

52. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V.

Tagungsband

„Tierernährung und Umwelt“

16. Oktober 2014 in Freising



Herausgeber:

Carmen Fahn und Wilhelm Windisch

Bayerische Arbeitsgemeinschaft Tierernährung (BAT) e.V.

Liesel-Beckmann-Str. 2

85354 Freising

bat@wzw.tum.de

Selbstverlag:

Bayerische Arbeitsgemeinschaft Tierernährung (BAT) e.V.

ISBN 978-3-9816116-1-8

Für den Inhalt der Beiträge sind allein die Autoren verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

Übersichtsvorträge

Wendland M Nährstoffemissionen aus der Tierhaltung in Bayern und die Novellierung der Düngeverordnung	1
Heißenhuber A, Schießl P, Krämer C Nährstoffmanagement als Grundlage der nachhaltigen Intensivierung	7
Mayer F Aktueller Stand zur Novellierung der Düngeverordnung	13
Lindermayer H Emissionen von N und P aus der Schweinehaltung in Bayern	16
Neser S Emissionen und Immissionsschutz in der Schweinehaltung	26
Windisch W, Brugger D, Buffler M, Hanauer M, Becker C Verantwortungsvoller Einsatz von Spurenelementen in der Schweinefütterung	31
Schuster H, Rauch P N-Effizienz in der Rinderfütterung	41
Lüpping W Nährstoffausscheidungen über Wirtschaftsdünger aus der Rinderhaltung	48
Von Tucher S, Lichti F, Ebertseder F, Schmidhalter U Zusammensetzung und Düngewirkung von Biogasgärresten	52

Fütterungsstrategien und Futtermittel

Piesk J, Ostertag J, Obermaier A, Ettle T Einsatz von höheren Anteilen Esparsettesilage in Rationen hochleistender Milchkühe	62
Ettle T, Obermaier A, Aichner V, Spiekers H, Windisch W Mast- und Schlachtleistung von Mastfärsen der Rasse Fleckvieh bei variierender Rohproteinversorgung	69
Zißler E, Ettle T, Windisch W, Fahn C Einfluss einer unterschiedlichen Strukturversorgung von Mastbullen auf die Endpunkte der ruminalen Fermentation und das ruminale Mikrobiom nach 24-stündiger Nüchterung	77
Brugger D, Feser S, Ettle T, Windisch W, Fahn C Zum Einfluss einer variierenden Rohprotein-Versorgung von Mastbullen der Rasse Bayerisches Fleckvieh auf die gewebeübergreifende Genexpression spezifischer Harnstoff-Transporter	83
Hahn E, Preißinger W, Lindermayer H, Propstmeier G Auswirkungen einer Zulage von faserreichen Grobfuttermitteln auf zootecnische Leistungen und die Kotbeschaffenheit in der Ferkelaufzucht	90
Preißinger W, Lindermayer H, Propstmeier G Rapsextraktionsschrot im Futter von tragenden und säugenden Sauen - Auswirkungen auf Futteraufnahme, Lebendmasseentwicklung und Zuchtleistung	98

Kaufmann T, Binder M, Scherer V Increasing the sustainability in pig production applying low protein diets - example Bavaria	105
Reckmann K, Rimbach M Bewertung von Fütterungsstrategien im Hinblick auf eine Reduktion der Nährstoffausscheidungen	113
Potthast C, Scholz H, Kramer E, Auerbach H Einfluss von chemischen Siliermitteln auf die Qualität von Pressschnitzelsilagen	119
Strothmeyer M, Wirges J, Zwieler J, Vrotnikiene V, Jatkauskas J Fermentationsqualität und Futterwert von Maissilagen mit und ohne biologischem Siliermittel	124
Ostertag J, Piesk J, Etle T Untersuchungen zur Repräsentativität der Probenahme am Silotunnel an Esparsette- und Luzernesilagen	131
Futterzusatzstoffe	
Ahmetovic E, Kroismayr A Physiologischer Einfluss eubiotischer Lignocellulose auf den Pansen pH-Wert von Wiederkäuern	137
Plascencia Jorquera A, Rogge I, Altvater S Effect of plant alkaloids on rumen fermentation, microbial protein synthesis and nutrient digestibility in steers fed a high-energy diet	144
Wirges J, Strothmeyer M, Nooijen MMHB, Zwieler J, Stoiber C, Schatzmayr G The influence of autolyzed yeast on cattle	151
Engler P, Daubner F, Tessier N Use of an association of efficient antioxidants: a tool to adjust the diet	158
Engler P, Daubner F, Tessier N Grape extract in ruminants: interest of an encapsulated form and its use in association of other sources of antioxidants	164
Walker ND, Keimer B Einsatz von Lebendhefe und inaktivierter Hefe zur Stabilisierung der Pansenfunktion	168
Oguey C, Janssen M A protected blend of phytogenics improves performance and health status of calves	174
Oguey C, Blanck R, Vecht K, Wall EH A protected blend of phytogenics improves performance of dairy cows	179
Kühn I, Peganova S, Steinruck U, Männer K High phytase application to reduce P excretion and secure growth performance in pigs	183
Prößler P, Schlagheck A, Hartwigsen R, Thaller G Efficient pig fattening with enzyme producing micro-organisms	189
Theobald P, Lorenz L, Lückstädt C Comparison of two EU-approved zootechnical feed additives in post weaning piglets under commercial conditions	194

Kampf D, Elsen T, Martens L, De Sutter J, Nakamura N, Fremaut D Vergleichende Untersuchungen zum Einsatz verschiedener Probiotika der Gattung <i>Bacillus</i> spp. in der Fütterung von Absetzferkeln	199
Guggenbuhl P, Aureli R, Frau F <i>Myo</i> -inositol and possible extra-phosphoric effects of a bacterial phytase in monogastrics	206
Korzekwa M, Vianello E, Lowin I, Eckel B Positiver Einfluss eines phytogenen Zusatzstoffes auf Leistungsparameter von Broilern	211
Korzekwa M, Kirwan S, Vianello E Eischalenstabilisierung durch Einsatz einer präbiotischen Säure	216
Kovács A, Urbaityte R, Vandi L, Massi P, Tosi G, Strothmeyer M, Wirges J Dose-dependent effect of a natural growth promoter in reducing <i>Salmonella Enteritidis</i> colonization in White Leghorn SPF chickens	221
Hermsdorf D, Steinruck U, van Ooijen ALJ Synergieeffekte von organischen Säuren mit prebiotischen und phytogenen Zusatzstoffen auf die Wachstumsleistung und Darmmorphologie von Broilern	225
 Sonstiges	
Brunlehner EM, Linder Mayer H "Stärken/Schwächen-Profil" - ein Beratungsansatz zur Minderung der Emissionen aus der Schweinehaltung	233
Laurain J, Marengue E, Angeles Rodriguez M Toxicity of type B trichothecenes: beyond deoxynivalenol	237
Hellmann K, Braun G, Wolf R Erreichung von zulassungsrelevanten Daten für Wirksamkeitsstudien	240
Herrmann A, Marxen B, Sczesny S, Kissel G, Tabeling R Untersuchungen zu Wirksamkeit gegen <i>Ascaris suum</i> , Bioverfügbarkeit und physikalischen Stabilität einer innovativen suspendierbaren Fenbendazol-Formulierung (Nano-Galenik) im Vergleich zu anderen Fenbendazol- und Flubendazolprodukten	242
Worku T, Tabeling R, von Berg S Vergleichsstudie zur Serokonversion von PRRS-negativen Jungsaugen bei intradermaler oder intramuskulärer Applikation eines PRRS Impfstoffes	249
Autorenverzeichnis	252
Sponsoren	254

Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Manfred Kirchgeßner zum 85. Geburtstag



Der Ehrenvorsitzende der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft für Tierernährung (BAT e.V.), Herr Prof. Dr. Dr. h.c. mult. Manfred Kirchgeßner, hat am 21. Mai 2014 sein 85. Lebensjahr vollendet. Hierzu möchten wir ihm sehr herzlich gratulieren und ihm noch viele weitere Jahre in Glück, Wohlergehen und geistiger Frische wünschen.

Manfred Kirchgeßner studierte in Stuttgart Hohenheim Agrarwissenschaften und gleichzeitig Chemie an der TU Stuttgart. Auf die Promotion zum Dr. agr. (1955) folgte 1958 die Habilitation im Fach Ernährungsphysiologie und 1961 im Alter von 30 Jahren der Ruf an die Technische Hochschule München in Freising-Weihenstephan. Dort übernahm er den Lehrstuhl für Tierernährung und die Leitung des Instituts für Ernährungsphysiologie. Ehrenvolle Rufe nach Hohenheim und Göttingen lehnte er ab und blieb Weihenstephan bis zu seiner Emeritierung im Jahre 1998 treu.

In Jahrzehnten unermüdlichen Schaffens errichtete Manfred Kirchgeßner in Weihenstephan eine zukunftsweisende Forschungslandschaft auf dem Gebiet der Ernährung, und zwar in voller Breite von angewandten Fragen der Fütterung landwirtschaftlicher Nutztiere bis zur Grundlagenforschung in der Ernährungsphysiologie. Meilensteine dieser grandiosen Aufbauarbeit waren der Neubau des Instituts für Ernährungsphysiologie und insbesondere die Errichtung der Versuchsanlage für Tierernährung, deren methodische Innenarchitektur wegweisend war und immer noch ist. Auch hinsichtlich der wissenschaftlichen Themenfelder konnte Manfred Kirchgeßner ein breites Spektrum erfolgreich besetzen. Spurenelemente standen am Beginn seiner wissenschaftlichen Arbeit im Fokus und sie blieben es bis zu seiner Emeritierung. Hinzu kamen praktisch alle relevanten Gebiete der Ernährungsphysiologie und angewandten (Tier-)Ernährung, von Energie und Protein bis zu den Wirkstoffen. Aus all diesen Aktivitäten resultierte ein enormes Werk von über 1600 Originalpublikationen und 8 Büchern. Manfred Kirchgeßner erhielt eine Vielzahl von Auszeichnungen und Ehrungen, wie etwa zwei Ehrenprofessuren und sechs Ehrendoktorwürden. Auch die Mitgliedschaft in der Nationalen Akademie der Wissenschaften, Leopoldina, zeugt von der hohen Wertschätzung seiner wissenschaftlichen Leistungen.

Neben den beeindruckenden Kennzahlen aus dem modernen Wissenschaftsbetrieb, wie etwa die Anzahl an Publikationen in Journalen mit hohem „Impact-Faktor“ darf man bei Manfred Kirchgeßner zwei weitere großartige Leistungen nicht vergessen: die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses und das unermüdliche Bestreben, die Ergebnisse aus der Wissenschaft in die Praxis zu tragen. Er führte 145 Kolleginnen und Kollegen zur Promotion und 19 zur Habilitation; 26 seiner ehemaligen Mitarbeiter sind weltweit als Professoren tätig. Bekanntestes Beispiel für seinen erfolgreichen Wissenstransfer in die Praxis ist das Lehrbuch *Tierernährung*. Stets aktuell gehalten ist es seit Jahrzehnten der Ausbildungs- und Nachschlagestandard für Studierende und Fachkräfte der Tierernährung. Mindestens genauso wichtig war aber auch sein unermüdliches Engagement in der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie und dem Ausschuss für Bedarfsnormen sowie in der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft für Tierernährung (BAT). Die Schaffung wissenschaftlich fundierter Normen zur Nutztierfütterung und deren erfolgreiche Übersetzung in die praktische Landwirtschaft zählen zu den ganz großen Verdiensten von Manfred Kirchgeßner. Hierin offenbart sich der wahre, besonders nachhaltige „Impact“ eines herausragenden Wissenschaftlers.

Wilhelm Windisch
(Vorsitzender der BAT)

Nährstoffemissionen aus der Tierhaltung in Bayern und die Novellierung der Düngeverordnung

Dr. Matthias Wendland

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz

Einleitung

Die EU-Nitratrichtlinie, die Wasserrahmenrichtlinie und die Richtlinie über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe (NEC-Richtlinie) beeinflussen direkt oder indirekt den Umgang mit den Ausscheidungen der landwirtschaftlichen Nutztiere. Die Wirtschaftsdünger enthalten als Hauptnährstoffe Stickstoff und Phosphat. Langfristige Überversorgung mit diesen Nährstoffen kann zu Umweltbelastungen führen, Phosphat belastet die Oberflächengewässer, Nitrat ist der bedeutendste Risikofaktor für das Grund- und Trinkwasser. Die EU-Nitratrichtlinie, die Gewässer vor Verunreinigungen durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen schützen soll, wird national durch die Düngeverordnung umgesetzt. Die Novellierung dieser Verordnung wird derzeit diskutiert. In der NEC-Richtlinie hat sich die Bundesrepublik verpflichtet, ab 2010 eine Emissionshöchstmenge bei Ammoniak (NH_3) von 550 kt einzuhalten. Derzeit wird eine Verschärfung der NEC-Richtlinie diskutiert, nach einer Neuberechnung mit Änderung der Emissionsfaktoren bei Mineraldüngern sollen weitere 39 % (253 kt) der NH_3 -Emissionen eingespart werden. Der Einspareffekt wird nur durch Einschnitte bei der Mineraldüngung (Harnstoffanwendung) und weiteren Vorgaben für die verlustarme Ausbringung von Wirtschaftsdüngern zu erreichen sein. Die Wasserrahmenrichtlinie strebt an, dass Oberflächengewässer und Grundwasser nach Möglichkeit bis 2015 – spätestens bis 2027 – einen guten ökologischen und chemischen Zustand erreichen. Derzeit wird der Maßnahmenplan für die zweite Periode von 2016 bis 2021 mit zahlreichen landwirtschaftlichen Maßnahmen erstellt. Alle rechtlichen Vorgaben orientieren sich also an einer deutlichen Verbesserung des Klima- und Gewässerschutzes und werden demnächst deutlich verschärft werden. Ist das auch für bayerische Verhältnisse notwendig und wie werden sich die geplanten Regelungen auswirken?

Nährstoffsituation in Bayern

Zur Beurteilung der Nährstoffsituation und der Emissionen aus der Tierhaltung können mehrere Faktoren herangezogen werden.

Nährstoffsaldo Bayern

Abbildung 1 zeigt die Entwicklung der Nährstoffbilanz Bayern von 1950 bis 2012. Datengrundlage für die Anbauflächen, Erträge und die Tierhaltung ist das Bayerische Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung, der Bayerische Agrarbericht und ab 2010 zusätzlich die Daten des Mehrfachantrages. Die Berechnung berücksichtigt die N-Fixierung der Leguminosen, den Mineraldüngerzukauf, die Ausbringung der Wirtschaftsdünger und sonstiger organischer Dünger, wobei die Verluste nach der Düngeverordnung berechnet wurden / Stall, Lager, Ausbringung). Die Deposition ist der Denitrifikation gleichgesetzt. Für die Berechnung der Nährstoffabfuhr von Grundfutterflächen wurden nicht die Erträge, sondern die mögliche Nährstoffaufnahmen der Tiere (und Biogasanlagen) über das Grundfutter herangezogen.

Aktuell ist die Nährstoffbilanz für Phosphat ausgeglichen, die Bilanz für Stickstoff schwankt jahrgangsbedingt um 40 kg N/ha. Bayernweit betrachtet ist das Nährstoffmanagement in Ordnung.

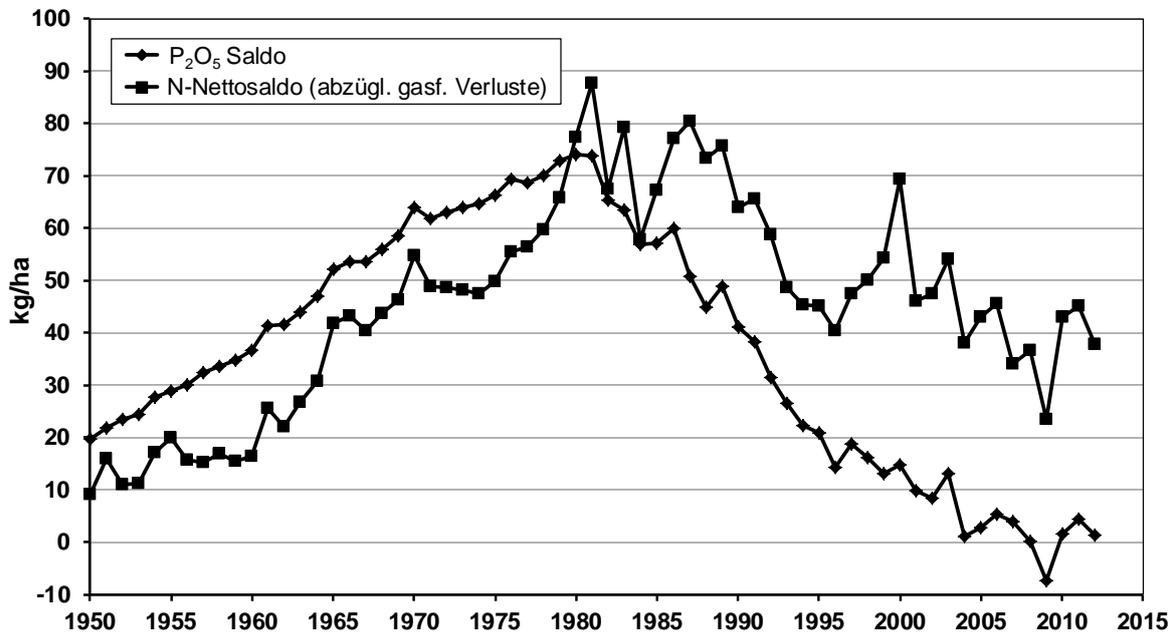


Abb. 1: Nährstoffsaldo der landwirtschaftlich genutzten Flächen in Bayern

Wasserrahmenrichtlinie

Gemäß Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) soll der gute chemische und ökologische Zustand aller Gewässer spätestens bis zum Jahr 2015 erreicht sein. Darüber hinaus sind Fristverlängerungen möglich (bis zum Ende des zweiten bzw. dritten Bewirtschaftungsplans, d. h. bis zum Jahr 2021 bzw. 2027). Derzeit läuft die Maßnahmenplanung für die zweite Periode von 2015 bis 2021. Grundlage für die Planung sind Erhebungen und Risikoanalysen durch die Wasserwirtschaftsverwaltung. Zur kleinräumigen Beurteilung ist Bayern in 955 Oberflächenwasserkörper und 258 Grundwasserkörper eingeteilt. Von den Oberflächenwasserkörpern erreichen derzeit 502 den guten Zustand nicht, bei den Grundwasserkörpern muss für 90 eine Maßnahmenplanung wegen Nitratbelastung vorgenommen werden. Die diffuse Belastung aus der landwirtschaftlichen Flächennutzung wird als eine der Ursachen dargestellt. Daraus ergibt sich, dass in einigen Gebieten das Nährstoffangebot den Nährstoffentzug übersteigt. Das muss jedoch nicht zwingend mit einer intensiven Tierhaltung verbunden sein.

Nährstoffzufuhr auf die Flächen

Tabelle 1: Nährstoffanfall aus Tierhaltung und Biogasanlagen in kg/ha Bayern 2012 (N netto = minus Stall-, Lagerverluste nach DÜV)

	N brutto	N netto	P ₂ O ₅	K ₂ O
Rinder	73,2	59,3	25,2	89,0
Schweine	14,7	10,2	7,0	7,2
Geflügel	1,7	1,0	1,0	0,9
Sonstige Tiere	3,2	1,8	1,3	3,8
Biogas	20,4	19,4	8,4	23,8
Summe	113,2	91,7	42,8	124,7

Im Jahr 2012 fielen pro ha landwirtschaftlicher Nutzfläche im Landesdurchschnitt Bayerns 72,3 kg N netto aus der Tierhaltung an. Hierbei sind die gewerblichen Tiere, die nicht in den INVEKOS-Daten enthalten sind, nicht berücksichtigt. Die Werte bei Schweinen und Geflügel dürften dadurch etwas höher ausfallen. Die große Anzahl von Biogasanlagen in Bayern liefern nochmals durchschnittlich 19,4 kg N/ha LF. Im Gegensatz zu einigen anderen Bundesländern spielen Importe aus anderen Ländern in Bayern bisher kaum eine Rolle. Zum Vergleich wurden für Deutschland mit der gleichen Berechnungsmethode die in Tabelle 2 dargestellten Werte berechnet.

Tabelle 2: Nährstoffanfall aus Tierhaltung und Biogasanlagen in kg/ha Deutschland 2012 (N netto = minus Stall-, Lagerverluste nach DÜV)

	N brutto	N netto	P₂O₅	K₂O
Rinder	51,4	43,7	17,8	64,1
Schweine	19,4	13,6	9,1	9,2
Geflügel	3,3	2,0	2,0	1,7
Sonstige Tiere	3,4	1,9	1,2	3,9
Biogas	15,3	14,5	6,3	17,9
Summe	92,8	75,7	36,4	96,8

Aufgrund verschiedener Berechnungsmethoden und Datengrundlagen sind Angaben aus anderen Bundesländern schwer vergleichbar. In Niedersachsen fallen aus tierischen Ausscheidungen 98,5 kg N, in Summe mit Biogasgärresten 119 kg N an (Nährstoffbericht in Bezug auf Wirtschaftsdünger für Niedersachsen 2012/2013). Der Nährstoffanfall von Phosphat liegt mit 52 kg/ha aus der Tierhaltung und 60 kg/ha unter Einbeziehung der Biogasgärreste deutlich über den bayrischen Werten.

Diese Gesamtübersichten legen nahe, dass alle Werte innerhalb der gesetzlichen Vorgaben liegen. So wird die Grenze von 170 kg N/ha aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft selbst in Landesdurchschnitt Niedersachsens deutlich unterschritten. Sie geben jedoch keine Auskunft über allgemein bekannte regionale Unterschiede. Es gibt viele Indizien dafür, dass in Regionen mit intensiver Tierhaltung und Biogasproduktion sehr hohe Nährstoffmengen anfallen. So stellt der Nährstoffbericht für Niedersachsen fest, dass die Obergrenze von 170 kg in den Landkreisen Cloppenburg und Vechta überschritten wird.

Auch in Bayern überschreiten bei näherer Betrachtung einige Regionen der N-Obergrenze von 170 kg/ha aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft. Dies gilt vor allem für Regionen mit intensiver Rinderhaltung. Im Vergleich dazu wäre in den schweineintensiven Gemeinden noch die Möglichkeit der Ausdehnung. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass gerade in diesen Gebieten eine gewisse Anzahl von Tieren nicht über den Mehrfachantrag erfasst ist (Abbildung 2). Summiert man den Nährstoffanfall aller Tierarten auf und bezieht auch die Nährstoffe der pflanzlichen Biogasgärreste mit ein, fallen in einigen Gemeinden mehr als 200 kg N an.

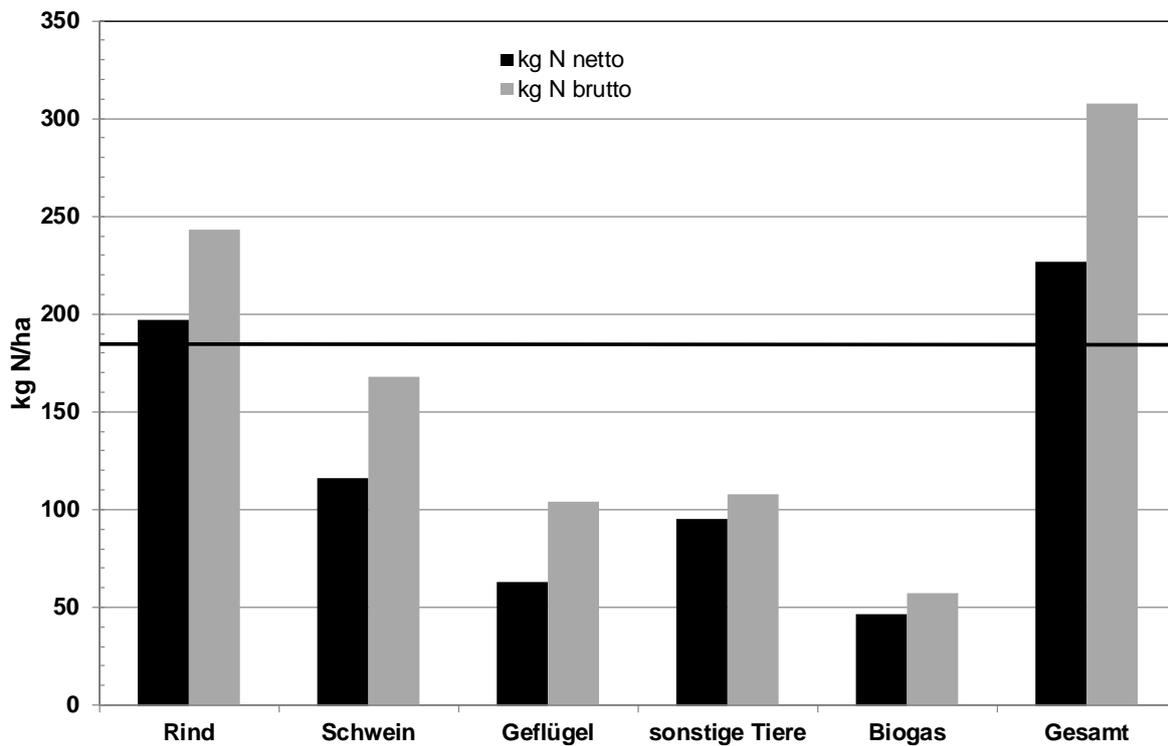


Abbildung 2: Maximaler N-Anfall aus tierischen Ausscheidungen in Gemeinden Bayerns, bei Biogasgärresten in Landkreisen Bayerns

Die Novellierung der Düngeverordnung

Die Düngeverordnung setzt die Vorgaben der EU-Nitratrichtlinie um. Die EU schließt aus den Nitratberichten der Bundesrepublik, dass keine Verbesserung der Wasserqualität zu erkennen ist und daher die gegenwärtigen Regelungen der Düngeverordnung nicht ausreichend sind. Dementsprechend werden zusätzliche bzw. verschärfte Maßnahmen gefordert.

Zu diesen Maßnahmen zählt die Forderung, nicht nur den Stickstoff aus tierischen Wirtschaftsdüngern auf 170 kg/ha/Jahr zu begrenzen, sondern zukünftig den Stickstoff aller organischer oder organisch-mineralischer Düngemittel in die Berechnung einzubeziehen. Damit würden auch die Ausbringungsmengen von Gärresten aus nachwachsenden Rohstoffen, Klärschlämmen und Komposten der 170 kg Regelung unterliegen. Wenn Betriebe bereits jetzt mit ihren Tierzahlen nahe an der Grenze von 170 kg sind (Abbildung 3) und weitere organische Dünger einsetzen, z. B. Biogasgärreste, könnten die neuen Grenzen schnell erreicht oder sogar überschritten werden. Als Alternative bleibt nur auf den Einsatz weiterer organischer Dünger zu verzichten, die Betriebsflächen zu vergrößern oder Wirtschaftsdünger an Betriebe abzugeben, die noch Nährstoffbedarf haben. Das wird in viehstarken Regionen nicht immer möglich sein, da alle Betriebe das gleiche Problem haben. Eine wesentliche Entspannung würde eintreten, wenn es wieder möglich wäre, im Rahmen der Derogation 210 kg N auf intensiv bewirtschaftete Grünland- und Ackergrasflächen auszubringen.

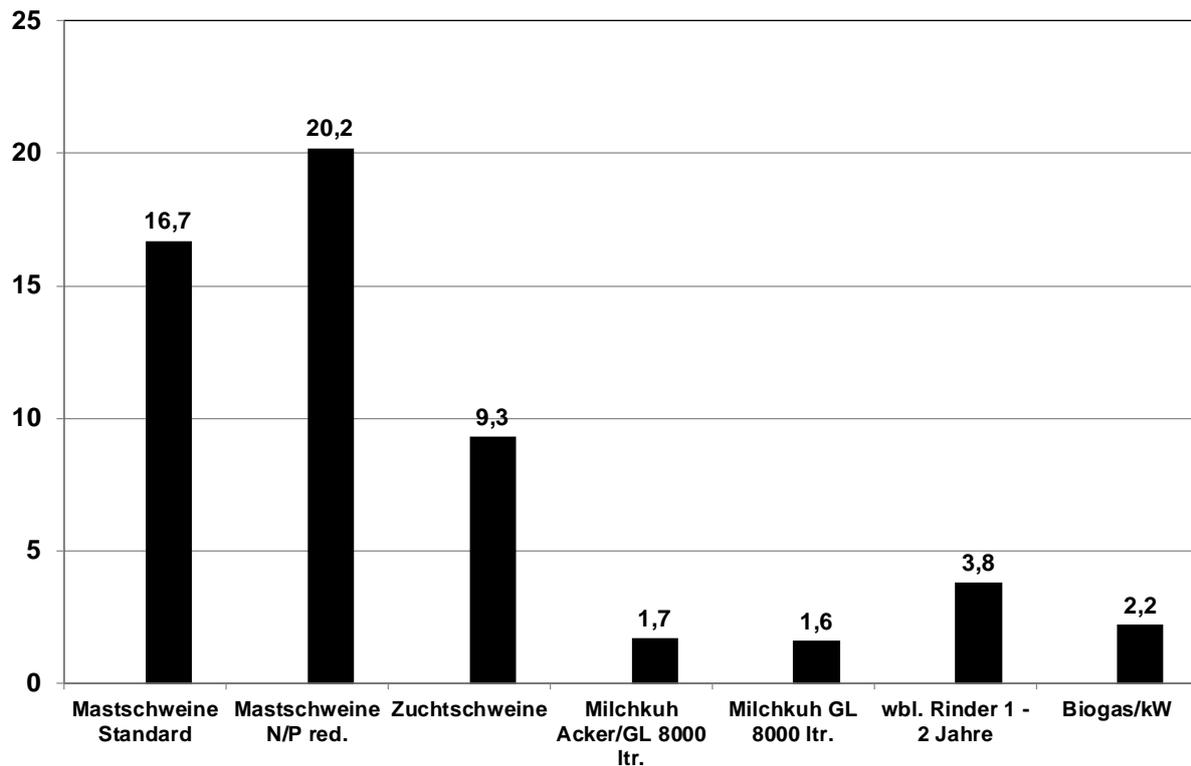


Abbildung 3: Anzahl der möglichen Tiere/ha bzw. kW/ha nach Abzug der Stall- und Lagerverluste bei der Grenze von 170 kg N/ha

Die bisher angesprochenen Regelungen sind weitgehend auf eine Verbesserung des chemischen Zustandes des Grundwassers ausgerichtet. Die Düngeverordnung berücksichtigt jedoch auch die Qualität der Oberflächengewässer. Um diese zu verbessern wird eine Regelung diskutiert, die die Phosphatdüngung auf gut versorgten Böden einschränkt. Auf Flächen in der Versorgungstufe D und E sollen phosphathaltige Düngemittel nur noch bis zur Höhe der Nährstoffabfuhr ausgebracht werden dürfen. Diese Verschärfung kann bei einigen Betrieben, insbesondere mit intensiver Tierhaltung, dazu führen, dass die Ausbringung organischer Dünger nicht durch den Stickstoff, sondern durch das Phosphat begrenzt wird. Erleichterungen könnte es für Schweinebetriebe geben, wenn die Standardwerte für die Ausscheidungen bei Mast Schweinen bei Phosphat an die neuen Zahlen der DLG angepasst werden.

Fazit

Im Durchschnitt Bayerns werden rechtlich vorgegebene Grenzwerte deutlich unterschritten. Bayern ist kein Importland für organische Dünger aller Art. Die Ergebnisse aus der Überwachung im Rahmen der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie zeigen zwar Verbesserungen auf, die Maßnahmen sind jedoch nicht in allen Gebieten ausreichend, um einen guten Zustand der Gewässer zu erreichen. Insbesondere Gebiete mit intensiver Tierhaltung oder einer hohen Anzahl von Biogasanlagen stoßen an die Grenzen einer guten fachlichen Verwertung der anfallenden Nährstoffe. Dies gilt sowohl für Stickstoff als auch für Phosphat. Die angedachten und hier erwähnten Änderungen der Düngeverordnung erscheinen geeignet, auch in diesen regionalen Gebieten Verbesserungen herbeizuführen. Allerdings ist dazu eine Abgabe von Wirtschaftsdüngern in Regionen mit

Nährstoffbedarf notwendig. Ohne die Derogationsregelung sind davon hauptsächlich die Grünlandgebiete betroffen. Weitere geplante Regelungen sind auf ihre Wirkung und fachliche Sinnhaftigkeit zu überprüfen.

Literatur

1. Nährstoffbericht in Bezug auf Wirtschaftsdünger für Niedersachsen 2012/2013 (2013). Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Oldenburg
2. Vorstellung Nährstoffbericht für Wirtschaftsdünger in Niedersachsen 2012/2013 (2013) Präsentation zum Nährstoffbericht. Landwirtschaftskammer Niedersachsen
http://www.ml.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=1810&article_id=119091&psmand=7
3. Bund-Länder-Arbeitsgruppe zur Evaluierung der Düngeverordnung (2012). Evaluierung der Düngeverordnung - Ergebnisse und Optionen zur Weiterentwicklung, Braunschweig
4. Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere, 2. Auflage (2014). Arbeiten der DLG Band 199, Frankfurt am Main
5. Bayerischer Agrarbericht 2012. www.agrarbericht-2012.bayern.de
6. *Leitfaden für die Düngung von Acker- und Grünland, Gelbes Heft. 10. unveränderte Auflage 2012, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising*
7. *Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung. Statistik kommunal 2012, Gebiet und Flächennutzung 2012, <https://www.statistik.bayern.de/>, Biogas in Zahlen – Statistik zur bayerischen Biogasproduktion 2012. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft <http://www.lfl.bayern.de/iba/energie/031607/>*

Autorenanschrift

Dr. Matthias Wendland
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz
Lange Point 12
85354 Freising

Nährstoffmanagement als Grundlage der nachhaltigen Intensivierung

Alois Heißenhuber¹, Peter Schießl¹, Christine Krämer²

¹ TU München-Weihenstephan, Lehrstuhl für Produktions- und Ressourcenökonomie, Alte Akademie 14, 85350 Freising

² Projektbüro mareg (markt+region), Herrnberchthaim 178, 97258 Ippesheim

Der Begriff der „Nachhaltigen Intensivierung“

Weltweit ist die Nachfrage nach agrarischen Produkten in der Vergangenheit gestiegen, von einem weiteren Anstieg kann ausgegangen werden (The Royal Society 2009; Tilman, D. et al. 2001). Deshalb wird angenommen, dass die Lebensmittelproduktion bis 2050 um mindestens 50% zunimmt (The Royal Society 2009). Wesentlich hierfür sind die wachsende Weltbevölkerung, die „Verwestlichung“ von Konsumgewohnheiten und die steigende Nachfrage nach energetischen und stofflichen Rohstoffen aus der Landwirtschaft. Diese steigende Nachfrage trägt zu einer zunehmenden Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion bei, in dem zusätzliche Flächen in Nutzung genommen bzw. Ertragszuwächse z.B. pro Hektar oder Stallplatz realisiert werden (Tschardtke, T. et al. 2005). Die zunehmende Intensivierung mit einem steigenden Einsatz an Produktionsmitteln ist jedoch teilweise mit steigenden Belastungen für die natürlichen Ressourcen sowie u.U. auch für den Wohn-Umfeld-Schutz der Menschen verbunden. Hierzu zählen z.B. der Eintrag von Nährstoffen in das Grund- und Oberflächenwasser, der Verluste von Biodiversität, der Ausstoß von Treibhausgasen, die Schadverdichtung.

