineralen bei steigender Zinkzulage in unterschiedlichen Medien

In einem weiteren Versuch wurde in Pansensaft, angesäuertem Pansensaft (pH 2) und Duodenalchymus Ton B unter Zugabe von Zink (0-0,16 mg) inkubiert. Die Inkubation im Pansensaft ohne Zinkzulage verringerte signifikant den Zinkgehalt der Lösung im Vergleich zur Blank-Probe (Abbildung 2). Zulagen an Zink erhöhten die Zn-Konzentration in der Lösung, allerdings nur unterproportional zum Wert, der bei sich bei vollständiger Lösung der Zinkzulage hätte ergeben müssen („kalkulierter Zinkgehalt“). Dabei lag der Anteil an gelöstem Zink bei 45 bis 36% des kalkulierten Zinkgehalts (Abb. 2, gestrichelte Linie) und sank mit steigender Zinkzulage ab.

Im angesäuerten Pansensaft blieb die Bindung des Zinks durch den Ton aus. Zulagen an Zink bewirkten eine signifikante Erhöhung der Zinkgehalte in der Lösung. Verglichen zum kalkulierten Zinkgehalt in Lösung stieg der tatsächliche Zinkgehalt in der Lösung kontinuierlich von 160% bei 0,04 mg Zinkzulage auf 300% bei 0,16 mg Zinkzulage an.

Ähnlich verhielt sich der Gehalt an gelöstem Zink bei Inkubation in Duodenalchymus. Zwischen der Blank-Probe ohne Ton, der Inkubation des Tons ohne Zinkzulage sowie einer Zulage von 0,04 mg Zn ließ sich kein signifikanter Unterschied erkennen. Eine weitere Erhöhung der Zinkzulage führte aber zu signifikant höheren Zinkgehalten in Lösung. Auch das Verhältnis von tatsächlichem zu kalkuliertem

Zinkgehalt in der Lösung verhielt sich entsprechend. Bis zu einer Zinkzulage von 0,04 mg Zn konnte eine Reduktion um ca. 10% beobachtet werden, ab 0,08 mg Zinkzulage lag der tatsächliche Zinkgehalt um 10 bis 37% über dem kalkulierten Gehalt in der Lösung.

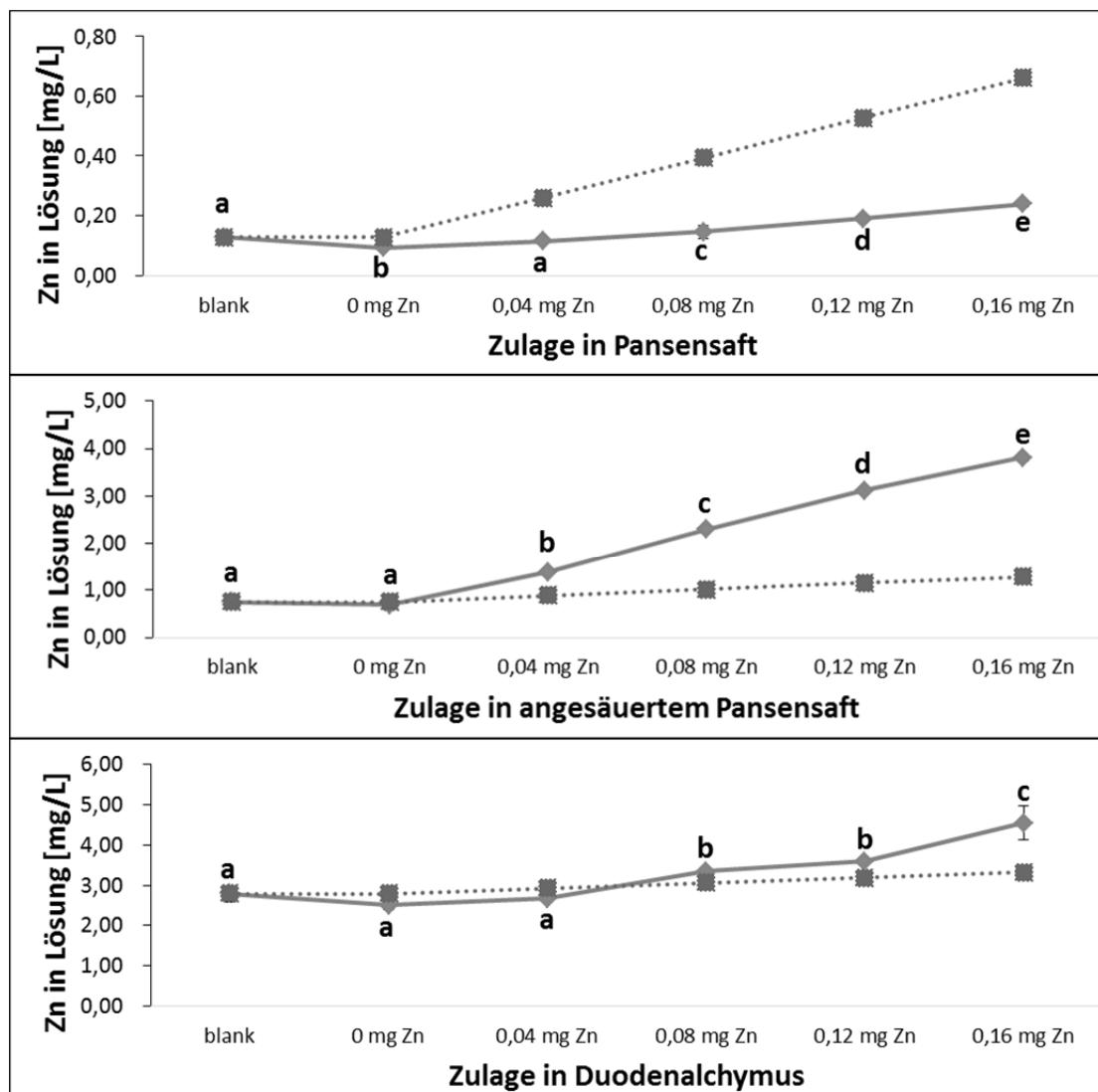


Abbildung 2: Linie gestrichelt: Kalkuliertes Zink in Lösung [mg/L] nach Zugabe steigender Mengen an Zink; Linie durchgezogen: Zink in Lösung [mg/L] nach Zulage von Tonmineralen sowie steigenden Mengen an Zink und Inkubation in Pansensaft (24 h), angeseuertem Pansensaft (4 h, pH 2) und Duodenalchymus (24 h). Blank=tonfreie Nullprobe. Unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede der Gruppenmittelwerte ( $\alpha=0,05$ )

## Diskussion

Ziel der *in vitro* Inkubationsversuche war, Tone mit erhöhtem Zinkbindungspotential zu identifizieren und ihre Bindungskapazität in verschiedenen Medien zu beobachten. Generell zeigen die verschiedenen Tonproben unterschiedliche Ausprägungen in ihrer Zinkaufnahmekapazität, was den

unterschiedlichen Struktureigenschaften ihrer Schichtsilikate entspricht. Die Kationenaustauschkapazität (KAK) von Tonmineralen wird durch viele Faktoren beeinflusst, unter anderem die Gehalte an Eisen- und Manganoxiden (Brümmer et al. 1983; Shuman 1988) sowie an Calcium- und Magnesiumcarbonaten (Zachara et al 1988; Papadopulus und Rowell 1988; Kiekens 1995). Die signifikant höhere Reaktivität von Ton B entspricht Studien zur KAK unterschiedlicher Tonminerale, die sinkende Austauschkapazitäten in der Reihenfolge Montmorillonit (Bentonit) > Illit > Kaolinit > Quarze beobachteten (Meier und Kahr 1999; Shaheen et al. 2013).

Während in der reinen Zink-Standardlösung die Zinkbindung aller drei Tone sehr hoch ausfiel, war sie im Pansen Saft weniger stark ausgeprägt. Dies spricht für eine Abhängigkeit der Zinkbindungs Kapazität von der Matrix des Inkubationsmediums. Hier dürfte die Art der freien Bindungsstellen der Tonmineralschichten eine besondere Rolle spielen. So können bei einer reinen Zink-Lösung sowohl die Zn-selektiven als auch die unspezifischen Bindungsstellen durch das zugelegte Zink besetzt werden (Sastre et al. 2006). Biologische Medien weisen dagegen oftmals hohe Konzentrationen an weiteren (Spuren)Metallen auf, die um die unspezifischen Bindungsstellen konkurrieren und die Zinkbindungs Kapazität der Tonminerale damit herabsetzen. Ebenso bietet eine reine Zinklösung günstigere Bedingungen für die Abgabe bereits gebundener Kationen und damit für die Schaffung freier Bindungsstellen für Zinkionen (Shaheen 2009). Für einen solchen Einfluss des Sättigungsgrades der Probenlösung spricht auch die in dieser Studie beobachtete geringere Zinkbindungs Kapazität der Tonminerale in Duodenalchymus, welcher durch die Resorption von Wasser im Psalter eine höhere Nährstoff- und damit Elementdichte besitzt (Engelhardt et al. 2015). Zusätzlich kann von einem Einfluss des pH-Wertes der Medien ausgegangen werden. Ein steigender pH-Wert führt einerseits zu vermehrter Adsorption von Kationen durch die Oberfläche der Schichtminerale sowie zu einer verminderten Löslichkeit von Elementhydroxiden, -phosphaten und -carbonaten (Appel und Ma 2002; Silveira et al. 2003). Der physiologische pH-Wert des Rumens liegt mit pH 5,5-6,9 über dem pH-Wert am proximalen Duodenum (pH 2-5) (Engelhardt et al. 2015). Damit stimmen die gezeigten niedrigeren Zinkbindungs Kapazitäten der Tonminerale in Duodenalchymus sowie angesäuertem Pansen Saft (Inkubationsversuch 2) mit Studien überein, welche eine verringerte Zinksorption in sauren Medien zeigten (Li et al. 2011; Naidu et al. 1997; Naidu et al. 1994; Naidu et al. 1998; Liang et al. 2007).

Inkubationsversuch 2 zeigte eine unterschiedliche Aufnahmekapazität von Ton B in Abhängigkeit des Mediums. Während in Pansen Saft auch bei hohen Zinkzulagen noch mehr als 50% des Zinks gebunden wurde, setzte der Ton in angesäuertem Pansen Saft dagegen große Mengen an Zink frei. In Duodenalchymus zeigte sich ein Sättigungspunkt bei einer Zulage von 0,04-0,08 mg Zink, was für eine komplexe Abhängigkeit der Bindungskapazität von verschiedenen Faktoren der Matrix spricht.

## Fazit

*In vitro* konnte ein signifikanter Einfluss von Tonmineralen auf den Gehalt an gelöstem Zink in Pansen- und Duodenalsaft von Rindern gezeigt werden. Es ist damit davon auszugehen, dass erdige Verunreinigungen in Grundfuttermitteln als potentielle Mineralstoffchelatoren wirken. Die Ausprägung der Zinkbindung hängt von vielen Faktoren, wie pH-Wert, Elementkonzentration im Medium, Zusammensetzung der Tonminerale bzw. der erdigen Verunreinigungen ab. Deren komplexes Wechselspiel lässt sich *in vitro* nur begrenzt simulieren. Im Tiermodell mit fistulierten Rindern werden deshalb weitere Untersuchungen durchgeführt, um genauere Erkenntnisse über die Wechselwirkungen von Tonmineralen und Spurenelementen *in vivo* zu erhalten und die Bedeutung von erdigen Verunreinigungen für die praktische Rinderfütterung auszumachen.