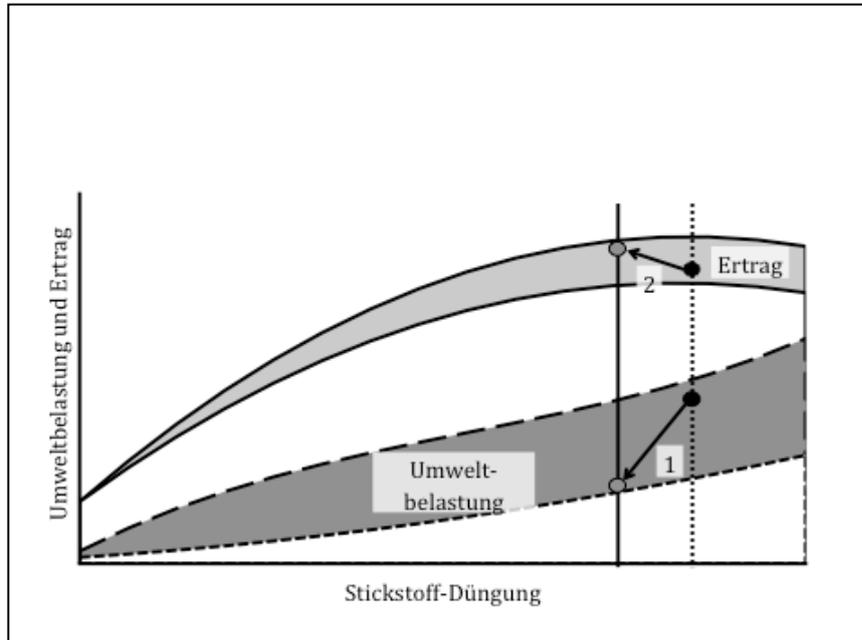
Der Begriff der Intensivierung ist vielfach beleuchtet und bezeichnet das Verhältnis von Input oder Outputfaktoren pro Hektar (Buckwell, A. et al. 2014). Als Inputfaktoren werden meist Betriebs- oder Produktionsmittel herangezogen wie bspw. der Einsatz von Düngemitteln je Flächeneinheit. Der Einsatz der Betriebs- und Produktionsmittel hat mit Ausnahme des Einsatzes des Faktors Arbeit in der Vergangenheit weltweit beständig zugenommen. So hat sich der Einsatz von Düngemitteln zwischen 1960 und 2010 ca. verfünffacht, der Einsatz von Stickstoffdüngern verneunfacht, die berechnete Fläche und der Einsatz landwirtschaftlicher Maschinen mehr als verzweifacht (The Royal Society 2009).

Dem gegenüber steht das Konzept der Nachhaltigkeit, welches bisher nicht eindeutig mit Kriterien unterlegt ist. Vielmehr werden je nach Untersuchung unterschiedliche Kriterien mit unterschiedlichen Definitionen herangezogen (Buckwell, A. et al. 2014). Im Allgemeinen wird auf die Dimension der Ökologie ein Schwerpunkt gelegt und die Dimensionen Soziales und Ökonomie nachrangig behandelt. Auch im Zusammenhang mit dem Begriffspaar nachhaltige Intensivierung steht meist die ökologische Dimension der Nachhaltigkeit im Fokus.

Unter nachhaltiger Intensivierung wird die Produktionssteigerung pro Flächeneinheit verstanden, wobei gleichzeitig die negativen Umweltwirkungen reduziert werden sollen (The Royal Society 2009). D.h. in Bezug auf die Düngung mit Stickstoff (siehe Abbildung 1) z.B., dass diese zu reduzieren ist, wodurch die Umweltbelastungen (1) sinken, der Ertrag (2) aber dennoch steigen soll. Im genannten Beispiel erscheint diese u.U. möglich, da einige Standorte mit Stickstoff überversorgt sind während gleichzeitig Schadverdichtungen die Ursache für Nährstoffverluste darstellen, was letztlich zu Ertragseinbußen führt. Eine Reduktion der Stickstoffdüngung bei gleichzeitiger Verbesserung der Bodenstruktur würde demnach sowohl den Ertrag auf der Ertragsfunktion als auch die Umweltbelastung auf der entsprechenden Funktion an einen günstigeren Punkt verschieben. Bisher ist

in Bezug auf das Konzept der nachhaltigen Intensivierung jedoch nicht geklärt, welche Input- und Outputfaktoren zu betrachten sind und welche Grenzwerte gelten sollen.

Abb. 1: Nachhaltige Intensivierung – mehr Ertrag mit weniger Aufwand und weniger Umweltbelastung



Quelle: eigene Darstellung

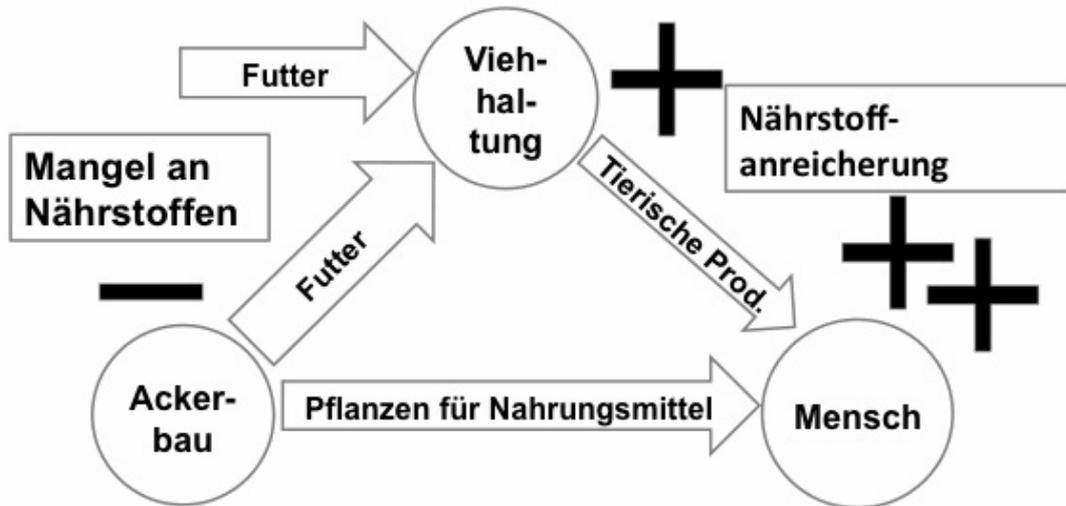
In der Agrarumweltpolitik wird die Minderung negativer Umweltwirkungen derzeit meist durch Extensivierungsmaßnahmen erreicht. Dies bedingt jedoch i.d.R. gleichzeitig geringere Erträge. Dieser Ansatz wird daher kritisch zu beurteilen sein, so lange Menschen ihre grundlegenden Bedürfnisse nach Nahrung, Wohnen und Wärme nicht befriedigen können. Dies betrifft jedoch die Länder innerhalb der EU kaum. Werden aufgrund geringerer Erträge durch großflächige Extensivierung und eines gleichbleibenden Konsumniveaus- und -stils innerhalb der EU jedoch zunehmend Importe landwirtschaftlicher Produkte notwendig, so können erzielte Umweltentlastungen in Europa evtl. in anderen Ländern zu zunehmenden Umweltbelastungen führen. Global gesehen erscheint demnach eine Steigerung der Erträge bei mindestens gleich bleibenden Umweltbelastungen bzw. sinkenden Umweltbelastungen erforderlich. In West-Europa dürfte vor allem die Reduzierung der Umweltbelastungen relevant sein, die vielfach ein Maß erreichen, welches weder von der Gesellschaft akzeptiert wird, noch aus gesamtgesellschaftlicher Sicht als ökonomisches Optimum bezeichnet werden kann. So entstehen bspw. durch den Austrag von Stickstoff in die Umwelt in der EU erhebliche Kosten (Sutton, M et al. 2011) und die übermäßige Ausbringung von organischem Dünger in Regionen mit sehr hohem Tierbesatz führt darüber hinaus zu Akzeptanzproblemen der örtlichen Bevölkerung.

Nährstoffmanagement als Grundlage der nachhaltigen Intensivierung

In der Vergangenheit hat sich in Deutschland und Europa vielfach eine regionale Spezialisierung der landwirtschaftlichen Produktionsrichtungen herausgebildet. So existieren Regionen mit einer hohen Viehdichte und damit verbunden einem hohen Anfall an Exkrementen und darin enthaltenen Nährstoffen. Demgegenüber stehen ackerbaulich geprägte Regionen, die durch einen Rückgang an organisch gebundenen Nährstoffen gekennzeichnet sind und in denen die benötigten Nährstoffe als

mineralische Düngemittel dem Boden wieder zugeführt werden. Diese müssen unter hohem Energie-Einsatz (Haber-Bosch-Verfahren) oder aus endlichen Ressourcen (z.B. Phosphat) gewonnen werden. Des Weiteren werden auch in den urbanen Zentren große Mengen an Nährstoffen akkumuliert (siehe Abb. 2).

Abb.2: Nährstoffflüsse zwischen den Regionen



Quelle: eigene Darstellung

Durch die Ausbringung der großen Mengen anfallender Wirtschaftsdünger in den viehintensiven Regionen entstehen sowohl Umweltbelastungen (z.B. Nitratauswaschungen in das Grundwasser) als auch Belastungen des Wohn-Umfeld-Schutzes der Menschen (z.B. geruchliche, hygienische Belastungen). Um den Kreislauf der landwirtschaftlichen Nährstoffe zu schließen bieten sich zwei Ansätze an: a) Flächenbindung der Tierhaltung, b) Aufbereitung und Transport von Wirtschaftsdünger aus Regionen intensiver Viehhaltung in Regionen mit einem Mangel an organischen Nährstoffen. Die beiden Lösungsansätze sind mit unterschiedlichen Vor- und Nachteilen verbunden (siehe Tab. 1).

Tab. 1: Vor- und Nachteile der Lösungsansätze zur Schließung landwirtschaftlicher Nährstoffkreisläufe

	Nährstoffrecycling	Flächenbindung der Tierhaltung
Viehichte	Hoch	Gering
Transport	Hoch	Gering
Umweltbelastung	Eher Hoch	Eher Gering
Kontrollaufwand	Hoch	Gering
Sicht der Öffentlichkeit	Eher Negativ	Eher Positiv
Skaleneffekte	Hoch	Gering
Aufbereitung	Zur Reduktion der Transportkosten	Hoher Aufwand meist nicht notwendig
Einführung neuer Technologien	Eher wahrscheinlich	Eher unwahrscheinlich

Der Ansatz der Flächenbindung der Tierhaltung ist vielfach beleuchtet und wird häufig als zu

favorisierende Zielsetzung definiert. Allerdings erscheint eine solche Problemlösung, zumindest in bestimmten Regionen nicht bzw. nicht mehr umsetzbar zu sein. Auch werden einige Aspekte des Wohn-Umfeld-Schutzes, z.B. die Geruchsbelastung, durch die Flächenbindung der Tierhaltung nicht abschließend gelöst. Aus diesen Gründen wird an dieser Stelle die Gülleaufbereitung und der Transport in Nährstoffmangelregionen betrachtet werden.

Für die Wirtschaftsdüngeraufbereitung stehen eine Vielzahl an technischen Verfahren zur Verfügung (siehe Tab. 2), die hinsichtlich der technischen Anforderungen und der Kosten untersucht wurden (KTBL 2008; Schießl, P. et al. 2014). Ein größerer Anteil des Wirtschaftsdüngers wird bereits in Anlagen der anaeroben Vergärung (Biogaserzeugung) verarbeitet, das Ziel besteht dabei aber in der Energiegewinnung. Insgesamt werden 7,8% des in Europa anfallenden Wirtschaftsdüngers aufbereitet, insbesondere in Regionen mit einer hohen Tierbestandsdichte (Foged, H.L. 2011).

Tab. 2: Verfahren zur Aufbereitung von Wirtschaftsdünger

physikalische Verfahren	biologische Verfahren	chemische Verfahren
Separierung Eindampfung Evaporation Ultrafiltration Ammoniak-Strippung	Kompostierung Fermentation Nitrifikation/ Denitrifikation	Fällung Verbrennung

Quelle: Schießl, P. et al 2014

Die Verfahren weisen unterschiedliche Vor- und Nachteile auf (siehe Tab. 3). Festzuhalten ist, dass Verfahren der Separation, die meist kostengünstig zu realisieren sind, insgesamt zu keiner Volumenreduktion und damit nur geringen Vorteilen hinsichtlich der Aufbereitung und des Transportes von Wirtschaftsdünger führen. Durch Verfahren der Vollaufbereitung werden zwar Dünger erzeugt, die die Ansprüche der Pflanzenernährung und des Wohn-Umfeld-Schutzes erfüllen können, allerdings sind diese Verfahren meist mit hohen Kosten, einem hohen Energieaufwand und hohen Anforderungen an die technischen Managementfähigkeiten verbunden.

Tab. 3: Eigenschaften von Wirtschaftsdüngeraufbereitungsverfahren

Verfahren	Beschreibung	Anmerkungen	Kosten (pro m ³)
Fermentation	Biogas-Erzeugung	Türöffnertechnologie Geruchsreduktion	¹⁾
Separation	Pressschnecken Dekanter	Konzentration der Nährstoffe im Feststoff	0,3 – 1,3 €
Eindampfung	Dekantierung+ Vakuum-Evaporation	50 % Destillat Ammonium-Sulfat-Lösung (7%) Hoher Wärmebedarf	4,1 €
Ultrafiltration	Dekantierung + Ultrafiltration + Umkehrosmose	35 % Permeat Hoher Stromverbrauch	5,4 €
Strippung	Dekantierung + Ausfällung + Ammoniakwäsche	70 % Abwasser Ammonium-Sulfat-Lösung (38%)	4,7 €

Quelle: Schießl, P. et al 2014

1) Die Fermentation wird nicht als Aufbereitungsverfahren, sondern zur Biogaserzeugung eingesetzt, so dass keine Kosten für den Aufbereitungsprozess angesetzt werden können.

Bisher findet der Einsatz der Wirtschaftsdünger aufbereitung in Deutschland kaum statt, da dieser nicht rentabel ist. Dazu kommt des Weiteren, dass in den abnehmenden Regionen weitere Investitionen in entsprechende Lagerstätten und/oder neue Ausbringungstechniken hinsichtlich veränderter Eigenschaften der aufbereiteten Wirtschaftsdünger (z.B. fest anstatt flüssig, höhere Nährstoffkonzentrationen) notwendig werden können. Vielfach sind abnehmende Landwirte nicht bereit für die aufbereiteten Wirtschaftsdünger zu bezahlen, sondern fordern teils eine Entlohnung für die Abnahme der Produkte. Dies ist zum einen durch ein Überangebot von Wirtschaftsdünger in diesen Regionen und einer entsprechenden fehlenden Nachfrage nach den Produkten der Aufbereitung, aber auch durch die geringen Preise der Vergleichsprodukte (mineralische Düngemittel) bedingt. Zusammenfassend können im Wesentlichen folgende Punkte als Ursache dafür genannt werden, warum Aufbereitungstechnologien nicht zum Einsatz kommen:

- Zu schwaches Ordnungsrecht, wodurch es zum einen auch bei Einhaltung der Auflagen zu Nährstoff-Überschüssen kommt (z.B. in der Vergangenheit durch Nichtberücksichtigung von Gärresten in der Düngeverordnung), zum anderen Übertretung aufgrund geringer Sanktionen in Kauf genommen werden.
- Zu hohe Investitions- und Betriebskosten der Aufbereitungs- und Transporttechnologien.
- Zu niedrige Preise der Vergleichsprodukte, so dass durch den Absatz der aufbereiteten Wirtschaftsdünger keine kostendeckenden Preise erzielt werden können. Vielmehr ist häufig aufgrund der geringen Akzeptanz der aufbereiteten Wirtschaftsdünger in den Ackerbauregionen für die Abnahme der Produkte zu bezahlen.

Im Zusammenhang mit dem Einsatz von Aufbereitungstechnologien existiert jedoch auch eine Reihe von Kritikpunkten. So kann der Einsatz von Techniken der Aufbereitung mit einem hohen Energieeinsatz verbunden sein (Bijl, A.C. o.J. S. 153; Bonmati, A. et al. 2010; Petersen, S.O. et al. 2007, S. 181), der Export organischer Substanz zu einem Humusabbau beitragen, Krankheitskeime durch den Transport organischer Dünger verbreitet werden (Petersen, S.O. et al. 2007, S. 181), weitere Intensivierungsschritte befördert werden (Schießl. P. et al. 2014) usw. Eine Abwägung aller Vor- und Nachteile so wie ein ganzheitlicher Planungsansatz (European Commission, DG Environment 2010, S. 9f; Petersen, S.O. et al. 2007; Biberacher, M. et al. 2009; Baltic Forum for Innovative Technologies for Sustainable Manure Management o.J) erscheint daher notwendig.

Ausblick

Der Begriff der nachhaltigen Intensivierung hat mittlerweile Eingang in die politische Diskussion gefunden. Er sieht vor, dass sowohl eine Ertragssteigerung als auch eine Verbesserung der Umweltsituation zur gleichen Zeit am gleichen Ort möglich ist. Die Aufbereitung und der Transport von organischen Nährstoffen aus Nährstoffüberschuss- in Nährstoffmangelregionen kann u.U. als Beispiel für die Umsetzung des Konzeptes der nachhaltigen Intensivierung in die Praxis der landwirtschaftlichen Produktion herangezogen werden. Für die Aufbereitung und den Transport aufbereiteter Wirtschaftsdünger steht eine Vielzahl unterschiedlicher Technologien zur Verfügung. Bisher findet ein Einsatz in der Praxis jedoch kaum statt, da die Investitions- und/oder Betriebskosten und der notwendige Managementaufwand teils sehr hoch sind. Durch die Verschärfung von Auflagen z.B. in der Düngeverordnung verbunden mit entsprechenden Sanktionen und/oder die Verteuerung der Vergleichsprodukte und Steigerung der Akzeptanz für aufbereitete Wirtschaftsdünger bei den abnehmenden Landwirten könnte der Einsatz der Technologien vorangetrieben werden. Ebenso ist die Handelbarkeit der Produkte der Aufbereitung durch die Setzung entsprechender Qualitätsstandards und die Aufnahme in den Anhang der EU-Düngemittelverordnung voran zu treiben.

Vorab sind jedoch die Trade-Offs des Einsatzes entsprechender Aufbereitungs- und Transporttechnologien detailliert zu betrachten und zu quantifizieren. Es ist davon auszugehen, dass

die Aufbereitung und Transport von Nährstoffen in Mangelregionen zwar zu einer besseren Verteilung von Nährstoffen führt, jedoch andere Effekte wie z.B. ein hoher Einsatz von Energie, die verminderte Ausbringung organischer Stoffe in den Nährstoffüberschussregionen, der zunehmende Verkehr und andere Indikatoren der Nachhaltigkeit negativ beeinflusst werden können. Auf jeden Fall müssen betriebliche bzw. regionale Nährstoffüberschüsse vermieden werden um Umweltbelastungen zu mindern, Nährstoffe bestmöglich zu nutzen und Ertragseinbußen zu vermeiden.

Literatur

- Baltic Forum for Innovative Technologies for Sustainable Manure Management (o.J.): Sustainable Manure Management in the Baltic Sea Region. http://www.balticmanure.eu/download/News/131894_projektbrochure_baltic_manure_2013.pdf, abgerufen am 28.4.2014
- Biberacher, M. et al. (2009): A linear optimisation model for animal farm manure transports in regions with high intensity animal farming. Vortrag gehalten 18th World IMCAS/MODISM Congress, Cairns, Australia 13-18 July 2009.
- Bijl, A.C. (o.J.): Poultry manure utilisation: A Knowledge transfer project in the Sverdlovsk Region of the Russian Federation; http://www.ssc.smr.ru/media/ipuss_conf/14/3_07.pdf, abgerufen am 14.4.2014
- Bonmati, A. (2007): El compostatge de residus ramaders, situacio acutal. Jornades Techniques i de Treball sobre Compostatge: CompostARC 2007. Mollet del Valles, Spain (in Catalan). zitiert in Flotates; X. et al. (2009): Manure treatment technologies: On-farm versus centralized strategies. NE Spain a case study. In: Bioresource Technology 100 (2009) 5519-5526.
- Buckwell, A. et al (2014): Sustainable Intensification of European Agriculture - A review sponsored by the RISE Foundation. Brussels
- European Commission, DG Environment (2010): Workshop: Managing livestock manure for sustainable agriculture. Wageningen.
- Foged, H. L. et al. (2011): Inventory of manure processing activities in Europe. Technical Report No. 1 concerning „Manure Processing Activities in Europe“ to the European Commission, Directorate – General Environment. 138pp.
- KTBL (2008). Umweltgerechte, innovative Verfahren zur Abtrennung von Nährstoffen aus Gülle und Gärrückständen – Technologischer Stand, Perspektiven und Entwicklungsmöglichkeiten. DBU und FAL, 2008.
- Petersen, S.O. et al. (2007): Recycling of livestock manure in a whole-farm perspective. In: Livestock Science 112 (2007), 180-191.
- Schießl, P. et al. (2014): Schließen von landwirtschaftlichen Nährstoffkreisläufen durch einen überregionalen Nährstoffaustausch. gefördert durch das Umweltbundesamt Forschungskennzahl (UFOPLAN) (37240), in Veröffentlichung
- Sutton, M et al. (2011): Too much of a good thing. Nature Vol. 472. S. 159-161.
- The Royal Society (2009): Reaping the benefits: science and the sustainable intensification of global agriculture. London.
- Tilman, D. et al. (2001): Forecasting agriculturally driven global environmental change. Science, 292, 281-284.
- Tscharntke, T. et al. (2005): Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity- ecosystem service management. Ecology Letters (2005) 8: 857-874. Doi:10.1111/j.1461-0248.2005.00782.x

Autorenanschrift

Prof. Dr. Dr. h.c. Alois Heissenhuber
TU Muenchen-Weihenstephan
Lehrstuhl für Produktions- und Ressourcenökonomie Alte Akademie 14
D-85350 Freising-Weihenstephan
Phone: +49 8161 71-3409
Fax: +49 8161 71-4426

Aktueller Stand zur Novellierung der Düngeverordnung

Ministerialdirigent Friedrich Mayer

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

Einleitung

Die EU-Mitgliedsstaaten müssen zur Umsetzung der EU-Nitratrichtlinie Aktionsprogramme durchführen, die alle vier Jahre zu überprüfen und ggf. fortzuschreiben sind. Die deutschen Aktionsprogramme werden im Wesentlichen mit der Düngeverordnung (DüV) umgesetzt. Das letzte Aktionsprogramm Deutschlands ist Ende 2013 ausgelaufen. Die EU-Kommission (KOM) hat wegen mangelnder Umsetzung der EU-Nitratrichtlinie gegen Deutschland ein Vertragsverletzungsverfahren eingeleitet. Deutschland muss seine DüV novellieren, wenn ein Verfahren vor dem Europäischen Gerichtshof vermieden werden soll.

Bisherige Verfahrensschritte

Die KOM hat mit Verweis auf gestiegene Nitratgehalte in Trinkwasserschutzgebieten und Schließung einiger Brunnen Deutschland im Jahr 2011 im Hinblick auf das für den Zeitraum 2014 bis 2017 neu zu erstellende Aktionsprogramm zu einem intensiven Austausch aufgefordert und um weitere Informationen gebeten. Das für die Umsetzung der DüV federführende Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) hat im Jahr 2011 eine Bund-Länder-Arbeitsgruppe (BLAG) zur Evaluierung der DüV eingesetzt. Die BLAG hat nach intensiven Beratungen den Abschlussbericht im November 2012 mit Empfehlungen zur Anpassung der DüV vorgelegt. Der Bericht kann auf der Internetseite des Thünen-Institutes abgerufen werden: http://www.ti.bund.de/fileadmin/dam_uploads/vTI/Bilder/Aktuelles/Downloads_2011/121217_Bericht_Evaluierung_D%C3%BCV.pdf.

Die KOM hat nach verschiedenen Gesprächen zwischen KOM und Bundesbehörden, zum Teil auch unter Beteiligung von Ländervertretern, am 11. Juli 2013 gegen Deutschland ein sogenanntes Pilotverfahren eingeleitet, was der Vorstufe zu einem Vertragsverletzungsverfahren entspricht.

Nur drei Monate später, mit Schreiben vom 17. Oktober 2013, leitete die KOM mit dem Mahnschreiben gegen Deutschland offiziell ein Vertragsverletzungsverfahren ein. Die KOM beruft sich auf den deutschen Nitratbericht 2012, insbesondere die Daten des Belastungsmessnetzes. Deutschland wird aufgefordert, unverzüglich zusätzliche Maßnahmen zu ergreifen, da nach Auffassung der KOM die Probleme mit dem aktuellen Aktionsprogramm nicht wirksam gelöst werden können.

Mit der Zuleitung der „mit Gründen versehenen Stellungnahme“ vom 10. Juli 2014 gemäß Art. 258 des Vertrages über die Arbeitsweise der Europäischen Union hat die KOM Deutschland um Stellungnahme innerhalb von zwei Monaten gebeten. Deutschland wird aufgefordert, sein Aktionsprogramm an folgenden sieben Punkten nachzubessern:

- Einführung absoluter und standortunabhängiger Düngeobergrenzen,
- Ausdehnung der Sperrfristen für die Ausbringung von Gülle und Jauche (bis zu 7 Monate), künftig soll auch für Festmist eine Sperrfrist gelten,
- Erhöhung der Mindestlagerkapazitäten für Gülle und Jauche; Einführung einer Mindestlagerkapazität für Festmist,

- Gärreste pflanzlicher Herkunft sollen in die sogenannte 170 kg N-Regelung einbezogen werden, die bislang nur auf Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft angewandt wird,
- die Düngung soll auf stark geneigten Flächen eingeschränkt werden: bereits ab einer Neigung von mehr als 2 % sollen Bewirtschaftungsauflagen eingeführt werden, ab einer Hangneigung von mehr als 15 % soll in Verbindung mit Hanglängen größer 100 Meter ein generelles Düngeverbot gelten,
- die Definition des gefrorenen Bodens ist ungenügend, Kritik wird auch an der Zulässigkeit der Düngung auf schneebedeckten Böden geübt,
- die einzuhaltenden Mindestabstände bei der Düngung an Gewässern sind unzureichend definiert.

Nach Zuleitung der begründeten Stellungnahme kann die KOM den Europäischen Gerichtshof anrufen, wenn der Mitgliedsstaat innerhalb der gesetzten Frist der Aufforderung der KOM nicht Folge leistet. Die KOM hat Deutschland mit der begründeten Stellungnahme aufgefordert, innerhalb von zwei Monaten die notwendigen Maßnahmen zu treffen, um den Forderungen nachzukommen. Die Bundesregierung hat mit Schreiben vom 10. September 2014 der KOM eine Stellungnahme zugeleitet. Dabei hat sie ausführlich begründet, warum die von Deutschland gewählte Vorgehensweise sinnvoll ist und auch mit den Vorgaben der EU-Nitratrichtlinie vereinbar ist. Unter anderem hat sie mitgeteilt, welche zusätzlichen Maßnahmen zur Verbesserung des deutschen Aktionsprogramms umgesetzt werden sollen. Im Einzelnen sind dies:

- Umsetzung eines erheblich weiterentwickelten und bundeseinheitlichen Düngebedarfsermittlungssystems.
- Ab dem Jahr 2020 soll der im Rahmen des Nährstoffvergleiches ermittelte Kontrollwert (bisheriger Begriff: Nährstoffüberschuss) auf 50 kg Stickstoff je Hektar und Jahr abgesenkt werden. Es sollen zusätzliche Maßnahmen ergriffen werden, wenn die zuständige Behörde bei Betrieben eine Überschreitung dieses Kontrollwertes feststellt.
- Die Bundesregierung sieht darüber hinaus vor, ein Bilanzierungs- und Bewertungsverfahren im Sinne einer Hoftorbilanz einzuführen und hierzu die gesetzlichen Voraussetzungen schaffen.
- Die Sperrfrist auf Ackerland mit stickstoffhaltigen Düngemitteln (Festmist siehe gesonderte Regelung) soll grundsätzlich nach Ernte der Hauptfrucht beginnen. Lediglich für Wintergerste, Wintererbsen, Feldfutter und Zwischenfrüchte soll bis 1. Oktober im begrenzten Umfang (maximal 30 kg Ammonium-Stickstoff oder 60 kg Gesamtstickstoff pro Hektar) eine Düngung möglich sein. Die bisher geltende Ausnahme einer Ausgleichsdüngung zu auf dem Feld verbliebenen Getreidestroh wird abgeschafft.
- Die Sperrfrist für die Düngung von Grünland mit stickstoffhaltigen Düngemitteln soll um zwei Wochen ausgedehnt und künftig zwischen 1. November und 31. Januar gelten.
- Hinsichtlich der von der KOM geforderten Sperrfrist für Festmist/Kompost hält die Bundesregierung allenfalls eine zweimonatige Sperrfrist für vertretbar (geplante Sperrfrist zwischen 1. Dezember und 31. Januar).
- Die Erweiterung der Mindestvorgaben an die Lagerkapazität für flüssige Wirtschaftsdünger soll lediglich Betriebe betreffen, die für die Ausbringung der Wirtschaftsdünger nicht ausreichend landwirtschaftlich genutzte Fläche verfügen (viehintensive Betriebe mit mehr als drei Großvieheinheiten je Hektar) sowie Betriebe ohne landwirtschaftlich genutzte Fläche. Diese Betriebe müssen nach einer Übergangsfrist von fünf Jahren eine Lagerkapazität von mindestens neun Monaten nachweisen.
- Gärreste pflanzlicher Herkunft sollen in die 170 kg Stickstoffobergrenze einbezogen werden, die – gemäß EU-Nitratrichtlinie - bislang nur auf Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft angewandt wird.

- Beim Aufbringen von stickstoff- oder phosphathaltigen Düngemitteln ist zu oberirdischen Gewässern ein Mindestabstand von vier Metern einzuhalten; lediglich beim Einsatz von Geräten, die eine Grenzstreueinrichtung besitzen oder deren bauartbedingte Streubreite der Arbeitsbreite entspricht (z. B. Schleppschuhtechnik), kann der Abstand auf einen Meter verkürzt werden.
- Bei stark geneigten Flächen (mehr als 10 % Hangneigung innerhalb eines Abstandes von 20 Metern zu Gewässern) soll künftig ein Mindestabstand von fünf Metern eingehalten werden. Innerhalb eines Abstandes von fünf und 20 Metern zum Gewässer wird die Aufbringung an die Einhaltung von Auflagen geknüpft.
- Grundsätzlich soll künftig keine Ausbringung von Düngemitteln auf schneebedecktem oder gefrorenem Boden erfolgen. Die Möglichkeiten für eine Startdüngung im Frühjahr bei gefrorenem Boden wird konkreter definiert.

Weiteres Vorgehen

Nach Abschluss der Ressortanhörung, die am 14. August 2014 innerhalb der Bundesregierung begonnen hat, wird eine Länder- und Verbändebeteiligung erfolgen. Anschließend wird der Entwurf der novellierten DüV der KOM zur Notifizierung vorgelegt. Danach erfolgt das gemäß Düngegesetz vorgesehene Bundesratsverfahren.

Da die Düngeverordnung nicht nur Vorgaben zur Umsetzung der EU-Nitratrichtlinie enthält, werden im Rahmen des Novellierungsverfahrens voraussichtlich auch weitere Vorgaben angepasst (Einarbeitungsfristen für Gülle, Jauche etc. auf unbestelltem Ackerland, Ausbringtechnik für bestelltes Ackerland oder Grünland, Phosphatdüngung auf hoch mit Phosphat versorgten Böden).

Zum aktuellen Zeitpunkt ist nicht absehbar, ob die KOM eine Entscheidung vor dem Europäischen Gerichtshof anstreben wird, welche Ergebnisse die Ressortanhörung bringen wird und welche Forderungen in das Bundesratsverfahren eingebracht werden. Die Inhalte der künftigen DüV sind somit derzeit nicht prognostizierbar.

Nach hiesiger Einschätzung ist damit zu rechnen, dass eine novellierte DüV nicht vor Anfang/Mitte des Jahres 2015 in Kraft treten wird. Darüber hinaus ist zu beachten, dass die KOM das Verfahren für eine mögliche Stickstoffausnahmeregelung frühestens dann über den EU-Nitratausschuss in Gang setzen wird, wenn Deutschland ein Aktionsprogramm vorlegt, das den Vorstellungen der KOM entspricht; eine Stickstoffausnahmeregelung wird aufgrund der vorgegebenen Verfahrensdauer von ca. einem Jahr nicht vor dem Jahr 2016 angeboten werden können.

Bayern wird im weiteren Verfahren insbesondere die Interessen der klein- und mittelbäuerlichen Betriebe einbringen (z. B. Übergangsfristen bei der Ausbringtechnik, Erleichterungen bei den Aufzeichnungspflichten), um zu vermeiden, dass der Strukturwandel beschleunigt wird.

Autorenanschrift

Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
Ludwigstraße 2
80534 München
friedrich.mayer@stmelf.bayern.de

Emissionen von N und P aus der Schweinehaltung in Bayern

Hermann Lindermayer

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft – Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Grub

Einleitung

Die Zusammenhänge liegen auf der Hand. Die Tierproduktion und der Tierbestand eines schweinehaltenden Betriebes bestimmen die Höhe der N- und P-Emissionen – pro Betrieb und Jahr und pro Flächeneinheit. Welche Frachten davon in die Luft, als Ammoniak oder Lachgas, bzw. in den Boden, Stichwort Nitrat im Grundwasser, Eutrophierung der Gewässer, gelangen und wie hoch der Umweltschaden ist, soll hier nicht betrachtet werden. Klar ist, dass die N- und P-Mengen, die bei gleicher Erzeugungsmenge an Schweineprodukten erst gar nicht in den Betriebskreislauf kommen, die Umwelt auch nicht belasten können! Diese Erkenntnis und ein entsprechendes Fütterungshandeln daraus sind umso wichtiger, je mehr gesetzliche Auflagen vorliegen/kommen und je teurer der alles begrenzende Faktor „Fläche“ ist.

[Anmerkung: In der aktuellen Diskussion sind Verschärfungen zur EU-Nitratrichtlinie/DüngeVO (niedrigere N-Obergrenze/Bilanzüberschüsse, weniger gasförmige Abzüge aus der Lagerung, P₂O₅-Düngung nach Entzug bei hoher Versorgungsstufe) und die Reduzierung der Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft (neue NEC-Richtlinie 2014: bis 2030 EU –27 %, D –39 % weniger NH₃-Emission gegenüber dem Basisjahr 2005). Zitat: „Aktuelles aus Brüssel 2014“: „Bei der Klimakonferenz 2015 (Paris) wird der Agrarsektor Maßnahmen festlegen müssen.“]

Im Mittelpunkt steht dabei die Art und Weise der Schweinefütterung. Von entscheidender Bedeutung sind die Rohprotein (N)- und P-Gehalte der verschiedenen Futtertypen. Je näher am Bedarf (Stichwort „N/P-reduzierte Phasenfütterung“) gefüttert wird, desto geringer sind dann auch die N- und P-Ausscheidungen. Unabhängig davon, ob das Futter zugekauft oder selbst erzeugt wurde, wird die Schweinefütterung mit weniger Anteilen an teuren Futtermitteln bzw. Inhaltsstoffen (Eiweißfutter; P) auch billiger/wirtschaftlicher und die Stoffwechselbelastung nimmt ab. Damit sichert sich der Landwirt zusätzlich mehr Spielraum für die Düngung auf dem Feld – er hat „Luft“ zur 170 kg N-Obergrenze aus der DüngeVO bzw. zu den tolerierbaren N- und P₂O₅-Überschüssen im mehrjährigen Nährstoffvergleich. Damit macht der Landwirt seinen Betrieb auch zukunftsfähiger, wenn er z.B. bei Wachstumsschritten die Baugenehmigung mit weniger Zupachtflächenbedarf oder weniger Gülleabgabemenge bekommt, wenn er keine/weniger Gewässerschutzauflagen bewältigen muss oder weniger Güllelagerraum braucht, wenn er bei entsprechenden Felderträgen fehlende Nährstoffmengen weit billiger über Mineraldünger als über den Fütterungsweg Eiweiß- und Mineralfutter zu Gülle decken kann.

Es gibt also genügend Gründe für den Landwirt, die Fütterung besonders im Hinblick auf die N- und P-Ausscheidungen über die Gülle aus eigenem Antrieb zu optimieren. Die Gesamtschau Feld (Nährstoffabfuhr) und Stall (Gülle – Nährstoffanfall) und damit der ausgeglichene Gullenährstoffkreislauf sind wichtig. Es ist sowohl für den Einzelbetrieb und das einzelbetriebliche Handeln als auch für die bayerische Schweinehaltung und den politischen Verhandlungsspielraum wichtig zu wissen: Wo stehen wir? Geht der „Bayerische Kreislauf“ auf? Haben wir noch Optimierungspotential?

N- und P-Emissionen – Wo stehen wir?

Zur Beantwortung dieser Frage kann das sogenannte bayerr. Emissionsinventar genutzt werden. Darin finden sich seit 1990 gemäß Vorgabe des Weltklimarahmenabkommens (Kyoto, 1990) und des Genfer Luftreinhalteabkommens die bayerr. Berichtsdaten über alle anfallenden Emissionen (z.B. Treibhausgase, Schwebstaub). Für das Zieljahr 2010 hatte sich Deutschland zu einem Grenzwertausstoß an Ammoniak von 550 Kilotonnen verpflichtet. Von besonderem Interesse ist auch der Lachgasanfall (N₂O). Die zentralen Eingangsgrößen sind immer die verbrauchten N- und P-Mengen, folglich kann anhand der Tierzahlen (Invekosdaten für Zuchtsauen, aufgezogene Ferkel, erzeugte Mastschweine) und der Tierzuwächse (LKV-Jahresberichte), den jeweils verbrauchten Futtermengen und den Rohprotein- und P-Gehalten der Rationen (Futterlabor-Grub) eine Zeitreihe der N- und P-Emissionen von 1990 bis 2013 aufgestellt werden.

Tabelle 1: Leistungsvergleich 1990 - 2013

Jahr		1990	2014
Tierzahlen/Leistung			
Zuchtsauen	n	398.445	252.089
Aufgez. Ferkel/Sau/Jahr	n	18,0	22,9
Erz. Mastschweine	n	5.692.023	6.301.270
Tägl. Zunahmen (Mast)	g	661	779
„Bayern Ration“			
Futterraufwand	kg/kg	3,06	2,90
ME	MJ	12,77	13,12
Stickstoff	g/kg	28,83	26,78
Phosphor	g/kg	5,65	4,57

Die Entwicklungen (Tabelle 1, Abbildung 1) lassen einen drastischen Rückgang der Zuchtsauen (-37 %) und einen verhaltenen Bestandszuwachs (+10 %) bei den Mastschweinen erkennen. Die Leistungen sind in dem langen Betrachtungszeitraum natürlich besser geworden (27 % mehr aufgezogene Ferkel/Sau/Jahr, 18 % höhere Zunahmen). Die gewichtete „Bayerische Ration“ wurde energiereicher (+3 %), sie enthält nun weniger Rohprotein (-8 %) und weit weniger Phosphor (-24 %). Für 1 kg Zuwachs (Zuchtsau+Ferkel+Mastschwein) braucht man heute 4,3 % weniger Futter – obwohl die Sauengewichte (+35 Kg LM) und die Zuwächse in der Mast (+12,7 kg LM) stark anstiegen. Es wurden also Fortschritte sowohl in der Leistung (weniger Futterraufwand bzw. bessere Futtermittelverwertung) als auch in der Fütterung, sprich Rationsgestaltung erzielt. Besonders bemerkenswert trotz „Hofmischung“ ist der stetige Anstieg der Mehrphasenfütterung bei den Mastschweinen und der 2-Phasenfütterung bei den Zuchtsauen – hier kommt der Einfluss der größeren Bestände zum Tragen. Demnach müsste Bayern den N- und P- Ausstoß aus der Schweinehaltung in den letzten 20 Jahren stark zurückgefahren haben?

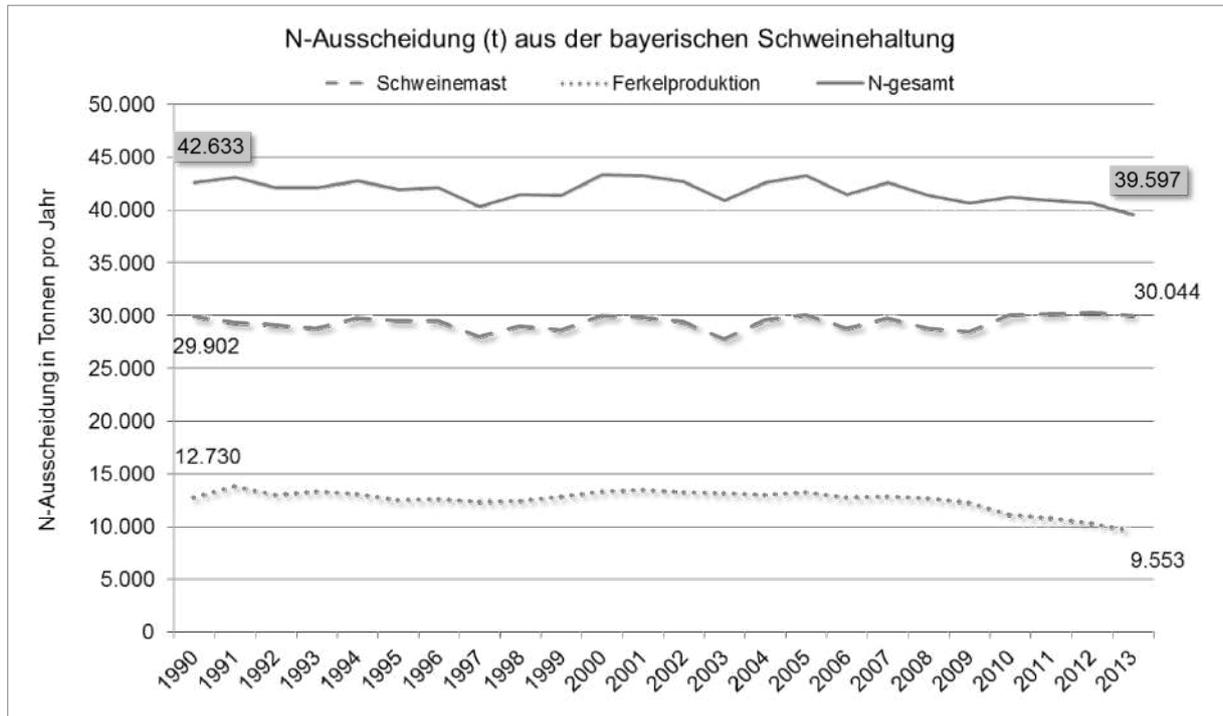


Abbildung 1: Brutto-N-Ausscheidung aus der bayer. Schweinehaltung (1990 – 2013)



Abbildung 2: Brutto-P-Ausscheidung aus der bayer. Schweinehaltung (1990 – 2013)

Leider ist das bei N (Abbildung 2) nur bedingt der Fall: minus 3000 t (1990 zu 2013: –7 %) weniger N-Jahresaustrag über die Gülle sind nicht gerade viel. Hier wiegen die gestiegenen Erzeugungsmengen in der Mast (+2 % mehr Plätze, +4 % mehr Umtriebe/Jahr) die N-Einsparungen aus der Fütterung (–7 % bzw. 0,35 kg/Tier oder –2 % bzw. 0,2 kg/Platz) wieder auf. Die rückläufigen

Zuchtsauenbestände und die Fütterungsfortschritte bei den Sauen und in der Ferkelaufzucht bringen obige Entlastung, obwohl der N-Austrag pro Zuchtsau inkl. Ferkel um ca. 5 kg bzw. 15 % anstieg. Beim P (Abbildung 3) schaut die Entwicklung ganz anders aus: bayernweit wurden 2013 2150 t (26 %) weniger ausgeschieden als noch vor 23 Jahren – sowohl in der Mast (–19 %) als auch in der Ferkelerzeugung (–37 %) waren die P-Einsparungen enorm. Pro Mastschwein ging die P-Ausscheidung um 0,23 kg bzw. 26 % zurück und pro Mastplatz um 0,53 kg bzw. 22 %. Für die Zuchtsauen errechnen sich P-Einsparungen pro Sau und Jahr von 0,22 kg bzw. 3 % – hier wirkten folglich v.a. die Einbrüche bei der Zuchtsauenzahl.

In der Zusammenschau beschreiben die Ausscheidungen pro kg LM-Zuwachs (Abbildung 4) die Entwicklung der N- und P-Emissionen aus der Schweinehaltung in Bayern am besten: minus 13 g (–20 %) bei N bzw. minus 2 g P (–36 %) beim P für jedes kg Zuwachs belegen eine deutliche Effizienzsteigerung im Lauf der Jahre. Beim N stammen die Verbesserungen zu $\frac{2}{3}$ aus Fütterungsoptimierungen (weniger Rohprotein in der mittleren Ration, mehr Energie pro kg Futter) und zu $\frac{1}{3}$ aus Leistungssteigerungen (weniger Futteraufwand/Erhaltungsbedarf, mehr Ferkel pro Sau). Beim P gehen $\frac{3}{4}$ des Effizienzfortschritts auf weniger P im Futter (P-ärmere Futter, Phytase-Zulagen) zurück. Die Ferkelerzeugung übertrifft sogar die Mastschweine, weil sie von einer sehr hohen Ausgangslage in den 90er Jahren kommend, mehr Spielraum zum P-Reduzieren hatte.

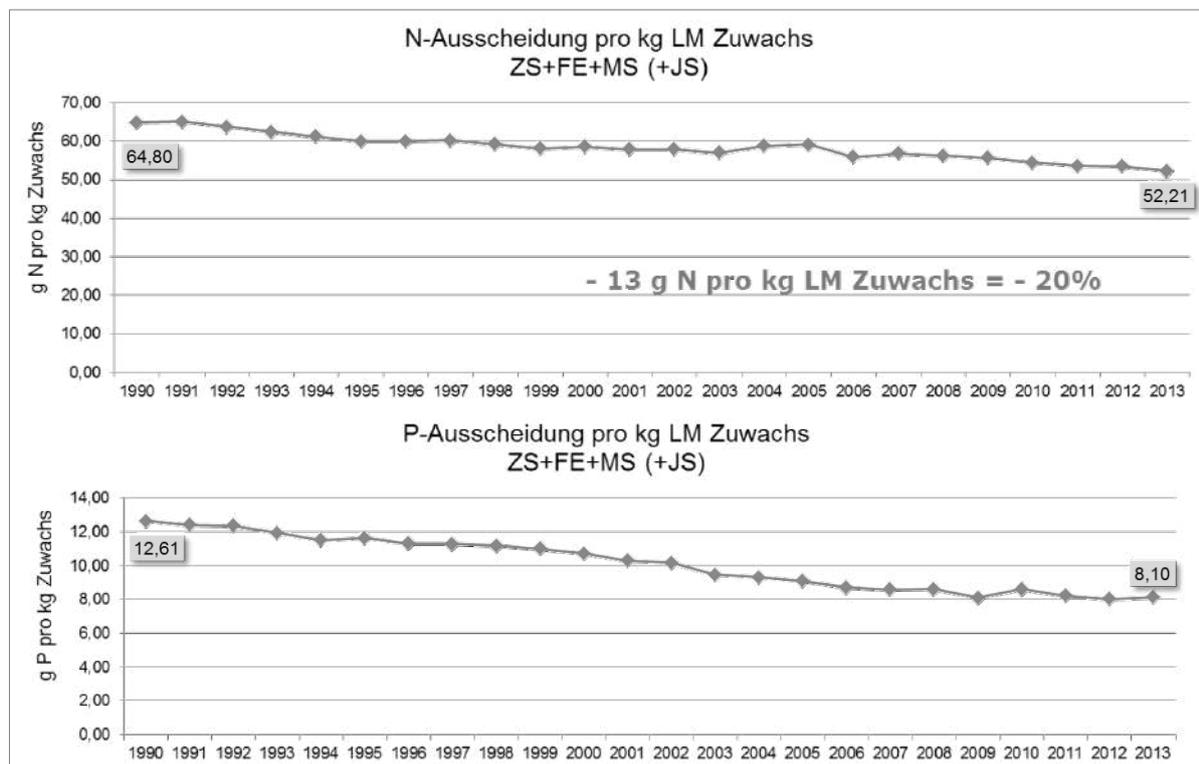


Abbildung 3: N- und P-Ausscheidungen pro 1 kg LM-Zuwachs auf der Zeitschiene

Vergleichsrechnungen zwischen der Situation 1990 und 2013 unter ceteris paribus-Bedingungen zeigen auf, wie die N- und P-Ausscheidungen heute aussehen würden – ohne Bestandsveränderungen (Szenario 1) oder ohne Leistungssteigerungen (Szenario 2) oder ohne Verbesserungen in der Fütterung (Szenario 3) (Tabelle 2). Der Bestand von damals würde mit heutigen Leistungen und Fütterungen ca. 5400 t mehr N und ca. 1100 t mehr P über die Gülle abgeben – ausschließliche Verursacher sind die 146.000 mehr Sauen in 1990 mit knapp 5 Ferkeln/Jahr weniger. Ohne

Leistungssteigerung ergibt sich die ca. 10 %ige N- und P-Ersparnis beim Fleischzuwachs aus der um 100.000 t geringeren Produktionsmenge in 1990. Die Futterrationen von 1990 würden bei heutigem Leistungsniveau und heutiger Erzeugungsmenge 7000 t mehr N und 2700 t mehr P abgeben – wenn man damit überhaupt die modernen Schweine bedarfsgerecht und tierwohlgerecht füttern könnte.

Tabelle 2: N- und P-Ausscheidungen gesamt (1990 zu 2013) und heute mit den Tierzahlen, Leistungen, Futterrationen von damals

Ausscheidung (t/Jahr)	N gesamt	N (%) (1990 = 100)	P gesamt	P (%) (1990 = 100)
1990	42.633	100	8.294	100
2013	39.597	93	6.140	74
Was wäre 2013 wenn	Δ N (t)	Δ N (%)	Δ P (t)	Δ P (%)
Bestand (1990)	+ 5405	+ 13	+ 1104	+ 18
Zuwachsleistung (1990)	- 4732	- 12	- 637	- 10
Fütterung (1990)	+ 7002	+ 18	+ 2693	+ 44

Zwischenstand 1:

- Die N- bzw. P-Gesamtausscheidungen aus der bayer. Schweinehaltung gingen von 1990 bis 2013 um 3000 t (7 %) bzw. 2150 t (26 %) zurück – trotz Erhöhung der Lebendmasseerzeugung (Zuwächse) um 100.000 t.
- Obige N- und P-Einsparungen konnten nur realisiert werden, weil sich gleichzeitig der N- und P-Aufwand pro kg Zuwachs um 20 % (N) bzw. 36 % (P) verringerten – die Schweinefleischerzeugung ist heute weit effizienter als noch vor 20 Jahren.
- Ca. $\frac{2}{3}$ (N) bzw. $\frac{3}{4}$ (P) des Fortschritts wurden durch die N- und P-reduzierte Phasenfütterung erreicht, ca. $\frac{1}{3}$ (N) bzw. $\frac{1}{4}$ (P) durch Leistungssteigerungen.
- Es wurden hohe N- und P-Einsparungen erreicht, aber die politischen Ziele klar verfehlt. Sind die gesetzten Emissionsziele aus den Weltumweltkonferenzen zu hoch angesetzt?

Geht der „Bayerische Kreislauf“ auf?

Die verschärften Umweltforderungen der Umweltverbände und der EU-Kommission in 2014 sind für die Schweineproduktion weder realistisch noch realisierbar. Es droht die Gefahr von sich gegenseitig „pushenden“ Mehrfachregulierungen mit potenzierten Auflagen für die Betriebe. Die bayer. Schweinefleischproduktion im jetzigen Umfang (80 % Selbstversorgungsgrad in Bayern) wird so in Frage gestellt – auch wenn der Nährstoffkreislauf vielleicht prima aufgeht?! oder die Emissionen einfach unvermeidbar sind?! oder weitere Deckelungen der Tierhaltung die Umweltbelastungen sogar erhöhen?!

Bei gegebenen N- und P-Ausscheidungen (Tabelle 2) würden je nach Nährstoffabfuhr vom Feld (kg N/ha bzw. kg P₂O₅/ha) für die bayerische Schweineproduktion bei aktuellem Umfang folgende Futterflächen (Tabellen 3 und 4) benötigt:

- 85 dt/ha Ertrag – hier würden bei ausgeglichenem Güllesaldo für N (70%) 203.180 ha und für P₂O₅ 206.123 ha benötigt. Der Getreideertrag passt zum Futtergetreidedarf! Ca. 2 SchweineGV stünden auf 1 ha, 10 % der bayer. Ackerfläche wären gebunden und der Güllekreislauf ausgeglichen. Hier ist die Welt in Ordnung! Tatsächlich beträgt der durchschnittliche GV-Besatz in der bayer. Schweinehaltung ca. 1,5 GV/ha – mit großen Streuungen – im Schnitt geht der „Bayer. N- und P-Kreislauf“ auf.

- Reizt man die aktuellen Vorgaben der DüngeVO (170 kg Gülle-N/ha, 70 %-Regel) und 20 kg P₂O₅-Überschuß/ha im mehrjährigen Abgleich aus, dann bräuchte Bayern's Schweineproduktion ca. 165.000 ha entsprechend 2,35 GV/ha. Hier müssten ca. 300.000 t Futtergetreide zugekauft werden.
- Nimmt man alle Deckelungswünsche zur DüngeVO (max. 160 kg N/ha, max. 20 % N-Lagerverluste, keine 20 kg P₂O₅-Überschuß), dann sind laut N 198.000 ha, nach P₂O₅ 206.000 ha passend.

Tabelle 3: Flächenbedarf für eine ausgeglichene N- und P-Güllebilanz

N- Ausscheidung (t)		100%	80%	70%
		39.597	31.677	27.718
Getreideertrag	N-Abfuhr	Benötigte Fläche		
dt/ha	kg/ha	ha		
50	80	494.959	395.967	346.471
56	90	439.964	351.971	307.975
63	100	395.967	316.774	277.177
69	110	359.970	287.976	251.979
75	120	329.973	263.978	230.981
81	130	304.590	243.672	213.213
85	136	290.257	232.205	203.180
88	140	282.834	226.267	197.984
94	150	263.978	211.183	184.785
100	160	247.480	197.984	173.236
106	170	232.922	186.338	163.045

P ₂ O ₅ - Ausscheidung (t)		100%
		14.060
Getreideertrag	P ₂ O ₅ -Abfuhr	Benötigte Fläche
dt/ha	kg/ha	ha
50	40	351.490
56	45	312.436
63	50	281.192
69	55	255.629
75	60	234.327
81	65	216.302
85	68	206.123
88	70	200.852
94	75	187.461
100	80	175.745
106	85	165.407

N- Ausscheidung (t)		100%	80%	70%
		39.597	31.677	27.718
Getreideertrag	N-Abfuhr	GV-Besatz pro ha		
dt/ha	kg/ha			
50	80	0,78	0,98	1,12
56	90	0,88	1,10	1,26
63	100	0,98	1,22	1,40
69	110	1,07	1,34	1,54
75	120	1,17	1,47	1,68
81	130	1,27	1,59	1,81
85	136	1,33	1,67	1,90
88	140	1,37	1,71	1,95
94	150	1,47	1,83	2,09
100	160	1,56	1,95	2,23
106	170	1,66	2,08	2,37

P ₂ O ₅ - Ausscheidung (t)		100%
		14.060
Getreideertrag	P ₂ O ₅ -Abfuhr	GV-Besatz pro ha
dt/ha	kg/ha	
50	40	1,10
56	45	1,24
63	50	1,38
69	55	1,51
75	60	1,65
81	65	1,79
85	68	1,88
88	70	1,93
94	75	2,06
100	80	2,20
106	85	2,34

Dann wäre noch die Nec-Forderung von 39 % weniger Ammoniakemissionen bis 2030 im Raum. Die Zurücknahme der Schweinefleischerzeugung in dieser Größenordnung ist der einfache Weg. Dann verlagern wir die Wertschöpfung halt woanders hin – mit deutlich weniger Flächenerträgen und Effizienz in der Produktion?

Die Alternative ist, N und P in der Fütterung einsparen: die Rationen um noch mehr N und P zu optimieren, die Futterverluste zu verringern (< 2 %) und den N- und P-Futtermittelverbrauch zu senken. Die „Bayerische Durchschnittsration“ 2013 (Abbildung 4) deutet folgende Reserven an:

- Sowohl beim Eiweißfutter (minus 10 % Einsparpotenzial) als auch beim Mineralfutter (minus 15 % Einsparpotenzial) wäre bei besserer Nutzung der Phasenfütterung noch genügend Spielraum zur Futterkostensenkung, Umweltentlastung und Ressourcenschonung. Im Gegenzug könnte/müsste der Getreideanteil in der Ration erhöht werden.
- Innerhalb der Mineralfuttergruppe bieten sich Verschiebungen in Richtung weniger konzentrierter Typen und Futterkostensparnis an – das Tragemineral müsste mengenmäßig weit mehr als das Säugemineral ausmachen, der Anteil des Endmastminerals bei den Maststationen ist noch stark ausbaufähig.

- Der durchschnittliche Rohproteingehalt der mittleren Ration ließe sich von 167 g/kg realistisch auf 145 g/kg senken, der P-Gehalt von 4,6 g/kg auf 4,3 g/kg. Das wären dann 15 % weniger N- und 10 % weniger P-Ausstoß ab Basisjahr 2013. Darunter zu kommen ist schwierig – hoher Tierbesatz/N-Düngung bedeuten oft mehr als 120 g Rp/kg Getreide, heimische Eiweißfutter steigern den N- und P-Eintrag, viele Nebenprodukte bringen mehr N oder/und P ins Futter, energiearme Eiweißfutter bedeuten höheren Futteraufwand oder teure Ölzulagen, „hintere“ Aminosäuren verteuern die Fütterung oder werden nicht berücksichtigt (Leistungseinbußen) usw.
- N- und P-Reserven finden sich v.a. in der Zuchtsauenfütterung (Tragefutter), im Ferkelfutter II und in der Mittel-/Endmast. Die Unterschiede zwischen den Regionen in Bayern sind auffallend, zwischen den Betrieben können bei gleicher Leistung „Welten“ liegen.

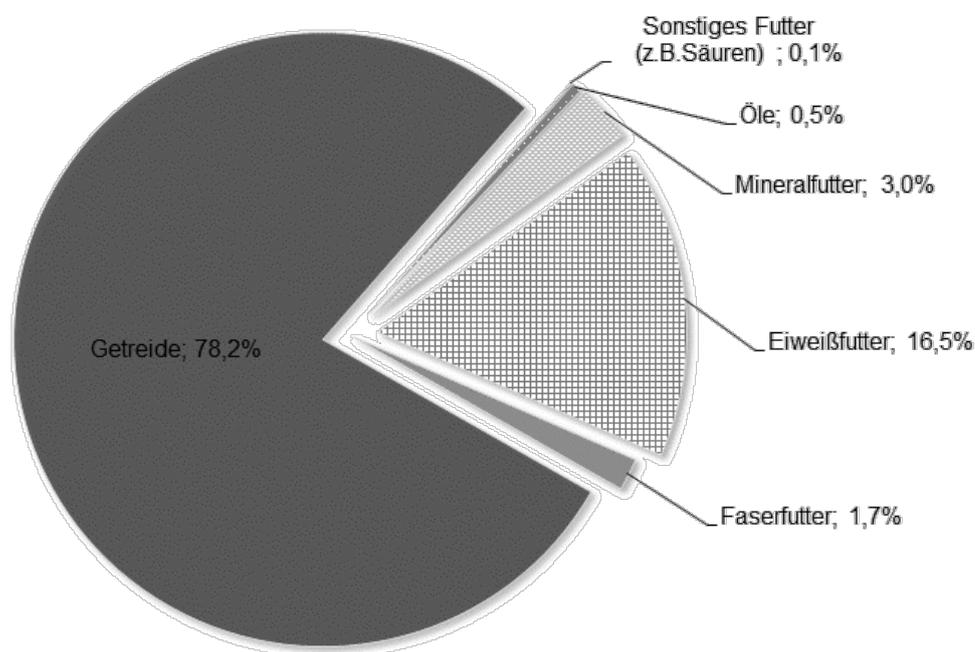


Abbildung 4: Die Bayerische Ration 2013 (Futtermengen von 457 Ringbetrieben, gewichtet nach Futterverbrauch)

Zwischenstand 2:

- Die aus der bayerischen Schweinehaltung über die Gülle anfallenden N- und P-Mengen sowie die abgefahrenen Futtergetreidemengen bzw. N- und P-Mengen vom Feld passen bis ca. 2 GV Schweinebesatz/ha sehr gut zusammen. Der Produktionsstandard ist hoch, ohne die Produktionstechnik oder die Produktionsstabilität zu überreizen. Der „Bayer. Kreislauf“ (Feld/Stall-Bilanz) geht auf.
- Es sind noch N- und P-Fütterungsreserven in der Größenordnung von 10 bis 15 % in der Praxis realisierbar, bei Einzelbetrieben weit mehr.

Haben wir noch Optimierungspotential?

Hier muss die Beratung ansetzen – die Fragen werden immer diffiziler und komplexer. Als Handwerkszeug wurde das „Stärken/Schwächen-Profil“ zur Optimierung der einzelbetrieblichen Fütterung, des Betriebskreislaufs, des Futter- und Fütterungsmanagements und der Futterkosten

entwickelt. Damit lässt sich das gesamte Geschehen rund um die Fütterung vom Futteranbau/-zukauf bis hin zum Nährstoffanfall überwachen, bewerten und optimieren. Die nachgewiesenen Stärken eines Betriebes lassen sich auch „amtlich“ nutzen – z.B. bei Wasserauflagen/Flächenproblemen und für die Baugenehmigung, die Schwächen in der Fütterung kosten immer Geld oder Mehrarbeit oder Entwicklungseinengungen. Das System lebt von der betriebsindividuellen Datenqualität und von der Bereitschaft zur Teilnahme. Erst das Messen mit gleichgelagerten Betrieben zeigt den Handlungsspielraum auf.

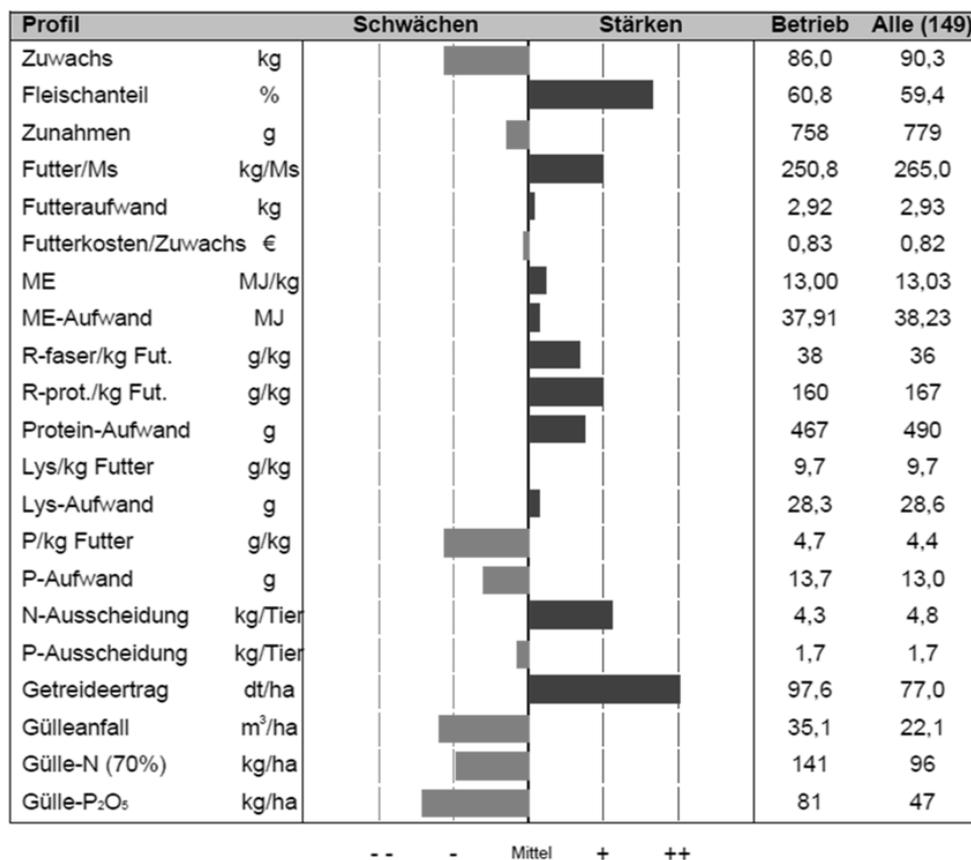


Abbildung 5: Beispiel „Stärken/Schwächen-Profil“ Mast

Zwischenstand 3:

- Im Stärken/Schwächen-Profil wird die Fütterung eines Betriebes sehr breit durchleuchtet. Hier finden sich betriebsindividuelle Ansatzpunkte und Spielräume zur Reduzierung der N- und P-Emissionen.
- Mit dem „Stärken/Schwächen-Profil“ kann sich die Beratung gerade gegenüber den anspruchsvollen Betriebsleitern profilieren und die Fütterung weiter entwickeln helfen. Das Ganze ist nicht einfach, es kostet Arbeit bei der Erhebung aber noch mehr bei der Aussprache und Lösungsfindung mit dem Beratungsklienten.

Schlußfolgerung

Die N- und P-Gesamtausscheidungen aus der Schweinehaltung in Bayern wurden in den letzten 20 Jahren trotz Ausweitung der Erzeugungsmengen reduziert. Die N- und P-Minderungen wurden v.a.

durch die N- und P-reduzierte Phasenfütterung erreicht, aber auch durch die Leistungssteigerungen. Der Feld-Stall-Abgleich (Nährstoffkreislauf) geht für die Bayer. Schweinehaltung bis zu einem Tierbesatz von 2 GV/ha auf. Weitere N- und P-Einsparpotentiale in der Größenordnung von 15 % werden gesehen. Der Spielraum für große Fortschritte ist in Betrieben mit guter fachlicher Praxis klein. Alle Betriebe sollten das neue Beratungswerkzeug „Stärken/Schwächen-Profil“ zur Steuerung der Fütterung und der N- und P-Bilanzen nutzen. Die gesteckten Emissionsziele der EU-Kommission sind überzogen und ohne Tierabstockung nicht umsetzbar. Sie ignorieren unvermeidbare Verluste bei der Landbewirtschaftung und Tierproduktion und naturgegebene Grenzen genauso wie die ressourcenschonende und kreislaufneutrale Verwertung von Nebenprodukten (mit mehr N und P).

Literatur:

- Krüsken, B., 2014, EU-Vorschlag zur Verringerung der Ammoniak-Emissionen nicht realistisch, <http://www.bauernverband.de/eu-vorschlag>
- Umweltbundesamt, 2014, Beurteilung und Kontrolle der Luftreinhaltung in der EU, <http://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/regelungen-strategien/>
- Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz, Basisdaten zur Umsetzung der DüngerVO, <http://www.ifl.bayern.de/iab/duengung/>
- Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz, Nährstoffbilanz Bayern, <http://www.ifl.bayern.de/iab/duengung/>
- Lindermayer, H., Brunlehner, Eva, 2014, Das steckt in der Ration, BLW 32, 48-49
- Lindermayer, H., Brunlehner, Eva, Schäffler, M., 2014, Licht und Schatten in der Fütterung – Stärken-Schwächen-Profil, BLW 26, 51
- Lindermayer, H., 2011, Was geht alles in die Luft – Schweinehalter zur Emissionsberichterstattung verpflichtet, BLW 37, 27

Autorenanschrift

Dr. Hermann Lindermayer
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft
Prof. Dürrwachter Platz 3
85586 Poing
Hermann.Lindermayer@ifl.bayern.de

EINFACHE KONTROLLE VON EBERGERUCH UND EBERVERHALTEN



INNOVATIVE LÖSUNG FÜR EIN ALTES PROBLEM

Emissionen und Immissionsschutz in der Schweinehaltung

Stefan Neser

Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Landtechnik und Tierhaltung (ILT)

Einleitung und Problemstellung

Die landwirtschaftliche Nutztierhaltung geht mit Geruchsfreisetzungen einher, die zu Konflikten mit der Nachbarschaft führen können.

Geruch ist in diesem Zusammenhang als „organoleptisches Attribut, das durch das Riechorgan beim Einatmen bestimmter flüchtiger Substanzen wahrnehmbar ist“ definiert (DIN EN 13725; 2003). Geruchsstoffe setzen sich aus mehreren tausend chemischen Verbindungen zusammen, die den Geruchssinn ansprechen und Geruchsempfindungen auslösen können. Geringes Molekulargewicht, leichte Flüchtigkeit sowie gute Wasser- und Fettlöslichkeit verstärken die Wirkung als Geruchsstoff. Vor allem die qualitative Geruchswirkung wird von funktionellen Gruppen, z.B. von aliphatischen, aromatischen oder halogenierten Kohlenwasserstoffen geprägt. (Schön et al.; 1996).

Geruchsstoffe aus der Tierhaltung werden im Wesentlichen bei der Umwandlung und Zersetzung von Kot und Harn sowie Futtermittelresten gebildet. Weitere Geruchsquellen im Gesamtsystem „Stall“ sind der Eigengeruch des im Stall gelagerten Futters, der Tiere und möglicher Futterreste. Der Anteil der Tieraussdünstungen selbst beträgt aber weniger als 10% (Martinec et al., 1998) des Gesamtgeruchs. Die am stärksten belästigend wirkenden Geruchsstoffe lassen sich in vier Hauptgruppen klassifizieren:

- Schwefelhaltige Verbindungen,
- Indole und Phenole,
- flüchtige Fettsäuren sowie
- Ammoniak und flüchtige Amine (Le et al., 2004).

Insgesamt scheint den schwefelhaltigen Verbindungen hier die wichtigste Rolle zuzukommen (AARNINK et al., 2007).

O'Neill et al. (1992) beschreiben in einer Literaturlauswertung 168 Stoffe, die im Flüssigmist, Festmist oder in der Luft bestimmt und eingruppiert wurden: 23 Karbonsäuren, 23 Alkohole, 12 Phenole, 32 Aldehyde, 9 Ester, 8 heterozyklische Stickstoffverbindungen, 7 Amine, 15 Sulfide, 9 Merkaptane (Thiole), 30 Unklassifizierte.

Nach einer Literaturlauswertung von Le et al. (2004) und aus eigenen Fütterungsversuchen bei Schweinen schlussfolgern Aarnink et al. (2007), dass die Geruchsbildung aus den Exkrementen reduziert werden kann, wenn eine entsprechende Ration gefüttert wird, deren Gehalte und Zusammensetzung von Proteinen und fermentierbaren Kohlenhydraten in der Futtermischung optimiert werden (zitiert in Gallmann, 2011).

Die Wahrnehmung von Geruch ist von verschiedenen Parametern wie z.B.

- der Geruchskonzentration und –intensität,
- der Qualität (Identität) oder
- dem hedonischen Wert (angenehm / unangenehm)

abhängig.

Das Belästigungspotential eines Geruchs ist verbunden mit dem kombinierten Effekt dieser oben genannten Eigenschaften, hängt aber auch von anderen Parametern wie

- den Transmissionsbedingungen,
- der Häufigkeit der Geruchswahrnehmung,
- dem Umfeld der Wahrnehmung und
- den Eigenschaften der unterschiedlichen betroffenen Person

ab.

Für die Transmission sind in erster Linie meteorologische, topografische und orografische Rahmenbedingungen wie Turbulenzen, Windrichtung und -geschwindigkeit ausschlaggebend. Die Häufigkeit der Geruchswahrnehmung ist zum einen von der Art der Geruchsquelle, der Transmission aber auch den Bedingungen am Immissionsort abhängig. Diese Bedingungen werden unter anderem durch den Gebietscharakter (Wohngebiet, Mischgebiet, Gewerbegebiet) aber auch das Umfeld der Wahrnehmung z.B. durch Interferenzen mit anderen Gerüchen oder auch der Aktivität der Person im Augenblick der Geruchswahrnehmung beeinflusst. Geruchswahrnehmung und insbesondere die Frage einer belästigenden Wirkung wird in letzter Konsequenz immer auch von den Eigenschaften des betroffenen Einzelnen bestimmt. Beim zuletzt genannten Punkt sind u.a. frühere Belastungen, Assoziationen mit Risikofaktoren, psychologische Gesichtspunkte usw. relevant.