## Literaturverzeichnis

- Appel, Chip; Ma, Lena (2002): Concentration, pH, and surface charge effects on cadmium and lead sorption in three tropical soils. In: *Journal of Environmental Quality* 31 (2), S. 581–589.
- Brümmer, Gerhard; Tiller, Kevin G.; Herms, Ulrich; Clayton, Paul M. (1983): Adsorption—desorption and/or precipitation—dissolution processes of zinc in soils. In: *Geoderma* 31 (4), S. 337–354.
- Cope, Carolyn Mary (2008): Effects of level and form of dietary zinc on performance, health and digestibility in dairy cows: University of Aberdeen.
- Engelhardt, Wolfgang von; Breves, Gerhard; Diener, Martin; Gäbel, Gotthold (2015): *Physiologie der Haustiere*: Georg Thieme Verlag.
- Kiekens, L. (1995): Zinc, 284–305. In: *Heavy metals in soil*. Blackie academic and professional, London, po 368.
- Li, Tingqiang; Di, Zhenzhen; Yang, Xiaoe; Sparks, Donald L. (2011): Effects of dissolved organic matter from the rhizosphere of the hyperaccumulator *Sedum alfredii* on sorption of zinc and cadmium by different soils. In: *Journal of hazardous materials* 192 (3), S. 1616–1622.
- Liang, Jing; Xu, Renkou; Jiang, Xin; Wang, Yong; Zhao, Anzhen; Tan, Wenfeng (2007): Effect of arsenate on adsorption of Cd (II) by two variable charge soils. In: *Chemosphere* 67 (10), S. 1949–1955.
- Meier, L. P.; Kahr, G. (1999): Determination of the cation exchange capacity (CEC) of clay minerals using the complexes of copper (II) ion with triethylenetetramine and tetraethylenepentamine. In: *Clays Clay Miner* 47, S. 386–388.
- Naidu, Ravendra; Sumner, Malcolm E.; Harter, R. D. (1998): Sorption of heavy metals in strongly weathered soils. An overview. In: *Environmental Geochemistry and Health* 20 (1), S. 5–9.
- Naidu, Ravi; Bolan, N. S.; Kookana, Rai S.; Tiller, K. G. (1994): Ionic-strength and pH effects on the sorption of cadmium and the surface charge of soils. In: *European journal of soil science* 45 (4), S. 419–429.
- Naidu, Ravi; Kookana, Rai S.; Sumner, Malcom E.; Harter, Robert D.; Tiller, K. G. (1997): Cadmium sorption and transport in variable charge soils. A review. In: *Journal of Environmental Quality* 26 (3), S. 602–617.
- Nussbaum, H. (2007): Dreck macht nicht fett - Verschmutzung bei Grassilage. Hg. v. Bildungs- und Wissenschaftszentrum Aulendorf. Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung und Grünlandwirtschaft. Aulendorf. Online verfügbar unter [https://www.landwirtschaft-bw.info/pb/site/lel/get/documents/MLR.LEL/PB5Documents/lazbw\\_gl/Futterkonservierung/Verschmutzung%20bei%20Grassilag\\_en.pdf?attachment=true](https://www.landwirtschaft-bw.info/pb/site/lel/get/documents/MLR.LEL/PB5Documents/lazbw_gl/Futterkonservierung/Verschmutzung%20bei%20Grassilag_en.pdf?attachment=true), zuletzt geprüft am 10.08.2018.
- Okrusch, Martin; Matthes, Siegfried (2013): *Mineralogie. Eine Einführung in die spezielle Mineralogie, Petrologie und Lagerstättenkunde*: Springer-Verlag.
- Papadopoulos, P.; Rowell, D. L. (1988): The reactions of cadmium with calcium carbonate surfaces. In: *Journal of Soil Science* 39 (1), S. 23–36.
- Sastre, J.; Rauret, G.; Vidal, M. (2006): Effect of the cationic composition of sorption solution on the quantification of sorption—desorption parameters of heavy metals in soils. In: *Environmental pollution* 140 (2), S. 322–339.
- Shaheen, Sabry M.; Tsadilas, C. D.; Mitsibonas, Th; Tzovalekas, M. (2009): Distribution coefficient of copper in different soils from Egypt and Greece. In: *Communications in soil science and plant analysis* 40 (1-6), S. 214–226.
- Shaheen, Sabry M.; Tsadilas, Christos D.; Rinklebe, Jörg (2013): A review of the distribution coefficients of trace elements in soils. Influence of sorption system, element characteristics, and soil colloidal properties. In: *Advances in Colloid and Interface Science* 201, S. 43–56.
- Shaheen, Sabry Mohamed (2009): Sorption and lability of cadmium and lead in different soils from Egypt and Greece. In: *Geoderma* 153 (1-2), S. 61–68.
- Shuman, L. M. (1988): Effect of organic matter on the distribution of manganese, copper, iron, and zinc in soil fractions. In: *Soil Science* 146 (3), S. 192–198.
- Silveira, Maria Lucia Azevedo; Alleoni, Luís Reynaldo Ferracciú; Guilherme, Luiz Roberto Guimarães (2003): Biosolids and heavy metals in soils. In: *Scientia Agricola* 60 (4), S. 793–806.
- Zachara, J. M.; Kittrick, J. Ar; Harsh, J. B. (1988): The mechanism of Zn<sup>2+</sup> adsorption on calcite. In: *Geochimica et Cosmochimica Acta* 52 (9), S. 2281–2291.

**Autorenanschrift:**

Maria Schlattl  
Technische Universität München  
Lehrstuhl für Tierernährung  
Liesel-Beckmann-Straße 2, 85354 Freising  
maria.schlattl@wzw.tum.de

## Evaluating phosphorus excretion in pigs through meta-analysis of seven trials of *Buttiauxella* phytase

**Saad Gilani<sup>1</sup>, Yueming Dersjant-Li<sup>1</sup>, Rachael Hardy<sup>1</sup>, Armin Vikari<sup>1</sup>, Rafael Duran<sup>1</sup> and Anne-Marie Debicki -Garnier<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Danisco Animal Nutrition, DuPont Industrial Biosciences, Marlborough, UK

Recently there has been a huge emphasis on phosphorus excretion and livestock is one of the contributors to it. Meta-analysis of the seven different trials with *Buttiauxella* at 250, 500, 1000 and 2000 FTU/kg doses, showed that increasing doses of *Buttiauxella* phytase decreases phosphorus excretion in faeces in pigs. Results of these trials have been included in a simple excel sheet by using a regression model. This model can help pig producers to investigate the effects of different doses of *Buttiauxella* to optimize their nutritional goals of better performance and improved environment.

### Introduction

Plants usually store their phosphorus in seeds in the form of Phytate (salt of phytic acid, inositol-6-phosphate, IP6), which can be utilized for seed germination and plant growth (Humer et al., 2015). However, problems arise when most of these seeds are utilized by animals, who have a limited ability to break down phytate to liberate phosphorus in the early gastrointestinal tract. Many reviews have been written on phytate, the use of phytase enzymes to liberate phosphorus and various factors affecting its activities (Dersjant-Li et al., 2015, Ravindran 2013 and Selle et al., 2012). In summary, phytase acts on IP6 and can liberate five to six phosphorus molecules. Since phytate can also bind amino acids, calcium and other minerals, depending on the pH in different sections of the GIT, addition of phytase can reduce the anti-nutrient effects of phytate as well. This in turn can not only reduce the use of inorganic phosphorus to meet the animal requirements, but also spare calcium, sodium, amino acids and energy. However, the efficacy of phytase depends on the animal type, substrate level (phytate), and type and dose of phytase used. A fast-acting enzyme that is active in the acidic environment (such as *Buttiauxella*), has shown to increase phosphorus digestibility and amino acid digestibility in many in-vivo trials in pigs and poultry (Velayudhan et al., 2015, Dersjant-Li et al., 2016, Dersjant-Li et al., 2017, Liu et al., 2015 and Sharma et al., 2016). Results of these studies have been published in peer reviewed scientific journals. Due to the fact phytase can reduce the need for inorganic phosphorus supplementation and its action on phytate and phosphorus digestibility, it can also reduce phosphorus excretion to the environment. The phosphorus loss into water can lead to eutrophication (or algal bloom). The European legislation and directives regarding the phosphorus (and other nutrients leaching like nitrogen) are complicated and vary from country to country (please see the EU legislation in this regards). However, it is becoming more apparent that there is a huge need to reduce phosphorus excretion in the manure for its application on the land. There is not only a benefit to reduce the animal feed costs, but also to reduce the phosphorus pollution into the waterways. A recent study has shown that phosphorus excretion is reduced when using *Buttiauxella* in piglets (Dersjant-Li et al., 2017a) and in poultry (DuPont Data).

## Materials and Methods

This article gives a short review of meta-analysis of the seven trials conducted in pigs that have shown to improve phosphorus digestibility and reduce phosphorus excretion. Additionally, based on a non-linear regression model using the data from these 7 trials, an excel based tool has been developed to help nutritionists and farmers, especially dealing in the area when reducing P excretion is regulated by authorities.

In the meta-analysis, seven individual and independent trials with weaned piglets were included (average weight range 9-20 kg at the start of the trial and 15-40 kg at the end of the trial). Pigs were kept in pens after weaning as a single experiment unit, with 8-12 replicates for each experiment. In all studies, there was a positive control, negative control and diets supplemented with *Buttiauxella* at 250, 500, 1000 and 2000 FTU/kg (not all studies were dealing with all doses). Positive control met the animal's nutrient requirement. Negative control had lower calcium and dig P than positive control with digestible phosphorus content in a range of 0.16-0.35% and calcium content in a range of 0.49-0.65%. The diets were based on soybean meal and either wheat or corn as main cereals with a total phytate of 0.22-0.23%. All diets had a marker for digestibility measurement. At the end of each trial, faecal and urinary samples were collected for phosphorus and calcium digestibility measurement and total tract digestibility and excretion were calculated.

## Results

The results are shown in Figures 1 and 2 below. Phosphorus digestibility was increased significantly with the increasing dose of *Buttiauxella* phytase. Additionally, it is quite obvious that with the increasing dose of *Buttiauxella* phytase the phosphorus excretion decreased significantly. The biggest reduction in the excretion was achieved when using 500 FTU of *Buttiauxella* phytase compared to the controls. However, there is still further decrease in the phosphorus excretion at 1000 and 2000 FTU. This trend was also observed when investigating the dry matter digestibility with *Buttiauxella* phytase trials (Dersjant-Li et al., 2017b).

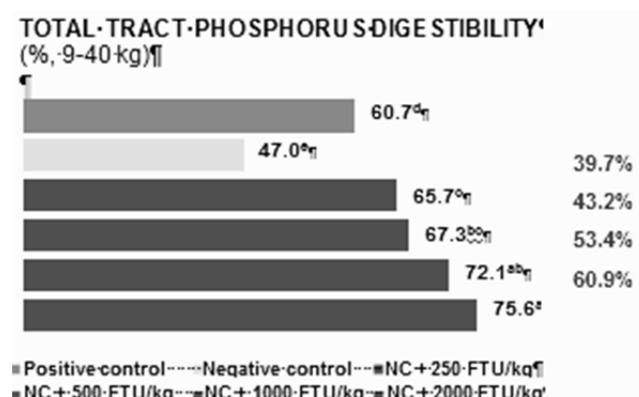


Figure 1: Total tract phosphorus digestibility

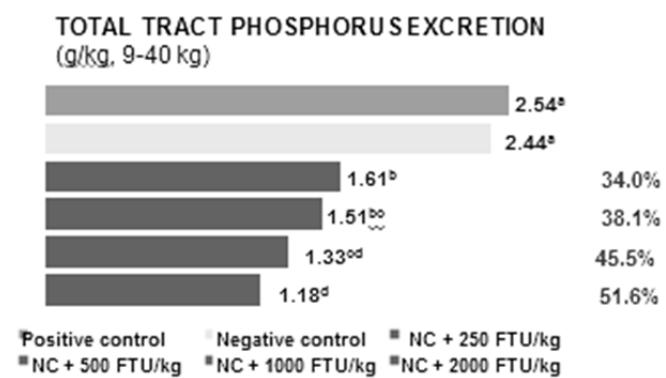


Figure 2: Total tract Phosphorus excretion g/kg

Based on these data, a non-linear regression model ( $R= 0.916$ ) was used to create the excel based tool to calculate phosphorus excretion reduction. Total diet in tons can be entered in the tool, along with the flexible doses of *Buttiauxella* phytase. Based on the regression model, the tool calculates phosphorus excretion. The results are shown as phosphorus excretion kg (Fig 3) and in percentages (Fig 4). In the figure below, 0-2000 FTU/kg were used as an example. However, these can be changed for practical purposes. To find out more about this tool and about *Buttiauxella* phytase, contact your local DuPont representatives.

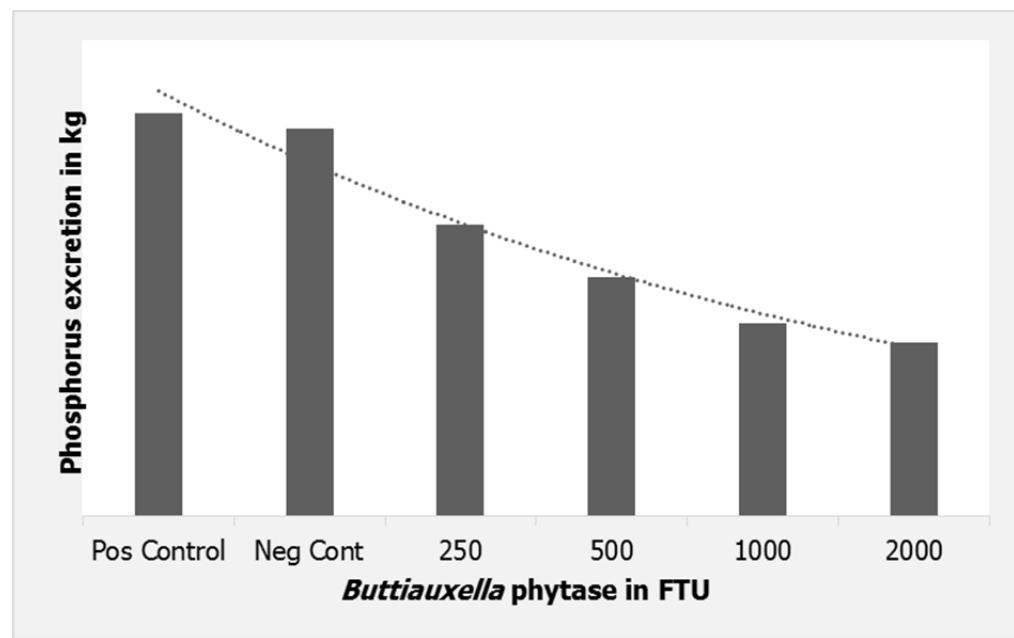


Figure 3: Phosphorus excretion in kilograms (based on feed in T) in Pigs

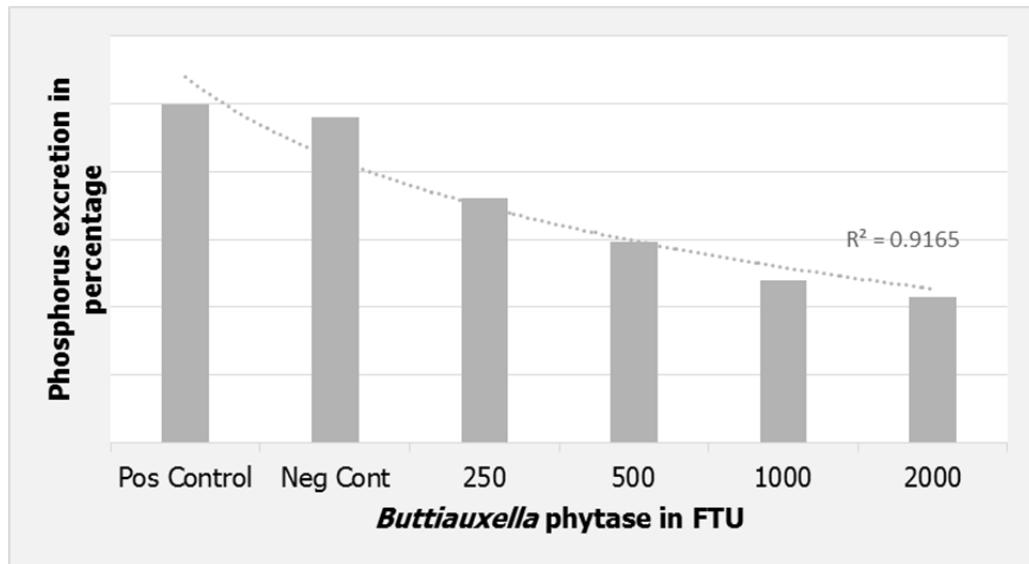


Figure 4: Phosphorus excretion in percent to Positive control in Pigs

NOTE: vertical scales were removed for confidentiality purposes.

## References

- Humer. E., Schwarz. C., Schedle. K. 2015. Phytate in pig and poultry nutrition. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 99 (2015) 605–625
- Dersjant-Li, Y., Awati, A., Schulze, H., Partridge, G., 2015. Phytase in non-ruminant animal nutrition: a critical review on phytase activities in the gastrointestinal tract and influencing factors. *J. Sci. Food Agric.* 95, 878–896.
- Dersjant-Li, Y., Gibbs, K., Awati, A., Klasing, K.C. 2016. The effects of enzymes and direct fed microbial combination on performance and immune response of broilers under a coccidia challenge. *Journal of Applied Animal Nutrition*, Vol. 4; e6; page 1 of 14
- Dersjant-Li, Y., Schuh, K., Wealleans, A.L., Awati, A., Dusel, G., 2017a. Effect of a *Buttiauxella* phytase on production performance in growing/finishing pigs fed a European-type diet without inclusion of inorganic phosphorus. *J. Appl. Anim. Nutr.* 5. <http://dx.doi.org/10.1017/JAN.2017.3>
- Dersjant-Li, Y., Wealleans, A.L., Barnard, L.P., Lane, S. 2017b. Effect of increasing *Buttiauxella* phytase dose on nutrient digestibility and performance in weaned piglets fed corn or wheat based diets. *Animal Feed Science and Technology* 234 101–109
- Liu, S.Y., Bold, R.M., Plumstead, P.W., Selle, P.H. 2015. Effects of 500 and 1000 FTU/kg phytase supplementation of maize-based diets with two tiers of nutrient specifications on performance of broiler chickens *Animal Feed Science and Technology* 207 (2015) 159–167.
- Ravindran. V. 2013. Feed enzymes: The science, practice, and metabolic realities. *J. Appl. Poult. Res.* 22 :628–636 <http://dx.doi.org/10.3382/japr.2013-00739>
- Sharma NK, et al., Performance, litter quality and gaseous odour emissions of broilers fed phytase supplemented diets, *Animal Nutrition* (2016), <http://dx.doi.org/10.1016/j.aninu.2016.10.003>
- Selle, P.H., Cowieson, A.J., Cowieson, N.P., Ravindran, V., 2012. Protein-phytate interactions in pig and poultry nutrition: a reappraisal. *Nutr. Res. Rev.* 25, 1–17.
- Velayudhana. D.E., Heoa. J.M., Dersjant-Li. Y., Owusu-Asiedu. A., Nyachoti. C.M., 2015. Efficacy of novel 6-phytase from *Buttiauxella* sp. on ileal and total tract nutrient digestibility in growing pigs fed a corn-soy based diet *Animal Feed Science and Technology* 210 (2015) 217–224.

**Corresponding author:**

Saad Gilani  
Danisco Animal Nutrition  
DuPont Industrial Biosciences  
Marlborough, UK



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

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

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

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

Entdecken Sie, wie Axtra® PHY Ihrem Unternehmen helfen kann als erster durchs Ziel zu gehen.  
Mehr dazu auf [animalnutrition.dupont.com/AxtraPHY](http://animalnutrition.dupont.com/AxtraPHY)

**Axtra® PHY**  
Danisco Animal Nutrition

## Superdosing von Phytase 4a19: Höhere Wachstumsleistung mit weniger Kupfer

Dr. Michael Wilhelm<sup>1</sup>, Marieke van Hout<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dr. Eckel Animal Nutrition GmbH & Co. KG, Niederzissen, Deutschland

<sup>2</sup>AB Vista, Madrid, Spanien

### Einleitung

Das Prinzip des Superdosings hat die Sichtweise auf Phytasen und deren Einsatz in der Tierernährung in den letzten Jahren stark verändert. Anders als in der herkömmlichen Phytase-Anwendung zur Einsparung von Phosphor und Reduktion der Phosphoremessionen ermöglicht es Superdosing zusätzlich, eine stark verbesserte Leistung zu erzielen (Laird 2018, Wilcock and Walk 2016). Durch die über den Standard hinausgehende Dosierung der richtigen Phytase wird Phytat und auch dessen niedrigere Phosphatester nahezu komplett gespalten. Das minimiert die antinutritiven Effekte dieser negativ geladenen Moleküle auf Aminosäuren, Mineralien und Spurenelemente wie z.B. Zink, Eisen und Kupfer, sodass deren Verdaulichkeit für das Tier steigt (Kim 2017, Walk 2014). Zusätzlich wird vermehrt Inositol gebildet, das für seine positive Wirkung auf die Leistung und Tiergesundheit bekannt ist (Lee 2017).

Der leistungssteigernde Effekt von Kupferzulagen ist insbesondere bei der Ernährung von Ferkeln bekannt. Aufgrund der Umweltbelastung durch Kupferemissionen und dem Zusammenhang von Kupfer und erhöhtem Auftreten von Antibiotikaresistenzen werden die zugelassenen Höchstgehalte allerdings aktuell gesenkt. Deshalb sind künftig Fütterungsstrategien gefragt, die eine hohe Effektivität auch bei geringerem Einsatz von Kupfer ermöglichen können.

Vor diesem Hintergrund wurde das Superdosing der Phytase Quantum® Blue (4a19) untersucht. Durch ihre hohe Reaktionsgeschwindigkeit, die ausgeprägte Affinität gegenüber Phytat sowie dessen niedrigere Ester und die Aktivität im richtigen pH-Bereich eignet sich diese moderne Phytase optimal für diese Anwendung. Es wurden Diäten mit verschiedenen Kupferkonzentrationen jeweils mit und ohne Superdosing getestet. Dadurch sollte ermittelt werden, ob das Leistungsniveau, das mit hohen Kupferdosierungen erreicht wurde, durch Superdosing und die damit minimierten antinutritiven Effekte von Phytat auch mit weniger Kupfer erzielt werden kann.

### Material und Methoden

Insgesamt 720 Ferkel mit einem durchschnittlichen Startgewicht von  $6,98 \pm 0,01$  kg (abgesetzt an Tag 21, gemischtgeschlechtlich) wurden randomisiert in acht Behandlungsgruppen aufgeteilt und über 42 Tage gefüttert. In der  $2 \times 4$ -faktoriellen Anordnung (siehe Tabelle 1) wurden vier unterschiedliche Kupferkonzentrationen (15 – 250 ppm, Quelle: Kupfersulfat, 15 ppm entspricht Basisgehalt der Ration) jeweils mit und ohne Superdosing (2000 FTU/kg) untersucht.

Jede Behandlung bestand aus neun Wiederholungen mit zehn Tieren pro Gruppe (5 weibliche und 5 kastrierte männliche Ferkel). Die Fütterung der auf Mais und Soja basierenden Rationen erfolgte in drei Phasen (Phase 1: absetzen – 7 d, Phase 2: 7 d – 21 d, Phase 3: 21 d – 42 d). In allen Phasen wurde pelletiertes Futter eingesetzt. Die Rationen in Phase 1 und 2 wurden in den Kontroll- (keine Phytase) und Superdosing-Gruppen (2000 FTU/kg) formuliert, um den Bedarf der Tiere ohne Berücksichtigung der Phytase zu decken. Bei allen Diäten von Phase 3 in den Kontroll- (500 FTU/kg)

und Superdosing-Gruppen (2000 FTU/kg) wurden die Nährstoffe um den entsprechenden Gehalt aus den Matrixwerten von 500 FTU/kg Quantum®Blue (0,15% verfügbarer Phosphor, 0,16% Calcium) reduziert.

Die Messung des Körpergewichts und der Futteraufnahme sowie die Bestimmung der Futterverwertung (FCR) erfolgten an Tag 21 und Tag 42. Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit einer zweifaktoriellen ANOVA mithilfe der fit-model-Plattform von JMP 13.0 und Student's T-test.

Tabelle 1: Untersuchte Rationen im Ferkelversuch.

Gruppe	Kupferzugabe* [ppm]	Dosierung von Quantum® Blue [FTU/kg]**	
	0 d - 42 d	0 d – 21 d	21 d – 42 d
<b>1</b>	15		
<b>2</b>	62,5		
<b>3</b>	125	-	500
<b>4</b>	250		
<b>SD 1</b>	15		
<b>SD 2</b>	62,5		
<b>SD 3</b>	125		2000
<b>SD 4</b>	250		

\* Quelle: Kupfersulfat, 15 ppm, entspricht Basisgehalt der Ration

## Ergebnisse

### Effekte des Kupfergehalts

An Tag 21 des Fütterungsversuchs wurde ein linearer Effekt des Kupfergehalts auf die durchschnittlichen täglichen Zunahmen und die Futterverwertung beobachtet (Tabelle 2). Durch die Erhöhung des Kupfergehalts von 15 ppm in der Kontrollgruppe auf 250 ppm wurde die Gesamtzunahme um 1,2 kg und die Futterverwertung um 12% verbessert (FCR von 1,29 auf 1,14). Ein vergleichbarer linearer Effekt wurde auch am Ende des Versuchs an Tag 42 festgestellt. Eine um 2,2 kg höhere Gesamtzunahme und 5% effizientere Futterverwertung bei 250 ppm im Vergleich zur Kontrolle wurde dabei beobachtet.

### Effekte von Quantum®Blue Superdosing

Durch die Superdosing-Anwendung von Quantum® Blue (2000 FTU/kg) wurden sowohl die Zunahmen als auch die Futterverwertung an Tag 21 und 42 verbessert (Tabelle 2). Im Vergleich zu den Kontrollgruppen wurden die Zunahmen an Tag 21 (+0,8 kg) und 42 (+1,6 kg) um 7 % gesteigert. Zusätzlich verbesserte sich die Futterverwertung um 7% an Tag 21 und 8% an Tag 42.

Tabelle 2: Leistungsparameter mit und ohne Superdosing sowie bei steigender Kupfersupplementierung.

	Quantum® Blue Superdosing		Kupfergehalt [ppm]			
Behandlung	X	✓	15,0	62,5	125	250
Gruppen	1-4	SD1-4	1 + SD1	2 + SD2	3 + SD3	4 + SD4

**Absetzen – 21 d**

<b>Gewicht [kg]</b>	11,7 a*	12,5 b*	11,5	12,1	12,2	12,7
<b>Zunahme [g/d]</b>	230 a**	267 b**	222	245	254	272
<b>FCR [g/g]</b>	1,25	1,16	1,29 c	1,19 c	1,17 c	1,14 c

\* p<0,001; \*\* p<0,08; c signifikanter linearer Effekt bei Erhöhung des Kupfergehalts

**Absetzen – 42 d**

<b>Gewicht [kg]</b>	24,3 a*	25,9 b*	24,0	24,9	25,2	26,2
<b>Zunahme [g/d]</b>	414 a**	451 b**	408	428	436	458
<b>FCR [g/g]</b>	1,41 a***	1,30 b***	1,39 c	1,34 c	1,37 c	1,32 c

\* p<0,02; \*\* p<0,01; \*\*\*p<0,05, c signifikanter linearer Effekt bei Erhöhung des Kupfergehalts

**Effekte des Kupfergehalts und Quantum®Blue Superdosings**

Unabhängig vom Kupfergehalt in der Diät verbesserte die Superdosing-Anwendung von Quantum® Blue die Futterverwertung an Tag 42 (Abbildung 1). Selbst mit dem Gehalt von 15 ppm Cu in der Basisration ohne zusätzliche Kupfersupplementierung erreichten die Ferkel in der Superdosing-Gruppe eine 3% effizientere FCR im Vergleich zur Kontrollgruppe mit 250 ppm Kupfer. Eine noch weiter verbesserte FCR wurde bei einer Erhöhung der Kupferkonzentration und gleichzeitigem Superdosing erzielt.

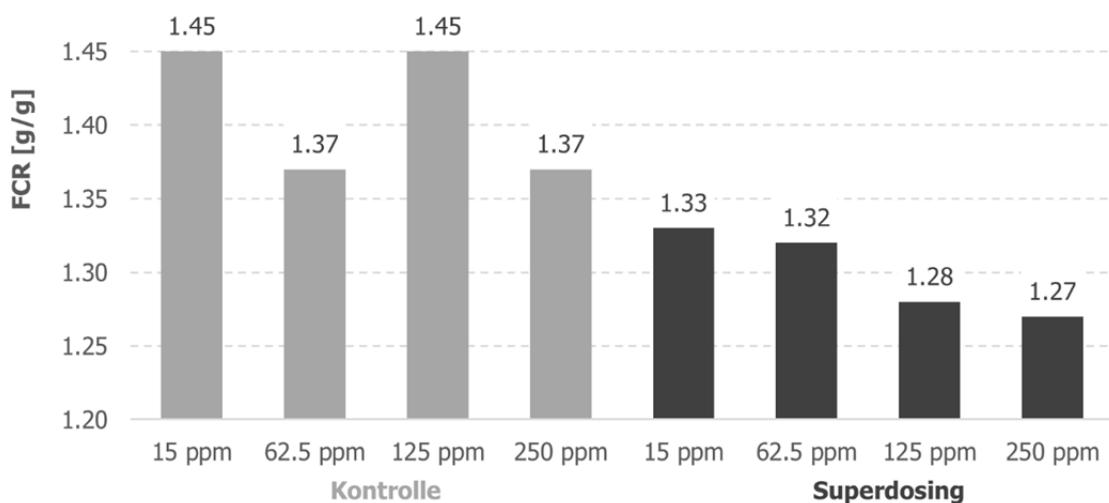


Abbildung 1: Effekt von Quantum® Blue Superdosing und des Kupfergehalts auf die Futterverwertung an Tag 42.