Einflussfaktoren und Minderungsmaßnahmen

Geruchsemissionen in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung entstehen im Wesentlichen an verschmutzten Oberflächen und aus Exkrementen. Aus den wichtigsten Einflussfaktoren auf die Geruchsemissionen können zwar durchaus Ansätze zur Minderung abgeleitet werden, es bestehen aber auch gegenläufige Interaktionen:

Tabelle 1: Geruchsemissionen – Einflussfaktoren auf die Bildung und mögliche Minderungsansätze (verändert nach Gallmann, 2011)

Einflussparameter	Minderungsansatz
Temperatur und Feuchte von Luft, Oberflächen und Kot-Harn-Einstreu-Gemisch	Trockenheit, niedrige Stalltemperatur (z.B. Kühlung, freie Lüftung, Einstreumaterial)
Luftwechselrate (Verdünnung der Geruchsstoffkonzentration)	Geringe Strömungsgeschwindigkeit über emissionsaktiven Flächen
Tieraktivität, Staubkonzentration	Trennung der Funktionsbereiche, Staubarme Fütterung und Einstreu
Geruchsintensive Futtermittel	Vermeidung von Futtermittelresten, Sauberkeit, Abdeckung
Größe der emissionsaktiven Oberflächen (verschmutzte Tiere, verschmutzte Flächen), offene Mist – und Futterlager	Trennung von Funktionsbereichen Keine zusätzlichen (Außen)-flächen Geringe Bewegung der Exkremente und zügige Entfernung aus dem Stall Reinigung von Flächen Abdeckung von Lagern
Überströmung der emissionsaktiven Flächen	Optimierung der Luftführung, Abdeckung von Lagern
Imbalancen in der Ration	Optimierung des Gehaltes an Protein und fermentierbaren Kohlenhydraten in der Futtermischung

In der Regel werden im Zusammenhang mit immissionsfachlichen Beurteilungen von Stallungen – wie sie z.B. bei Genehmigungsverfahren regelmäßig notwendig sind vor allem die baulichen und technischen Möglichkeiten der Emissionsminderung berücksichtigt. Als letzte technische Möglichkeit ist hier die Abluftreinigung als „end-of-pipe“-Technik zu nennen.

Organisatorische Maßnahmen oder auch Fütterungsmaßnahmen werden im Genehmigungsverfahren meist nicht akzeptiert, sie gelten oftmals als nicht ausreichend betriebssicher. Fütterungsmaßnahmen zur Emissionsminderung für Geruch werden in der Schweinehaltung z.B. in den einschlägigen technischen Regelwerken (VDI-Richtlinie 3894 (2011)) nicht aufgeführt, der mindernde Effekt für Ammoniakemissionen wird jedoch als wissenschaftlich belegt dargestellt.

Le (2006) beschreibt im Zusammenhang mit Fütterung, Verdauung und Umsetzung des Kot-Harngemisches die grundsätzliche Möglichkeit der Bildung von Geruchskomponenten bzw. –vorstufen über die Fütterung zu beeinflussen.

Folgende Einflussmöglichkeiten auf Geruchsemission und –wirkung sind in Zusammenhang mit der Fütterung zu nennen:

Rohprotein

Die Verminderung des Rohproteinniveaus in Verbindung mit der Supplementierung erstlimitierender Aminosäuren hat in der Minderung der Ammoniakemission seine Wirksamkeit gezeigt. Im Zusammenhang mit der Verringerung des Geruchsemissionspotenzials sind die Ergebnisse nicht eindeutig. Zwar werden in verschiedenen Untersuchungen (Hobbs et al., 1996, Stevens et al., 1993; Sutton, 1998) deutliche Verringerungen der geruchsbildender Einzelkomponenten bei reduziertem Rohproteinlevel in verschiedenen Güllearten berichtet, allerdings konnten auch gegenläufige Effekte beobachtet werden. So stieg z.B. in Untersuchungen von Otto et al. (2003) die Gesamtkonzentration der flüchtigen Fettsäuren in der Gülle an bzw. verschoben sich die Konzentrationsverhältnisse von Essigsäure hin zu Butter- und Valeriansäure (Cromwell et al., 1999). Bezüglich der Geruchskonzentration konnte in Versuchen von Obrock et al. (1997) kein Unterschied durch eine Reduktion des Rohproteingehaltes von 13% auf 9% bei gleichzeitigem Aminosäureausgleich gefunden werden. Le (2005) weist in Untersuchungen bei Mastschweinen nach, dass durch das Absenken des Rohproteingehaltes von 18% auf 12 % in der Ration die Geruchskonzentration, die Hedonik und die Geruchsemission signifikant verringert werden können.

Wahl der eingesetzten Eiweißkomponenten:

Der Einsatz von Fischmehl und Federmehl kann einen einen steigernden Einfluss auf die Geruchskonzentration haben und eine Verschiebung der Zusammensetzung bewirken (van Heugten et al., 2002).

Kohlenhydrate

Die Steigerung fermentierbarer Kohlenhydrate in der Ration wird im Zusammenhang mit der Reduktion der Ammoniak-Emissionen als wichtige Möglichkeit diskutiert.

Der Effekt bezüglich der Geruchsstoffkonzentration ist nicht eindeutig. Es ist sicher davon auszugehen, dass fermentierbare Kohlenhydrate in der Ration zu einer Erhöhung der flüchtigen Fettsäuren in der Gülle führen, die als Geruchskomponenten wirken, aber wiederum die Bildung anderer geruchsaktiver Substanzen beeinflussen können (Le, 2005).

Futterzusatzstoffe:

Im Zusammenhang mit Futterzusatzstoffen werden verschiedene Wirkmechanismen (Ritter, 1989) diskutiert:

Es soll zu einer Veränderung der Zusammensetzung der Mikroorganismen im Verdauungstrakt (i.e.L. im Dickdarm) der Tiere kommen, es soll eine Änderung des pH-Wertes in den Excrementen erreicht werden und es kann eine (physikalische) Bindung der Geruchsstoffe stattfinden.

Untersuchungen zur Wirkung von Futterzusatzstoffen werden im Wesentlichen mit dem Ziel der Ammoniakemissionsminderung durchgeführt, für Geruch ist die wissenschaftliche Datenbasis derzeit noch schwach.

Fazit

Die Fütterung hat einen Einfluss auf das Geruchsemissionspotenzial und die Hedonik von Gerüchen aus der Schweinehaltung. Die Effekte sind jedoch aufgrund der vielschichtigen Prozesse bei der Bildung, dem Transport und der Wirkung von Gerüchen nicht eindeutig. Auch wenn Minderungen in einzelnen Geruchsstoffkomponenten nachzuweisen sind fehlt in der Regel der Nachweis der sicheren Minderung auf das gesamte Geruchsbelästigungspotenzial. In immissionsfachlichen Bewertungen, z.B. im Rahmen von Genehmigungsverfahren für Stallanlagen werden Maßnahmen im Bereich der Fütterung daher in der Regel nicht in dem Maße als emissionsmindernd akzeptiert wie z.B. baulich-technische Maßnahmen. Eine schwierige Überwachbarkeit emissionsmindernder Maßnahmen durch die Fütterung wird in diesem Zusammenhang ebenfalls als Begründung für diese Einschätzung genannt. Insgesamt besteht trotz langjähriger Untersuchungen weiterhin Forschungs- und Entwicklungsbedarf, wenn Fütterungsmaßnahmen als zusätzliche emissionsmindernde Maßnahme für Geruch in Genehmigungsverfahren akzeptiert werden sollen.

Literatur:

Aarnink, A.J.A.; D.P. Le und M.W.A. Verstegen (2007): Nutrition affects odor emission from pig manure. In CD-Rom Proceedings of the International Symposium on Air Quality and Waste Management for Agriculture, 16.-19.09.2007, Broomfield, Colorado, ASABE Publication Number 701P0907cd

Cromwell, G. L., L. W. Turner, R. S. Gates, J. L. Taraba, M. D. Lindemann, S. L. Traylor und W. A. Dozier III. 1999. Manipulation of swine diets to reduce gaseous emission from manure that contribute to odor. *Journal of Animal Science* 77 (Suppl. 1):69, (Abstr.)

DIN EN 13725 (2003): Luftbeschaffenheit - Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration mit dynamischer Olfaktometrie, berichtigt 2006, Beuth-Verlag, Berlin

Gallmann, E. (2011): Beurteilung von Geruchsimmissionen aus der Tierhaltung, Habilitationsschrift, Fakultät Agrarwissenschaften der Universität Hohenheim, 70593 Stuttgart, <http://opus.uni-hohenheim.de/volltexte/2014/996/>

Hobbs, J.P.; F.P. Brian; M.K. Roger und P.A. Lee (1996): Reduction of odourous compounds in fresh pig slurry by dietary control of crude protein. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 74, 508-514

Le D.P.; A.J.A. Aarnink, N.W.M. Ogink und M.W.A. Verstegen (2004): Dietary manipulation to reduce odour from pig production facilities. *Environmental Odour Management. International Conference*, 17.-19.11.2004, Cologne, VDI-Berichte 1850, ISSN 0083-5560, 319-331

Le, D.P. (2006): Odor from pig production: Its relation to diet, PhD thesis, Wageningen Institute of Animal Science, Wageningen, The Netherlands, ISBN: 90-8504-528-2

Martinec, M., E. Hartung, T. Jungbluth (1998): Daten zu Geruchsemissionen aus der Tierhaltung. Zusammenfassung und Analyse veröffentlichter Daten. Studie im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg. KTBL-Arbeitspapier 260. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, e.V. (Hrsg.), Darmstadt, ISBN 3-7843-1988-2, 60 S.

Obrock C., Miller P.S. und A.J. Lewis (1997): The effects of reducing dietary crude protein concentration on odor in swine facilities, *Nebraska Swine Report*, University of Nebraska – Lincoln, 14-16

O'Neill, D.H. und V.R. Phillips (1992): A review of the control of odour nuisance from livestock buildings: Part 3, Properties of the odorous substances which have been identified in livestock wastes or in the air around them. *Journal of Agricultural Engineering Research* 53, 23-50

Otto E. R.; M. Yokoyama, S. Hengemuehle, R. D. von Bermuth, T. van Kempen und N. L. (2003): Ammonia, volatile fatty acids, phenolics, and odor offensiveness in manure from growing pigs fed diets reduced in protein concentration, *Journal of Animal Science* 81, 1754 – 1763

Ritter, W.F.(1989): Odour control of livestock wastes: State-of-the-art in North America, *Journal of Agricultural Engineering Research* 42, 51 - 62

Schön, M. und R. Hübner (1996): *Der Geruch – Messung und Beseitigung*. Vogel-Verlag, Würzburg, 1. Auflage, ISBN 3-8023-1561-8, 237 S.

Stevens, R.J.; R.J. Laughlin und J.P. Frost (1993): Effects of diet and storage time on the concentration of sulphides on dairy coe slurry. *Bioresource Technology* 45, 13 – 16

Sutton, A. L., K. B. Kephart, J. A. Patterson, R. Mumma, D. T. Kelly, E. Bogus, D. D. Jones und A. Heber (1997): Dietary manipulation to reduce ammonia and odor compounds in excreta and anaerobic manure storages. In: *Proc. Int. Symp. Ammonia and Odour Control from Anim. Prod. Facilities*, Vinkeloord, The Netherlands. pp 245-252.

van Heugten, E. und T. A. T. G. van Kempen. (2002): Growth performance, carcass characteristics, nutrient digestibility and fecal odorous compounds in growing-finishing pigs fed diets containing hydrolyzed feather meal. *Journal of Animal Science* 80, 171-178

VDI 3894 (2011): *Emissionen und Immissionen aus Tierhaltungsanlagen, Haltungsverfahren und Emissionen - Schweine, Rinder, Geflügel, Pferde*, Beuth-Verlag, Berlin

Autorenanschrift

Dr. Stefan Neser
Arbeitsbereich Umwelttechnik in der Landnutzung (ILT 2)
Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Institut für Landtechnik und Tierhaltung (ILT) Vöttinger Str. 36
D-85354 Freising, Germany
Tel.: + 49 (0) 8161/71-3566
stefan.neser(at)LfL.bayern.de

Verantwortungsvoller Einsatz von Spurenelementen in der Schweinefütterung

Wilhelm Windisch, Daniel Brugger, Marzell Buffler, Martin Hanauer, Christiane Becker

Lehrstuhl für Tierernährung, Hans-Eisenmann-Zentrum Wissenschaftszentrum Weihenstephan, TU München

Einleitung

Landwirtschaftliche Nutztiere haben aufgrund ihrer Leistung einen hohen Bedarf an essenziellen Spurenelementen, der über die nativen Gehalte der Futtermittel in vielen Fällen nicht gedeckt werden kann. Aus diesem Grunde ist die Supplementierung des Futters mit essenziellen Spurenelementen eine unverzichtbare Maßnahme zur Aufrechterhaltung der Gesundheit und Produktivität unserer Nutztiere. Der Umgang mit Spurenelementen in der Tierernährung erfordert jedoch ein hohes Maß an Verantwortungsbewusstsein und Kompetenz. Dies begründet sich zum einen aus den vergleichsweise sehr geringen Mengen, die zur Bedarfsdeckung erforderlich sind. Zum anderen ist zur Erzielung der gewünschten Gehalte und insbesondere der hinreichenden Homogenität in der Futtermischung die entsprechende technische Ausrüstung erforderlich. Problematisch ist vor allem die Tatsache, dass praktisch alle essenziellen Spurenelemente gleichzeitig auch Gefahrstoffe mit hohem toxischem Potenzial sind. Dies ist der Hauptgrund, warum alle in der Fütterung landwirtschaftlicher Nutztiere eingesetzten essenziellen Spurenelemente zu den Futterzusatzstoffen zählen. Demnach muss jede einzelne Spurenelementverbindung für die jeweilige Tierspezies und Nutzungskategorie explizit zugelassen sein. Darüber hinaus limitieren Obergrenzen für die Gesamtgehalte an Spurenelementen in der endgültigen Futtermischung die Spielräume für die Supplementierung. Die Verantwortung beim Einsatz essenzieller Spurenelemente in der Tierernährung begrenzt sich demnach nicht nur auf die Vermeidung von Mangelsituationen. Sie erstreckt sich ebenso auch auf den Schutz des Nutztieres, des Anwenders (z.B. Arbeiter im Mischwerk, Landwirt), des Konsumenten tierischer Produkte und der Umwelt vor den unerwünschten Folgen einer unsachgemäßen und/oder überhöhten Anwendung. Der nachfolgende Beitrag soll diese Aspekte in der Schweinefütterung am Beispiel von Cobalt, Eisen, Selen, Zink und Kupfer aufzeigen.

Restriktionen im Umgang mit Cobalt

Ein wesentlicher Faktor beim Umgang mit Cobalt ist dessen hochtoxisches Potenzial, welches sich in mehreren Krankheitsbildern manifestiert. Hauptproblem ist dabei die Aufnahme von Cobaltstaub über die Atemwege. Besonders betroffen sind Arbeiter in der Metallgewinnung, aber auch in der Futtermittelindustrie. Neben Alveolitis und Lungenfibrose [Barceloux, 1999] kann die pulmonare Aufnahme von Cobaltverbindungen zu karzinogenen Erkrankungen der Lunge führen [IARC, 2006]. Zudem hat Cobalt ein genotoxisches Potenzial, speziell im Bereich der Atmungsorgane [Lison et al., 2001].

Die in der Futtermittelindustrie eingesetzten Verbindungen Co-Sulfat und Co-Dichlorid sind nach der geänderten Verordnung (EG) Nr. 790/2009 als Haut- und Atemwegs-reizend, sowie nach Inhalation als mögliches Humankarzinogen eingestuft. Zum Schutz der Arbeiter in der Futtermittelindustrie und der Landwirte hat das FEEDAP Panel deshalb empfohlen, Co-Komponenten als Futterzusatzstoffe auf den Bereich Wiederkäuer, Pferde und Kaninchen zu beschränken, nicht mehr als 0,3 mg Co/kg

Gesamtration zu supplementieren und den zulässigen Gesamtgehalt des Futters an Co von 2 auf 1 mg/kg zu reduzieren [EFSA, 2009]. Die Gefahr einer Akkumulation von Cobalt in tierischen Produkten und dessen Aufnahme durch den Verbraucher ist dagegen von untergeordneter Bedeutung [ATSDR, 2004].

Als essenzielles Spurenelement ist Cobalt im Organismus ausschließlich in Form von Vitamin B₁₂ (Cobalamin) aktiv und wirkt als Cofaktor für verschiedene Prozesse im Kohlenhydrat-, Lipid-, Aminosäuren- und Nukleinsäurenstoffwechsel. Cobalamin wird zu großen Teilen von Mikroorganismen im Gastrointestinaltrakt gebildet. Allerdings hat dies beim Schwein anders als beim Wiederkäuer aufgrund der fehlenden Resorptionsfähigkeit im Dickdarm keine Bedeutung für die Versorgung des Tieres mit Cobalamin [Girard et al., 2009]. Aus diesem Grund wird die Vitamin-B₁₂-Versorgung von Schweinen nicht mit (anorganischem) Cobalt sichergestellt sondern ausschließlich mit Cobalamin [Stemme et al., 2008]. Die Restriktionen im Umgang mit anorganischem Cobalt zum Schutz des Anwenders (in diesem Fall der Arbeiter im Futtermischwerk) haben somit anders als in der Wiederkäuerfütterung keine unmittelbare Relevanz für die Schweinefütterung.

Einschränkungen der Supplementierung von Selen aus organischen Quellen

Im Jahre 2013 hat die Europäische Kommission den Zusatz von organischem Selen (bei gleichzeitigem Einsatz von anorganischen Selenquellen) auf 0,2 mg/kg in der fertigen Futtermischung begrenzt [EC, 2013]. Auslöser war der Schutz des Konsumenten vor potenziellen Gesundheitsrisiken durch überhöhte Selengehalte in Lebensmitteln tierischer Herkunft.

Selen ist ein Element aus derselben Ordnungsgruppe wie Schwefel und Sauerstoff und wird ähnlich wie Schwefel in bestimmte Aminosäuren (Selenocystein, Selenomethionin) als Selenol eingebaut. In dieser Form ist Selen Funktionselement wichtiger Enzyme wie der Gluthationperoxidase (Abwehr von oxidativem Stress) und der Iodothyronindejodase (Synthese der Schilddrüsenhormone).

Selen wird in anorganischer (Selenit, Selenat) oder organischer Form (Seleno-Aminosäuren) supplementiert. Seine Absorption erfolgt unabhängig vom Versorgungsstatus im Dünndarm [Kirchgessner et al., 1997]. Überschüssig aufgenommenes anorganisches Selen wird im Rahmen der homöostatischen Regulation über den Harn ausgeschieden. Seleno-Aminosäuren werden dagegen in intakter Form absorbiert, können aber nicht direkt der Synthese von selenabhängigen Proteinen zugeführt werden. Auf Grund ihrer chemischen Ähnlichkeit, werden die Seleno-Aminosäuren irrtümlich als ihre Schwefel-Analoga erkannt und in die Proteinsynthese eingeschleust. Das hier gebundene Selen steht dem Organismus erst nach Oxidation der Aminosäuren zur Verfügung. Überschüssig zugeführtes organisches Selen reichert sich demnach dosis-abhängig im Gewebe an [Mahan & Parrett, 1996]. Die Supplementierung von Rationen für landwirtschaftliche Nutztiere mit organischem Selen (Selenhefen mit hohen Gehalten an Seleno-Methionin) führt in diesem Zusammenhang zu einer starken Akkumulation von Selen in tierischen Lebensmitteln (v.a. im Fleisch, aber auch Milch und Eier), die dem Konsumenten häufig als gesundheitsfördernde Eigenschaft angepriesen wird [Krstic et al., 2012].

Beim Selen muss jedoch beachtet werden, dass die Spanne zwischen Mangel und Toxizität sehr eng ist. Die Auswirkungen einer Selenvergiftung reichen von Störungen der Keratinsynthese (Brüchigkeit von Haaren, Horn, Klauen), Wachstumsstörungen über gastrointestinale Beschwerden bis hin zu einem erhöhten Risiko für Tumorerkrankungen [Underwood, 1977]. Bei Anreicherung von Selen in Lebensmitteln tierischer Herkunft etwa durch verstärkten Einsatz organischer Selenquellen wird die maximal tolerierbare Aufnahmemenge des Konsumenten (300 µg/Tag für Erwachsene) rasch überschritten [SCF, 2000, Schöne et al., 2013]. Dies ist der Grund für die kürzlich erfolgte Limitierung des Einsatzes organischer Selenquellen in der Fütterung.

Trotzdem ist die Supplementierung des Futters mit Selen unter mitteleuropäischen Bedingungen unerlässlich, da die nativen Komponenten einer praxisüblichen Ration in der Schweinefütterung arm an Selen sind [SCF, 2000] und das Auftreten eines Mangelzustands im Hinblick auf Tiergesundheit und Wirtschaftlichkeit unbedingt zu vermeiden ist.

Neubewertung der Eisensupplementierung

Im Vordergrund der Supplementierung von Eisen steht traditionell die Vermeidung einer Anämie, die vor allem bei intensivem Wachstum und am Ende der Trächtigkeit auftreten kann. Aufgrund einer allgemeinen Beeinträchtigung der Gesundheit und des Wachstums bringt eine Eisenmangelanämie hohe wirtschaftliche Einbußen mit sich [Hansen et al., 2009]. Gerade neugeborene Ferkel haben ein hohes Risiko für eine Anämie, da sie mit sehr geringen körpereigenen Eisenspeichern auf die Welt kommen, intensiv wachsen und zudem die Sauenmilch sehr eisenarm ist (ca. 1 mg/l) [Brady et al., 1978]. Folglich kann der tägliche Bedarf von ca. 7-10 mg [NRC, 2012] durch die alimentäre Zufuhr bei Weitem nicht gedeckt werden. Aus diesem Grund ist die parenterale Applikation hoher Dosen an Eisen (200 mg) in Form von Eisendextran bereits in den ersten Tagen nach der Geburt gängige Praxis im Gesundheitsmanagement von Schweinebeständen [Barber et al., 1955, Pallauf & Kirchgessner, 1973, Ullrey et al., 1959].

Eisen ist jedoch ein Spurenelement, bei dem positive und negative Wirkungen sehr eng beieinander liegen. Eine Überladung kann zur Bildung freier Radikale und damit zu schweren oxidativen Schäden führen. Da der Körper über keine endogenen Mechanismen zur Ausscheidung von überschüssigem Eisen verfügt, wird die Absorption des Eisens aus dem Dünndarm durch eine präzise Regulation der Transportmechanismen auf den aktuellen Bedarf des Organismus justiert und dadurch der Einstrom von überschüssigem Eisen in das Körperinnere effizient verhindert [Hentze et al., 2010]. Diese natürliche Barriere wird jedoch durch die parenterale Verabreichung des Eisens, z.B. durch intramuskuläre Injektion, umgangen. Infolge der Überflutung des Organismus mit freiem Eisen kommt es zu massivem oxidativen Stress, dessen negative Folgen für die Tiergesundheit bislang noch nicht beachtet wurden [Lipinski et al., 2010].

Diese Erkenntnisse geben Anlass, die Praxis der parenteralen Eisensupplementierung beim Saugferkel kritisch zu bewerten und die orale Verabreichung von Eisen etwa in Form einer Paste neu zu prüfen. Die orale Verabreichung unterliegt der natürlichen Regulation der Eisenabsorption und schließt damit Gesundheitsschäden durch oxidativen Stress aus. Frühere Untersuchungen stellten allerdings eine deutliche Unterlegenheit der oralen Verabreichung gegenüber der Injektion hinsichtlich Effektivität und Langzeitwirkung zur Vermeidung einer Anämie fest [Kirchgessner & Weigand, 1975, Kirchgessner & Weigand, 1973]. Diese Befunde sind jedoch möglicherweise in Zusammenhang mit dem Zeitraum der oralen Verabreichung zu sehen. Neuen Erkenntnissen zufolge scheinen neugeborene Ferkel gar kein Eisen absorbieren zu können, da der Darm die hierzu erforderlichen Transportproteine in den ersten Lebenstagen noch nicht ausbildet [Lipinski et al., 2010]. Zu früh verabreichtes Eisen würde also nicht ausreichend absorbiert werden.

Die orale Verabreichung in Verbindung mit einer unzureichenden Absorption kann ein weiteres Problem verursachen. Eisen ist nicht nur essenzielles Spurenelement für das Nutztier, sondern gleichzeitig auch Wachstumsfaktor für Mikroorganismen. Verbleibt überschüssiges Eisen im Darmlumen, kann dies die Vermehrung potenziell pathogener Mikroben fördern [Klasing et al., 1980, Knight et al., 1983, Patruta & Horl, 1999]. So konnte eine erhöhte Prävalenz für Durchfall bei steigender Eisenkonzentration im Dickdarm von Schweinen beobachtet werden [Lee et al., 2008]. Möglicherweise ist sogar der geringe Eisengehalt der Milch, die Präsenz des starken Komplexbildners Lactoferrin in der Milch [Turin et al., 2014] und die damit einhergehende marginale Versorgung des Saugferkels mit Eisen ein physiologischer Schutzmechanismus gegen den Keimdruck, dem das Tier nach der Geburt ausgesetzt ist. Die praxisübliche Supplementierung per Injektion an Eisen würde

dann genau diesen Schutzmechanismus außer Kraft setzen [Chwen et al., 2001]. Zur Optimierung der oralen Verabreichung von Eisen ist es deshalb wichtig, den richtigen Zeitpunkt nach der Geburt zu finden und die Dosis an die Absorptionskapazität anzupassen.

Bei ausgewachsenen Schweinen ist zwar eine Eisenkonzentration von 750 mg/kg der Gesamtration zulässig, allerdings ist der Bedarf adulter Tiere eher gering und kann meist schon durch den nativen Eisengehalt der Futtermittel gedeckt werden [Lavorenti, 1972]. Die Verabreichung von Eisensupplementen an eisenadäquat versorgte Tiere kann schwerwiegende Folgen haben und zu einer erhöhten Anfälligkeit gegenüber opportunistischen Infektionen führen [Sazawal et al., 2006]. Zudem kann eine übermäßige Zufuhr von Eisen die Absorption anderer zweiwertiger Spurenelemente (Kupfer, Mangan, Zink) empfindlich stören und einen sekundären Mangel an diesem Elementen provozieren [Pallauf et al., 2012, Roth & Garrick, 2003].

Auch bei Zuchtsauen ist der erhöhte Eisenbedarf während der Gravidität durch die nativen Gehalte der Futterkomponenten in der Regel bereits gedeckt. Dennoch wird dem Futter von Zuchtsauen üblicherweise reichlich Eisen zugesetzt, um neben der Sicherstellung des Bedarfs des Muttertieres den Eisengehalt der Sauermilch sowie die Eisendepots der neugeborenen Ferkel („Eisenmitgift“) zu erhöhen. Dass dies im Endeffekt weitgehend wirkungslos ist, weiß man schon seit langem [Kirchgessner & Pallauf, 1973, Underwood & Suttle, 1999]. Die hohe Eisenversorgung der trächtigen Muttertiere könnte sogar epigenetische Effekte in den noch ungeborenen Föten auslösen, die deren späteres Potenzial zur Absorption von Eisen negativ beeinflussen [Barker et al., 2002]. In diesem Zusammenhang wurde nachgewiesen, dass Individuen, die im Mutterleib einer Mangelsituation ausgesetzt waren, im späteren Leben „sparsamer“ mit den verfügbaren Nährstoffen umgehen (Hypothese des „geizigen Phänotyps“ („thrifty phenotype hypothesis“)) [Hales & Barker, 2001]. Demnach sollte eine eher knappe Eisenversorgung des trächtigen Muttertieres auf epigenetischem Wege die Bereitschaft der neugeborenen Ferkel zur Absorption von Eisen aus der Nahrung erhöhen. Unter derartigen Bedingungen könnte die orale Eisenapplikation bei den neugeborenen Ferkeln möglicherweise besser wirken als unter der bisherigen Situation einer reichlichen Eisenversorgung der trächtigen Muttertiere.

Zink und Kupfer: Gratwanderung zwischen Überschuss und Mangel

Viele Übergangsmetalle sind essenzielle Spurenelemente und müssen über die Nahrung zwingend aufgenommen werden (z.B. Co, Fe, Mn, Ni, Cu, Zn). Praktisch alle Übergangsmetalle sind jedoch gleichzeitig auch Schwermetalle mit hohem toxischem Potenzial. Aus diesem Grund verfügt der Organismus über homöostatische Kontrollmechanismen, die die Absorption und Exkretion der essenziellen Spurenelemente so regeln, dass deren Konzentrationen im Inneren des Körpers auf einem weitgehend konstanten, physiologisch adäquatem Niveau gehalten werden. Überschüsse werden somit unmittelbar wieder ausgeschieden. Sie landen unweigerlich im Wirtschaftsdünger und damit auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche, wo sie sich anreichern können. Auch essenzielle Spurenelemente wie Zink und Kupfer haben dabei ein erhebliches toxisches Potenzial, denn sie können aufgrund ihrer bakteriziden Wirkung die Mikroflora und -fauna des Bodens und damit auch das Pflanzenwachstums empfindlich stören [Rout & Das, 2003]. Des Weiteren können sie langfristig auch ins Grundwasser dringen [Asada et al., 2010]. Der Zusatz essenzieller Übergangsmetalle zum Schweinefutter hat somit unmittelbare Relevanz für den Bodenschutz.

Besonderes Interesse verdienen die Gehalte an Zink und Kupfer in Wirtschaftsdüngern aus der Schweinehaltung. Messungen zufolge liegen sie in einem Bereich um etwa 1200 (Zink) bzw. gut 300 mg/kg TM (Kupfer) [Kickinger et al., 2008]. Wenngleich diese Größenordnungen mit erheblichen Streuungen nach unten wie auch nach oben behaftet sind, kann dennoch angenommen werden, dass die Zn- und Cu-Gehalte in Wirtschaftsdüngern aus der Schweinehaltung um etwa das 3,5fache bzw.

4fache über dem Niveau von Rindern und Geflügel liegen. Sie bewegen sich damit deutlich oberhalb der Vorstellungen des Bodenschutzes für ökologisch verträgliche Frachten, zumal Wirtschaftsdünger den stärksten Eintragspfad von toxischen Schwermetallen in landwirtschaftliche Böden darstellen (Knappe et al. 2008). Die derzeit vorgeschlagenen Obergrenzen für Wirtschaftsdünger zur Vermeidung einer (weiteren) Akkumulation in landwirtschaftlichen Nutzböden liegen bei 450 mg Zn und 90 mg Cu je kg TM [Döhler et al., 2002, Schwarz & Freudenschuss, 2004, UBA, 2001]. Sie entsprechen damit in etwa den Regelungen für Bioabfall (400 mg Zn und 100 mg Cu je kg T;) [BIOABFV, 1998].

Die hohen Emissionen an Zink und Kupfer aus der Schweinehaltung werfen die Frage nach deren Herkunft auf. Die aus der Fütterung resultierenden, maximalen Gehalte an Zink und Kupfer lassen sich beispielsweise für die Gülle relativ einfach überschlagen: Wenn etwa 25% der aufgenommenen Futtertrockenmasse über Kot und Harn wieder ausgeschieden werden, kein Zink und Kupfer retiniert wird und keine weiteren organischen Bestandteile in die Gülle gelangen, entspricht dies einer Erhöhung der Konzentration vom Futter in Richtung Gülle um den Faktor 4. Unter Annahme einer Zufuhr an Zink und Kupfer im Bereich der futtermittelrechtlich zugelassenen Obergrenzen für Mastschweine (150 mg Zn/kg und 25 mg Cu je kg Futter mit 88 % Trockenmasse) [EC, 2003] wären somit etwa 600 mg Zn und 100 mg Cu je kg Gülle-TM zu erwarten. Bei Ausschöpfung der erlaubten Cu-Dosierung zum Ferkelfutter von 170 mg/kg bis zu einem Alter von 12 Wochen sollte der Cu-Gehalt der Gülle aus der Haltung von Zuchtsauen etwa 350 mg/kg TM betragen. Quantitative Messungen des Übergangs von Zink und Kupfer aus dem Futter in die Gülle unter Ausnutzung der futtermittelrechtlichen Obergrenzen für Mastschweinen resultierten in Gehalten von 650 mg Zink und 140 mg Kupfer je kg Gülle-TM [Kickinger et al., 2009]. Diese Frachten in die Gülle standen in streng linearer Beziehung zur Aufnahme über das Futter. Darüber hinaus gab es keinerlei quantitative Hinweise auf weitere Eintragspfade abseits des Futters (z.B. bauliche Einrichtungen, Armaturen).

Die erheblichen Diskrepanzen zwischen den maximal zu erwartenden Konzentrationen an Zink und Kupfer in Wirtschaftsdüngern aus der Schweinehaltung und den in der Praxis tatsächlich beobachteten Werten sind nur mit exzessiven Gehalten an Zink und Kupfer im Futter zu erklären. Dies dürfte mit der bekannten Durchfall-reduzierenden und wachstumsfördernden Wirkung exzessiver Dosierungen von Zink und Kupfer in Zusammenhang stehen [Hill et al., 2000, Holm, 1996, NRC, 2005].

Abgesehen von futtermittelrechtlichen Problemen können exzessive Zink- und Kupfergaben das Nutztier stark belasten (Imbalancen mit anderen Spurenelementen, überhöhter Einstrom in den Körper, oxidativer Stress) und Akkumulationen in der Leber verursachen [Fry et al., 2012, Martin et al., 2013, Meyer et al., 1977, Shell & Kornegay, 1996]. Des Weiteren scheinen hohe Dosierungen an Zink im Futter nur etwa zwei Wochen lang leistungsfördernd zu wirken. Danach kann sich der Effekt sogar ins Gegenteil verkehren, da die allgemeine Schwächung der Mikroflora negative Auswirkungen auf die Darmgesundheit mit sich bringt [Shelton et al., 2009]. Zudem zeigen neuere Studien, dass die Anwendung von exzessiven Zink- und Kupferdosierungen die Bildung Antibiotika-resistenter E. coli-Stämme in Wirtschaftsdüngern fördern [Holzel et al., 2012]. Solche Resistenzen können bereits im Darm von Tieren entstehen, die exzessiven Dosierungen an Zink ausgesetzt sind [Vahjen et al., 2014].

Selbst bei Einhaltung der derzeit zulässigen Obergrenzen für die Zink- und Kupfergehalte im Schweinefutter scheinen die resultierenden Gehalte in den Wirtschaftsdüngern immer noch über den Vorstellungen des Bodenschutzes zu liegen. In diesem Zusammenhang hat die European Food Safety Authority (EFSA) auf Anfrage der Europäischen Kommission im Frühjahr 2014 einen Vorschlag zur Herabsetzung der futtermittelrechtlichen Obergrenze für Zink im Futter landwirtschaftlicher Nutztiere veröffentlicht [EFSA, 2014]. So soll die derzeitige Obergrenze von 150 mg/kg nur noch für Ferkel und Zuchtsauen gelten, für Mastschweine dagegen nur noch 100 mg/kg betragen. Darüber hinaus wird darauf hingewiesen, dass bei konsequenter Nutzung von Phytase eine weitere Reduzierung der Höchstwerte um 30 % möglich sei (110 mg/kg für Ferkel und Zuchtsauen, 70 mg/kg für Mastschweine). Diese Höchstwerte kämen den Versorgungsempfehlungen schon sehr nahe.

Die vorgeschlagene Herabsetzung des zulässigen Höchstgehalte an Zink und Kupfer im Schweinefutter verringert den Spielraum der Supplementierung zur sicheren Vermeidung von Mangelzuständen. Aufgrund von Schwankungen in den nativen Gehalten der Futterkomponenten und Variationen in der Bioverfügbarkeit, die neben der Art der Spurenelementquelle (z.B. anorganisch – organisch) sehr stark von weiteren Inhaltsstoffen des Futter beeinflusst wird (Gehalte an Phytat, Zusatz von Phytase) müssen in der praktischen Fütterung zwingend Sicherheitszuschläge berücksichtigt werden. In den offiziellen Versorgungsempfehlungen [GfE, 2006] sind solche Sicherheitszuschläge bereits adäquat berücksichtigt.

Das Niveau der Versorgungsempfehlungen darf aber nicht unterschritten werden, damit unter den Bedingungen einer guten fachlichen Fütterungspraxis eventuelle Mangelzustände an Zink und Kupfer sicher vermieden werden. So können selbst kurzfristige Episoden einer ungenügenden Supplementierung des Futters mit Zink von wenigen Tagen die Zinkspeicher schnell wachsender Ferkel leeren [Brugger et al., 2014, Brugger & Windisch, 2013]. Auch wenn dabei äußerlich keine Zinkmangelsymptome erkennbar sind, drosseln solche kurzfristigen Mangelereignisse die Verdaulichkeit des Futters infolge eines Einbruchs der Aktivität der pankreatischen Verdauungsenzyme [Brugger et al., 2013]. Des Weiteren kommt es zu einer deutlichen Reduzierung der antioxidativen Kapazität und Verschiebungen in der Stressantwort verschiedener Gewebe [Brugger et al., 2013]. So nimmt die Fähigkeit zur Detoxifizierung freier Radikale im Herzmuskel ab, die Gehalte an Vitamin E sinken und die Stressantwort wird in Richtung eines programmierten Zelltods (Apoptose) geleitet.