Das Superdosing von Quantum® Blue hatte auch einen stark positiven Effekt auf die durchschnittlichen Tageszunahmen (Abbildung 2). Im Vergleich zu den jeweiligen Kontrollen mit dem gleichen Kupfergehalt wurde in jeder entsprechender Superdosing-Gruppe eine deutliche Erhöhung der Zunahmen erreicht. Dadurch konnte das gleiche Leistungsniveau der Kontrollgruppe mit 250 ppm Kupfer (446 g/d) durch Superdosing bereits mit 62,5 ppm Kupfer erreicht werden. Außerdem erreichten die Ferkel in der Gruppe mit 15 ppm und Superdosing höhere Zunahmen als die Gruppen mit 15, 62,5 und 125 ppm in der Kontrolle.

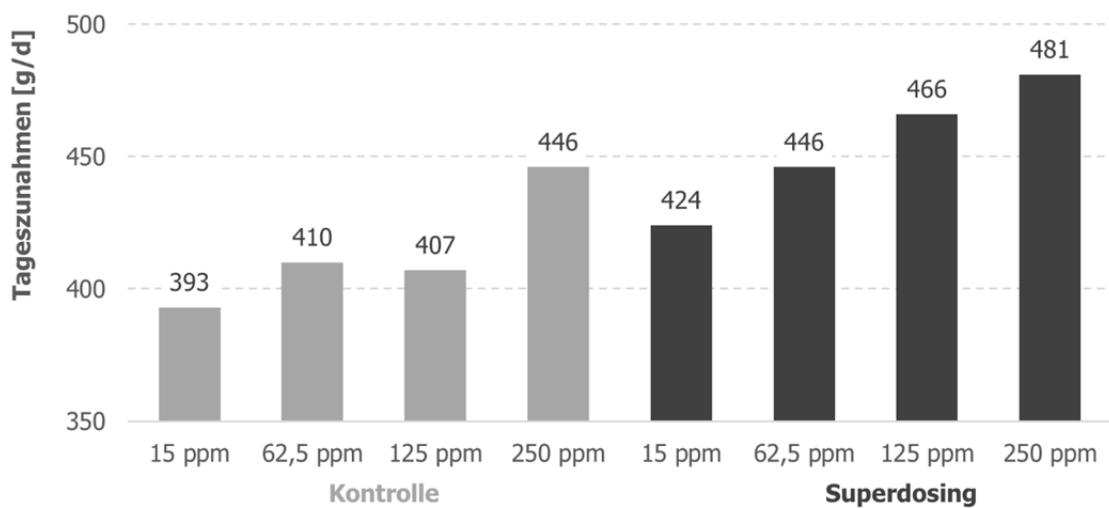


Abbildung 2: Effekt von Quantum® Blue Superdosing und des Kupfergehalts auf die durchschnittlichen Tageszunahmen bis 42 d.

## Diskussion

Durch Superdosing der Phytase Quantum® Blue wurden die täglichen Zunahmen und die Futterverwertung der Ferkel unabhängig vom Kupfergehalt in der Diät signifikant verbessert. Das zeigt, dass die Effektivität von Quantum Blue und die Vorteile des Superdosings durch erhöhte Kupfergehalte nicht beeinflusst werden. Beim Vergleich der jeweiligen Kupferkonzentrationen mit und ohne Superdosing wurde bereits mit 15 ppm und Superdosing eine profitablere Futterverwertung erzielt als in allen getesteten Kontrollgruppen mit bis zu 250 ppm Kupfer. Die täglichen Zunahmen der Superdosinggruppen wurden im Vergleich zu jeder Kontrollgruppe mit entsprechendem Kupfergehalt gesteigert. In Kombination mit Superdosing wurden mit der Basisration (15 ppm Kupfer) höhere Zunahmen als in den Kontrollgruppen mit bis zu 125 ppm erhalten. Außerdem waren mit Superdosing 62,5 ppm Kupfer ausreichend, um die gleiche Zunahme wie in der Kontrollgruppe mit 250 ppm Kupfer zu erzielen. Die Versuchsergebnisse zeigen also, dass es mit Quantum® Blue Superdosing möglich wird, die Kupfergehalte in der Ferkelernährung deutlich zu reduzieren und gleichzeitig sogar ein höheres Leistungsniveau zu erzielen.

## Schlussfolgerung

Das erhöhte Auftreten von Antibiotikaresistenzen bei hohen Kupferzulagen und die Belastung der Umwelt haben zur Senkung der zugelassenen Höchstgehalte geführt. Es kann davon ausgegangen werden, dass eine weitere Reduzierung der Grenzwerte folgen wird. Deshalb müssen Konzepte gefunden werden, um die positiven Effekte von Kupfer insbesondere in der Ferkelernährung zu ersetzen. Die Versuchsergebnisse zeigen, dass Superdosing der Phytase Quantum® Blue genau das leisten kann. Bei einem deutlich geringeren Kupfergehalt wurden mit Superdosing wesentlich verbesserte Leistungen im Vergleich zu den Kontrollgruppen erzielt. Es wird damit möglich, niedrigere Grenzwerte einzuhalten, die Umwelt zu schonen und gleichzeitig die Profitabilität zu steigern.

## Literatur

- Kim, J. C.; ten Doeschate R. A. H. M.; Wilcock, P.; Hogg, J. N. E.; O'Halloran, K. O.; Henman, D. J.; **2017**, „Enhanced E. coli phytase at 2500 FTU improved piglet performance in both animal and plant protein-based diets“, *Animal Production Science*, 57, 2, 2430-2430.
- Laird, S.; Kühn, I.; Miller, H. M.; **2018**, „Super-dosing phytase improves the growth performance of weaner pigs fed a low iron diet“, *Animal Feed Science and Technology*, 242, 150-160.
- Lee, S. A.; Nagalakshmi, D.; Raju, M. V. L. N.; Rao, S. V. R.; Bedford, M. R.; **2017**, „Effect of phytase superdosing, myo-inositol and available phosphorus concentrations on performance and bone mineralisation in broilers“, *Animal Nutrition*, 3, 247-251.
- Walk, C. L.; Santos, T. T.; M. R. Bedford; **2014**, „Influence of superdoses of a novel microbial phytase on growth performance, tibia ash and gizzard phytate and inositol in young broilers“, *Poultry Science*, 93, 1172-1177.
- Wilcock, P.; Walk, C. L.; **2016**, „Phytate destruction – Consequences for Precision Animal Nutrition“, Wageningen Academic Publishers, 87-106.

### Autorenanschrift:

Dr. Michael Wilhelm  
Dr. Eckel Animal Nutrition GmbH & Co. KG  
Im Stiefelfeld 10  
56651 Niederzissen, Deutschland  
M.Wilhelm@dr-eckel.de

# Einfluss von Glyphosat auf ruminale Fermentationsparameter und die ruminale Trockenmasseabbaubarkeit beim Rind

**Marzell Buffler, Wilhelm Windisch**

Lehrstuhl für Tierernährung, Hans-Eisenmann-Zentrum Wissenschaftszentrum Weihenstephan, TU München

## Einleitung

Die Wirkungsweise von Glyphosat als weltweit eingesetztes, nicht selektives Totalherbizid, beruht auf Hemmung der 5-enolpyruvoyl-Shikimat-3-Phosphat Synthase. Diese ist Schlüsselenzym im Shikimat-Weg zur Bildung aromatischer Aminosäuren (Williams et al. 2000; Duke und Powles 2008). Jedoch findet sich dieser Stoffwechselweg nicht nur in Pflanzen, sondern auch in einer Vielzahl an Mikroorganismen, deren Aktivität durch Glyphosat möglicherweise ebenfalls beeinflusst werden könnten (Barry et al. 1992).

Bereits in mehreren in-vitro Studien ergaben sich Hinweise darauf, dass möglicherweise auch gastroinstestinale Mikroorganismen verschiedener Nutztierarten von dieser Wirkung betroffen sein könnten (Krüger et al. 2013). Gerade beim Wiederkäuer spielt jedoch ein funktionierendes, ruminale Mikrobiom eine entscheidende Rolle bei der Transformation von nicht-verdaulicher Biomasse in hochwertige Lebensmittel. Aus diesem Grunde sollte in der vorliegenden Studie geprüft werden, ob Glyphosat im Futter die Parameter der Pansenfermentation und die ruminale Abbaubarkeit der Futtermittel beeinflusst. Hierbei sollte sowohl der reine Wirkstoff als auch ein komplettes, handelsübliches Produkt mitsamt Träger- und Zusatzstoffen getestet werden.

## Material und Methoden

Diese Studie wurde an 9 trockenstehenden, pansen- und duodenalfistulierten Rindern (Holstein-Friesian;  $658 \pm 112$  kg) durchgeführt. Sie erfolgte nach einem 3x3 Latin Square Modell mit drei Behandlungen in insgesamt drei Durchgängen, so dass jedes Tier alle Behandlungen durchlaufen hat. Die Basisration bestand aus 50% Grassilage, 40% Maissilage, 5% Gerste, sowie 5% Sojakuchen. Alle Futterkomponenten wurden auf Glyphosatrückstände untersucht, wobei in keinem der Produkte solche nachgewiesen werden konnten. Jedes Tier erhielt täglich 6,5 kg T, aufgeteilt auf zwei Fütterungen um jeweils 7:00 und 16:00 Uhr.

Nach einer 14 tägigen Adoptionsphase an diese Basisration vor jedem Durchgang wurden die Tiere anschließend in die Behandlungsgruppen unterteilt. 3 Kühe dienten jeweils als Kontrollgruppe (CON), ohne jegliche Behandlung. In Gruppe GLY wurden drei Tieren täglich insgesamt 100 mg Glyphosatammoniumsalz (5 g/l Lösung) in zwei Portionen zur Basisration zugegeben. Bei der Gruppe RU wurde diese ebenfalls mit täglich 100mg Glyphosatammoniumsalz ergänzt, allerdings nicht als Reinsubstanz, sondern in Form eines Totalherbizids (Roundup LB Plus®).

Vier Wochen nach Behandlungsbeginn wurden Nylonbeutel mit Einzelfuttermitteln sowie TMR (je 4 Replikate) nach der in-sacco Methode für 1,5; 3; 6; 9; 12; 24 und 48 Stunden nach der Morgenfütterung im Pansen inkubiert und der Trockenmasseabbau gravimetrisch bestimmt. Die Schätzung der effektiven, ruminale Abbaubarkeit erfolgte nach Wulf et al. (2005).

Die Beprobung des Pansensaftes erfolgte in derselben Woche mittels Pansensonde über einen Zeitraum von neun Stunden im Intervall von je 1,5 Stunden ab der Morgenfütterung. Unmittelbar nach Probennahme wurde der pH-Wert bestimmt. Ein weiteres Aliquot wurde für die spätere Bestimmung von flüchtigen Fettsäuren nach Geissler et al (1976) aufbereitet, bei -20°C gelagert und gaschromatografisch analysiert. Analog hierzu wurde der Ammoniakgehalt entsprechend der Herstellerangaben des verwendeten Kits (Ammonia, Randox Laboratories, Crumlin, County Antrim, UK) photometrisch bestimmt.

## Ergebnisse

Der pH-Wert des Pansensafts sank innerhalb der ersten 1,5 Stunden von 7,0 auf 6,6 und nahm anschließend wieder zu. Die Behandlung mit Glyphosat hatte weder als Reinsubstanz (GLY) noch als fertiges Produkt (RU) einen statistisch absicherbaren Einfluss auf den Verlauf des ruminalen pH-Werts.

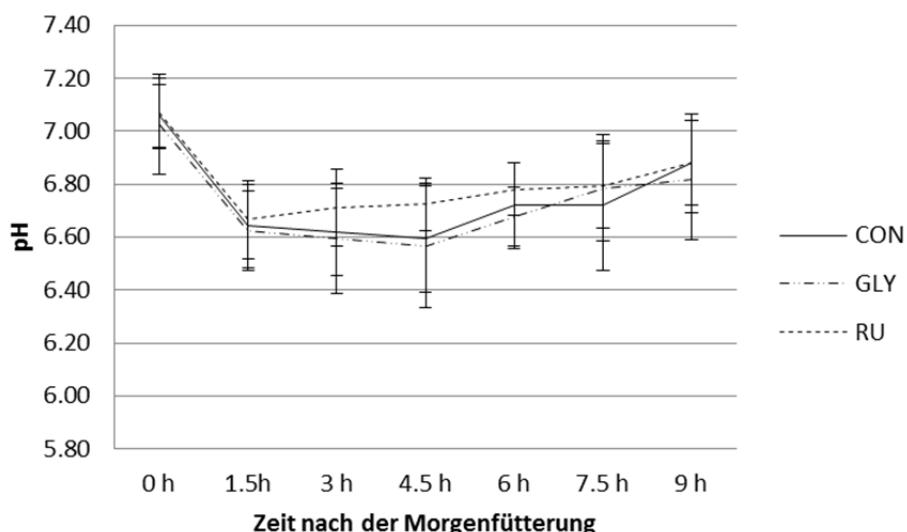


Abbildung 1: ruminaler pH Wert über 9 Stunden nach Fütterung bei den drei Versuchsgruppen (CON: Kontrolle; GLY: Glyphosat; RU: RoundUp LB Plus).

Die Ammoniakgehalte lagen zu allen Messzeitpunkten bei den drei Gruppen auf identischem Niveau (Abb. 2). Innerhalb der ersten 1,5 Stunden nach Fütterung zeigte sich simultan ein Anstieg um das Vierfache bei allen Behandlungen. Diese Gehalte hielten sich bis 3 Stunden und dann bis zur Stunde 9 auf etwas unter Ausgangswert abzusinken.

Ein sehr ähnliches Bild zeigte sich bei den untersuchten flüchtigen Fettsäuren, wobei hier der Anstieg von 40% gegenüber dem Ausgangspunkt bei den Gesamt-FFS nach 3 Stunden sein Maximum hatte. Sowohl in der Gesamtmenge (Abb. 3), als auch bei den einzelnen Metaboliten Acetat, Butyrat, Valeriat und Lactat zeigten sich keinerlei signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungen, und somit insgesamt keine Einflüsse von GLY oder RU auf die untersuchten Fermentationsparameter.

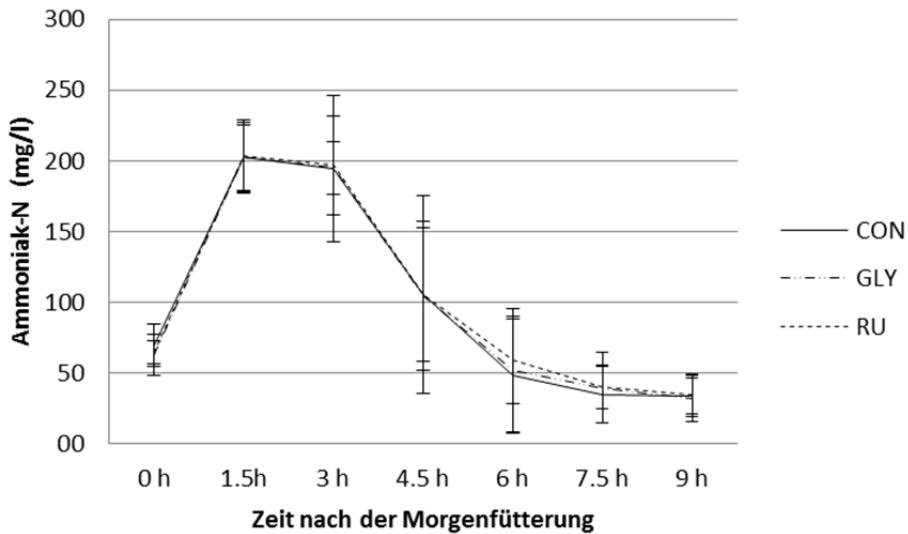


Abbildung 2: Verlauf des Ammoniakgehaltes bei den drei Behandlungsgruppen CON, GLY und RU über 9 Stunden nach Fütterung (CON: Kontrolle; GLY: Glyphosat; RU: RoundUp LB Plus).

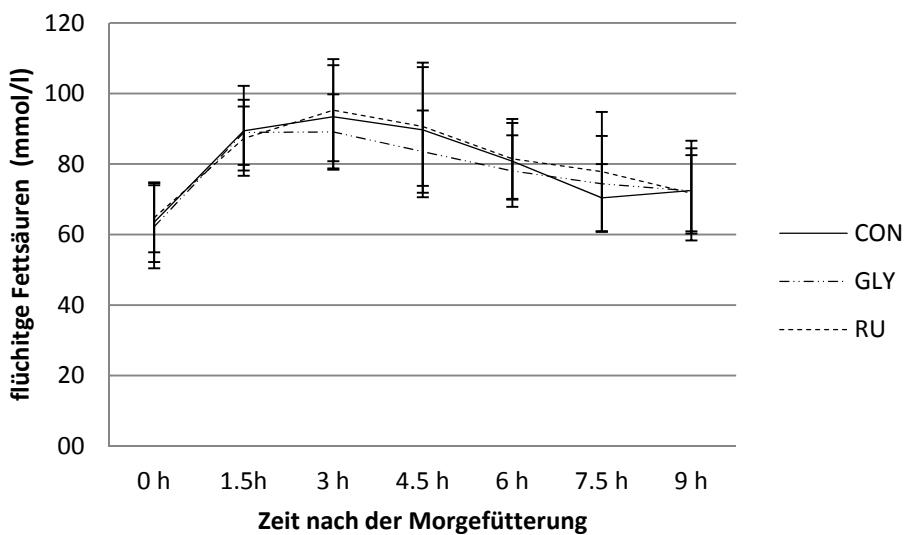


Abbildung 3: Gesamtmenge aller untersuchten flüchtigen Fettsäuren über ein Zeitfenster von 9 Stunden nach Fütterung bei verschiedenen Behandlungen (CON: Kontrolle; GLY: Glyphosat; RU: RoundUp LB Plus).

Die ruminale Abbaubarkeit der einzelnen Futterkomponenten, wie auch der TMR unterschied sich zu keinem Zeitpunkt zwischen den Behandlungen. Dementsprechend konnten auch bei Schätzung der Abbaubarkeitsparameter und infolgedessen auch bei der Bestimmung effektiver Abbaubarkeiten unter Annahme verschiedener Passageraten für ein unterschiedliches Leistungsniveau (2%, 5%, 8%) keine signifikanten Einflüsse der Behandlungen beobachtet werden.

Tabelle 1: Schätzwerte für die effektive ruminale Abbaubarkeit der einzelnen Futterkomponenten, sowie der Totalen Mischration bei Passageraten von 2%, 5% und 8%. (CON: Kontrolle; GLY: Glyphosat; RU: RoundUp LB Plus)

Futtermittel	Behandlung	Effektive Abbaubarkeit		
		ED2 [%]	ED5 [%]	ED8 [%]
<b>Grassilage</b>	CON	77,4	68,6	63,1
	GLY	77,5	68,5	63,0
	RU	77,4	68,2	62,7
	<i>SEM</i>	0,004	0,004	0,004
	<i>p-Wert</i>	0,499	0,135	0,567
<b>Maissilage</b>	CON	76,3	68,9	64,6
	GLY	76,4	68,9	64,6
	RU	76,4	68,2	63,5
	<i>SEM</i>	0,006	0,009	0,009
	<i>p-Wert</i>	0,985	0,682	0,678
<b>Weizen</b>	CON	91,5	88,9	86,5
	GLY	91,7	89,2	86,9
	RU	91,3	89,0	86,9
	<i>SEM</i>	0,002	0,002	0,003
	<i>p-Wert</i>	0,390	0,485	0,390
<b>Sojakuchen</b>	CON	92,9	85,2	79,6
	GLY	93,2	85,6	80,1
	RU	93,3	85,8	80,4
	<i>SEM</i>	0,002	0,003	0,003
	<i>p-Wert</i>	0,358	0,310	0,222
<b>TMR</b>	CON	77,9	70,4	65,3
	GLY	77,4	70,4	65,5
	RU	77,8	70,2	65,1
	<i>SEM</i>	0,002	0,003	0,002
	<i>p-Wert</i>	0,421	0,952	0,527

## Diskussion

Die in dieser Studie eingesetzten 100 mg Wirkstoff pro Tier und Tag liegen deutlich oberhalb der in Deutschland von Milchkühen auf Praxisbetrieben aufgenommenen Rückstandsmengen, die im Bereich bis max. 10 mg/d liegen dürften (von Soosten et al., 2016). Schnabel et al. (2017) konnten bei maximaler Ausschöpfung der rechtlich erlaubten Ausbringmenge beim Anbau von Futtermitteln (Unkrautbekämpfung und Sikkation) tägliche Aufnahmemengen von 85 mg/Kuh und Tag bei hochleistenden Herden mit entsprechender Futteraufnahme erreichen. Höhere Werte von über 800 mg/Kuh und Tag, wie sie von der EFSA veröffentlicht wurden, sind auf den dort einkalkulierten Anteil an stark Glyphosat-belasteten Getreidestroh von 20% in der Ration zurückzuführen: Allerdings dieser geht in der Praxis durch den überwiegenden Einsatz von Grünfuttermitteln als Strukturgeber, selten über 5% hinaus. Die aktuelle Studie repräsentiert somit den oberen Bereich der in der praktischen Rinderfütterung zu erwartenden Belastung des Futters mit Glyphosat.

Die vorliegenden Ergebnisse ergaben keine Hinweise auf einen Effekt von Glyphosat auf den Pansen-pH, die Bildung der Fermentationsprodukte Ammoniak und flüchtige Fettsäuren, sowie die ruminale Abbaubarkeit der Futtertrockenmasse (weder als TMR noch als einzelne Futterkomponenten). Dies deckt sich mit Ergebnissen von Hüther et al. (2005), wo selbst hohe Gehalte von 770 mg Glyphosat/kg T bei Hammeln keinerlei Wirkung auf die ruminale Fermentationskapazität zeigten. Auch bei *in-vitro* Studien von Riede et al. (2016) konnte keine Beeinflussung der mikrobiellen Abbauprozesse festgestellt werden. Offenbar hinterließ Glyphosat keinerlei Spuren hinsichtlich der Gesamtaktivität der Pansenmikroben.

Zusätzlich sollte untersucht werden, ob glyphosathaltige Formulierungen wie Roundup LB Plus<sup>®</sup> mitsamt Beistoffen möglicherweise anders auf Mikroorganismen wirken als die Reinsubstanz Glyphosat (Clair et al. 2012, Kim et al. 2013, Mesnage et al. 2014). Auch in dieser Hinsicht zeigten sich in der vorliegenden Arbeit keinerlei Hinweise. Die praxisübliche Formulierung blieb in allen untersuchten Parametern vollkommen wirkungslos.

Bisherige Arbeiten, die einen Einfluss von Glyphosat auf das ruminale Mikrobiom postulieren, stützen sich bis dato ausschließlich auf Daten aus Simulationstechniken und beschränken sich dort auf die Untersuchung einiger weniger Vertreter von Mikroorganismen. Dabei steht im Fokus der Ergebnisse, dass möglicherweise kommensale Mikroorganismen sensitiver auf Glyphosat reagieren als pathogene Vertreter (Krüger et al. 2013, Shehata et al. 2013, Ackermann et al. 2015). Dies lässt sich auf Basis der bisherigen Daten aus dieser Studie nicht validieren. Hierzu ist eine weitreichende direkte Analyse der mikrobiellen Gemeinschaft notwendig, die derzeit durchgeführt wird.

## Schlussfolgerung

Die vorliegende Studie zeigt, dass Glyphosat als Reinsubstanz bzw. in Form eins Glyphosat-haltiges Totalherbizids bis zu 100 mg pro Tier und Tag keinen Einfluss auf die Funktionalität des Pansenmikrobioms von Rindern hat. Weder die ruminale Abbaubarkeit von Futtermitteln, noch die Bildung von Fermentationsprodukten wird beeinträchtigt.

Inwiefern es zu Verschiebungen innerhalb der mikrobiellen Gemeinschaft aufgrund unterschiedlicher Sensitivitäten einzelner Spezies kommt, kann auf Basis der aktuellen Daten nicht beurteilt werden. Untersuchungen hierzu werden derzeit durchgeführt.

„Die Förderung des Vorhabens erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages. Die Projektträgerschaft erfolgt über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE).“

## Literatur

- Ackermann, W.; Coenen, M.; Schrödl, W.; Shehata, A. A.; Krüger, M. (2015): The influence of glyphosate on the microbiota and production of botulinum neurotoxin during ruminal fermentation. In: Current microbiology 70 (3), S. 374–382. DOI: 10.1007/s00284-014-0732-3.
- Barry, G., Kishore, G., Padgette, S., Taylor, M., Kolacz, K., Weldon, M. & Hallas, L. (1992). Inhibitors of amino acid biosynthesis: strategies for imparting glyphosate tolerance to crop plants. Current topics in plant physiology (USA).
- Clair, E.; Linn, L.; Travert, C.; Amiel, C.; Séralini, G.-E.; Panoff, J.-M. (2012): Effects of Roundup® and glyphosate on three food microorganisms: *Geotrichum candidum*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*. In: Current microbiology 64 (5), S. 486–491. DOI: 10.1007/s00284-012-0098-3.
- Geissler, C., Hoffmann, M., Hickel, B. (1976): Ein Beitrag zur gaschromatographischen Bestimmung flüchtiger Fettsäuren. Arch.Tierern. 26, 123-129.
- Kim, Y. H.; Hong, J. R.; Gil, H. W.; Song, H. Y.; Hong, S. Y. (2013): Mixtures of glyphosate and surfactant TN20 accelerate cell death via mitochondrial damage-induced apoptosis and necrosis. In: Toxicology in Vitro 27 (1), S. 191–197. DOI: 10.1016/j.tiv.2012.09.021.
- Krüger, M.; Shehata, A. A.; Schrödl, W.; Rodloff, A. (2013b): Glyphosate suppresses the antagonistic effect of *Enterococcus* spp. on *Clostridium botulinum*. In: Anaerobe 20, S. 74–78. DOI: 10.1016/j.anaerobe.2013.01.005.
- Mesnage, R.; Defarge, N.; Spiroux de Vendômois, J.; Séralini, G.-E. (2014): Major pesticides are more toxic to human cells than their declared active principles. In: BioMed research international 2014, S. 179691. DOI: 10.1155/2014/179691.
- Schnabel, K.; Schmitz, R.; von Soosten, Dirk; Frahm, J.; Kersten, S.; Meyer, U. et al. (2017): Effects of glyphosate residues and different concentrate feed proportions on performance, energy metabolism and health characteristics in lactating dairy cows. In: Archives of animal nutrition 71 (6), S. 413–427. DOI: 10.1080/1745039X.2017.1391487.
- Shehata, A. A.; Schrödl, W.; Aldin, A. A.; Hafez, H. M.; Krüger, M. (2013): The effect of glyphosate on potential pathogens and beneficial members of poultry microbiota in vitro. In: Current microbiology 66 (4), S. 350–358.
- Von Soosten, D.; Schnabel, K.; Meyer, U.; Hüther, L.; Dänicke, S. (2017): Effect of glyphosate residues in animal feed on ruminal fermentation in dairy cows. In: DLG (Hg.): Proceedings of the Society of Nutrition Physiology. Volume 26, 2017, 71st Conference 14th - 16th March 2017 in Göttingen = Berichte der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie ; Band 26, 2017, 71. Tagung vom 14. - 16.03.2017 in Göttingen. Gesellschaft für Ernährungsphysiologie; Conference of the Society of Nutrition Physiology. Frankfurt am Main: DLG-Verlag GmbH (Proceedings of the Society of Nutrition Physiology, 26), S. 57.
- Wulf, M.; Südekum, K.H. (2005): Effects of chemically treated soybeans and expeller rapeseed meal on in vivo and in situ crude fat and crude protein disappearance from the rumen. Animal Feed Science and Technology 118, 215–227.