Auch Kupfermangel hat verheerende Folgen für Gesundheit und Leistung. Als Bestandteil vieler Metalloenzyme ist Kupfer wesentlich an Vorgängen des Elektronentransports beteiligt. Folglich ist Kupfer in den Energiestoffwechsel, die Abwehr reaktiver Sauerstoffspezies, im Eisenstoffwechsel, bei der Knochenbildung, im Stoffwechsel von Hormonen und bei der Synthese von Melanin zur Pigmentierung von Haut und Haaren beteiligt. Zu den physiologisch wichtigsten Folgen von Kupfermangel zählt die Anämie aufgrund eines gestörten Eisenstoffwechsels [Hansen et al., 2010, Hansen et al., 2009].

Im Bereich der Schweinefütterung stellt die Versorgung mit Kupfer jedoch kein großes Problem dar. Grund dafür sind die zumeist ausreichend hohen nativen Kupfergehalte im Futter. Die Versorgungsempfehlungen für wachsende Schweine (ca. 4 – 6 mg Cu/kg TM) [GfE, 2006] können somit unter Praxisbedingungen vielfach ohne eine Supplementierung des Futters mit Kupfer eingehalten werden. Laktierende Zuchtsauen sollen dagegen mit mehr Kupfer versorgt werden (10 mg Cu/kg TM) [GfE, 2006], so dass hier eine Supplementierung des Futters mit Kupfer erforderlich sein kann.

Schlussfolgerungen

Der Einsatz essenzieller Spurenelemente in der Schweinefütterung ist unverzichtbar, impliziert aber auch ein hohes Maß an Verantwortung für die Sicherheit des Nutztieres, des Anwenders, des Konsumenten tierischer Produkte und der Umwelt. Oftmals stehen die Anwendungen in einer Konfliktsituation, wie etwa die Vermeidung einer Eisenmangelanämie durch eine parenterale Eiseninjektion mit der neuen Erkenntnis, dass dies unerwünschte Nebeneffekte hat. Auch bei den exzessiven Dosierungen von Zink und Kupfer steht die leistungsfördernde Wirkung der Umweltbelastung und der Förderung Antibiotika-resistenter Keime entgegen. Hier sollte auf der Basis des aktuellen Wissensstands im Sinne einer optimalen Sicherheit entlang der gesamten Produktionskette von der Bereitstellung des Futters über die Verfütterung an Nutztiere bis hin zur Lebensmittelsicherheit und zum Umweltschutz gehandelt werden. In diesem Sinne wird der Gesetzgeber in vielen Fällen die zulässigen Höchstgehalte an essenziellen Spurenelementen im Futter weiter reduzieren. Dies schmälert den Spielraum der Supplementierung des Futters zur sicheren Vermeidung von Mangelzuständen und zwingt die Fütterungspraxis, die Präzision der Versorgung mit

essenziellen Spurenelementen zu verbessern. Wichtige Schritte in diese Richtung sind die konsequente Ausrichtung der Zufuhr an das Niveau der Versorgungsempfehlungen, die genauere Analyse der oftmals stark schwankenden nativen Spurenelementgehalte im Futter und die Verbesserung der Bioverfügbarkeiten, etwa durch Elimination störender Faktoren des Futters bzw. Nutzung fördernder Faktoren (z.B. Phytase).

Literatur

- (1) Asada K, Toyota K, Nishimura T, Ikeda J, Hori K (2010): Accumulation and mobility of zinc in soil amended with different levels of pig-manure compost. *J Environ Sci Health B*, 45, 285-92
- (2) ATSDR (2004): Agency for toxic substances and disease registry. Toxicological profile for cobalt, Atlanta, GA. US Department of Health and Human Services, Health Public Service,
- (3) Barber RS, Braude R, Mitchell KG (1955): Studies on anaemia in pigs. I. The provision of iron by intramuscular injection, *Vet. Rec*, 67, (4) Barceloux DG (1999): Cobalt. *J Toxicol Clin Toxicol*, 37, 201-6
- (5) Barker DJ, Eriksson JG, Forsen T, Osmond C (2002): Fetal origins of adult disease: strength of effects and biological basis. *Int J Epidemiol*, 31, 1235-9
- (6) BIOABFV (1998): Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden. Bioabfallverordnung vom 21. September 1998,
- (7) Brady PS, Ku PK, Ullrey DE, Miller ER (1978): Evaluation of an amino acid-iron chelate hematinic for the baby pig. *Journal of animal science*, 47, 1135-40
- (8) Brugger D, Buffler M, Windisch W (2014): Development of an experimental model to assess the bioavailability of zinc in practical piglet diets. *Arch Anim Nutr*, 68, 73-92
- (9) Brugger D, Donaubaue S, Windisch W (2013): Using piglets as an animal model: Dose-response study on the impact of short-term zinc undersupply on oxidative stress and cell fate dependant gene expression in the heart muscle. 28th Annual Conference of the Society of Minerals and Trace Elements, KIT Scientific Publishing, 161-77
- (10) Brugger D & Windisch W (2013): Effect of graded levels of short term Zn deficiency on parameters on Zn supply status in weaning piglets. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.*, 22:61,
- (11) Chwen LT, Heng LK, Lee TH, Kong MC, Yoon CP (2001): The effects of iron supplementation in preweaning pigs. *Mal J Nutr*, 7,
- (12) Döhler H, Henning E, Uihlein A, Wilcke W (2002): Bilanzierung von Spurenelementen bzw. Schwermetallen in der Milchviehhaltung. *KTBI Schrift*, 410, 59-65
- (13) EC (2003): Commission Regulation No 1334/2003: Amending the conditions for authorisation of a number of additives in feedstuffs belonging to the group of trace elements.
- (14) EC (2013): European Commission Commission Implementing Regulation (EU) No 427/2013 of 8 May 2013 concerning the authorisation of selenomethionine produced by *saccharomyces cerevisiae* NCYC R&S as a feed additive for all animal species and amending Regulations (EC) NO 1750/2006 and (EC) No 900/2009 as regards the maximum supplementation with selenised yeasts.
- (15) EFSA (2014): Scientific Opinion on the potential reduction of the currently authorised maximum zinc content in complete feed. *EFSA Journal*, 12 (5),
- (16) EFSA (2009): Scientific Opinion on the use of cobalt compounds as additives in animal nutrition. *EFSA Journal*,
- (17) Fry RS, Ashwell S, Lloyd KE, O'Nan AT, Flowers WI, Stewart KR, Spears JW (2012): Level and Source of dietary copper affects small intestine morphology, duodenal lipid peroxidation, hepatic oxidative stress and mRNA expression of hepatic copper regulatory proteins in weanling pigs. *Journal of Animal Science*, 90 (9), 3112-9
- (18) GfE (2006): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen. DIG Verlag,
- (19) Girard CL, Santschi DE, Stabler SP, Allen RH (2009): Apparent ruminal synthesis and intestinal disappearance of vitamin B12 and its analogs in dairy cows. *J Dairy Sci*, 92, 4524-9
- (20) Hales CN & Barker DJ (2001): The thrifty phenotype hypothesis. *Br Med Bull*, 60, 5-20

- (21) Hansen SL, Trakooljul N, Liu HC, Hicks JA, Ashwell MS, Spears JW (2010): Proteins involved in iron metabolism in beef cattle are affected by copper deficiency in combination with high dietary manganese, but not by copper deficiency alone. *Journal of animal science*, 88, 275-83
- (22) Hansen SL, Trakooljul N, Liu HC, Moeser AJ, Spears JW (2009): Iron transporters are differentially regulated by dietary iron, and modifications are associated with changes in manganese metabolism in young pigs. *J Nutr*, 139, 1474-9
- (23) Hentze MW, Muckenthaler MU, Galy B, Camaschella C (2010): Two to tango: regulation of Mammalian iron metabolism. *Cell*, 142, 24-38
- (24) Hill GM, Cromwell GL, Crenshaw TD, Dove CR, Ewan RC, Knabe DA, Lewis AJ, Libal GW, Mahan DC, Shurson GC, Southern LL, Veum TL (2000): Growth promotion effects and plasma changes from feeding high dietary concentrations of zinc and copper to weanling pigs (regional study). *Journal of animal science*, 78, 1010-6
- (25) Holm A (1996): Zinc oxide in treating E-coli diarrhea in pigs after weaning. *Comp Cont Educ Pract*, 18, S26-&
- (26) Holzel CS, Muller C, Harms KS, Mikolajewski S, Schafer S, Schwaiger K, Bauer J (2012): Heavy metals in liquid pig manure in light of bacterial antimicrobial resistance. *Environ Res*, 113, 21-7
- (27) IARC (2006): Cobalt in hard metals and cobalt sulfate, gallium arsenide, indium phosphide and vanadium peroxide. World Health Organisation, International Agency for Research on Cancer, Lyon, France, Monographs on the evaluation of cancerogenic risks to humans, Vol. 86,
- (28) Kicking T, Humer J, Aichberger K, Würzner H, Windisch W (2008): Survey on zinc and copper contents in dung from Austrian livestock production. *Bodenkultur*, 59, 101-10
- (29) Kicking T, Würzner H, Windisch W (2009): Zinc and copper in feeds, slurry and soils from Austrian pig fattening farms feeding commercial complete feed or feed mixtures produced on-farm. *Bodenkultur*, 60, 47-56
- (30) Kirchgessner M, Gabler S, Windisch W (1997): Homeostatic adjustment of selenium metabolism and tissue selenium to widely varying selenium supply in 125I labeled rats. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 82, 238-50
- (31) Kirchgessner M & Pallauf J (1973): Zum Einfluß zusätzlicher Eisengaben an Muttersauen ante partum als Anämieprophylaxe bei Saugferkeln, *Züchtungskunde* 45; Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin
- (32) Kirchgessner M & Weigand E (1975): Zur Wirksamkeit von einmalig oral zu verabreichenden Eisen-Depot-Tabletten bei der Eisenmangelanämie von Saugferkeln, *Z. Tierphysiol., Tierernähr. u. Futtermittelkde.*; Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin
- (33) Kirchgessner M & Weigand E (1973): Zur Wirksamkeit von Eisenkomplexsalzen bei Saugferkeln nach oraler Applikation, *Z. Tierphysiol., Tierernähr. u. Futtermittelkde.*; Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin
- (34) Klasing KC, Knight CD, Forsyth DM (1980): Effects of iron on the anti-coli capacity of sow's milk in vitro and in ligated intestinal segments. *J Nutr*, 110, 1914-21
- (35) Knight CD, Klasing KC, Forsyth DM (1983): E. coli growth in serum of iron dextran-supplement pigs. *Journal of animal science*, 57, 387-95
- (36) Krstic B, Jokic Z, Pavlovic Z, Zivkovic D (2012): Options for the production of selenized chicken meat. *Biol Trace Elem Res*, 146, 68-72
- (37) Lavorenti A (1972): Utilization of dietary iron by pigs and rats. *Diss. Abstr. Int.*, 33BV, 509-10
- (38) Lee SH, Shinde P, Choi J, Park M, Ohh S, Kwon IK, Pak SI, Chae BJ (2008): Effects of dietary iron levels on growth performance, hematological status, liver mineral concentration, fecal microflora, and diarrhea incidence in weanling pigs. *Biol Trace Elem Res*, 126 Suppl 1, S57-68
- (39) Lipinski P, Starzynski RR, Canonne-Hergaux F, Tudek B, Olinski R, Kowalczyk P, Dziaman T, Thibaudeau O, Gralak MA, Smuda E, Wolinski J, Usinska A, Zabielski R (2010): Benefits and risks of iron supplementation in anemic neonatal pigs. *Am J Pathol*, 177, 1233-43
- (40) Lison D, De Boeck M, Verougstraete V, Kirsch-Volders M (2001): Update on the genotoxicity and carcinogenicity of cobalt compounds. *Occup Environ Med*, 58, 619-25
- (41) Mahan DC & Parrett NA (1996): Evaluating the efficacy of selenium-enriched yeast and sodium selenite on tissue selenium retention and serum glutathione peroxidase activity in grower and finisher swine. *Journal of animal science*, 74, 2967-74
- (42) Martin L, Lodemann U, Bondzio A, Gefeller EM, Vahjen W, Aschenbach JR, Zentek J, Pieper R (2013): A high amount of dietary zinc changes the expression of zinc transporters and metallothionein in jejunal epithelial cells in vitro and in vivo but does not prevent zinc accumulation in jejunal tissue of piglets. *J Nutr*, 143, 1205-10
- (43) Meyer H, Kröger H, Prothmann I (1977): Untersuchungen über Rückstandsbildung beim Schwein in Abhängigkeit von Art und Dauer der Cu-Fütterung. *Züchtungskunde*, 49, 225-32

- (44) NRC (2005): Mineral tolerance of animals. The National Academic Press
Washington D.C., USA,
- (45) NRC (2012): Nutrient requirements of swine. Nat. Acac. Press, Washington DC., USA,
- (46) Pallauf J, Kauer C, Most E, Habicht SD, Moch J (2012): Impact of dietary manganese concentration on status criteria to determine manganese requirement in piglets. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)*, 96, 993-1002
- (47) Pallauf J & Kirchgessner M (1973): Zur Prüfung von Eisenpräparaten in der Anämieprophylaxe bei Saugferkeln, *Züchtungskunde* 45/119; Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin
- (48) Patruta SI & Horl WH (1999): Iron and infection. *Kidney Int Suppl*, 69, S125-30
- (49) Roth JA & Garrick MD (2003): Iron interactions and other biological reactions mediating the physiological and toxic actions of manganese. *Biochem Pharmacol*, 66, 1-13
- (50) Rout GR & Das P (2003): Effect of metal toxicity on plant growth an metabolism. I. Zinc. *Agronomie*, 23:3-11,
- (51) Sazawal S, Black RE, Ramsan M, Chwaya HM, Stoltzfus RJ, Dutta A, Dhingra U, Kabole I, Deb S, Othman MK, Kabole FM (2006): Effects of routine prophylactic supplementation with iron and folic acid on admission to hospital and mortality in preschool children in a high malaria transmission setting: community-based, randomised, placebo-controlled trial. *Lancet*, 367, 133-43
- (52) SCF (2000): European Commission - Scientific Committee on Food: Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Upper Intake Level of Selenium.
- (53) Schöne F, Steinhöfel O, Weigel K, Bergmann H, Herzog E, Dunkel S, Kirmse R, Leiterer M (2013): Selenium in feedstuffs and rations for dairy cows including a view of the food chain up to the consumer. *J. Verbr. Lebensm.*, 8, 271-80
- (54) Schwarz S & Freudenschuss A (2004): Referenzwerte für Schwermetalle in Oberböden. Auswertungen aus dem österreichweiten Bodeninformationssystem BORIS. Monographien M-170, Umweltbundesamt, Wien, Österreich,
- (55) Shell TC & Kornegay ET (1996): Zinc concentration in tissues and performance of weanling pigs fed pharmacological levels of zinc from ZnO, Zn-Methionine, Zn-Lysine or ZnSO₄. *Journal of Animal Science*, 74 (7), 1584-93
- (56) Shelton NW, Jacob ME, Tokach MD, Nelssen JL, Goodband RD, Dritz SS, De Rouchey JM, Amachawadi RG, Shi X, Nagaraja TG (2009): Effect of copper sulfate, zinc oxide and neoterramycin on weanling pigs growth and antibiotic restistance rate for fecal *Escherichia coli*. *Kansas Agris Exp Sta Rep*, 1020, 73-9
- (57) Stemme K, Lebzien P, Flachowsky G, Scholz H (2008): The influence of an increased cobalt supply on ruminal parameters and microbial vitamin B12 synthesis in the rumen of dairy cows. *Arch Anim Nutr*, 62, 207-18
- (58) Turin CG, Zea-Vera A, Pezo A, Cruz K, Zegarra J, Bellomo S, Cam L, Llanos R, Castaneda A, Tucto L, Ochoa TJ (2014): Lactoferrin for prevention of neonatal sepsis. *Biometals*,
- (59) UBA (2001): Grundsätze und Maßnahmen für eine vorsorgeorientierte Begrenzung von Schadstoffeinträgen in landbaulich genutzte Böden. Umweltbundesamt, Berlin, UBA-Texte 06-04,
- (60) Ullrey DE, Miller ER, West DR, Schmidt DA, Seerley RW, Hoefler JA, Luecke RW (1959): Oral and parenteral Administration of iron in the prevention and treatment of baby pig anemia. *J Anim Sci*, 18,
- (61) Underwood EJ (1977): Trace elements in human and animal nutrition. Academic Press, New York, 4th edn, 302-46
- (62) Underwood EJ & Suttle NF (1999): The Mineral Nutrition of Livestock. CABI Publishing, Wallingford, , Oxon, 3rd ed
- (63) Vahjen W, Pietruszynska D, Zentek J (2014): Pharmacological concentrations of dietary zinc oxide increase enterobacterial antibiotic restistance against tetracycline and sulfonamides in weaned piglets. *Physiology SoN, Proc. Soc. Nutr. Physiol.*,

Autorenanschrift

Prof. Dr. Wilhelm Windisch
Lehrstuhl für Tierernährung
Hans-Eisenmann-Zentrum
Liesel-Beckmann-Straße 2
85354 Freising
wilhelm.windisch@wzw.tum.de

Garantiert saftig und zart



Schweinsbraten

Das AMA-Gütesiegel garantiert ausgezeichnete Qualität.

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



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

N-Effizienz in der Rinderfütterung

Dr. Hubert Schuster, Petra Rauch

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Grub

Einleitung

Ziel in der Landwirtschaft ist unter anderem ein geschlossener Stoffkreislauf und damit auch die Vermeidung von Überschüssen in der Fütterung und Düngung. Daher benötigt ein viehhaltender Betrieb für eine optimale Düngung der Flächen die Kenntnis der in der Tierhaltung anfallenden Gülle- und Nährstoffmengen. Diese sind auch z.B. für den Flächennachweis bei Genehmigungsverfahren notwendig. Zur Arbeitsvereinfachung können Standardwerte verwendet werden (DLG 2014). Die N-Ausscheidung ist aber vom Fütterungs- und Leistungsniveau des Einzelbetriebs abhängig. Bei Flächenknappheit kann eine einzelbetriebliche Betrachtung angebracht sein und Vorteile bringen. Im weiteren Sinne könnte die N-Effizienz - die Umsetzung von Futtereiweiß in tierisches Eiweiß - aber auch als wertvoller Parameter zur Beurteilung der Ration und ihrer Wirtschaftlichkeit in der Rinderfütterung dienen. Die Rationsbeurteilung in Bezug auf Eiweißeinsatz und -verwendung war u.a. auch Thema des Projekts „Eiweißauswertung Bayern“, das im Rahmen der Bayerischen Eiweiß-Initiative von 2013 bis 2014 lief und in Zusammenarbeit mit den Fachzentren Rinderhaltung und Rindermast sowie dem LKV Bayern durchgeführt wurde. Ziele des gesamten Vorhabens waren u.a.:

- Einsatz und Verbrauch von Eiweißfuttermitteln
- Umfang der Eiweißversorgung aus betriebseigenen Eiweißfuttermitteln (Grob- und Kraftfutter) und Ansatzpunkte in der Futterlogistik
- Auswirkung auf Leistungsparameter (z.B. Milchleistung bei Kühen, Zunahmen in der Rindermast)
- Empfehlungen zur Optimierung der Eiweißversorgung in der praktischen Beratung
- Ableitung von Effizienzkennzahlen für Energie und Eiweiß als Beratungsinstrument

Ziel der vorliegenden Berechnung war es, die N-Effizienz der teilnehmenden Betriebe im Stichprobenzeitraum abzubilden, sowie die Literatur-Angaben hierzu in der Praxis zu validieren.

Material und Methoden

Zur Abschätzung der verfütterten Eiweißkomponenten und -mengen wurden in 2013 auf 94 Milchvieh- und 14 Rindermast-Betrieben über einen Zeitraum von 10 (Milchvieh) bzw. 20 Tagen (Rindermast) die Futtermengen und die Futterzusammensetzung sowie die tierischen täglich Leistungen erfasst. Gleichzeitig erfolgte die Analyse von Einzelfuttermitteln sowie der Totalen Misch- (TMR) bzw. Teilration (Tab. 1).

Tabelle 1: Aufstellung der erfassten Daten auf den Milchvieh- und Rindermast-Praxisbetrieben

Parameter	Häufigkeit der Erfassung	Datenquelle
Allgemein		
Menge der Einzelfutter in der TMR	täglich	Landwirt
Menge und Art der Futtermittel bei Zuteilung über Krafffutter-Station bzw. Handgaben	täglich	Landwirt
Menge des Futterrestes	täglich	Landwirt
Futteranalyse der 5 Hauptbestandteile der Ration	1malig zu Beginn	LKV-Berater, LKV-Labor
Futteranalyse der Totalen bzw. Teilmischration	2malig zu Beginn und Ende	LKV-Berater/Landwirt, LKV-Labor
TM-Bestimmung der Totalen bzw. Teilmischration	8 – 10 im Erfassungszeitraum	Landwirt/LKV-Berater/ Fachzentrum/ITE
Inhaltstoffangaben zu den eingesetzten und nicht untersuchten Futtermitteln (Deklarationen, Misch-Angaben)	1malig	LKV-Berater, Futtermittelfirmen
Anzahl Tiere	täglich	Landwirt
Milchvieh zusätzlich		
Tankmilch, Kälbermilch, verworfene Milchmenge, Eigenverbrauch	täglich	Landwirt
Milchinhaltsstoffe (Fett-%, Eiweiß-%, Harnstoffgehalt)	1-5malig	Milchprüfing, LKV
Mittleres Laktationsstadium	1malig	LKV
Allgemeine Angaben zu Haltung, Lüftung, Management	1malig	LKV-Berater
Rindermast zusätzlich		
Lebendgewicht	1malig	LKV-Berater
Durchschnittliche Tageszunahmen	1malig	LKV-Berater

Die Auswahl der Betriebe erfolgte durch die LKV-Berater, die die Betriebe auch bei der Projektorganisation unterstützten. Es wurden sowohl Betriebe ausgewählt, die ausschließlich oder mit hohen Anteilen an heimischen Futtermitteln arbeiten, als auch einige Betriebe, die nicht ganz auf den Einsatz von Sojaextraktionsschrot verzichten. Voraussetzung für die Teilnahme war ein Futtermischwagen mit Wiegeeinrichtung und die Bereitschaft zur zuverlässigen Datenerfassung.

Die Milchvieh-Betriebe hielten im Mittel 70 Kühe (ohne Trockensteher) bei einer Spanne von 18 – 195 Tieren. Das mittlere Leistungsniveau lag für das Jahr 2013 nach LKV-Daten bei 8.520 kg ECM je Kuh und Jahr und wies eine Schwankungsbreite von 6.770 bis 10.330 kg auf. Die Milchleistung lag damit über dem Durchschnitt der auf Milchleistung geprüften Kühe in Bayern mit 7143 kg (LKV 2013). Die

Futtergrundlage bestand bei allen Betrieben aus Mais- und Grassilagen in unterschiedlichen Anteilen. Die jeweiligen Herden befanden sich im Mittel zwischen dem 110. und dem 235. Laktationstag.

Die Rindermast-Betriebe wiesen im Durchschnitt 187 Mastplätze auf (23 - 530) und erzielten durchschnittliche Tageszunahmen von 1354 g (1285 – 1420 g), welche damit knapp über dem bayerischen Durchschnitt von 1327 g lagen (LKV 2013). Das durchschnittliche Lebendgewicht der Tiere betrug 468 kg (387 – 540 kg). Die Futtergrundlage war Maissilage.

Die Einzeldaten wurden am Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft (ITE) zusammengeführt und für den Einzelbetrieb ausgewertet. Die mittleren Rationskennzahlen je Betrieb wurden in einen Gesamtdatensatz aufgenommen, um Gesamt- als auch Regionenvergleiche vornehmen zu können.

Aus den Rationsdaten ergibt sich eine mittlere tägliche Aufnahme von Rohprotein je Tier und Tag für den erfassten Zeitraum von 10 Tagen bei Milchvieh bzw. 20 Tagen in der Rindermast. Diese Rohproteinaufnahme wurde auf einen einheitlichen Laktationstag bzw. Lebendgewicht korrigiert. Für die Berechnung des N-Gehalts wurde für Futtermittel und Fleisch ein einheitlicher Faktor von 6,25 und für Milch aufgrund der unterschiedlichen N-Gehalte ein Faktor von 6,38 eingesetzt. Die N-Effizienz errechnet sich aus der N-Aufnahme aus dem Futter und dem Verbrauch für Milch bzw. Fleisch entsprechend dem Schema der DLG zur Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen (2014):

$$\begin{array}{r}
 \text{Futtermittel A (kg) x N-Gehalt (N = Rohprotein/6,25)} \\
 + \quad \text{Futtermittel B (kg) x N-Gehalt (N = Rohprotein/6,25)} \\
 + \quad \text{etc.} \\
 \hline
 - \quad \text{Milch (kg) x N-Gehalt (N = Rohprotein/6,38)} \\
 - \quad \text{Zuwachs (kg) x N-Gehalt (N = Rohprotein/6,25)} \\
 \hline
 = \quad \text{N-Ausscheidung mit Kot und Harn}
 \end{array}$$

Der N-Aufwand ist mit der aufgenommenen N-Menge (N-Aufnahme) je kg produzierte Einheit (Milch oder Fleisch) definiert. Die Hochrechnung der Bilanzen auf das Gesamtjahr erfolgte bei den Milchkühen über eine zugrunde gelegte Laktationsdauer von 320 Tagen und eine Trockenstehzeit von 45 Tagen, wobei ein gleichbleibendes Fütterungsregime (Über-/Unterversorgung) angenommen wurde. Für die Trockenstehphase wurde eine tägliche Rohprotein-Aufnahme von 1560 g/Tier und Tag angenommen, da die Trockensteherfütterung in den Praxisbetrieben im Rahmen des Projekts nicht erfasst wurde. Dieser Wert ergibt sich aus einem mittleren XP-Gehalt des Futters von 130 g XP/kg TM und einer durchschnittlichen Futteraufnahme von 12 kg TM. Der Hochrechnung bei den Mastbullen wurden ein mittleres Lebendgewicht von 468 kg sowie eine gleichbleibende, 1-phasige Fütterung zugrunde gelegt. Statistische Auswertungen erfolgten mit dem Programm SAS.

Um die Ergebnisse bei den Milchviehbetrieben mit den DLG-Kalkulationen (2014) vergleichen zu können, wurden Klassen gebildet, die in etwa einer jährlichen Milchleistung von 7.000, 8.000, 9.000 und 10.000 kg ECM entsprechen. Die Betriebe waren ungleichmäßig auf die 4 Klassen verteilt (Tab.2).

Tabelle 2: Leistungsklassen der Praxisbetriebe mit mittlerer Milchleistung und Anzahl Betriebe

Einteilungskriterium (kg ECM/Jahr)	Anzahl Betriebe je Klasse	Mittlere Milchleistung je Klasse (kg ECM/Jahr)
< 7.500	8	7.196
7.500 bis 8.500	35	7.958
8.501 bis 9.500	42	8.960
> 9.500	9	9.835

Die Ergebnisse bei den Rindermastbetrieben wurden zusätzlich mit Daten aus einem Versuch zum Rohproteinbedarf bei Fleckviehbullen von Aichner et al. 2013 verglichen.

Ergebnisse

Bei den Milchviehbetrieben lag der mittlere standardisierte Rohprotein-Aufwand (ohne Erhaltungsbedarf) pro kg ECM bei 103 g und schwankte zwischen 67 und 150 g. Der durchschnittliche Harnstoffgehalt lag bei 200 mg/kg Milch (104 – 329 mg/kg). Zwischen gefüttertem Rohprotein bzw. Harnstoff in der Milch und der Tages- bzw. Jahresmilchleistung zeigten sich keine Zusammenhänge. Ebenso wenig zwischen gefüttertem Rohprotein und Laktationstag. Hochsignifikant dagegen war die negative Korrelation zwischen dem Rohproteinaufwand pro kg ECM und der Tages- (-0,53) bzw. Jahresmilchleistung (-0,39). Bei der Analyse nach Milchleistungsklassen steigt die N-Aufnahme pro Jahr mit der Milchleistung. Ab einer mittleren Milchleistungsklasse von 9.000 kg stimmte die Rohprotein- bzw. N-Aufnahme der Praxisbetriebe mit derjenigen der DLG-Kalkulation in etwa überein (Abb.1).

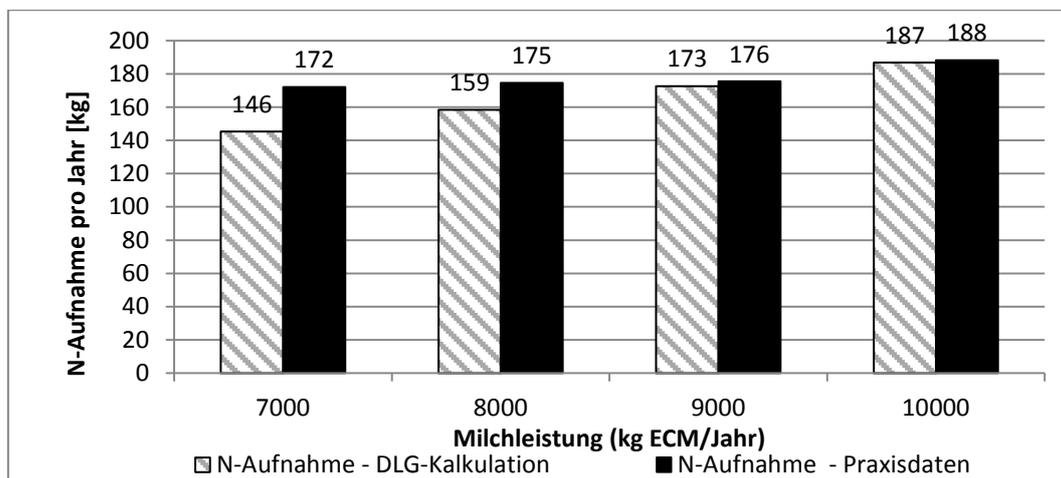


Abb.1: Vergleich der N-Aufnahme bei Milchvieh – Projektdaten und DLG-Modellkalkulationen (Vergleichsmodell: Ackerfutterbaubetrieb ohne Weide)

Bei Leistungen unter 8500 kg ECM wird in den Praxisbetrieben mehr Rohprotein bzw. N verfüttert, als in den Standardrationen angenommen. Analog zeigt sich dieses Bild in den N-Ausscheidungen (Abb.2).

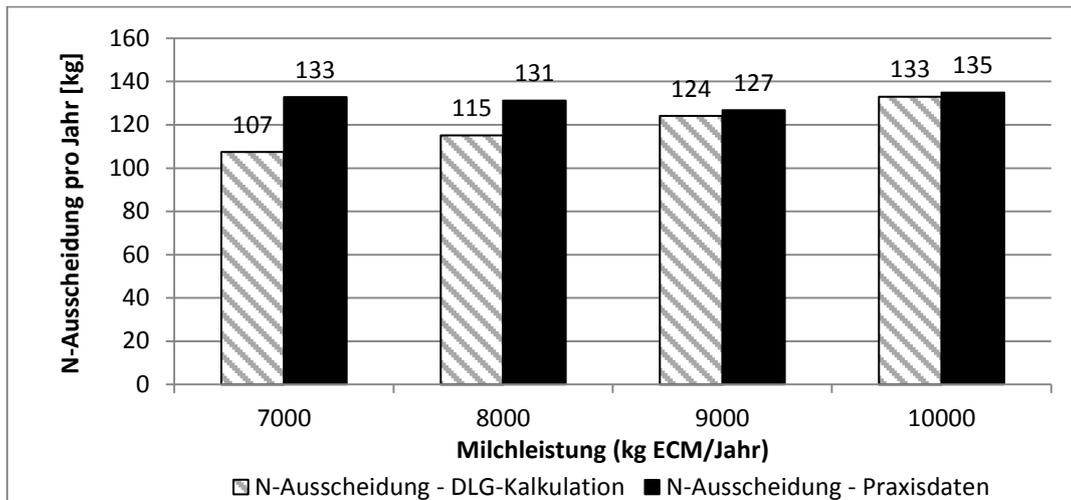


Abb.2: Vergleich der N-Ausscheidung bei Milchvieh - Projektdaten und DLG-Modellkalkulationen (Vergleichsmodell: Ackerfutterbaubetrieb ohne Weide)

Die N-Ausscheidungen pro kg ECM sinken mit zunehmender Milchleistung (Abb.3). Während die Ausscheidungen unter 9.000 kg ECM/Jahr über den DLG-Kalkulationen liegen, stimmen ab einem Leistungsbereich von 9000 kg ECM/Jahr die DLG-Daten gut mit den Praxisdaten überein.

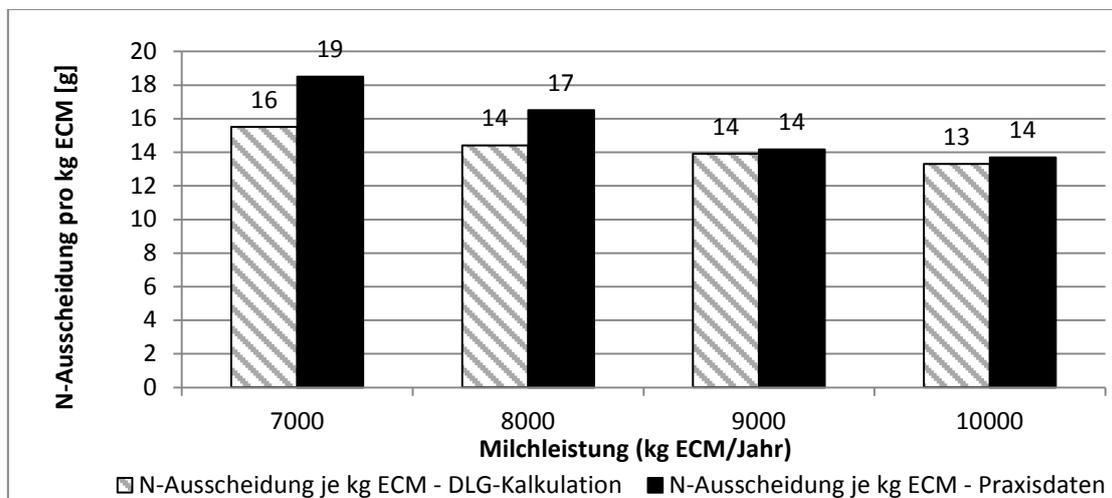


Abb.3: Vergleich der N-Ausscheidungen pro kg ECM bei Milchvieh - Projektdaten und DLG-Modellkalkulationen (Vergleichsmodell: Ackerfutterbaubetrieb ohne Weide)

Für Mastbullen sind die Ergebnisse in Tab. 3 dargestellt. Es ergab sich kein Zusammenhang zwischen XP-Aufnahme und jeweiliger Tageszunahme.

Tabelle.3: Aufnahme und Aufwand für XP und N bei Mastbullen

Parameter		Durchschnitt	Min.	Max.	Aichner/Ettle 2013
Ø Tageszunahmen	g	1354	1285	1420	1586
Ø tägl. XP-Aufnahme bei 468 kg	g	1252	1094	1493	1252
XP-Aufwand/kg Zuwachs	g	855	741	993	831
N-Aufwand/kg Zuwachs	g	137	118	159	133
N-Aufwand/Mastbulle (210 – 750 kg)	kg	74	64	86	72
N-Ausscheidung/kg Zuwachs	g	109	98	131	106
N-Ausscheidung/Mastbulle (210 – 750 kg)	kg	59 ¹⁾	49	71	57

¹⁾Die durchschnittlichen N-Ausscheidungen für Mastbullen werden in der DLG-Kalkulation mit 55,1 kg/Mastbulle angegeben.