### Autorenanschrift:

Marzell Buffler  
Lehrstuhl für Tierernährung  
Liesel-Beckmann-Straße 2  
85354 Freising  
lte@wzw.tum.de



BAYERN ■

# FÜTTERUNGS- BERATUNG

Für gesunde und leistungsfähige Kühe

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



## Monitoring des Energiestoffwechsels bei Fleckviehkühen mittels Infrarotspektroskopie der Milch

**Stefan Plattner<sup>1,2</sup>, Hanka Lange<sup>1,2</sup>, Martin Kammer<sup>3</sup>, Christian Baumgartner<sup>1</sup>, Rolf Mansfeld<sup>2</sup>**

<sup>1)</sup> MilchprüfRing Bayern e.V.

<sup>2)</sup> Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung, LMU München

<sup>3)</sup> Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e.V.

### Einleitung

Der Energiestoffwechsel von Milchkühen ist in der Transitphase und zu Beginn der Laktation besonderen Belastungen ausgesetzt. In der Literatur werden Ketoseprävalenzen von etwa 11 % bis 59 % angegeben, wobei es sich in den meisten Fällen um subklinische Stoffwechselstörungen handelt. Diese ziehen nicht nur Leistungseinbußen, sondern auch erhöhte Krankheitsrisiken und Fortpflanzungsstörungen nach sich.

Die Infrarotspektroskopie (IR-Spektroskopie) ist ein physikalisch-chemisches Analyseverfahren, welches auf der Bestrahlung einer Probe mit IR-Strahlen basiert. Die Molekülbindungen der enthaltenen Stoffe nehmen einen Teil der Strahlungsenergie auf (= Absorption) und werden so zur Schwingung angeregt. Die austretende IR-Strahlung wird abgeschwächt und von einem Detektor analysiert. Als Maß für die Abschwächung der austretenden Strahlung gilt die Extinktion. Diese ist abhängig von Schichtdicke, Konzentration des zu untersuchenden Stoffes und dem molaren Extinktionskoeffizienten. Bei konstanter Schichtdicke und konstantem Extinktionskoeffizienten ist die Extinktion bei einer Wellenlänge proportional zur Konzentration des Stoffes. Da für jeden Stoff bestimmte Absorptionsmaxima bei bestimmten Wellenlängen auftreten, kann diese Technik zur schnellen automatisierten quantitativen Analyse (z.B. der Milchinhaltstoffe Fett, Eiweiß, Laktose, Harnstoff, etc.) eingesetzt werden.

### Ziel der Studie

Ziel dieser vorgestellten Studie ist die Erforschung, Entwicklung und Umsetzung eines Frühwarnsystems für Energiestoffwechselprobleme bei Milchkühen. Aus den in der Milchleistungsprüfung routinemäßig erfassten Infrarotspektren der Milch sollen Informationen bezüglich des Risikos oder des Vorliegens einer Ketose gezogen werden. Damit soll ein kostengünstiges und systematisches Monitoring des Energiestoffwechsels auf Herdenebene ermöglicht werden.

### Material und Methoden

An der Studie nahmen 26 bayerische Betriebe mit automatischem Melksystem teil. Diese wurden sieben Wochen lang einmal wöchentlich besucht. Fleckviehkühe in der kritischen Phase vom 5. bis 50. Laktationstag wurden klinisch untersucht und Blut- und Milchproben genommen. Als Grenzwert für das Vorliegen einer Ketose wurde eine Blut-Betahydroxybutyrat-(BHB)-Konzentration  $\geq 1,2$  mmol/l gewählt.

Für die Auswertung wurden die Infrarotspektren der untersuchten Milchproben auf jene Bereiche reduziert, welche die relevanten chemischen Informationen tragen. Anhand von Unterschieden im Milchinfrarotspektrum zwischen Tieren mit und Tieren ohne Ketose wurden mithilfe einer linearen Diskriminanzanalyse (LDA) für alle Proben die Ketosewahrscheinlichkeiten berechnet. Diese Werte wurden nachfolgend für die Einordnung der Proben in die drei Gruppen des Ampelsystems (grün = geringe Ketosewahrscheinlichkeit; gelb = mittlere Ketosewahrscheinlichkeit; rot = hohe Ketosewahrscheinlichkeit) verwendet. Proben mit grenzwertigen Blut-BHB-Befunden von 1,2 mmol/l - 1,7 mmol/l wurden bei der Modellentwicklung ausgeschlossen. Das Modell wurde mithilfe einer 10 fachen Kreuzvalidierung überprüft.

## Ergebnisse

Für die Auswertung konnten 1078 Untersuchungen von 358 Tieren genutzt werden. 108 Blutproben (11,1%) wiesen BHB-Konzentrationen  $\geq 1,2$  mmol/l auf. Bei 20,1% der Kühe (72 Tiere) gab es in der Phase vom 5. bis 50. Laktationstag mindestens eine Probe mit erhöhter BHB-Konzentration.

Das Infrarotspektrum wurde auf 222 Wellenzahlen reduziert, bei denen Extinktionsunterschiede zwischen gesunden und ketoseerkrankten Tieren festgestellt werden konnten (Abb.1).

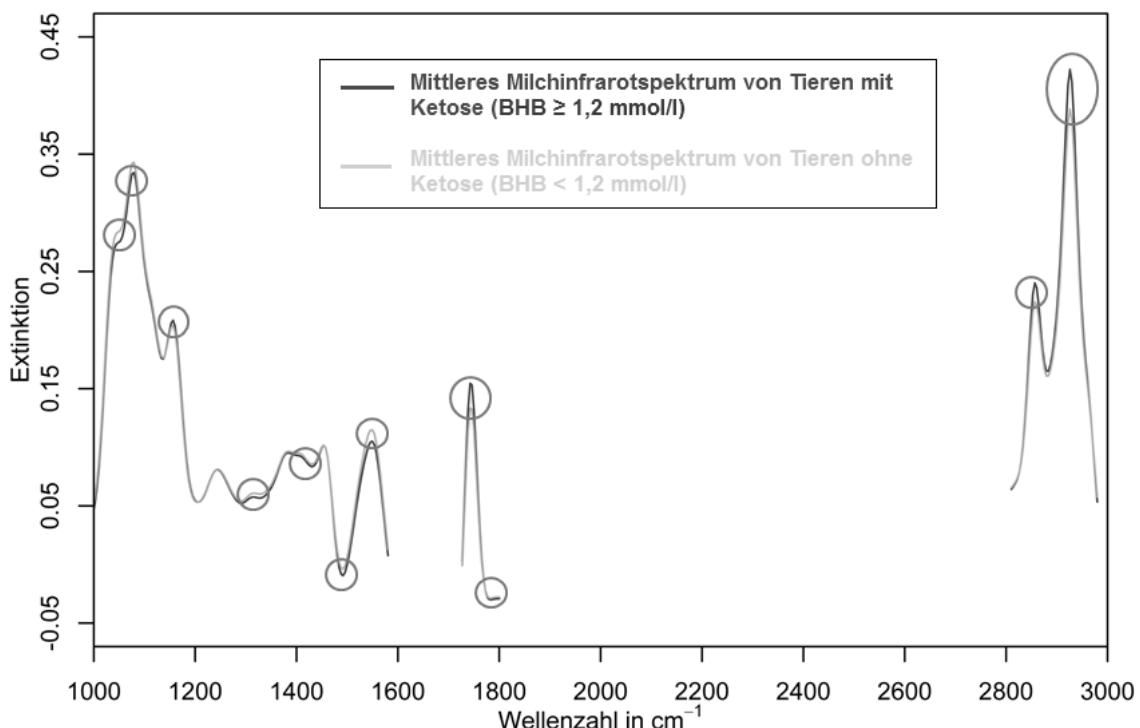


Abbildung 1: Vergleich der Milchinfrarotspektren von Kühen mit Ketose ( $\text{BHB} \geq 1,2$  mmol/l) und Kühen ohne Ketose ( $\text{BHB} < 1,2$  mmol/l) ( $n = 1078$ )

Zur Differenzierung der drei Gruppen des Ampelsystems (grün/gelb/rot) wurden mittels LDA berechnete Ketosewahrscheinlichkeiten von 49% (grün/gelb) bzw. 99% (gelb/rot) als Grenzwerte gewählt (Abb. 2).

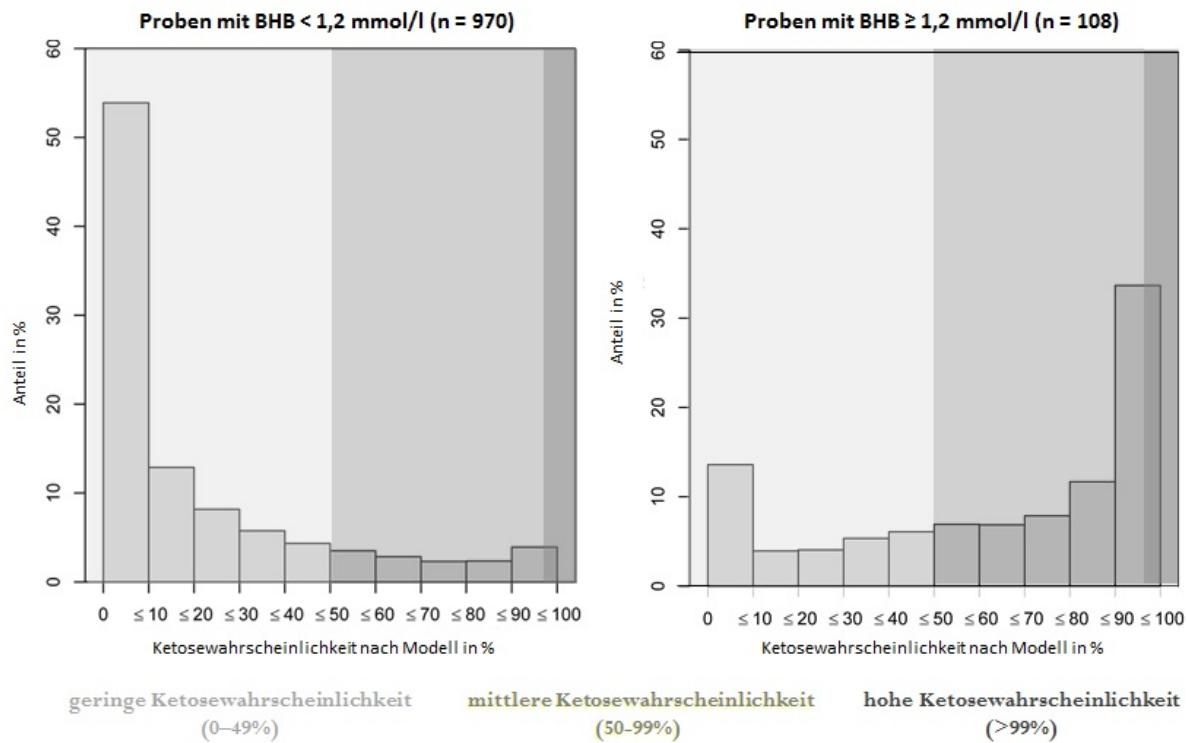


Abbildung 2: Berechnete Ketosewahrscheinlichkeiten für Kühe mit  $\text{BHB} < 1,2 \text{ mmol/l}$  bzw. Kühe mit  $\text{BHB} \geq 1,2 \text{ mmol/l}$ ; Einteilung in die Gruppen „grün“ (geringe Ketosewahrscheinlichkeit), „gelb“ (mittlere Ketosewahrscheinlichkeit) und „rot“ (hohe Ketosewahrscheinlichkeit)

Bei 94% der auf Basis der Infrarotspektren als grün (geringe Ketosewahrscheinlichkeit) deklarierten Meldungen lag laut BHB-Konzentration auch keine Ketose vor, während 65% der Tiere mit laut Ampelsystem hoher Ketosewahrscheinlichkeit (rote Meldung) auch wirklich eine Ketose aufwiesen. Gelbe Meldungen waren selten und traten zu 36% bei Tieren mit Ketose und zu 64% bei Tieren ohne Ketose auf (Tab. 1).

Tabelle 1: Kennzahlen der „optimierten Ketoseampel“ ( $n = 1078$ )

	optimierte Ketoseampel
Anteil richtiger Meldungen ( $\text{BHB} < 1,2 \text{ mmol/l}$ ) an allen grünen Meldungen	94%
Anteil Tiere ohne Ketose ( $\text{BHB} < 1,2 \text{ mmol/l}$ ) an allen gelben Meldungen	64%
Anteil Tiere mit Ketose ( $\text{BHB} \geq 1,2 \text{ mmol/l}$ ) an allen gelben Meldungen	36%
Anteil richtiger Meldungen ( $\text{BHB} \geq 1,2 \text{ mmol/l}$ ) an allen roten Meldungen	66%

Zusätzlich zu dieser „Ketoseampel“ (basierend auf Wechselwirkungen zwischen Blut-BHB-Konzentration und Extinktion der Milch) wurde eine „Stoffwechselampel“ (basierend auf Wechselwirkungen zwischen Blut-NEFA-Konzentration und Extinktion der Milch) entwickelt und beide zu einer Doppelampel kombiniert. Diese Doppelampel befindet sich seit Ende 2017 im offenen Testeinsatz und wird interessierten Betrieben kostenfrei als neues Dienstleistungspaket „Stoffwechselgesundheit“ im Rahmen der MLP zur Verfügung gestellt (Abb. 3). Die ersten Rückmeldungen sind ausnahmslos positiv.