Diskussion

In den teilnehmenden Milchviehbetrieben sind höhere Milchleistungen keinesfalls mit einem höheren Harnstoffgehalt und/oder einem höheren Protein-/N-Aufwand pro kg Milch verbunden. Es zeigt sich im Gegenteil eindeutig, dass nicht nur der Gesamtaufwand, sondern auch der um den Erhaltungsbedarf bereinigte Rohprotein- bzw. N-Aufwand pro kg Milch mit zunehmender Milchleistung sinkt. Auf die Rationskalkulation bezogen bedeutet dies jedoch, dass erst in den höheren Milchleistungsklassen Kalkulation und Aufwand übereinstimmen. Daraus könnte auf das Fehlen einer leistungsangepassten Fütterung in den unteren Leistungsklassen geschlossen werden. Bei den teilnehmenden Betrieben, die mit Totaler Mischration arbeiten wird daneben bewusst ein Luxuskonsum toleriert. Auch die Tatsache, dass die 10tägige Datenerhebung auf das Gesamtjahr hochgerechnet wurde, birgt einen größeren Schwankungsbereich in sich.

Bei den teilnehmenden Rindermastbetrieben war eine höhere XP-Versorgung nicht mit höheren Zunahmen verbunden. Gleichzeitig war kein Zusammenhang zwischen Leistungssteigerung und besserer N-Verwertung zu erkennen. Die N-Ausscheidungen konnten durch einen Vergleich mit Daten aus Fütterungsversuchen in Grub zur Eiweißversorgung bei Mastbullen von Aichner et al. 2013 validiert werden und liegen nicht wesentlich über den DLG-Kalkulationen. Im Unterschied zu Aichner et al. 2013 wurden jedoch bei den untersuchten Betrieben bei gleicher Eiweiß-Versorgung geringere Zunahmen und damit eine geringere N-Effizienz erzielt. Gründe hierfür können Tiermaterial (Fleischzuchtwert des Vaters), Aufstallung, Unter-/Übersorgung mit anderen Nährstoffen sein. Daneben könnten Effekte wie unterschiedliche Futteraufnahme und daraus resultierende zu hohe bzw. zu niedrige XP-Aufnahme bzw. Managementfaktoren hineinspielen.

Schlussfolgerungen

Die Stickstoffeffizienz in der Rinderfütterung unterliegt einem breiten Schwankungsbereich. Für die Berechnung gibt es praxistaugliche Modellkalkulationen. Eine Verbesserung in der Stickstoffeffizienz ergibt sich nicht nur aus einer Leistungssteigerung durch Reduzierung des relativen Erhaltungsbedarfs, sondern auch über eine Fütterung, die besser der Leistung angepasst ist. Die Einflussfaktoren für eine nicht optimale Effizienz in den Projektbetrieben sollten dabei noch genauer

bestimmt werden. Eine regelmäßige Erfassung des Futter- und Eiweißaufwandes empfiehlt sich. Für die Rindermast liegt das größte Potenzial in der Phasenfütterung. Die Einbeziehung der N-Effizienz in Form von „Aufwand Rohprotein pro Leistungseinheit Milch/Fleisch“ in die Rationsberechnung und -kontrolle könnte hier als Kontroll-/Steuerungsinstrument dienen.

Literaturverzeichnis

AICHNER et al. (2013): Untersuchungen zum Rohproteinbedarf in der intensiven Mast von Fleckviehbulen. In: Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Tagungsband, Bonn, Verband der Landwirtschaftskammern

DLG – Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft (2014): Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere. Arbeiten der DLG, Band 199, 2. Auflage, DLG-Verlag Frankfurt

LKV- Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e.V. (2013): Leistungs- und Qualitätsprüfung in der Rinderzucht. 6

LKV- Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e.V. (2013): Fleischleistungsprüfung in Bayern. 76

Autorenanschrift

Dr. Hubert Schuster, Petra Rauch
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft
Prof.-Dürrwachter-Platz 3
D-85586 Grub
Hubert.Schuster@LfL.bayern.de

Nährstoffausscheidungen über Wirtschaftsdünger aus der Rinderhaltung

Werner Lüpping

Die Nährstoffgehalte für Wirtschaftsdünger werden in Kilogramm je m³ bzw. je Tonne Festmist angegeben. Die veröffentlichten analysierten Werte schwanken erheblich und lassen keine Aussagen über die tatsächlichen Ausscheidungen zu, da Angaben zu Trockenmassegehalten und Volumen fehlen. Ein Teil der variierenden Gehalte ist durch den fehlenden Bezug auf die Trockenmasse (TM) begründet, da die TM erheblich durch die Wasserzusätze (Reinigung Melkanlagen, Melkstand, Laufflächen), Regenwasser und Verdunstung beeinflusst wird. Hinzu kommen Futter- und Einstreureste sowie nicht verwertbare Milch. Auch für die Düngung sind daher die veröffentlichten Werte einzelbetrieblich nicht verwertbar.

Selbst bei Erfassung der betrieblichen Mengen und einzelbetrieblicher Analysenwerte sind Aussagen mit großen Fehlern behaftet, da eine repräsentative Probenahme schwierig ist und bei Stickstoff (N) aufgrund der N-Verluste - überwiegend in Form von Ammoniak - die analysierten Gehalte deutlich geringer sind als die tatsächlich ausgeschiedenen Mengen. Grundsätzlich fehlen natürlich auch dann immer noch die Ausscheidungen während der Weidezeit. Außerdem sind in den Betrieben die Ausscheidungen der Rinder i.d.R. nicht nach Gruppen (Kühe, Jungvieh, Mast) getrennt. Für die Bemessung der Düngung können Analysen bei repräsentativer Probenahme aus der vollständig aufgerührten Gülle jedoch gute Anhaltswerte liefern.

Bilanzierung

Der Nährstoffanfall in der Rinderhaltung ergibt sich rechnerisch aus der Bilanzierung der Nährstoffströme. Die Differenz zwischen dem Nährstoffinput aus der Fütterung und der Nährstoffbindung in den ausgeschiedenen bzw. abgegebenen Produkten (Milch, Tiere) bzw. im Nährstoffansatz (Körperzuwachs, Kalb) ergibt den Nährstoffanfall im Wirtschaftsdünger. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der Stickstoff (N) in unterschiedlicher Form vorliegt (in Futtermitteln, Milch und Ansatz als Protein, in den Ausscheidungen als restliches Futterprotein, bakterielles Protein, Harnstoff sowie anderen N-haltigen Produkten). Außerdem wird ein Teil der Stickstoffausscheidungen zu Ammoniak umgewandelt, das im Stall, während der Lagerung und der Ausbringung in die Luft entweicht. Die in der Praxis in den Wirtschaftsdüngern gemessenen N-Werte erfassen daher nur einen Teil der tatsächlichen N-Ausscheidungen. Im aktuellen Entwurf der neuen DüngVO (Stand Sept. 2014) werden für Stall- und Lagerverluste von Rindergülle bis zu 15 % der Standardausscheidungen angesetzt, für Stall-, Lager- und Aufbringungsverluste max. 70 %. Ferner sind Umrechnungsfaktoren für Phosphor(P) und Kalium(K) zu beachten, da in der Fütterung mit den Gehalten an P und K gerechnet wird, während in der Düngung die Gehalte an Phosphat ($P \cdot 2,291$) und Kali ($K \cdot 1,205$) herangezogen werden.

Die Bilanzen für verschiedene Produktionsverfahren sind von einer Arbeitsgruppe des DLG Arbeitskreises Futter und Fütterung und dem Bundesarbeitskreis der Fütterungsreferenten erarbeitet und in der DLG Broschüre 199 umfassend zusammengestellt worden. Die Grundlagen und das Verfahren der Bilanzierung sind dort eingehend beschrieben.

Grundsätzlich wird bei der Berechnung für die Rinderhaltung mit einer guten Produktionstechnik und einer den Bedarfsempfehlungen angepassten Fütterung kalkuliert. Die Bilanzen sind für unterschiedliche Grundfuttersituationen und Leistungsniveaus angegeben. Bei den Futtermitteln sind

die aktuellen Gehalte der letzten Jahre unterstellt und beim Ansatz neue Ergebnisse aus Versuchen berücksichtigt. In Übersicht 1 sind die aktuellen Standardausscheidungen für ausgewählte Verfahren zusammengestellt.

Übersicht 1: Nährstoff Standardausscheidungen in der Rinderhaltung

Verfahren	Standardausscheidung (kg/Tier)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Milcherzeugung, Grünland mit Weide			
6.000 kg ECM	114	36	134
8.000 kg ECM	129	43	142
10.000 kg ECM	143	47	150
Milcherzeugung, Ackerfutter ohne Weide			
6.000 kg ECM	100	36	104
8.000 kg ECM	115	42	116
10.000 kg ECM	133	47	125
Jungviehaufzucht, 27 Mo EKA			
Grünland mit Weide	129	37	159
Ackerfutter ohne Weide	102	34	124
Mutterkuh, schwer, 230 kg Absetzer	105	31	129
Fresseraufzucht, 80-210 kg	5,8	2,0	5,5
Bullenmast ab Kalb, 19 Mo bis 750 kg	62	23	50

DLG 2014

Den größten Einfluss auf die Ausscheidungen bei gegebener Leistung hat das Fütterungsverfahren mit einer angepassten Fütterung. Grundsätzlich führen Verfahren mit hohen Grünlandanteilen zu höheren N und K Ausscheidungen, weil aufgrund der Protein- und Kaligehalte in den Grasprodukten eine bedarfsüberschreitende Versorgung insbesondere bei geringen Leistungen nicht immer verhindert werden kann. Eine Versorgung über die Nährstoffempfehlungen hinaus führt jedoch immer zu höheren Ausscheidungen mit dem Wirtschaftsdünger. Daher kann die bilanzierte Standardausscheidung nur erreicht werden, wenn die Nährstoffgehalte im betriebseigenen Futter bekannt und die Rationsergänzungen darauf abgestimmt sind. Hier kommt den Proteingehalten in den Grasprodukten eine besondere Bedeutung zu, da sie erheblichen Schwankungen unterliegen. Auch die Ergänzung mit Mineralfuttermitteln hinsichtlich Menge und P Gehalt ist in einigen Betrieben kritisch zu überprüfen, da insbesondere bei grasbetonten Rationen nicht immer eine P Ergänzung erforderlich ist. Bei der Bullenmast sollte die Proteinergänzung den Bedarfsempfehlungen angepasst werden, da zusätzliche Proteinmengen die N-Ausscheidungen erhöhen.

Auch bei einphasigen TMR Fütterungsverfahren sind die Ausscheidungen häufig vergleichsweise hoch. Die Nährstoffgehalte in der Mischung sind i.d.R. für die höchsten Leistungen ausgelegt, so dass die Kühe bei fallenden Leistungen häufig mit Nährstoffen übertersorgt werden.

Der Einfluss der Leistungshöhe ist differenziert zu beurteilen. Mit steigenden Milchleistungen nehmen die Ausscheidungen je Tier zwar zu, unter Umweltgesichtspunkten sind jedoch die Ausscheidungen je Produkteinheit entscheidend. Im Beispiel der Milchproduktion auf Grünland mit Weide betragen die N Ausscheidungen bei 6.000 kg ECM 114 kg, bei 10.000 kg erhöhen sie sich 143 kg. Bei Bezug auf die erzeugte Milch sinkt hingegen die N-Ausscheidung von 19 g/kg ECM bei 6.000 kg Milchleistung auf 14,3 g/kg ECM bei einer Kuh mit 10.000 kg Milchleistung! Auch unter Gesichtspunkten der Düngeverordnung ist die hohe Leistung vorteilhaft, denn mit der 170 kg N Grenze aus Wirtschaftsdünger dürfen zwar weniger Kühe je ha gehalten werden, aufgrund der Leistung wird jedoch mehr Milch je ha erzeugt.

Einzelbetriebliche Abschätzung

Die Standardnährstoffausscheidungen sind Grundlage für die Berechnungen und Nachweise aufgrund der Dünge-Verordnung. Wer geringere Werte ansetzen will, muss entsprechende einzelbetriebliche Nachweise führen. Für die Milcherzeugung bietet sich als Controlling Instrument für die N-Ausscheidung der Milchharnstoffgehalt an, da die Harnstoffgehalte einen guten Hinweis auf die Eiweißversorgung geben. Die von Bannik und Hindle (2003) abgeleitete Schätzformel konnte auch unter unseren Verhältnissen verifiziert werden. Bei einer Milchleistung von 7.000 kg liegen nach dieser Schätzung die N-Ausscheidungen zwischen 102 kg bei 150 ppm Milchharnstoff und 131 kg N bei 300 ppm Milchharnstoff. Der Harnstoffgehalt dürfte daher in vielen Betrieben Möglichkeiten zur Verringerung der N-Ausscheidungen mit dem Wirtschaftsdünger bieten. Aufgrund der niederländischen Erfahrungen ist dies ein durchaus erfolgversprechender Weg zur Senkung der N-Ausscheidungen und zur Verminderung der NH₃ Verluste ohne nennenswerte Leistungseinbußen. Für die P und K Ausscheidungen sowie die anderen Verfahren gibt es bisher kein vergleichbar einfaches Controlling Instrument.

Eine gute Möglichkeit zur Kalkulation der N und P Ausscheidungen für alle Verfahren bietet die einzelbetriebliche Bilanzierung der Nährstoffströme. Betriebe, die an der Betriebszweigabrechnung teilnehmen, haben bereits eine vorzügliche Datengrundlage, um mit den tatsächlich verfütterten Mengen und deren Gehalten den Nährstoffinput zu berechnen. Die Nährstoffabgabe über Milch und Tierverkäufe sowie die Festlegung von Nährstoffen im Zuwachs sind einfach zu kalkulieren, so dass als Saldo die Nährstoffausscheidungen im Wirtschaftsdünger errechnet werden können. Im Vergleich zu den Standardwerten ergeben sich Hinweise auf Optimierungsmöglichkeiten.

Deutliche Verminderungen gegenüber den Standardausscheidungen ergeben sich evtl. zukünftig durch den Einsatz von Aminosäuren in Verbindung mit geringeren Proteingehalten.

Hinsichtlich der besseren Nutzung der Nährstoffe im Wirtschaftsdünger gibt es bei den Ausbringungsverfahren Potential zur weiteren Verminderung der N-Verluste. Eine nährstoffgesteuerte Gülleausbringung über online NIRS Messverfahren ist technisch möglich, wird aber derzeit aufgrund der Kosten noch nicht in der Praxis verwendet.

Entwicklungsbedarf besteht bei Verfahren zur Gülleaufbereitung. Insbesondere in viehstarken Gebieten wird die Anwendung des Mehrnährstoffdüngers Gülle stark eingeschränkt, wenn eine P-Düngung bei hochversorgten Böden nicht oder nur noch eingeschränkt möglich ist. Auch der Anbau von Leguminosen schränkt den Einsatz von Wirtschaftsdünger ein, da sie keinen oder nur einen sehr geringen N Düngungsbedarf haben.

Literatur

Bannik, A. und V.A. Hindle (2003): Prediction of N intake and N excretion by dairy cows from milk urea data; Report 03 000857, Animal Science Group Lelystad

DLG Band 199 (1014): Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere, 2. Auflage, DLG Verlag

Autorenanschrift

Dr. Werner Lüpping
Alte Dorfstr.36
24253 Probsteierhagen
luepping@t-online.de

Zusammensetzung und Düngewirkung von Biogasgärresten

Sabine von Tucher¹, Fabian Lichti^{1,2}, Florian Ebertseder^{1,2}, Urs Schmidhalter¹

¹ Lehrstuhl für Pflanzenernährung, Technische Universität München, Freising

² Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising

Einleitung

Obwohl sich der Zuwachs an Anlagen in den letzten Jahren deutlich abgeschwächt hat, waren 2013 in Bayern mehr als 2300 Biogasanlagen in Betrieb (Strobl, 2014). Als Substrate werden vornehmlich Maissilage (44%), Rindergülle/-mist (28%), Grassilage (10%) und Ganzpflanzensilage (8%) eingesetzt, der Rest verteilt sich auf Schweinegülle/-mist (6%), Geflügeltrockenkot/-mist (2%), Körner (1%) und sonstiges (1%) (Strobl, 2012).

Mit den Substraten gelangen Mineralstoffe in die Biogasanlage, deren Menge in der Anlage weitestgehend erhalten bleibt. Die Mineralstoffe wie N, P, K, S, Mg und Spurenelemente finden sich somit in den Biogasgärresten wieder. Dabei liegt der Stickstoff wie in den meisten anderen organischen Düngern entweder als $\text{NH}_4\text{-N}$ oder in Form von organischem N vor. Gegenüber tierischer Gülle wird häufig angenommen, dass wegen des stärkeren Abbaus an organischer Substanz in Biogasgärresten ein höherer $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehalt und höherer $\text{NH}_4\text{-N}$ -Anteil am Gesamt-N, sowie geringeres C:N Verhältnis vorliegen (Gutser et al., 1987; de Boer, 2008). Die Konzentrationen an Mineralstoffen in Biogasgärresten unterliegen jedoch starken Schwankungen (Möller und Müller, 2012). Dies ist bedingt durch den Einsatz von sehr variabel zusammengesetzten Substraten und deren unterschiedlicher Abbaubarkeit sowie durch die verschiedenen Abbaubedingungen im Fermenter. Ein weiterer Faktor für die hohe Variabilität der Nährstoffgehalte in Biogasgärresten ist die häufig durchgeführte Separierung der Gärreste in einen flüssigen (Dünnseparat) und einen festen Anteil (Feststoff). Gehalt und Verteilung auf die beiden Fraktionen sind für die einzelnen Mineralstoffe unterschiedlich (Möller und Müller, 2012) und hängen von der Art der Bindung der Mineralstoffe und dem Grad der Separierung ab.

Eine nachhaltige und umweltschonende Erzeugung von Biogas erfordert den effizienten und verlustarmen Einsatz von Biogasgärresten im landwirtschaftlichen Produktionsprozess. Hierfür sind Kenntnisse über die Zusammensetzung der Biogasgärreste und über die Düngewirkung der einzelnen Mineralstoffe von entscheidender Bedeutung. Während die Einschätzung der N-Wirkung von Biogasgärresten in der Literatur widersprüchlich ist (Gutser et al., 1987; Gunnarsson et al., 2010; Fouda et al., 2013; Nkoa, 2014), liegen zur Wirkung von P (Bachmann et al., 2011) und S noch wenige Ergebnisse vor (von Tucher et al., 2009; Assefa et al., 2013).

Material und Methoden

Die N-, P- und S-Wirkung der Biogasgärreste wurde in Gefäßversuchen mit Topfgrößen von 5 bis 12-Liter und 6-10 kg jeweils geeigneter Böden (N: Lu, Ls, Mineral-N vor Versuchsbeginn abgeschöpft; P: Lu mit 1,8-2,1 mg CAL P_2O_5 /100g, pH in CaCl_2 4,8 und 6,5; S: Ls, Sl mit 0,3-0,5 mg $\text{SO}_4\text{-S}$ /100g Boden) bestimmt.

Für die N-Versuche erfolgte die Düngung der Biogasgärreste (Tab. 1) auf der Basis einer einheitlichen $\text{NH}_4\text{-N}$ -Menge (300 mg $\text{NH}_4\text{-N}$ /Düngeapplikation und Gefäß mit 10 kg Boden). Um NH_3 -Verluste zu vermeiden, wurden die Gärreste sofort nach dem Ausbringen eingearbeitet. Zum Einsatz kamen in getrennten Experimenten jeweils eine Auswahl an 7 nicht separierten Gärresten, 4 aus Co-Fermentation von Energiepflanzen mit tierischen Ausscheidungen (CF 1-4) und 3 auf rein pflanzlicher Basis durch Vergärung von Energiepflanzen (PB 1-3) bzw. an 7 Dünnsparaten (DS) und den dazugehörigen 7 Feststoffen (FS) nach der Separierung von Biogasgärresten (DS 1 bis 7; FS 1 bis 7). Die Haupt-Substratbestandteile der nicht separierten Gärreste waren tierische Ausscheidungen 0-86 %, Maissilage 14-71 %, Klee/Gras 0-100 %, die Substrate der separierten Gärreste waren tierische Ausscheidungen 0 bzw. 67 %, Maissilage 15-98 %, Grassilage 0-80 %.

Die N-Wirkung wurde mit Weidelgras (*Lolium perenne*) in zwei Experimenten über 11 und 13 Monate in insgesamt 5 Wachstumszyklen mit jeweils 1-3 Aufwüchsen geprüft. Zu jedem der 5 Wachstumszyklen wurde einmal gedüngt. Der Versuchsaufbau enthielt eine ungedüngte Kontrolle sowie zum Vergleich eine Mineraldüngung mit 300 mg N/Gefäß als NH_4NO_3 .

Die Düngung der P-Versuche wurde auf der Basis der Gesamt-P-Gehalte der Biogasgärreste mit 350 mg P/Gefäß durchgeführt. Bei den Gärresten handelte es sich um Dünnsparate und deren zugehörige Feststoffe aus drei Biogasanlagen, die Energiepflanzen zu 70-98% und Wirtschaftsdünger zu 2-33% als Substrate einsetzen. Die Versuche enthielten jeweils Kontrollen ohne P-Düngung sowie mineralische P-Düngestufen von 175, 350 und 700 mg eines wasserlöslichen P-Düngers pro Gefäß. Die Düngung erfolgte einmalig. Für die Auswertung wurden die Gesamt-Ergebnisse (Grünernten) der zwei Kulturen 1. Mais (*Zea mays*) und 2. Zuckerrübe (*Beta vulgaris*) als Folgekultur berücksichtigt.

Für die Versuche zur S-Wirkung wurden die Biogasgärreste aus den Experimenten zu N verwendet. Zusätzlich war ein nicht separierter Gärrest aus der Fermentation von Lebensmittelrückständen sowie ein durch Umkehrosmose aufbereitetes Dünnsparat enthalten. Im ersten Experiment wurde Sommerweizen (*Triticum aestivum*) einmalig auf der Basis Gesamt-S mit nicht separierten Gärresten in einer Menge von 90 mg S/Gefäß gedüngt. Im zweiten Experiment wurde Pak Choi (*Brassica rapa* var. *chinensis*) einmalig auf der Basis Gesamt-S mit Dünnsparaten und deren zugehörigen Feststoffen mit 90 mg S/Gefäß gedüngt. Beide Versuche wurden durch ungedüngte Kontrollen und Mineraldüngungen von 30, 60 und 90 bzw. 120 mg S/Gefäß ergänzt.

In allen Experimenten wurde die Versorgung mit jeweils nicht im Versuch stehenden Mineralstoffen optimiert. Alle Biogasgärreste stammten aus Anlagen, die in Versuchsprogrammen durch die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft betreut werden.

Die Untersuchung der Biogasgärreste erfolgte auf die Parameter pH Wert, Gehalt an Trockenmasse, $\text{NH}_4\text{-N}$ und N_t (Destillation nach Kjeldahl vor und nach dem Aufschluss mit H_2SO_4 konz.) sowie C_{org} aus der Differenz zwischen C_t (Dumas-Verfahren nach Gefriertrocknen) und $\text{CO}_3\text{-C}$ (VDLUFA Methode III, 9.1). Die Mineralstoffe P, K, Mg, S und Na wurden nach Nassaufschluss mittels ICP-OES bestimmt. Für das geerntete Pflanzenmaterial wurden der Trockenmasseertrag, die Gehalte an Gesamt-N (Dumas-Verfahren) und an P und S nach Mikrowellen-Druckaufschluss mit ICP-OES bestimmt. Die Aufnahme an N, P, und S errechnet sich aus dem Produkt von Trockenmasseertrag und Nährstoffgehalt.

Das Mineraldüngeräquivalent (MDÄ) für S wurde wie folgt berechnet:

$$\text{MDÄ} = (\text{S-Aufnahme}_{\text{organ.}} - \text{S-Aufnahme}_{\text{ungedüngt}}) / (\text{S-Aufnahme}_{\text{mineral.}} - \text{S-Aufnahme}_{\text{ungedüngt}}) * 100$$

Die scheinbare N-Nachlieferung aus dem organischen Anteil der Dünger wurde berechnet aus der Differenz der N-Aufnahmen der organisch gedüngten Varianten minus der der Mineraldüngervariante dividiert durch die Menge an jeweils ausgebrachtem organischem N ($(\text{N-Aufnahme}_{\text{org.}} - \text{N-Aufnahme}_{\text{min.}}) / \text{N}_{\text{org. gedüngt}} * 100$).

Alle statistischen Berechnungen wurden mit dem Statistikprogramm SPSS Versionen 16.0 bis 22.0 durchgeführt.

Ergebnisse

Zusammensetzung der Biogasgärreste

Die Gehalte an Mineralstoffen und pH-Werte in den untersuchten Biogasgärresten (BGR) waren sehr variabel (Tab. 1). Die pH-Werte lagen alle deutlich über 7 und reichten insgesamt von fast 8 bis über 9. Die Gehalte an Trockensubstanz schwankten erheblich, Dünnsparate hatten nicht unbedingt geringere TS-Gehalte im Vergleich zu den nicht separierten Gärresten, die Feststoffe lagen allerdings alle im TS-Gehalt deutlich oberhalb. Die Gehalte an N_t schwankten in den Gärrestfraktionen jeweils etwa um den Faktor 1,5-2, wobei sich nicht separierte Gärreste nicht erheblich von Dünnsparaten unterschieden. Der N_t -Gehalt von Feststoffe war oft im Bereich der Dünnsparate und nicht separierten BGR oder etwas darüber. Auch der Gehalt an NH_4 -N in den Feststoffen konnte im Bereich der Dünnsparate und der nicht separierten BGR liegen. Daraus resultiert auch eine große Spanne im Anteil an NH_4 -N am N_t . Beobachtet wurden hier meist Anteile von 0,50 bis 0,70, in einem Fall über 0,90. Auch hier ist anzumerken, dass der NH_4 -N Anteil am Gesamt-N in Feststoffen nicht notwendigerweise kleiner ist, als in nicht separierten Gärresten oder Dünnsparaten. Ebenfalls nicht generell gültig ist, dass der Anteil an NH_4 -N am N_t in Gärresten höher liegt als in tierischen Ausscheidungen. Die beobachteten großen Schwankungsbreiten galten auch für die Mineralstoffe P, K, S und Mg.

In dem für die Düngewirkung wichtigen Verhältnis von C:N und C:S zeigten nicht separierte Gärreste und Dünnsparate mit einer erheblichen Spanne ebenfalls Überschneidungen. Sehr hohe Werte wurden hier aber nur in den Feststoffen erreicht.

Tab. 1: Chemische Zusammensetzung von nicht separierten (n. sep.) und in Dünnsparate (DS) und Feststoffe (FS) separierten Biogasgärresten (BGR) sowie nicht separierter Rindergülle (RG).

Dünger		pH	TS	N_t	NH_4 -N	P	K	S_t	Mg	C_{org}/N_{org}	NH_4 -N/ N_t	C_{org}/S_t
----- g/100g Frischmasse -----												
BGR	min.	8,1	2,9	0,36	0,20	0,05	0,16	0,03	0,01	8,5	0,52	13
n. sep.	max.	8,4	12,2	0,75	0,51	0,14	0,82	0,06	0,07	13,8	0,69	112
RG ¹		7,9	12,1	0,44	0,22	0,08	0,36	0,05	0,08	18,9	0,49	92
BGR-	min.	7,7	5,4	0,51	0,27	0,06	0,45	0,04	0,03	6,9	0,44	15
DS	max.	8,2	10,2	0,76	0,47	0,22	0,91	0,17	0,06	9,8	0,92	82
BGR-	min.	7,7	22,4	0,53	0,20	0,13	0,36	0,05	0,08	16,8	0,38	28
FS	max.	9,2	30,3	1,08	0,62	1,20	0,86	0,24	0,57	27,4	0,57	234

¹ nur eine Probe im untersuchten Sortiment

Stickstoff-Düngewirkung von nicht separierten und separierten Biogasgärresten

Alle nicht separierten Biogasgärreste, die einmalig auf NH_4 -N-Basis gedüngt wurden, zeigten eine N-Wirkung, die auf beiden untersuchten Böden einer mineralischen N-Düngung mindestens gleichwertig war (Abb. 1). Im Boden Markt Schwaben lag die N-Aufnahme mit drei von vier Gärresten aus der Co-

Fermentation von Energiepflanzen mit tierischen Ausscheidungen sogar signifikant über der Mineraldüngung. Im Boden Dürnast traf das nur für einen der Gärreste zu.

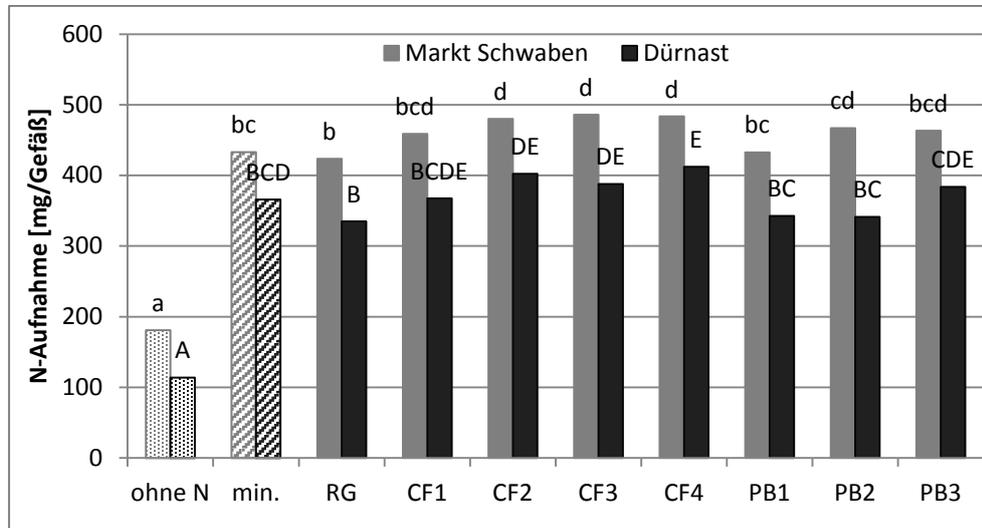


Abb. 1: N-Aufnahme von Weidelgrass (3 Aufwüchse) nach der ersten Düngung mit nicht separierten Biogasgärresten aus Co-Fermentation (CF) bzw. aus pflanzenbasierten Substraten (PB) und Rindergülle (RG) auf den Böden Markt Schwaben (Lu) und Dürnast (Lu).

Unterschiedliche Klein- bzw. Großbuchstaben zeigen statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Düngern im jeweiligen Boden.

Etwas anders stellt sich die Situation nach einmaliger Düngung von Dünnseparaten und Feststoffen dar (Abb. 2). Alle untersuchten Dünnseparate stellten dem Weidelgrass mindestens die gleiche N-Menge zur Verfügung wie die Mineraldüngung, Dünnseparat 2 sogar signifikant mehr. Nach einmaliger Düngung mit den Feststoffen wurde nur mit zwei der sieben Dünger die N-Aufnahme der Mineraldüngung erreicht. Die N-Aufnahme nach Düngung mit den anderen fünf Feststoffen lag signifikant niedriger als die mineralische Vergleichsdüngung.

Als Kriterium für die Einschätzung der kurzfristigen N-Düngewirkung nach einmaliger Ausbringung sowohl nicht separierter Gärreste als auch von Dünnseparaten und Feststoffen erwies sich deren C_{org}/N_{org} Verhältnis. Nach der ersten Ausbringung bestand enge negative Korrelation zwischen der N-Aufnahme von Weidelgrass und dem $C_{org}:N_{org}$ Verhältnis dieser organischen Dünger. Dies galt jeweils in beiden untersuchten Böden für die nicht separierten BGR ($r=-0,78^*$ Marktschwaben; $r=-0,85^{**}$ Dürnast) wie für die separierten BGR ($r=-0,85^{**}$ bzw. $r=-0,88^{**}$ in zwei untersuchten Böden).

Durch die Düngung der Biogasgärreste auf NH_4 -N-Basis, werden mit den Düngern unterschiedliche Mengen an organischem N ausgebracht und die scheinbare N-Freisetzung aus diesem organischen Material kann berechnet werden (Abb. 3). Nach der einmaligen Düngung von nicht separierten Biogasgärresten (Abb. 3A) erscheint die N-Nachlieferung aus drei der vier Gärreste nach Co-Fermentation (CF2-4) mit 20-35% tendenziell höher zu sein im Vergleich zur Vergärung rein pflanzlicher Substrate mit etwa -5 bis +10% (PB 1-3). Für zwei dieser drei Gärreste (PB 2 und 3) stieg die Nachlieferung aus dem organischen N jedoch signifikant nach bis zu 5-maliger Düngung an. Ähnliches galt für die Rindergülle (CS), nicht aber für die Gärreste aus der Co-Fermentation.

Für Dünnseparate wurde nach der 1. Düngung nur eine geringe N-Nachlieferung aus dem organischen N von maximal 10% beobachtet (Abb. 3B), nach der 5. Düngung stieg diese jedoch mit allen Dünnseparaten deutlich auf bis zu 35% an. Feststoffe zeigten nach der 1. Düngung eine negative N-Nachlieferung aus dem organischen N, was einer N-Immobilisation entspricht. Diese war auch nach 5-maliger Düngung nicht für alle Feststoffe aufgehoben.

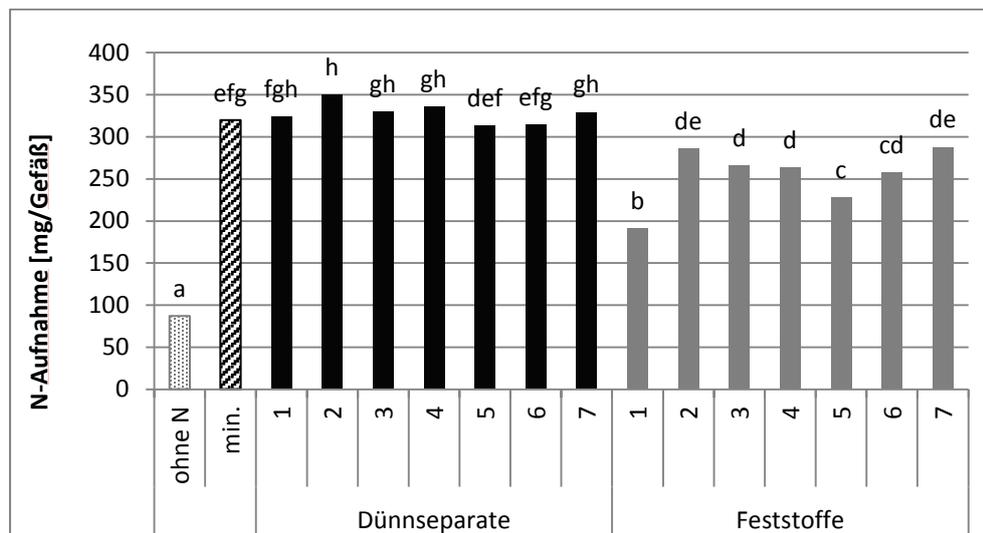


Abb. 2: N-Aufnahme von Weidelgrass (3 Aufwüchse) nach der ersten Düngung mit separierten Biogasgärresten (Boden Ls).

Unterschiedliche Buchstaben zeigen statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Düngern.

Phosphor-Düngewirkung von separierten Biogasgärresten

Die P-Wirkung von Dünnseparaten und deren zugehörigen Feststoffen aus drei Biogasanlagen wurde auf zwei P-armen Böden mit, durch unterlassene Kalkung, niedrigem (4,8) und standorttypisch normal hohem pH-Wert (6,5) geprüft (Abb. 4). Dargestellt sind die Summen der P-Aufnahmen der Erstkultur Mais und der Zweitkultur Zuckerrübe nach einmaliger Düngung relativ zur Mineraldüngung gleicher P-Menge im jeweiligen Boden. Im sauren Boden lagen die relativen P-Aufnahmen aus den Gärresten insgesamt etwas höher als im gekalkten Boden. Im sauren Boden bestand weder ein Unterschied zwischen der Mineraldüngung und den organischen Düngern, noch zwischen Dünnseparaten und Feststoffen der drei Biogasanlagen. Mit ebenfalls fast 100% im Vergleich zur Mineraldüngung kamen die Dünnseparate auf dem gekalkten Boden zur Wirkung. Die P-Wirkung der Feststoffe lag in diesem Boden bei etwa 90%. Hier könnten die hohen pH-Werte der Feststoffe von 8,7-9,2 zu einer leichten Verzögerung der Wirkung geführt haben.

Schwefel-Düngewirkung von nicht separierten und separierten Biogasgärresten

Das aus der S-Düngewirkung der Biogasgärresten gegenüber der mineralischen S-Düngung berechnete Mineraldüngeräquivalent lag für nicht separierte Gärreste ermittelt mit Weizen zwischen

über 90% und knapp 10% (Abb. 5). Das mit Pak Choi bestimmte Mineraldüngeräquivalent für separierte Gärreste erreichte mit den Dünnseparaten Werte zwischen 75% und knapp 10%, mit den Feststoffen Werte von gut 80% bis 0%, was einer nicht vorhandenen S-Düngewirkung entspricht. Das sehr hohe Mineraldüngeräquivalent von über 100% erzielte ein durch Umkehrosmose aufbereitetes Dünnseparat. Es wird deutlich, dass das C_{org}/S_t Verhältnis, das für die nicht separierten Gärreste zwischen 13 und gut 80, für die Dünnseparate zwischen unter 14 und gut 80 und für die Feststoffe zwischen knapp 30 bis 230 schwankte, ein entscheidendes Kriterium für die S-Düngewirkung darstellte.

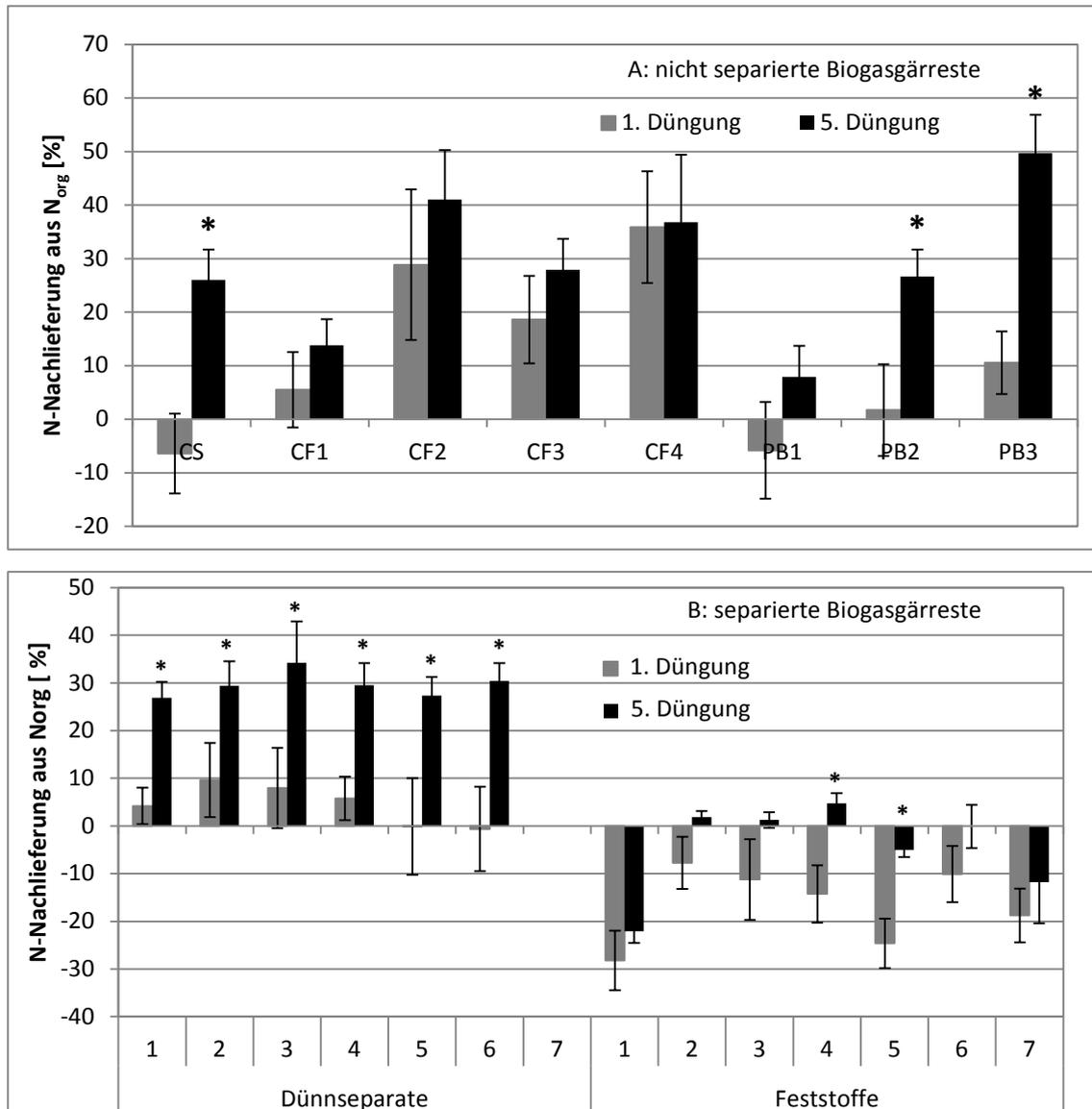


Abb. 3: Scheinbare N-Nachlieferung aus dem ausgebrachten organischen N nach der 1. und 5. Düngung mit nicht separierten (A) und separierten Biogasgärresten (B).

Fehlerbalken stellen die Standardabweichung dar. Stern (*) kennzeichnet einen statistisch gesicherten Unterschied ($p \leq 0,05$) zwischen 1. und 5. Düngung.

Diskussion

Die chemische Zusammensetzung der hier untersuchten nicht separierten und in Dünnsenate und Feststoffe separierten Biogasgärreste zeigte eine große Spannweite aller bestimmten Parameter. Diese Streubreiten stimmen im Wesentlichen mit dem von Möller und Müller (2012) gegebenen Literaturüberblick überein. Nicht separierte Biogasgärreste und Dünnsenate erreichten mindestens die N-Wirkung eines mineralischen N-Düngers, wenn sie auf $\text{NH}_4\text{-N}$ -Basis ausgebracht wurden. Diese

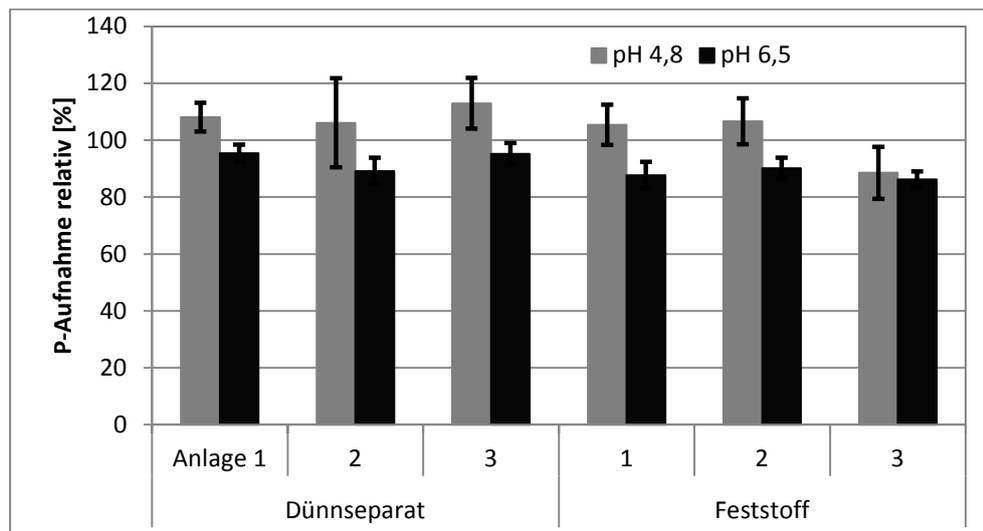


Abb. 4: Wirkung einer P-Düngung mit separierten Gärresten aus drei Biogasanlagen auf die P-Aufnahme von Mais und Zuckerrübe in zwei Böden (pH 4,8 und 6,5) relativ zur mineralischen P-Düngung (100 %). Fehlerbalken zeigen +/- die Standardabweichung.

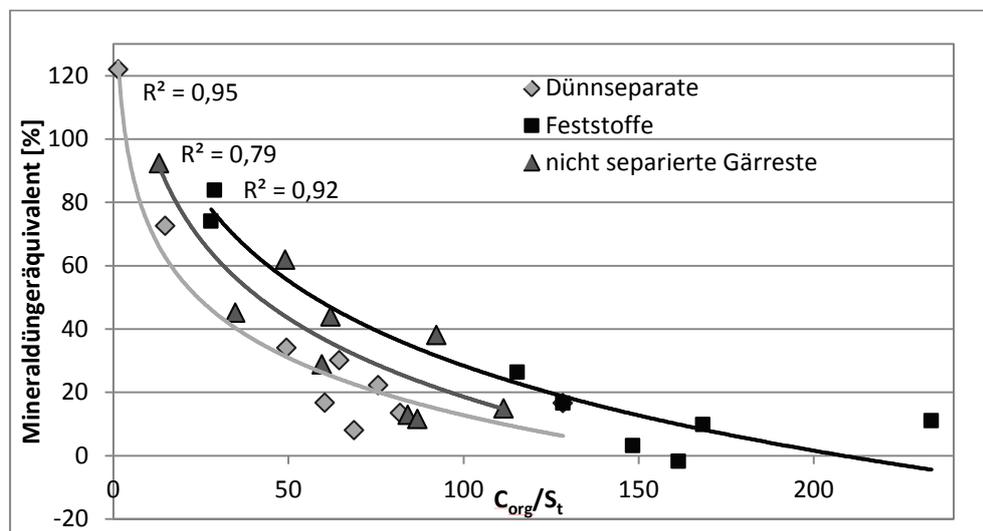


Abb. 5: Beziehung zwischen dem C_{org}/S_t Verhältnis in nicht separierten und in Dünnsenaten und Feststoffen von separierten Biogasgärresten und dem S-Mineraldüngeräquivalent von Weizen (nicht separierte Gärreste) und Pak Choi (separierte Gärreste).

Beobachtung wird unter anderem von Gunnarsson et al. (2010) und de Boer (2008) bestätigt. Unter Freilandbedingungen wird diese hohe Effizienz oft deutlich unterschritten, da nach unzureichender Einarbeitung N als NH_3 verloren geht (Wulf et al., 2002; Nkoa, 2014).

Nach einer einmaligen Düngung war die N-Wirkung derjenigen Biogasgärreste höher, deren $\text{C}_{\text{org}}/\text{N}_{\text{org}}$ Verhältnis geringer war, was sich mit Ergebnissen von de Boer (2008) deckt. Von großer Bedeutung war dies vor allem für die N-Wirkung der Feststoffe, da diese zum Teil zu einer deutlichen Immobilisierung von N führten. Eine große Bedeutung des in den Biogasgärresten noch enthaltenen organischen C zeigte sich auch für die S-Düngewirkung in Form des $\text{C}_{\text{org}}/\text{S}_t$ Verhältnisses, was in ähnlicher Weise für andere organische Dünger gilt (Gutser und von Tucher, 2001). Die Wirkung des Phosphors aus Dünnseparaten und Feststoffen entsprach nach dem aufeinander folgenden Wachstum von zwei Kulturen insbesondere im sauren Boden vollständig einer mineralischen P-Düngung. Eine ebenfalls hohe P-Wirkung von Biogasgärresten wurde von Bachmann et al. (2011) beobachtet.

Schlussfolgerungen

Biogasgärreste, insbesondere nicht separierte Gärreste und Dünnseparate besitzen einen auch kurzfristig einen hohen Düngewert für N und P. Für die N-Wirkung ist zur Minimierung von NH_3 -Verlusten eine möglichst effiziente Einarbeitung erforderlich. Nach wiederholter Ausbringung kann sich durch die N-Nachlieferung aus der organischen N-Fraktion die N-Wirkung weiter erhöhen. Das in Gärresten enthaltene P ist wie in anderen organischen Düngern für folgende Kulturen vollständig anrechenbar. Für eine hohe kurzfristige S-Wirkung sollte im Fermenter ein hoher Abbaugrad des organischen C erreicht werden.

Literatur

- Assefa M., von Tucher S., Schmidhalter U. (2013) Biogas residues as source of sulfur to Pak choi *Brassica rapa* Var. *chinensis* (L.). J. Soil Sci. Environ. Manage. 4, 163-168.
- Bachmann S., Wentzel S., Eichler-Löbermann B. (2011) Codigested dairy slurry as a phosphorus and nitrogen source for *Zea mays* L. and *Amaranthus cruentus* L. J. Plant Nutr. Soil Sci. 174, 908-915.
- de Boer H.C. (2008) Co-digestion of Animal Slurry Can Increase Short-Term Nitrogen Recovery by Crops. J. Environ. Qual. 37, 1968-1973.
- Fouda S., von Tucher S., Lichti F., Schmidhalter U. (2013) Nitrogen availability of various biogas residues applied to ryegrass. J. Plant Nutr. Soil Sci. 176, 572-584.
- Gunnarsson A., Bengtsson F., Caspersen S. (2010) Use efficiency of nitrogen from biodegraded plant material by ryegrass. J. Plant Nutr. Soil Sci. 173, 113-119.
- Gutser R., Amberger A., Vilsmeier K. (1987) Wirkung unterschiedlich aufbereiteter Gülle im Gefäßversuch zu Hafer und Weidelgras. Landwirt. Forsch. Kongressband 1987, VDLUFA-Schriftenreihe 23, 279-296.
- Gutser R., von Tucher S. (2001) Plant availability of sulfur from organic fertilisers. W. J. Horst et al. (Eds) Plant nutrition - Food security and sustainability of agro-ecosystems, 844-845. Kluwer Academic Publishers. Netherlands.
- Möller K., Müller T. (2012) Effects of anaerobic digestion on digestate nutrient availability and crop growth: A review. Eng. Life Sci. 12, 242-257.
- Nkoa R. (2014) Agricultural benefits and environmental risks of soil fertilization with anaerobic digestates: a review. Agron. Sustain. Dev. 34, 473-492.
- Strobl M. (2012) Biogas in Bayern – Zahlen zum 31.12.2011. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Biogas-Betreiber-Datenbank Bayern (BBD), München. http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/iba/dateien/bbd_2011_detailauswertung.pdf (05.09.2014)
- Strobl M. (2014) Biogas in Zahlen – Bayern zum 31.12.2013. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft. http://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/iba/dateien/bbd_biogaszahlen_bayern_20131231_details.pdf (05.09.2014)

von Tucher S., Bermuth S., Wieser, H., Schmidhalter U. (2009) Wirkung von Schwefel aus Biogasgärresten auf Ertrag und Qualität von Weizen. VDLUFA-Schriftenreihe 65, Kongressband 2009, 132-140.

Wulf S., Maeting M., Clemens J (2002) Application technique and slurry co-fermentation effects on ammonia, nitrous oxide, and methane emissions after spreading: I. Ammonia volatilization. J. Environ. Qual. 31, 1789-1794.

Autorenanschrift

Dr. Sabine von Tucher
Lehrstuhl für Pflanzenernährung TU München
Emil-Ramann-Straße 2
85354 Freising-Weihenstephan
tucher@wzw.tum.de

PANSIN[®] pro

NEU

Der neue natürliche Wirkstoffkomplex aus Pflanzenextrakten



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

PANSIN pro mit seinem würzigen Kräuteraroma

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

In diesen Milkivit-Produkten ist **PANSIN pro** enthalten

NEUHEIT



Das natürliche Ergänzungsfuttermittel, biotauglich



Die Wirkstoffmischung für die Trockensteh- (Transit-) und Hochleistungsphase



Das schmackhafte, phosphorreiche Mineralfutter

NEUHEIT



Das Hochleistungsmineralfutter mit pansengeschützten B-Vitaminen



Das TMR-Mineralfutter mit dem TMR-Stabilisator



Einsatz von höheren Anteilen Esparsettesilage in Rationen hochleistender Milchkühe

J. Piesk, J. Ostertag, A. Obermaier, T. Ettle

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft

Einleitung

Die Esparsette kann hohe Gehalte an anthelmintisch wirksamen kondensierten Tanninen aufweisen (Barrau et al., 2005), weshalb derzeit diskutiert wird, ob die Verfütterung beim Schaf (Weidevieh) geeignet ist, Endoparasiten zurückzudrängen. Gleichzeitig kann ein hoher Tanningehalt auch zu einem besonders hohen UDP-Gehalt führen, was sich in der Milchviehfütterung günstig auswirken könnte. In einer früheren Untersuchung (Ettle et al., 2014) wurde gezeigt, dass Esparsettesilage in Rationsanteilen von etwa 13 % in der Milchviehfütterung ein hohes Leistungsniveau erlaubt. Mit vorliegendem Versuch sollte überprüft werden, ob sich diese Ergebnisse auch bei höheren Anteilen an Esparsette in Milchviehrationen bestätigen.

Material und Methoden

An der Versuchsstation Grub der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) wurde ein Fütterungsversuch mit 38 Fleckviehkühen über eine Versuchsdauer von 5 Wochen hinweg durchgeführt. Zu Versuchsbeginn befanden sich die Kühe am 121 ± 86 Laktationstag der 3. Laktation. Es wurden 11 Jungkühe in den Versuch mit aufgenommen. Die Kühe wurden in einem Offenfrontstall mit Liegeboxen und automatischem Melksystem (AMS) gehalten. Die Aufteilung der Tiere erfolgte unter Berücksichtigung von Laktationsstand, Leistung und Milchinhaltsstoffen auf zwei Versuchsgruppen („Luzerne“ (Kontrollgruppe) und „Esparsette“). Zusätzlich zu einer ad libitum angebotenen Teilmischration (PMR), wurde ab einer Milchleistung von 25 kg/Tier und Tag Leistungskraftfutter (LKF) nach Leistung verabreicht. Erstlingskühen wurde auf Grund der geringeren Futteraufnahmekapazität ab einer Milchleistung von 23 kg/Tag LKF zugeteilt.

Die PMR in der Gruppe Luzerne basierte auf Maissilage, Grassilage, Maiskornsilage, Stroh und Kraftfutter (Tabelle 1). Die in dieser Ration enthaltene Luzernesilage (21 % der TM) wurde in der PMR der Gruppe Esparsette vollständig gegen Esparsettesilage ausgetauscht. Das in der PMR enthaltene Ausgleichskraftfutter wurde für beide Versuchsgruppen gleich gestaltet (% der TM: Weizen, 36,7; Rapsextraktionsschrot, 10,0; Sojakuchen, 47,0; Mineralstoffe und Vitamine, 6,2). Sowohl bei der Luzerne als auch bei der Esparsette handelte es sich um einen 2. Schnitt, die Ernte und Silierung erfolgte zeitgleich. Für die Esparsette ergab sich im Mittel des Versuchszeitraumes eine Energie- und XP-Konzentration von 5,25 MJ NEL/kg TM und 156 g XP/kg TM, für die Luzernesilage von 4,79 MJ NEL/ kg TM und 143 g XP/kg TM (Tabelle 2). Nähere Einzelheiten zu Ernte und Silierung sind dem Beitrag von Ostertag et al. (2014) in vorliegendem Tagungsband zu entnehmen.

Von den Einzelkomponenten der Rationen wurden regelmäßig Proben gezogen. Die Roh Nährstoffgehalte wurden an Mischproben der eingesetzten Futtermittel nach Weender analysiert (Naumann et al., 1997). Die Energiegehalte der Gras- und Maissilage und der Kraftfutter wurden nach GfE (2008, 2009) berechnet. Bei der Esparsette- und der Luzernesilage erfolgte ein wöchentliches Controlling am Silo, im Zuge dessen jeweils eine zusätzliche Mischprobe gezogen und im Labor auf

Rohnährstoffe analysiert wurde. Die Energiegehalte wurden anschließend mit dem Programm „Zifo“ unter Nutzung der hinterlegten Verdaulichkeiten nach GfE (1995) berechnet.

Die tägliche Energie- und Nährstoffaufnahme wurde aus den am Futtermischwagen erfassten tatsächlichen Einwaagen der Futtermittel und deren analysierten Gehalten berechnet.

Die Esparsette- und die Luzernesilage wurden an jeweils 5 Hammeln nach den Vorgaben der GfE (1991) auf die Verdaulichkeit der Rohnährstoffe hin untersucht. Die Kalkulation der Energiegehalte aus den Verdaulichkeitswerten und den Rohnährstoffen der Silage erfolgte nach GfE (1995). Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programmpaket SAS (Varianzanalyse, Mittelwertvergleich). Signifikante Unterschiede ($p \leq 0,05$) wurden mit unterschiedlichen Hochbuchstaben gekennzeichnet.

Tabelle 1: Zusammensetzung (% der TM), Rohnährstoff-, nXP- und Energiegehalte der PMR

Futtermittel	Luzerne	Esparsette
	% der TM	
Maissilage	34,2	34,2
Luzernesilage	21,1	-
Esparsettesilage	-	21,1
Maiskornsilage	10,3	10,3
Grassilage	10,1	10,1
Melasse	0,82	0,82
Gerstenstroh	4,54	4,54
Ausgleichskraftfutter	19,0	19,0
Inhaltsstoffe (Rationskalkulation)		
NEL, MJ/kg TM	6,5	6,5
XP, g/kg TM	141	144
nXP XP, g/kg TM	141	142
RNB, g	0,2	0,0
XF, g/kg TM	180	187
XS+XZ, g/kg TM	252	252

Tabelle 2: Rohnährstoff- und Energiegehalte der eingesetzten Esparsette- und Luzernesilage

	TM	XA	XP	XL	XF	nXP	RNB	NEL
Futtermittel	g/kg			g/kg TM				MJ/kg TM
Esparsettesilage	525	87	156	17	276	127	4,5	5,25
Luzernesilage	543	98	143	19	321	122	3,4	4,79

Ergebnisse und Diskussion

In Tabelle 3 sind die Ergebnisse des Verdauungsversuches an der Esparsette- und Luzernesilage dargestellt. Es ergeben sich keine nennenswerten Unterschiede in der Gesamtverdaulichkeit oder der Verdaulichkeit der Rohfaser. Die Verdaulichkeit der OS liegt bei der Esparsette etwa 10 % niedriger als in einer vergleichbaren Untersuchung von Arrigo (2012) mit getrockneter Esparsette. Die Verdaulichkeit der OS bei der Luzernesilage ordnet sich im unteren bis mittleren Bereich der zu erwartenden Werte (Losand et al., 2013) ein. Auffällig ist die deutlich ($p < 0,05$) höhere Verdaulichkeit des XL bei der Esparsette- im Vergleich zur Luzernesilage, die nicht auf Unterschiede im Rohfettgehalt der Silagen zurückzuführen sind. Für die Esparsettesilage und die Luzernesilage ergeben sich aus dem Verdaulichkeitsversuch Energiegehalte von 5,04 und 4,85 MJ NEL/kg TM. Damit bestätigt sich die

Abstufung in den Energiegehalten der Silagen nach Berechnung nach GfE (1995) (Tabelle 2). Die bei Zifo hinterlegten Verdaulichkeitsquotienten liegen somit nahe an den realen Werten und sind auch für Esparsette weitestgehend verwendbar. Der Energiegehalt der Esparsette wird dabei leicht über- und der Energiegehalt der Luzerne leicht unterschätzt.

Tabelle 3: Verdaulichkeit der Roh Nährstoffe und Energiegehalte der Esparsette- und der Luzernesilage

Verdaulichkeit, %	Versuchsgruppe	
	Luzerne	Esparsette
OS	61,0 ± 0,8	61,5 ± 1,8
XL	46,7 ± 2,4 ^b	70,4 ± 1,8 ^a
XF	43,3 ± 2,1	44,1 ± 4,2
OR	71,3 ± 0,8 ^a	68,6 ± 0,9 ^b
NEL, MJ/kg TM	4,85	5,04

Die Futteraufnahme lag in der Gruppe Esparsette nur geringfügig niedriger als in der Kontrollgruppe (Tabelle 4). Dies deckt sich mit einer früheren Untersuchung mit niedrigeren Einsatzmengen an Esparsette- und Luzernesilage (Ettle et al., 2014), wobei die Futteraufnahme in vorliegender Untersuchung auf einem vergleichsweise hohen Niveau lag. Während in der Literatur bei Lämmern positive Auswirkungen von Esparsetteheu auf die Futteraufnahme beschrieben wurden (Podstatzky und Gallnböck, 2009), wurden beim Milchvieh teils keine, aber auch negative Effekte beschrieben (Dohme et al., 2008, Arrigo und Dohme, 2009, Scharenberg et al., 2009). Für die Luzerne werden verschiedentlich positive Auswirkungen auf die Futteraufnahme beschrieben (Bulang et al., 2006, Ettle et al., 2011). Dies kann dadurch erklärt werden, dass die Luzernesilage eine erhöhte Abbaurate der Trockenmasse je Zeiteinheit aufweist (Flachowsky et al., 1992), und damit eine höhere Passagerate im Pansen (Hoffmann et al., 1998).

Es ergaben sich keine Unterschiede in der täglichen nXP- und Energieaufnahme. Aufgrund der hohen Futteraufnahme lag die Energieversorgung in beiden Gruppen auf einem sehr hohen Niveau.

Tabelle 4: Futteraufnahme, Energie- und Nährstoffaufnahme

	Versuchsgruppe	
	Luzerne	Esparsette
TM-Aufnahme, kg/Tag	23,2 ± 2,8	22,8 ± 2,4
NEL-Aufnahme, MJ/Tag	161 ± 21	160 ± 18
XP-Aufnahme, g/Tag	3531 ± 485	3529 ± 418
nXP-Aufnahme, g/Tag	3573 ± 470	3533 ± 403

Die Milchleistung lag in der Gruppe Esparsette nominal um 1 kg/Tier und Tag unter der Vergleichsgruppe (Tabelle 5). Dies deckt sich mit den Ergebnissen einer früheren vergleichbaren Untersuchung (Ettle et al., 2014), lässt sich aber nicht nur durch die Energie- und Nährstoffversorgung erklären. Über die Auswirkungen des Einsatzes von Esparsettesilage in der Milchviehfütterung liegen kaum Untersuchungen vor. In einer Untersuchung von Scharenberg et al. (2009) ergaben sich ebenfalls nur tendenziell negative Effekte der Verfütterung von Esparsetteheu auf die Milchleistung. Der Milchfett- und der Milcheiweißgehalt lagen in vorliegender Untersuchung insgesamt auf einem relativ hohen Niveau, wobei der Milchfettgehalt in der Gruppe Esparsette tendenziell höher lag als in der Gruppe Luzerne. In Übereinstimmung mit der Untersuchung von Ettle et al. (2014) lag der Milchnitrogengehalt in der Luzernegruppe deutlich ($p < 0,05$) höher als in der Esparsettegruppe. Dieser Effekt trat erst ab der 2. Versuchswoche auf (Abbildung 1). Da der Gehalt

an UDP in der Luzerne- und Esparsettesilage nicht bekannt ist, ergeben sich Unsicherheiten in der Einschätzung der RNB. Dementsprechend ist erklärbar, dass sich die Unterschiede im Milchharnstoffgehalt nicht vollständig durch die kalkulierte RNB erklären lassen. Dabei lassen sich die Unterschiede im Milchharnstoffgehalt jedoch im Sinne eines erhöhten UDP-Gehaltes in der Esparsettesilage deuten. Vergleichsweise hohe Gehalte an UDP in der Esparsette sind bei Arrigo (2012) beschrieben und werden durch eine Schutzwirkung infolge komplexer Verbindungen mit Tanninen erklärt. In einer Untersuchung von Arrigo und Dohme (2009) ergaben sich bei Verfütterung von Luzerne- oder Esparsettebasierten Rationen jedoch keine Auswirkungen auf den Plasma-Harnstoffgehalt, der nach Broderick und Clayton (1997) eng mit dem Milchharnstoffgehalt korreliert ist.

Tabelle 5: Milchleistung und Milchhaltsstoffe

	Versuchsgruppe	
	Luzerne	Esparsette
Milchleistung, kg/Tag	30,8 ± 9,0	29,9 ± 7,0
Milchfettgehalt, %	4,16 ± 0,64	4,30 ± 0,46
Milcheiweißgehalt, %	3,64 ± 0,29	3,64 ± 0,27
ECM, kg/Tag	31,3 ± 7,0	31,2 ± 6,6
Milchharnstoffgehalt, mg/l	209 ± 31 ^a	186 ± 29 ^b

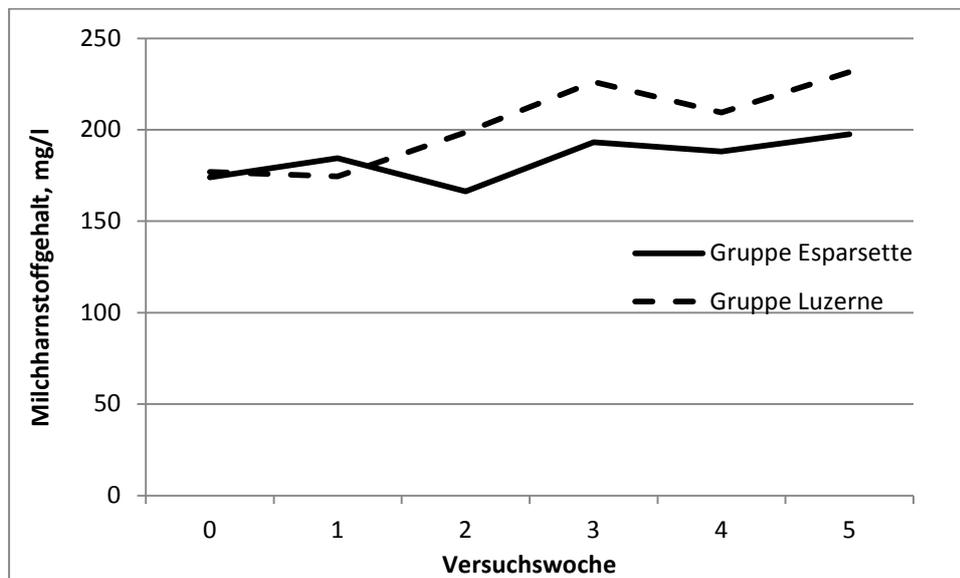


Abbildung 1: Milchharnstoffgehalt im Versuchsverlauf (Versuchswoche 0=Vorperiode)

Fazit

Insgesamt zeigen die vorliegenden Ergebnisse, dass die Verfütterung von Esparsettesilage beim Milchvieh auch bei relativ hohen Rationsanteilen nur geringe Auswirkungen auf die Futtermittelverwertung hat und ein hohes Leistungsniveau erlaubt. Die wiederholt auftretenden Effekte auf den

Milchharnstoffgehalt könnten einen Hinweis auf vergleichsweise hohe UDP-Gehalte geben, welche sich aus komplexen Verbindungen mit in der Esparsette enthaltenen Tanninen erklären.

Literatur

- Arrigo, Y. (2012): Bestimmter und geschätzter Futterwert von Zichorie, Hornklee und Esparsette. *Agrarforschung Schweiz* 3, 492-499
- Arrigo, Y., Dohme, F. (2009): Einfluss der Zufütterung von tanninhaltiger Esparsette auf den Proteinumsatz von weidenden Milchkühen. Werte - Wege - Wirkungen: Biolandbau im Spannungsfeld zwischen Ernährungssicherung, Markt und Klimawandel. Beiträge zur 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, ETH Zürich, 11.-13. Februar 2009, 140-143
- Barrau, E., Fabre, N., Fouraste, I., Hoste, H. (2005): Effect of bioactive compounds from sainfoin (*Onobrychis viciifolia* scop.) on the in vitro larval migration of *Haemonchus contortus*: role of tannins and flavonol glycosides. *Parasitology* 131, 1-8
- Broderick, G. A., Clayton, M. K. (1997): A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. *J. Dairy Sci.* 80: 2964-2971
- Bulang, M., Kluth, H., Engelhard, T., Spilke, J., Rodehutschord, M. (2006): Zum Einsatz von Luzernesilage bei Kühen mit hoher Milchleistung. *J. Anim. Phys. Anim. Nutr.* 90, 89-102
- Dohme, F., Scharenberg, A., Kreuzer, M. (2008): Bietet tanninhaltige Esparsette eine bessere Alternative zur Weidefütterung als Heu? Schriftenreihe Institut für Nutztierwissenschaften, Ernährung-Produkte-Umwelt, ETH Zürich H 30: 151-154
- Ettle, T., Obermaier, A., Weinfurter, S. (2011): Luzernesilage im Austausch gegen Grassilage beim Milchvieh. *VDLUFA-Schriftenreihe, VDLUFA-Schriftenreihe* 67, 588-594
- Ettle, T., Ostertag, J., Obermaier, A. (2014): Untersuchungen zum Einsatz von Esparsettesilage in der Milchviehfütterung. Tagungsband 13. BOKU-Symposium Tierernährung, 171-174
- Flachowsky, G., Ranft, S., Koch, H. (1992): Abbau von Luzerne und Weidelgras im Pansen von Schafen und Ziegen. *Luzerne-Kolloquium, Halle (Saale)*, 130-133
- 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 (Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) (1995): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Mastrinder. *DLG-Verlag, Frankfurt a. Main*
- GfE (Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) (2008): New equations for predicting metabolisable energy of grass and maize products for ruminants. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 17, 191-198
- GfE (Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) (2009): New equations for predicting metabolisable energy of compound feeds for cattle. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 18, 143-146
- Hoffmann, P.C., Combs, D.K., Casler, M.D. (1998): Performance of lactating dairy cows fed alfalfa silage or perennial ryegrass silage. *J. Dairy Sci.* 81, 162-168
- Losand, B., Alert, H.J., Arrigo, Y., Ettle, T., Kluth, H., Koch, C., Menke, A., Pripke, A., Romberg, F.J., Steinhöfel, O., Trautwein, J. (2013): Energiebestimmung von Raufuttermitteln aus feinkörnigen Leguminosen. *VDLUFA-Kongressband 2013, VDLUFA-Schriftenreihe* 69, 761-769
- Naumann, C., Bassler, R., Seibold, R., Barth, C. (1997): *Methodenbuch, Band 3: Die chemische Untersuchung von Futtermitteln.* VDLUFA-Verlag, Darmstadt
- Ostertag, J., Piesk, J., Ettle, T. (2014): Untersuchungen zur Repräsentativität der Probenahme am Silotunnel an Esparsette- und Luzernesilagen. Tagungsband 52. Jahrestagung der Bayerischen Arbeitsgemeinschaft Tierernährung e.V.
- Podstatzky, L., Gallnböck, M. (2009): Einsatz von Esparsette bei mit *Haemonchus contortus* infizierten Lämmern. Werte - Wege - Wirkungen: Biolandbau im Spannungsfeld zwischen Ernährungssicherung, Markt und Klimawandel. Beiträge zur 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, ETH Zürich, 11.-13. Februar 2009, 140-143
- Scharenberg, A., Kreuzer, M., Dohme, F. (2009): Suitability of Sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) Hay as a Supplement to Fresh Grass in Dairy Cows. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 22, 1005 - 1015

Autorenanschrift:

Thomas Ettle
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft Grub
Prof.-Dürrwachter-Platz 3
85586 Poing
Email: Thomas.Ettle@Lfl.bayern.de



MORE PROFIT FROM IMPROVED NUTRITION

Lower your feed costs, improve uniformity and increase raw material flexibility, while reducing environmental impact with these innovative feed solutions.

Used alone, or in combination, these reliable, heat stable enzyme and natural betaine products are customized to increase nutrient availability and improve profitability for pig and poultry producers.

Learn more at www.animalnutrition.dupont.com
or email info.animalnutrition@dupont.com

Phyzyme® XP

Axtra®

Avizyme®

Danisco Xylanase

Betafin®

Mast- und Schlachtleistung von Mastfärsen der Rasse Fleckvieh bei variierender Rohproteinversorgung

T. Ettle¹, A. Obermaier¹, V. Aichner¹, H. Spiekers¹, W. Windisch²

¹Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft

²TUM-Weihenstephan, Lehrstuhl für Tierernährung

Einleitung

In den derzeit in der BRD offiziell gültigen Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Mastrinder (GfE, 1995) ist zwar ein Gesamtenergiebedarf für Mastfärsen der Rasse Fleckvieh angegeben, eine Ableitung des Rohproteinbedarfes von Mastfärsen bzw. entsprechende Versorgungsempfehlungen fehlen jedoch. Dies ist Ausdruck der zum Zeitpunkt der Herausgabe der Versorgungsempfehlungen für Mastrinder sehr geringen experimentellen Datenbasis zur Rohproteinversorgung von Mastfärsen (GfE, 1995). Da zukünftig vermehrt weibliche Absetzer aus der Mutterkuhhaltung für die Mast zur Verfügung stehen werden, ist zu erwarten, dass die Ausmast von Färsen zunehmend an Bedeutung gewinnt und demzufolge entsprechende Versorgungsempfehlungen benötigt werden. Allerdings wurden auch in den letzten Jahren im Bereich der Mast mit Fleckviehfärsen kaum gezielte Untersuchungen durchgeführt, so dass die entsprechende experimentelle Datenbasis nicht verbessert wurde. Vor diesem Hintergrund wurde im Rahmen der bayerischen Eiweißstrategie eine dosis-Wirkungsstudie zur Rohproteinversorgung von weiblichem Fleckvieh durchgeführt, wobei der Versuch erst ab einem Lebendgewicht von etwa 380 kg angesetzt wurde, um die Stallendmast von Absetzern aus der Mutterkuhhaltung nachzubilden.