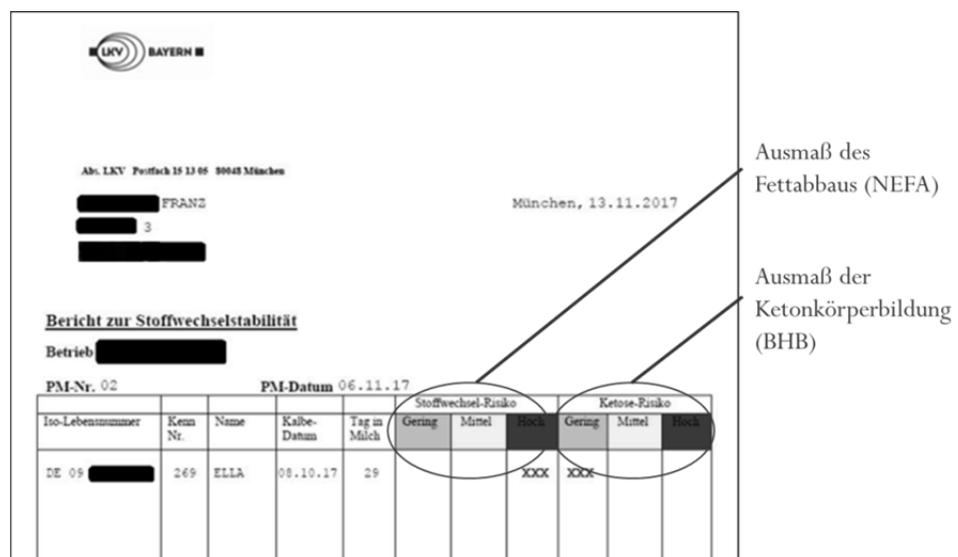


Abbildung 3: Praktische Anwendung der Doppelampel im Rahmen der MLP

Eine Anpassung dieses Doppelampelsystems für Braunvieh wird derzeit durchgeführt.

Die Doppelampel dient als „Grundstein“ eines geplanten Gesamtsystems für das Energiestoffwechselmonitoring bei Milchkühen, welches aus mehreren aufeinander aufbauenden Bausteinen („Eskalationsstufen“) besteht und auf die individuellen Bedürfnisse und Möglichkeiten einzelner Betriebe angewendet werden kann. In Folgeprojekten sollen verschiedenste weiterführende Systeme (Stoffwechsel-Score zur Bewertung der klinischen Symptome, Stoffwechsel-Risiko-Score zur Beurteilung von Risikofaktoren einer Stoffwechselstörung, weiterführende Stoffwechseldiagnostik anhand von Fettsäuremustern und Haptoglobingehalt) entwickelt werden, welche auf den Betrieben ergänzend zur Doppelampel eingesetzt werden können und bei verdächtigen Tieren eine weiterführende Diagnostik sowie eine differenzierte Gesamtbeurteilung der Stoffwechselsituation auf Herden- und Einzeltierebene ermöglichen.

## Literatur

- Baird, G. D., K. G. Hibbitt, and G. D. Hunter. 1968. Biochemical aspects of bovine ketosis. Biochem. Journal 107:683-689.
- De Roos, A., H. Van Den Bijgaart, J. Hørlyk, and G. De Jong. 2007. Screening for subclinical ketosis in dairy cattle by Fourier transform infrared spectrometry. Journal of dairy science 90(4):1761-1766.
- Duffield, T. 2000. Subclinical ketosis in lactating dairy cattle. The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice 16(2):231-253, v.

- Hansen, P. W. 1999. Screening of dairy cows for ketosis by use of infrared spectroscopy and multivariate calibration. *Journal of dairy science* 82(9):2005-2010.
- Herdt, T. H. 2000. Ruminant adaptation to negative energy balance. Influences on the etiology of ketosis and fatty liver. *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice* 16(2):215-230, v.
- Heuer, C., H. Luinge, E. Lutz, Y. Schukken, J. van der Maas, H. Wilmink, and J. Noordhuizen. 2001. Determination of acetone in cow milk by Fourier transform infrared spectroscopy for the detection of subclinical ketosis. *Journal of dairy science* 84(3):575-582.
- Holtenius, P. and K. Holtenius. 1996. New aspects of ketone bodies in energy metabolism of dairy cows: a review. *Journal of Veterinary Medicine Series A* 43(1-10):579-587.
- Suthar, V., J. Canelas-Raposo, A. Deniz, and W. Heuwieser. 2013. Prevalence of subclinical ketosis and relationships with postpartum diseases in European dairy cows. *Journal of dairy science* 96(5):2925-2938.
- Tremblay, M., M. Kammer, H. Lange, S. Plattner, C. Baumgartner, J. Stegeman, J. Duda, R. Mansfeld, and D. Döpfer. 2018. Identifying poor metabolic adaptation during early lactation in dairy cows using cluster analysis. *Journal of dairy science*.
- Van der Drift, S., R. Jorritsma, J. Schonewille, H. Knijn, and J. Stegeman. 2012. Routine detection of hyperketonemia in dairy cows using Fourier transform infrared spectroscopy analysis of  $\beta$ -hydroxybutyrate and acetone in milk in combination with test-day information. *Journal of dairy science* 95(9):4886-4898.
- Van Knegsel, A., S. Van Der Drift, M. Horneman, A. de Roos, B. Kemp, and E. Graat. 2010. Short communication: Ketone body concentration in milk determined by Fourier transform infrared spectroscopy: Value for the detection of hyperketonemia in dairy cows. *Journal of dairy science* 93(7):3065-3069.

**Autorenanschrift:**

Stefan Plattner  
Klinik für Wiederkäuer mit Ambulanz und Bestandsbetreuung der LMU München  
Sonnenstraße 16  
85764 Oberschleißheim

Stefan Plattner  
MilchprüfRing Bayern e.V.  
Hochstatt 2  
85283 Wolnzach

Mobil: +49 172 2064348  
E-Mail: [splattner@mpr-bayern.de](mailto:splattner@mpr-bayern.de)

# Einfluss eines Pilzmycels als Faserquelle auf die Mast- und Schlachtleistung beim Mastschwein

**Josef Pichler und Karl Schedle**

Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie,  
Universität für Bodenkultur, Wien, Muthgasse 11, A-1190 Wien

## ENLEITUNG

Die bedarfsgerechte Nährstoffversorgung von Nutztieren stellt eines der wichtigsten Ziele der nachhaltigen Produktion von Lebensmittel tierischen Ursprungs dar. Vor allem die Rationsgestaltung, die Aufbereitung der Einzelfuttermittel, sowie die Fütterungstechnik nehmen hierbei maßgeblichen Einfluss auf die Tiergesundheit, Tierwohl bis hin zu ökologischen und ökonomischen Aspekten der Produktion (KALLABIS UND KAUFMANN, 2012). Speziell das stetig steigende genetische Potential heimischer Nutztiere erfordert gezielte Nährstoffanpassungen, um das Leistungspotential auszuschöpfen. Ebenfalls eröffnete sich in den vergangenen Jahren ein sehr starker wissenschaftlicher Forschungsbereich bezüglich der Tierernährung und der Verwertung von Nebenprodukten aus der Nahrungsmittelindustrie.

Speziell der negative Effekt auf die Verdaulichkeit von Energie und Nährstoffen durch einen höheren Fasergehalt (LE GOFF *et al.*, 2002) sowie die Verdünnung der Energie- und Proteinkonzentration stehen im Widerspruch zum Einsatz dieser Produkte. Durch die erhöhte Faserkonzentration, dieser Nebenprodukte, ergibt sich eine geringe Einmischrate, welche einen geringeren Einfluss auf die Nährstoffkonzentration des Futters hat (SCHEDLE *et al.*, 2011).

Diese Studie soll darüber Aufschluss geben, in wieweit sich eine hohe Faserkonzentration im Futter (wie normal für tragende Zuchtsauen üblich) im Vergleich zu einem praxisüblichen Schweinemastfutter auf die Mast- und Schlachtleistung auswirkt.

## MATERIAL UND METHODEN

Für den vorliegenden Fütterungsversuch wurden 60 gemischtgeschlechtliche Schweine (LM: ca. 28,8  $\pm$  0,4) der Dreirassenkreuzung ((Edelschwein  $\times$  Landrasse)  $\times$  Piétrain; ÖHYB) an der österreichischen Schweineprüfanstalt (Streitdorf, NÖ) bis zum Erreichen des Schlachtwichtes (115,6  $\pm$  1,64 kg) gemästet. Die Tiere wurden den vier Versuchsgruppen (Kontrolle, Lignocellulose, Pilzmycel, Maiskleberfutter nach ihrer Lebendmasse randomisiert zugewiesen und *ad libitum* mit mehligem Futter und Wasser versorgt. Alle Tiere wurden auf Vollspalten gehalten. In jeder Box standen eine Nippeltränke und ein Futterautomat zur Verfügung. Die Futteraufnahme wurde tierindividuell bei jedem Fressgang ermittelt. Die Lebendmasse wurde einmal pro Woche über den ganzen Versuchszeitraum erhoben.

Die Rationen waren isokalorisch und isonitrogen auf Basis der präcaecal verdaulichen Aminosäuren (Lysin, Methionin, Threonin und Tryptophan) kalkuliert (Tabelle 1). Die Umstellung von Vormast- auf das Endmastfutter erfolgte bei einem Lebendgewicht von 74,4 ( $\pm$  0,6) kg. Die Rationszusammensetzungen sind in Tabelle 2 und Tabelle 3 ersichtlich.

Die Mast- und Schlachtleistungen wurden mittels SAS Enterprise Guide 6.1 ausgewertet. Die Ergebnisse wurden relativ zur Kontrollgruppe dargestellt. Ein p-Wert <0,05 wurde als Signifikanz und <0,1 als Tendenz gewertet.

Tabelle 1: Soll-Nährstoffgehalte der Alleinfuttermischung in der Frischmasse

	Vormast (VM)	Endmast (EM)
MJ NE/kg	10,0	10,0
Rohprotein, %	17,0	14,5
SID Lysin, %	0,94	0,80
SID Methionin + Cystein, %	0,56	0,48
SID Threonin, %	0,63	0,54
SID Tryptophan, %	0,18	0,16
Ca, %	0,65	0,57
verd, P, %	0,28	0,25
Na, %	0,12	0,11

*SID = standardisiert ileal verdaulich*

Tabelle 2: Rationszusammensetzung der Alleinfuttermittel in der Vormast

Futtermittel	Kontrolle	Lignocellulose	Pilzmycel	Maiskleberfutter
Mais, %	52,18	49,50	49,50	52,88
Gerste, %	24,34	20,00	20,00	20,00
Sojaextraktionsschrot HP, %	20,39	20,25	20,25	19,11
Pflanzenöl, %	-	2,14	2,14	-
Futterkalk, %	1,39	1,32	1,32	1,43
Monocalcium-P, %	0,26	0,34	0,34	0,15
Viehsalz, %	0,25	0,22	0,22	0,22
L-Lysine-HCl, %	0,35	0,37	0,37	0,38
DL-Methionine, %	0,15	0,16	0,16	0,14
L-Threonine, %	0,16	0,16	0,16	0,16
L-Tryptophan, %	0,03	0,04	0,04	0,04
Lignocellulose, %		5,00		
Pilzmycel, %			5,00	
Maiskleberfutter, %				5,00
Vitamin und Spurenelement Premix, %	0,50	0,50	0,50	0,50
Phytase, FTU	750	750	750	750

Tabelle 3: Rationszusammensetzung der Alleinfuttermittel in der Endmast

Futtermittel	Kontrolle	Lignocellulose	Pilzmycel	Maiskleberfutter
Mais, %	46,11	57,54	57,54	48,44
Gerste, %	38,29	20,00	20,00	32,14
Sojaextraktionsschrot HP, %	12,77	13,49	13,49	11,64
Pflanzenöl, %	-	1,10	1,10	-
Futterkalk, %	1,30	1,25	1,25	1,36
Monocalcium-P, %	0,10	0,21	0,21	-
Viehsalz, %	0,25	0,23	0,23	0,22
L-Lysine-HCl, %	0,37	0,38	0,38	0,40
DL-Methionine, %	0,11	0,13	0,13	0,11
L-Threonine, %	0,15	0,14	0,14	0,15
L-Tryptophan, %	0,04	0,04	0,04	0,05
Lignocellulose, %		5,00		
Pilzmycel, %			5,00	
Maiskleberfutter, %				5,00
Vitamin und Spurenelement Premix, %	0,50	0,50	0,50	0,50
Phytase, FTU	750	750	750	750

## ERGEBNISSE

### Mastleistung

Da keine statistische Wechselwirkung zwischen Geschlecht und Versuchsfuttergruppen nachgewiesen wurden, werden ausschließlich die p-Werte zwischen den Versuchsfuttergruppen ausgewiesen.

In Tabelle 4 ist die Mastleistung ersichtlich. In der Vormast ergaben sich keine Unterschiede bei der täglichen Futteraufnahme (tFA). Bedingt durch die numerisch bessere Tagesgewichtszunahme (TGZ) der Pilzmycel-Gruppe ergab sich eine signifikant kürzere Vormastdauer im Vergleich zur Kontroll- (+9,3%) und zur Maiskleberfutter-Gruppe (+6,5%). Ebenfalls wies die Pilzmycel-Gruppe eine signifikant bessere Futterverwertung (FVW) im Vergleich zur Lignocellulose- (+11,6%) und der Maiskleberfutter-Gruppe (11,1%) aus. BERNSCHERER *et al.* (2011) verzeichneten bei ihrem Versuch mit einer praxisüblichen Ration im Vergleich zu einer Ration mit einer praxisüblichen Lignocellulosedosierung von 1,5 % ebenfalls keine signifikanten Unterschiede. SCHEDLE *et al.* (2015) verwendeten in ihrem Versuch als Faserquelle Rübentrockenschnitte. Dabei unterschied sich die Kontrollgruppe bei den TGZ tendenziell und bei der tFA und FVW signifikant voneinander. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass bei gleichem Proteingehalt, der Energiegehalt in der Kontrollgruppe um ca. 1 MJ NE höher war als in der Fasergruppe.

Tabelle 4: Ergebnisse der Mastleistungen

Vormast	Futtergruppen				ANOVA	
	Kontrolle	Lignocellulose	Pilzmycel	Maiskleberfutter	SEM	p-Wert
Dauer, %	100 <sup>a</sup>	96,1 <sup>ab</sup>	90,7 <sup>b</sup>	97,2 <sup>a</sup>	0,864	0,0006
TGZ, %	100	102,0	107,0	99,6		1,323 0,097
tFa, %	100	107,9	102,3	109,6		2,373 0,2775
FVW, %	100 <sup>ab</sup>	105,1 <sup>a</sup>	93,5 <sup>b</sup>	104,6 <sup>a</sup>		1,574 0,0151
Endmast	Kontrolle	Lignocellulose	Pilzmycel	Maiskleberfutter		
Dauer, %	100	92,9	89,9	101,0	2,823 0,3857	
TGZ, %	100 <sup>ab</sup>	105,3 <sup>a</sup>	107,4 <sup>a</sup>	93,6 <sup>b</sup>	1,934 0,0143	
tFA, %	100 <sup>b</sup>	114,9 <sup>a</sup>	104,3 <sup>ab</sup>	96,2 <sup>b</sup>	2,592 0,0079	
FVW, %	100 <sup>ab</sup>	105,6 <sup>a</sup>	93,4 <sup>b</sup>	101,6 <sup>ab</sup>		
Gesamt	Kontrolle	Lignocellulose	Pilzmycel	Maiskleberfutter		
Dauer, %	100 <sup>(a)</sup>	94,7 <sup>(ab)</sup>	90,2 <sup>(b)</sup>	99,4 <sup>(ab)</sup>	1,598 0,0695	
TGZ, %	100 <sup>b</sup>	104,4 <sup>ab</sup>	111,5 <sup>a</sup>	98,4 <sup>b</sup>	1,579 0,0026	
tFA, %	100	111,6	104,2	102,3	2,315 0,1061	
FVW, %	100 <sup>ab</sup>	105,4 <sup>a</sup>	94,2 <sup>b</sup>	101,5 <sup>ab</sup>		

Im Vergleich zur Vormast wurde in der Endmast bezüglich der Mastdauer kein Unterschied ersichtlich. Beim Parameter TGZ unterschieden sich die Versuchsgruppen Lignocellulose (+11,7%) und Pilzmycel (+13,8%) vom Maiskleberfutter durch signifikant höhere TGZ. Demgegenüber wies die Lignocellulose-Gruppe eine höhere tFA im Vergleich zur Kontroll- (-14,9%) und Maiskleberfutter-Gruppe (-18,7%) aus, jedoch eine schlechtere Futterverwertung als die Pilzmycel-Gruppe (-11,9%). Die Studie von BERNSCHERER *et al.* (2011) zeigte im Gegensatz zu diesem Versuch, eine signifikant bessere FVW der 1,5 % Lignocellulosegruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe.

Über die gesamte Mastperiode hinweg gab es einen tendenziellen Unterschied zwischen den Gruppen Pilzmycel (-9,8%) und der Kontrollgruppe in Bezug auf die Mastdauer. Bei der tFA ergaben sich keine Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen. Die Pilzmycel-Gruppe hatte signifikant höhere TGZ im Vergleich zur Kontroll- (-11,5%) und Maiskleberfutter-Gruppe (-13,1%). Bei der Futterverwertung war diese signifikant besser als die Lignocellulose-Gruppe (+11,2%). Diese Ergebnisse widersprechen jenen von BERNSCHERER *et al.* (2011), wo ein 1,5 prozentiger Einsatz von Lignocellulose zu einer signifikanten Verbesserung der FVW führte. MILETT *et al.* (2010) verzeichneten im Gegensatz zu der vorliegenden Studie über die ganze Mast hinweg auch mit gesteigerten Fasergehalt keine signifikanten Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen.

## Schlachtleistung

Die Schlachtleistungen sind in Tabelle 5 dargestellt und zeigen, dass sich die Gruppen mit Lignocellulose (-1,6%) und Pilzmycel (-1%) signifikant niedrigere Ausschlachtungsprozente (Ausschl.) im Vergleich zur Kontrollgruppe ausweisen, dies war weder bei BERNSCHERER *et al.* (2011) noch bei SCHEDLE *et al.* (2015) der Fall. Dieser Unterschied könnte in dem etwas niedrigeren Gesamtfasergehalt in den beiden Studien begründet sein, da MILETT *et al.* (2010) ebenfalls einen signifikanten

Zusammenhang zwischen steigendem Fasergehalt und niedrigerer Ausschlachtung nachweisen konnte. Beim Parameter Rückenspeckdicke (RSP) wies die Maiskleberfutter-Gruppe (-12,1%) einen signifikant niedrigeren Wert im Vergleich zur Pilzmycel-Gruppe aus. Bei der Körperlänge (KL) zeigten sich ein tendenzieller Unterschied zwischen der Kontrollgruppe (-2,1%) im Vergleich zur Maiskleberfutter-Gruppe.

Tabelle 5: Ergebnisse der Schlachtleistungen

	Futtergruppen				ANOVA	
	Kontrolle	Lignocellulose	Pilzmycel	Maiskleberfutter	SEM	p-Wert
Ausschl., %	100,0 <sup>b</sup>	98,4 <sup>a</sup>	99,0 <sup>a</sup>	99,5 <sup>b</sup>	0,24	0,0254
MFA, %	100,0	101,7	100,0	101,7	0,43	0,3331
KL, %	100,0 <sup>(b)</sup>	101,7 <sup>(ab)</sup>	100,6 <sup>(ab)</sup>	102,1 <sup>(a)</sup>	0,29	0,0623
RSP, %	100,0 <sup>ab</sup>	94,2 <sup>ab</sup>	103,2 <sup>a</sup>	91,1 <sup>b</sup>	1,74	0,0357

## SCHLUSSFOLGERUNG

Auf Basis der veranschaulichten Daten konnte nachgewiesen werden, dass der Einsatz rohfaserreicher Nebenprodukte der Lebensmittelindustrie ohne Leistungseinbußen innerhalb der Schweinmast in nicht praxisüblich hohen Dosen möglich ist. Speziell unter der Anwendung des Pilzmycels konnte im Vergleich zur Lignocellulose eine signifikant bessere Futterverwertung verzeichnet werden.

## LITERATUR

- Bernscherer M, Mair C, Schedle K (2011): Einfluss eines Lignozellulosezusatzes auf die Mast- und Schlachtleistung bei Schweinen. In: Mair C, Kraft K, Wetscherek W, Schedle K (Hrsg.), Tagungsband - 10. BOKU-Symposium TIERERNÄHRUNG - Gesunde Tierernährung - Qualität vom Futtermittel bis zum Nahrungsmittel, 160-165; ISBN: 978-3-900962-94-4
- Goff, G.Le & van Milgen, J & Noblet, Jean. (2002). Influence of dietary fibre on digestive utilization and rate of passage in growing pigs, finishing pigs and adult sows. Animal Science. 74.
- Kallabis K.E. und Kaufmann O., (2012): Effect of a high-fibre diet on the feeding behaviour of fattening pigs, Leibniz Institute for Farm Animal Biology, Dummerstorf, Germany, Archiv Tierzucht 55 (2012) 3, 272-284, ISSN 0003-9438
- Millet S., T. Meyns, M. Aluwé, D. De Brabander, R. Ducatelle, (2010), Effect of grinding intensity and crude fibre content of the feed on growth performance and gastric mucosa integrity of growing-finishing pigs, Livestock Science, Volume 134, Issues 1–3, 2010, Pages 152-154
- Schedle K., Trunk V., Leitgeb R. (2011): Effects of lignin rich dietary fibre on zootechnical performance, carcass characteristics as well as dry matter and NH<sub>3</sub> content in excrements of broiler chicks. Proceedings of the Society of Nutrition Physiology Vol. 20, Society of Nutrition Physiology (Ed.) DLG-Verlag Frankfurt (Main, 2011), ISBN: 978-3-7690-4104-1
- Schedle K., Corrent C., Bartelt J. (2015): Experimental study on the effect of an increasing energy and nutrient density in diets for fattening pigs on zootechnical performance and slaughter parameters. 13. Tagung Schweine- und Geflügelernährung, Tagungsband, 24.- 26. November 2015, Lutherstadt Wittenberg. 2015. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften.

### Autorenanschrift:

Josef Pichler  
Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie  
Universität für Bodenkultur Wien  
Muthgasse 11, A-1190 Wien  
e-mail: josef.pichler@boku.ac.at

## Autorenverzeichnis

Asmussen .....	83	Losand .....	77
Aumiller .....	89	Maack .....	72
Barrière .....	188	Männer .....	89
Bauer .....	108	Mansfeld .....	218
Baumgartner .....	218	Meunier .....	188
Blanchard .....	188	Milimonka .....	168
Blard .....	188	Müller .....	89
Brandl .....	58	Nies .....	174
Brucker .....	121	Obermaier .....	152, 158
Buffler .....	211	Oguey .....	112, 188
Danier .....	18	Parys .....	108
Dansen .....	83	Pichler .....	223
Daubner .....	96	Plattner .....	218
Debicki -Garnier .....	200	Pothast .....	83
Dersjant-Li .....	200	Preißinger .....	126, 133, 184
Deutinger .....	152	Pries .....	165
Duran .....	200	Propstmeier .....	126, 133, 184
Eichenberger .....	178	Randt .....	1
Engler .....	96	Reigner .....	188
Ettle .....	152, 158	Reindl .....	193
Gengenbach .....	37	Riewenherm .....	4
Gilani .....	200	Roméo .....	184
Glenz .....	168	Römer .....	168
Hardy .....	200	Schäffler .....	30
Heim .....	152	Schafft .....	22, 121
Holl .....	116	Schedle .....	46, 223
Hooge .....	112	Scherb .....	126, 133, 184
Huenting .....	165	Schlattl .....	193
Kammer .....	218	Schneider .....	165
Kratz .....	83	Schomaker .....	101
Lange .....	218	Seelhorst .....	178

<b>Sims</b> .....	<b>112</b>	<b>van der Klis</b> .....	<b>89</b>
<b>Spiekers</b> .....	<b>30, 58, 165</b>	<b>van Hout</b> .....	<b>206</b>
<b>Spolders</b> .....	<b>121</b>	<b>Vikari</b> .....	<b>200</b>
<b>Stalljohann</b> .....	<b>52</b>	<b>Wagner</b> .....	<b>66, 158</b>
<b>Steinhoff-Ooster</b> .....	<b>1</b>	<b>Welsh</b> .....	<b>112</b>
<b>Steinruck</b> .....	<b>184</b>	<b>Wiemann</b> .....	<b>101</b>
<b>Stemmer</b> .....	<b>140, 147</b>	<b>Wilhelm</b> .....	<b>206</b>
<b>Syriopoulos</b> .....	<b>89</b>	<b>Windisch</b> .....	<b>193, 211</b>
<b>Taschl</b> .....	<b>174</b>	<b>Zentek</b> .....	<b>89</b>
<b>Thaysen</b> .....	<b>9</b>	<b>Zißler</b> .....	<b>184</b>
<b>Thys</b> .....	<b>96</b>	<b>Zoon</b> .....	<b>188</b>

## Werbepartner

Wir danken folgenden Firmen für ihre großzügige Unterstützung:

---



**Agromed Austria GmbH**

Bad Haller Straße 23  
4550 Kremsmünster



**Alltech (Deutschland) GmbH**

Deller Weg 14  
D-41334 Nettetal



**Agrarmarkt Austria Marketing GmbH**

Dresdner Straße 68a  
A-1200 Wien



**Biomin Deutschland GmbH**

Röntgenstraße 27-29  
D-73431 Aalen



Chemical Distribution

---

**BTC Europe GmbH**

Industriestraße 20  
D-91593 Burgbernheim

# Delacon™ performing nature

---

Delacon Biotechnik GmbH  
Weissenwolffstraße 14  
A-4221 Steyregg



## DR. ECKEL creative solutions

---

Dr. Eckel GmbH  
Im Stiefelfeld 10  
D-56651 Niederzissen



## DSM BRIGHT SCIENCE. BRIGHTER LIVING.

---

DSM Nutritional  
Products GmbH  
Emil-Barell-Straße 3  
D-79639 Grenzach-Wyhlen



DuPont Nutrition and  
Biosciences Iberia S.L.  
Avenida Espioca, 24  
ES-46460-Silla/Valencia

---



EW Nutrition GmbH  
Hogenbögen 1  
D-43429 Visbek



LALLEMAND ANIMAL NUTRITION

---

Lallemand  
Animal Nutrition  
Postfach 34 01 02  
40440 Düsseldorf



**LKV Bayern e.V.**  
Landsberger Straße 282  
D-80687 München

---



**MIAVIT GmbH**  
Robert-Bosch-Straße 3  
D-49632 Essen (Oldb.)

---



**Orffa Deutschland GmbH**  
Grünstraße 93  
D-46483 Wesel

---



**Pancosma S.A.**  
Voie-des-Traz 6  
CH-1218 Le Grand-Saconnex

---



**Phytobiotics  
Futterzusatzstoffe GmbH**  
Wallufer Straße 10a  
D-65343 Eltville

---



**Pulte GmbH & Co. KG**  
Hirtenweg 2  
D-82031 Grünwald

---



**Trouw Nutrition**  
**Deutschland GmbH**  
Gempfinger Straße 15  
D-86666 Burgheim

---