Material und Methoden

Für den Fütterungsversuch wurden 62 weibliche Fleckviehtiere unter Berücksichtigung von Alter und Gewicht gleichmäßig auf 5 Fütterungsgruppen aufgeteilt (Gruppen 1- 3 je 12 Tiere, Gruppen 4 und 5 je 13 Tiere), die mit Rationen mit unterschiedlichem XP-Gehalt gefüttert wurden. Die Tiere waren zu Versuchsbeginn im Mittel 306 ± 10 Tage alt und 381 ± 25 kg schwer. Die Mastfärsen wurden getrennt nach Versuchsgruppe in einem Tretmiststall untergebracht.

Den Mastfärsen wurde täglich einmal zur freien Aufnahme eine Totale Mischration (TMR) vorgelegt. Um in den unteren XP-Versorgungsstufen eine niedrige XP-Konzentration der TMR erreichen zu können, wurden die TMR auf Basis Maissilage, Stroh, und Kraftfutter konzipiert. Ziel war es, eine Energiekonzentration der TMR von etwa 10,5 MJ ME/kg TM zu erreichen, um bei angestrebten Zuwachsraten von etwa 1000 g/Tag eine übermäßige Verfettung zu vermeiden. Die TMR bestanden auf Basis TM aus 56,9 % Maissilage, 20,5 % Stroh und 22,6 % Kraftfutter. Um eine Staffelung der Rohproteinversorgung zu erreichen, wurden durch Austausch von Weizen und Körnermais gegen Sojaextraktionsschrot zwei Kraftfuttermischungen mit XP-Gehalten von 11,0 und 34,7 % in der TM erstellt, die den TMR der Gruppen 1-5 im Verhältnis 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 und 0:100 beigemischt wurden. Die Zusammensetzung der Kraftfutter und die Rohnährstoff- und Energiegehalte der Futtermittel und der TMR sind in Tab. 1 und 2 angegeben. In der Phase vor der differenzierten XP-Versorgung (230 bis 380 kg Lebendmasse) lagen die XP- und ME-Gehalte der TMR bei 12,2 % in der TM und bei 10,6 MJ ME/kg TM.

Die XP-Gehalte der TMR betragen während der Versuchsphase 7,4; 9,1; 10,9; 12,6 und 14,4 % der TM. Die Rohnährstoffgehalte wurden an Mischproben der Maissilage (wöchentlich), Kraftfutter

(monatlich) und Stroh (alle 2 Monate) nach Weender analysiert (Naumann et al., 1997); aus den Analysenwerten wurden die Energiegehalte errechnet. Aus den Rohnährstoff- und Energiegehalten der Einzelkomponenten und der Zusammensetzung der TMR wurden die Rohnährstoff- und Energiegehalte der TMR ermittelt (Tabelle 2). Die Futterraufnahme des Einzeltieres wurde täglich mit automatischen Wiegetrögen erfasst. Die Lebendmasse wurde in einem vierwöchigen Rhythmus ermittelt und daraus die Tageszunahmen errechnet. Sobald das angestrebte Alter von etwa 550 Tagen erreicht war, wurden die Färsen im betriebseigenen Schlachthaus geschlachtet.

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit Hilfe des Statistiksoftwarepakets SAS (SAS Institute Inc., Version 9,2, Cary, NC, USA) unter Verwendung einer einfaktoriellen Varianzanalyse. Signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Gruppenmittelwerten wurden mit dem Student-Newman-Keuls-Test ermittelt und mit unterschiedlichen Hochbuchstaben gekennzeichnet. Mit der Prozedur NLIN wurde anhand der täglichen Zunahmen der XP-Bedarf mit dem Broken-Line Modell nach Robbins et al. (1979) abgeschätzt.

Tabelle 1: Zusammensetzung der Kraftfuttermischungen, Rohnährstoff- und Energiegehalte der Kraftfuttermischungen und von Maissilage und Stroh

Zusammensetzung (g/kg)	Kraftfutter 1	Kraftfutter 2	Maissilage	Stroh
Sojaextraktionsschrot	--	94,9	---	---
Weizen	68,0	---	---	---
Körnermais	25,8	--	---	---
Viehsalz	0,58	0,58	---	---
Calciumcarbonat	2,33	--	---	---
Mineralfutter 22 % Ca, 10 % P	3,34	---	---	---
Mineralfutter 22 % Ca, 3 % P	---	2,23	---	---
Inhaltsstoffe (g/kg)	(n=32)	(n=32)	(n=8)	(n=7)
TM, g/kg	898	871	334	920
XP, g/kg TM	110	437	69	43
XF, g/kg TM	24	81	183	456
XA, g/kg TM	102	134	30	44
XL, g/kg TM	34	27	32	16
nXP, g/kg TM	158	256	132	80
RNB, g	-7,7	29,0	-10,1	-5,9
ME, MJ/kg TM	12,3	12,3	11,1	6,7

Tabelle 2: Nährstoff- und Energiegehalte der TMR

	Versuchsgruppe				
	7,4% XP	9,1 % XP	10,9 % XP	12,6 % XP	14,4 % XP
TM, g/kg	463±11	462±11	461±11	460±11	460±11
XP, g/kg TM	74±5	91±5	109±5	126±5	144±5
XF, g/kg TM	207±7	211±7	214±7	218±7	221±7
XA, g/kg TM	49,1±1,9	50,8±1,8	52,5±1,8	54,1±2,0	55,8±2,4
XL, g/kg TM	29,2±1,1	28,9±0,9	28,5±0,7	28,2±0,6	27,8±0,5
nXP, g/kg TM	126±2	132±2	137±2	142±2	148±2
RNB, g	-8,3	-6,6	-4,5	-2,6	-0,6
ME, MJ/kg TM	10,4±0,1	10,4±0,1	10,4±0,1	10,4±,1	10,4±0,1

Ergebnisse und Diskussion

Die TM-Aufnahme lag in der Gruppe 7,4 % XP nominal unter den Vergleichsgruppen (Tab. 3). Bei vergleichbaren Energiegehalten der Rationen führte das zu einer um 6 – 8 MJ ME/Tag verringerten Energieaufnahme, wobei auch diese Effekte nicht signifikant sind. Die tägliche XP-Aufnahme steigt mit steigenden XP-Gehalten der Ration deutlich ($p < 0,05$) an. In einem Mastversuch mit Fleckviehfärsen im Gewichtsbereich von etwa 270 – 490 kg ermittelten Steinwider et al. (1996) bei grassilagebasierter Fütterung in Abhängigkeit des Kraftfutterniveaus TM-Aufnahmen von 7,4 bis 8,1 kg/Tag. Aus vorliegender Untersuchung ergibt sich für den entsprechenden Gewichtsbereich im Mittel aller Gruppen eine TM-Aufnahme von 8,1 kg/Tag, was sich gut mit den Angaben von Steinwider et al. (1996) deckt. Allerdings wurde in der Arbeit von Steinwider et al. (1996) mit wesentlich geringeren Energiekonzentrationen der Ration gearbeitet, so dass sich auch eine vergleichsweise geringe tägliche Energiezufuhr ergibt (64 bis 75 MJ ME/Tag im Vergleich zu 85 MJ/Tag in vorliegender Untersuchung). Schwarz und Kirchgessner (1990) beobachteten bei intensiv gemästeten Färsen tägliche TM-Aufnahmen von 6 kg im Lebendgewichtsbereich 205 – 363 kg und von 7 kg im Bereich 360-508 kg. Bei Begrenzung der Energiezufuhr können sich erheblich niedrigere Futteraufnahmen ergeben (Schwarz et al., 1992). Die tägliche XP-Aufnahme steigt mit steigenden XP-Gehalten der Ration bis zur höchsten Rohproteinversorgungsstufe deutlich an, während die ME-Aufnahme von der Gruppe 7,4 % XP zur Gruppe 9,1 % XP nur nominal ansteigt und dann ein Plateau ausbildet. Ein Vergleich mit GfE (1995) zeigt, dass die Energieversorgung in den Gruppen 9,1 bis 14,4 % XP dem faktoriell abgeleiteten Bedarf bei 1000 g/Tag Zuwachs entspricht, in Gruppe 7,4 % XP wurden diese Aufnahmen nicht erreicht.

Tabelle 3: Einfluss des Rohproteingehaltes der Ration auf Futteraufnahme, XP- und ME- Aufnahme

	Versuchsgruppe				
	7,4 % XP	9,1 % XP	10,9 % XP	12,6 % XP	14,4 % XP
TM-Aufnahme, kg/d	8,29±0,77	9,06±0,49	8,83±0,64	8,88±1,17	8,91±1,29
XP-Aufnahme, g/d	610±55 ^e	824±44 ^d	960±67 ^c	1114±145 ^b	1280±186 ^a
nXP-Aufnahme, g/d	1049±96	1193±64	1209±87	1258±166	1313±191
ME-Aufnahme, MJ/d	86,4±8,0	94,4±5,1	92,0±6,7	92,2±12,2	92,8±13,5

Tabelle 4: Einfluss des Rohproteingehaltes der Ration auf die Gewichtsentwicklung und tägliche Zunahmen

	Versuchsgruppe				
	7,4 % XP	9,1 % XP	10,9 % XP	12,6 % XP	14,4 % XP
Gewicht, kg					
Aufstallung	233±18	233±17	233±15	234±15	230±17
Versuchsbeginn	383±25	378±21	381±16	381±29	381±35
Versuchsende	566±73 ^b	613±33 ^{ab}	634±33 ^a	617±63 ^{ab}	628±67 ^a
Zunahmen, g/d					
Vorperiode	1209±142	1164±129	1198±114	1187±153	1214±179
Versuchsperiode	759±214 ^b	967±101 ^a	1043±86 ^a	973±139 ^a	1014±188 ^a
Gesamt	914±154	1034±83	1095±72	1045±127	1081±167

Im Mittel der gesamten Mastdauer (ab 230 kg Gewicht) ergeben sich in Abhängigkeit der XP-Versorgung während der Versuchsphase mit differenzierter XP-Versorgung Zuwachsraten im Bereich von 900 - 1100 g/Tag (Tab. 4), was den Vorgaben laut Versuchsplan entspricht. Während des

Versuches liegen die täglichen Zunahmen in der Gruppe 7,4 % XP mit 759 g deutlich ($p < 0,05$) unter den Zunahmen in den übrigen Gruppen, die ein mittleres Zunahmenniveau von etwa 1000 g/Tag erreichen. In der Gruppe 7,4 % XP wird ein Endgewicht von knapp 570 kg erreicht, in den übrigen Gruppen ergeben sich deutlich ($p < 0,05$) höhere Endgewichte von 613 – 634 kg. Wachstumsdepressionen bei hohen Rohproteingehalten der Ration, wie sie in vergleichbaren Untersuchungen mit Mastbullen gefunden wurden (Aichner et al., 2013), treten im vorliegenden Versuch mit Mastfärsen nicht auf, wobei berücksichtigt werden muss, dass der XP-Gehalt der Ration in der höchsten Proteinversorgungsstufe lediglich 14,4 % der TM beträgt.

In der vorliegenden Untersuchung sollte laut Versuchsplan bei gegebenen Zuwachsraten eine mittlere Einstufung der Schlachtkörper in Handelsklasse R bei einem Verfettungsgrad von 3 erreicht werden. Die günstigste Handelsklasseneinstufung wird tatsächlich in der Gruppe 10,9 % XP erreicht (Tab. 5), wobei sich dieser Wert (zur Hälfte Kategorie U, zur Hälfte Kategorie R) mit in vergleichbaren Untersuchungen mit Mastbullen in den Optimalgruppen erreichten Werten vergleichen lässt (Aichner et al., 2013). In den Gruppen 7,4 % XP und 14,4 % XP wurden deutlich ($p < 0,05$) schlechtere Handelsklasseneinstufungen (im Mittel etwa 3, gleichbedeutend mit R) erreicht, die Gruppen 9,1 % XP und 12,6 % XP ordnen sich dazwischen ein. Die Einstufung der Handelsklasse Fett liegt in der Stufe 7,4 % XP bei 2,5, ab der Stufe 9,1 % signifikant ($p < 0,05$) darüber bei Werten über 3. Die Rückenfettdicke und der Nierenfettanteil zeigen einen ähnlichen Verlauf, während der intramuskuläre Fettgehalt (IMF) bei sehr hohen Werten deutlichere Schwankungen aufweist, die nicht mit der XP-Versorgung korrelieren.

Tabelle 5: Einfluss des Rohproteingehaltes der Ration auf Schlachtleistung und Fleischqualität

	Versuchsgruppe				
	7,4 % XP	9,1 % XP	10,9 % XP	12,6 % XP	14,4 % XP
Mastdauer, d	363±15	367±10	366±10	365±14	368±11
Schlachtgewicht, kg	300±39	325±20	339±24	329±37	329±36
Ausschlachtung, %	56,9±1,1	56,8±1,3	57,5±1,9	56,9±1,2	56,4±1,1
Nüchterungsverl., %	5,0±2,0	4,83±0,92	4,95±1,23	4,98±0,84	5,38±0,63
EUROP (E = 1, P = 5)	3,08±0,51 ^a	2,83±0,39 ^{abc}	2,50±0,52 ^c	2,62±0,51 ^{bc}	3,00±0,00 ^{ab}
Handelsklasse Fett (1-)	2,5±0,52 ^b	3,08±0,29 ^a	3,25±0,45 ^a	3,08±0,86 ^a	3,23±0,44 ^a
Rückenfettdicke, cm	1,83±0,39 ^b	2,37±0,3 ^a	2,32±0,34 ^a	2,3±0,41 ^a	2,32±0,34 ^a
Nierenfett, kg	14,4±5,6	18,3±3	17,5±2,6	17,7±4,3	16,9±4,3
IMF, %	3,31±1,27 ^b	5,00±1,71 ^a	4,49±1,55 ^{ab}	3,59±1,17 ^{ab}	4,37±1,01 ^{ab}
Lagerverlust, %	2,46±0,74	2,66±0,83	3,05±0,78	2,22±0,64	2,86±1,04
Kochverlust, %	22,9±2,3	22,9±2	22,5±1,9	23,6±2,9	23,7±3,1
Garzeit, min.	43,3±5,3	44,9±5,2	41,2±6	45,2±4,3	40,5±7,8
Scherkraft, N	67,3±20,7	57,8±18,2	52,6±21,7	60,8±24,3	50,6±14,6
pH1	5,68±0,11	5,68±0,13	5,65±0,06	5,61±0,14	5,64±0,08
pH2	5,70±0,12	5,65±0,07	5,64±0,04	5,60±0,12	5,63±0,08
L**	36,6±1,7	37,4±1,9	37,1±1,5	36,3±1,4	37,3±2,4
a**	12,8±1,4	13,8±1,4	13,7±1,2	13,6±1,6	13,6±1,5
b**	3,4±1,6	4,6±2,0	3,6±1	3,9±1,5	3,9±1,2

(L=Farbhelligkeit, a=Rotton, b=Gelbton)

Die Ableitung des XP-Bedarfes mit dem broken-line Modell ergibt einen Bedarf von 9,4 % XP in der TM für maximale Zuwachsraten von etwa 1000 g/Tag, oder eine tägliche Aufnahme von 868 g/d (Abb.1, Abb. 2). Nimmt man die Angaben der GfE für Mastbullen mit mittleren täglichen Zuwachsraten von 1000 g/Tag als Maßstab, ergibt sich ein XP-Bedarf, der annähernd 100 g/Tag höher liegt. Das in vorliegender Untersuchung zur Maximierung der täglichen Zuwachsraten notwendige XP/ME-Verhältnis liegt bei 9 g/MJ, und damit deutlich unterhalb der bei GfE (1995) für Mastbullen im gesamten Gewichtsbereich angegebenen Werte.

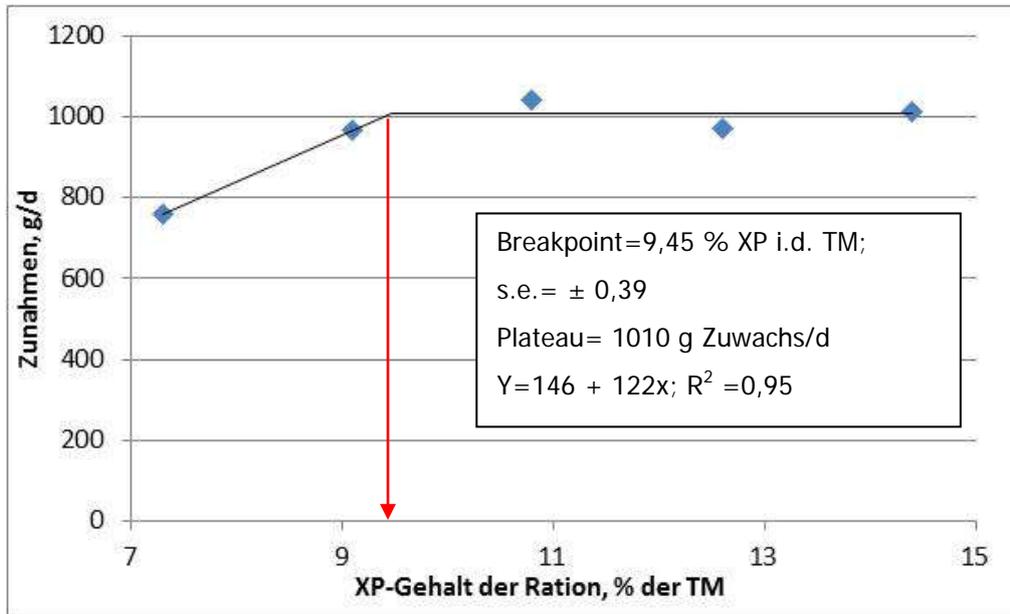


Abb. 1: Einfluss des XP-Gehaltes der Ration auf die täglichen Zunahmen und Ableitung des XP-Bedarfes mit dem broken-line-Modell in der Färsenmast ab 330 kg LM

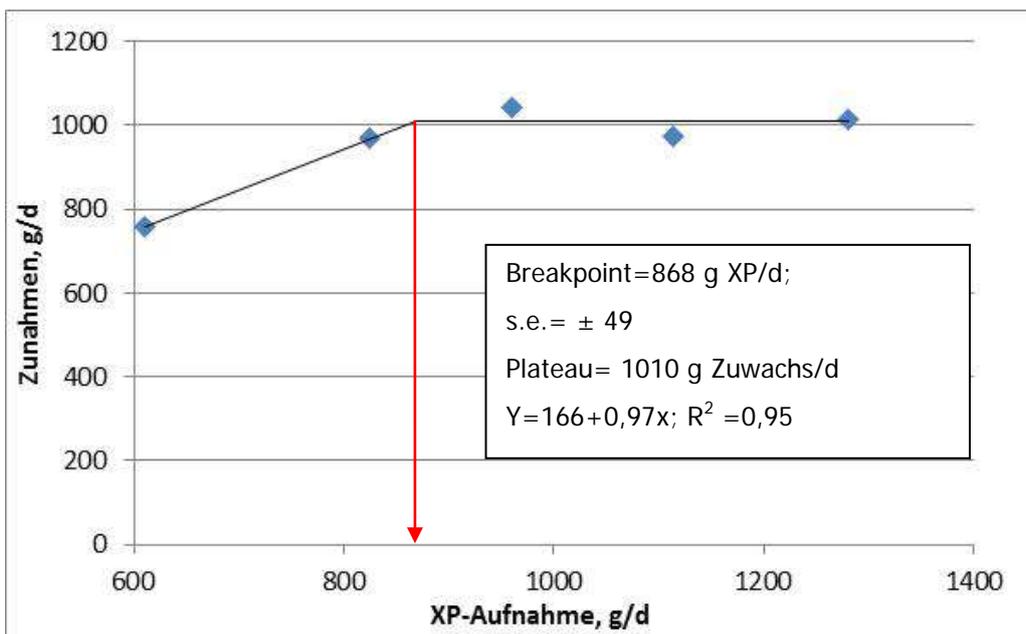


Abb. 2: Einfluss der XP-Aufnahme auf die täglichen Zunahmen und Ableitung des XP-Bedarfes mit dem broken-line-Modell in der Färsenmast ab 330 kg LM

Diese Unterschiede sind zumindest zum Teil durch die Verschiebungen im Fett- und Proteinansatz zwischen männlichen und weiblichen Tieren erklärbar. Allerdings lässt sich aus Daten der GfE (2001) für Aufzuchttrinder im Gewichtsbereich von 350 bis 550 kg ein erforderliches XP/ME-Verhältnis von 11,5 bis 11,1 g/MJ ableiten, was auch unter Berücksichtigung des noch stärker begrenzten Fettansatzes in der Aufzucht im Vergleich zur Mast ungleich höher liegt, als nach den aus vorliegender Arbeit abgeleiteten Angaben. Ob die höhere XP-Zufuhr in den oberen XP-Versorgungsstufen zu einem höheren Wachstum bei höherer Energiekonzentration geführt hätte, kann vorliegend nicht geklärt werden. Allerdings müssen insbesondere bei den Mastfärsen bei der Beurteilung der Protein- und Energiezufuhr die Schlachtleistungsergebnisse, und hier die Kriterien zur Verfettung der Tiere berücksichtigt werden, die eine höhere Energiezufuhr nicht empfehlenswert erscheinen lassen. Nimmt man diese Werte und die nominal maximierten Zuwachsraten und Ausschachtungsergebnisse in der Gruppe 10,9 % XP zusammen, ergeben sich für die Praxis bei gegebener Energieversorgung Empfehlungen zur Versorgung im Bereich 10,9 % XP in der TM bzw. tägliche Aufnahmen von etwa 960 g XP/ Tag. Diese Werte liegen höher, als der XP-Bedarf, der sich aus der Beurteilung der Mastleistung bzw. aus der Bedarfsableitung über das broken-line-Modell ergibt. Da die entsprechenden Gehalte in der Ration bzw. die täglichen Aufnahmen bei der üblicherweise grassilagebasierten Färsenmast ohne zusätzliche Proteinergänzung gut erreichbar sind, steht entsprechenden Empfehlungen jedoch nichts entgegen. Da eine höhere Verfettung der Tiere nicht anzustreben ist, sollte auch die Energieversorgung nicht über den vorliegend gewählten Bereich hinausgehen.

Schlussfolgerungen

Aus den vorliegenden Ergebnissen lässt sich folgern, dass in der Endmast von Fleckviehfärsen des heutigen Genotyps im Gewichtsbereich von 330 bis 630 kg Lebendmasse bei einem mittleren Zunahmenniveau von 1000 g/Tier und Tag eine günstige Handelsklasseneinstufung bei noch akzeptablem Verfettungsgrad erreicht werden kann. In vorliegender Untersuchung wurde dies bei einem Energiegehalt der Ration von 10,4 MJ ME/kg TM erreicht. Höhere Energiekonzentrationen erscheinen wegen der Gefahr einer übermäßigen Verfettung nicht angebracht. Bei der gegebenen Energieversorgung ergibt sich für die Maximierung der Zunahmen ein XP-Gehalt der Ration von etwa 9,5 % der TM bzw. tägliche Aufnahmen von etwa 870 g XP. Eine höhere Versorgung ergibt bis zu XP-Gehalten der Ration von 14,4 % der TM keine negativen Auswirkungen auf die Zuwachsleistungen oder die Futteraufnahme. Die Optimierung der Handelsklasseneinstufung bei etwa 11 % XP in der TM lässt eine Empfehlung zur XP-Versorgung für die Praxis in diesem Bereich zu. Das XP/ME-Verhältnis beträgt in diesem Bereich knapp über 10 g/MJ. Bei der üblicherweise auf Basis Grassilage durchgeführten Färsenmast sollte eine XP-Konzentration von 11 % der TM ohne weitere Proteinergänzung möglich sein.

Literatur

Aichner, V.S., Ettle, T., Obermaier, A., Spiekers, H., Windisch, W. (2013): Untersuchungen zum Rohproteinbedarf in der intensiven Mast von Fleckviehbullen. Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda, Hrsg.: Verband der Landwirtschaftskammern, Bonn, 70 - 73

GfE (Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) (1995): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Mastrinder. DLG-Verlag, Frankfurt a. Main.

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

Naumann, C., Bassler, R., Seibold, R., Barth, C. (1997): Methodenbuch, Band 3: Die chemische Untersuchung von Futtermitteln. VDLUFA-Verlag, Darmstadt

Robbins, K.R., Norton, H. W., Baker, D.H. (1979): Estimation of Nutrient Requirements from Growth Data. J. Nutr. 109: 1710-1714

Schwarz, F.J., Kirchgessner, M. (1990): Vergleichende Untersuchungen zur Mastleistung von Jungbullern, Ochsen und Färsen der Rasse Fleckvieh. Züchtungskunde 62, 384-396.

Schwarz, F.J., Kirchgessner, M., Augustini, C., Branscheid, W. (1992): Wachstumsspezifische Veränderungen der Schlachtkörperqualität von Mastrindern der Rasse deutsches Fleckvieh. 1. Wachstumsverlauf von Jungbullern, Ochsen und Färsen bei unterschiedlicher Fütterungsintensität. Fleischwirtsch. 72, 1584-1589

Steinwider, A., Gruber, L., Steinwender, R., Guggenberger, T., Greimel, M., Schauer, A. (1996): Einfluß der Fütterungsintensität und der Lebendmasse zum Zeitpunkt der Schlachtung auf die Mast- und Schlachtleistung von Fleckvieh-Kalbinnen. Die Bodenkultur 47, 49-64

Autorenanschrift:

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



ACTIFOR[®] PRO

Die phytogene Lösung für eine profitable Milchproduktion.

- Optimiert Eiweißaufnahme und Protein-Abbau im Pansen bei gleichzeitiger Stabilisierung des pH-Wertes
- Beinhaltet Wirkstoffe zum Schutz der Leber, um die Entgiftung zu erleichtern
- Reduziert Treibhausgas-Emissionen (Methan und Ammoniak) für ein besseres, umweltfreundlicheres Stallklima
- Erhöht die Gewinnspanne in der Rinderhaltung durch bessere Leistung und niedrigere Futterkosten

www.delacon.com

DELACON
Phytogenic Feed Additives



Einfluss einer unterschiedlichen Strukturversorgung von Mastbullen auf die Endpunkte der ruminale Fermentation und das ruminale Mikrobiom nach 24-stündiger Nüchterung

Elisabeth ZiBler¹, Thomas Ettle², Wilhelm Windisch¹, Carmen Fahn¹

¹Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Lehrstuhl für Tierernährung, Technische Universität München, München, Deutschland

²Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft; Grub, Deutschland

Einleitung

Eine adäquate Versorgung mit strukturwirksamer Rohfaser ist für Wiederkäuer von herausragender Bedeutung um eine normale Pansenfunktion aufrechterhalten zu können. Der Anteil an Rohfaser bedingt nicht nur die Schichtung des Panseninhalts sondern auch die Wiederkauzeiten. Damit in Verbindung steht die Speichelproduktion, durch deren Pufferwirkung der pH-Wert im Pansen reguliert wird. Dies ist wiederum für die Tiergesundheit der Wiederkäuer essentiell. Die Aktualität sowie Wichtigkeit dieses Themas wird dadurch verdeutlicht, dass sich derzeit auch der Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie mit der Strukturwirksamkeit und dessen Bewertung bei Mischrationen beschäftigt (GfE, 2014). Allerdings steht bei diesen Überlegungen weniger die Mastbullenfütterung, als die Milchviehfütterung im Vordergrund. Dabei implizieren die wenigen vorliegenden Arbeiten zur Strukturversorgung beim Mastbull, dass in der Mastbullenfütterung deutlich andere Werte angesetzt werden müssen als bei der Milchkuh (de Campeneere et al., 2002). Da die Datengrundlage zur Einschätzung der erforderlichen Strukturversorgung insbesondere in der intensiven Bullenmast mit Fleckvieh sehr gering ist, wurde hierzu ein gezielter Versuch angelegt. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, den Einfluss der unterschiedlichen Strukturversorgung von Mastbullen auf das ruminale Mikrobiom unter Berücksichtigung der Parameter der Pansenfermentation zu untersuchen. Hierzu wurden gezielt Schlachttiere nach 24-stündiger Nüchterung beprobt, um mögliche Wechselwirkung zwischen dem ruminale Mikrobiom und dem Wirtstier zu beobachten.

Material und Methoden

Der Versuch fand am Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft in Grub/Poing statt. Für die Untersuchungen standen 67 Mastbullen (Lebendmasse etwa 800 kg) der Rasse Fleckvieh zur Verfügung. Die Tiere wurden in 6 Boxen auf Spaltenboden gehalten und bis zu einem Lebendgewicht von etwa 500 kg mit einem einheitlichen Strukturwert (SW) von 1,2 versorgt. Anschließend wurden die Tiere in drei Gruppen eingeteilt und in einer 1-wöchigen Umstellungsphase an Rationen mit variierenden Strukturwerten gewöhnt. Die Tiere der Gruppe SW 1,2 (Kontrollgruppe) wurden über eine TMR auf Basis Maissilage, Kraftfutter (ca. 30 % der TM) und Stroh mit einem Strukturwert (SW) von 1,2 versorgt. Eine weitere Versuchsgruppe (SW 1,1) wurde über eine vergleichbare Ration ohne Strohzulage versorgt. Eine Anpassung der Energie- und Nährstoffgehalte erfolgte über eine leichte Anhebung des Kraftfutteranteils von 30 auf 32 % der TM sowie über eine Variation der Kraftfutterzusammensetzung. Die Bullen in der Versuchsgruppe 3 (SW 0,6) wurden über eine Ration mit einem Anteil von 70 % Kraftfutter und 30 % Maissilage in der TM

ohne Strohergänzung versorgt. Die Rationen war so kalkuliert, dass die Variation des SW durch unterschiedliche Fasergehalte bei vergleichbaren Gehalten an löslichen Kohlenhydraten der Ration erreicht wurde. Diese Rationen wurden bis zum Tag vor der Schlachtung gefüttert, die bei einem Alter von etwa 500 Tagen erfolgte. Dies bedeutet, dass die Tiere eine Nüchterungsphase von 24 Stunden durchliefen. Es kann davon ausgegangen werden, dass sich die Tiere mitsamt ihrem ruminalem Mikrobiom an die unterschiedlichen Rationen bis zur Probenahme angepasst haben. Weiterhin ist anzunehmen, dass nach einer Nüchterungsphase die fütterungsbedingten Unterschiede weitestgehend egalisiert sind und die tierindividuellen Anpassungen deutlicher zu Tage treten. Weitere Informationen zur Durchführung des Fütterungsversuches finden sich bei Ettle et al. (2014).

Während der Schlachtung wurden 100 ml Pansensaft entnommen und sofort dessen pH-Wert (pH-Meter SCHOTT GC 842, Schott AG, Mainz, Deutschland) bestimmt. Ein Teil des entnommenen Pansensaftes wurde umgehend für die Messung der flüchtigen Fettsäuren (Essigsäure, Propionsäure, Buttersäure) sowie des Ammoniaks aufbereitet. Die Messung der flüchtigen Fettsäuren erfolgte mittels Gaschromatographie. Der Ammoniakgehalt im Pansensaft wurde spektrophotometrisch bestimmt.

Für die Bestimmung der bakteriellen DNA mittels qPCR wurde ein weiterer Teil des Pansensaftes sofort in flüssigem Stickstoff tiefgefroren. Die Proben wurden anschließend für drei Tage gefriergetrocknet und zu einem Pulver gemahlen und homogenisiert. Die Extraktion der bakteriellen DNA aus den Pansensaftproben erfolgte mit Hilfe des MP FastDNA Spin Kits for Feces (MP Biomedicals; Santa Ana; California; USA).

Die qPCR wurde mit dem SensiFast SYBR, No-ROX Kit (Bioline, Luckenwalde, Deutschland) durchgeführt. Die Sequenzen der verwendeten Primer (300 nm) zum Nachweis der Gesamtheit aller Bakterien wurde aus der Literatur übernommen (Bach et al., 2002) und von Eurofins MWG Operon (Ebersberg, Deutschland) synthetisiert. Der hier verwendete Mastermix bestand pro Reaktion aus 7,5 µl SYBR Green, 0,6 µl Primer forward, 0,6 µl Primer reverse, 4,8 µl Nuklease-freies Wasser und jeweils 1,5 µl DNA-Extrakt. Die Messung erfolgte auf einer 96-well Platte im Doppelansatz. Die qPCR wurde mit dem Realplex ep gradient s Mastercycler (Eppendorf, Deutschland) nach folgendem Temperaturprogramm durchgeführt: Hot-Start (5 min, 95 °C), im Anschluss 30 Zyklen mit Denaturierung (20 s, 95 °C), Annealing (60 s, 60 °C), Elongation (30 s, 72 °C) und Schmelzkurvenanalyse. Die Proben wurden mittels Standardkurve absolut quantifiziert. Die statistische Auswertung erfolgte mittels SAS-Software (SAS 9.3, Cary, USA). Es wurden Varianzanalysen sowie ein Mittelwertvergleich nach Student-Newman-Keuls mit einem Signifikanzniveau von 5 % durchgeführt.

Ergebnisse

Die nachfolgende Abbildung 1 zeigt die Endpunkte der ruminalen Fermentation bei unterschiedlichem Gehalt an strukturwirksamer Rohfaser in der Ration von Mastbullen.

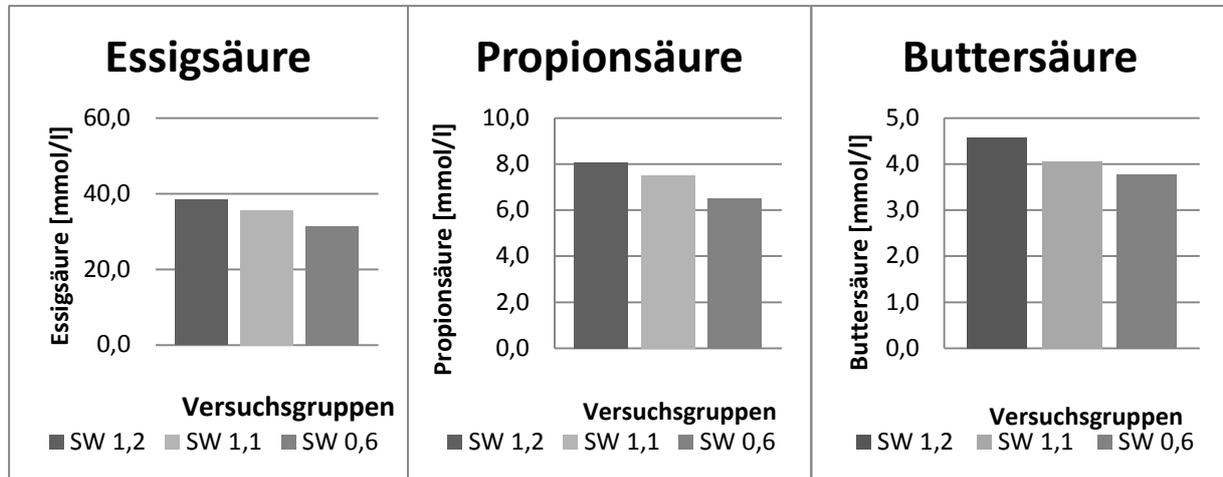


Abbildung 1: Mittlerer Gehalt an flüchtigen Fettsäuren im Pansensaft (Essigsäure, Propionsäure und Buttersäure, mmol/l)

Wie aus Abbildung 1 hervorgeht, sank die Menge an allen gemessenen flüchtigen Fettsäuren (Essigsäure, Propionsäure, Buttersäure) mit einer geringeren Versorgung an strukturwirksamer Rohfaser tendenziell ab. Entsprechend der gleichlaufenden Änderung der Konzentrationen von Essigsäure und der Propionsäure blieb das Acetat-Propionatverhältnis unverändert.

Bei der Auswertung des pH-Wertes im Pansensaft zeigte sich ein entgegengesetztes Bild zu den flüchtigen Fettsäuren. Dementsprechend wies die Gruppe, welche die Ration mit dem geringsten Strukturwert erhielt, den höchsten pH-Wert auf (Abbildung 2).

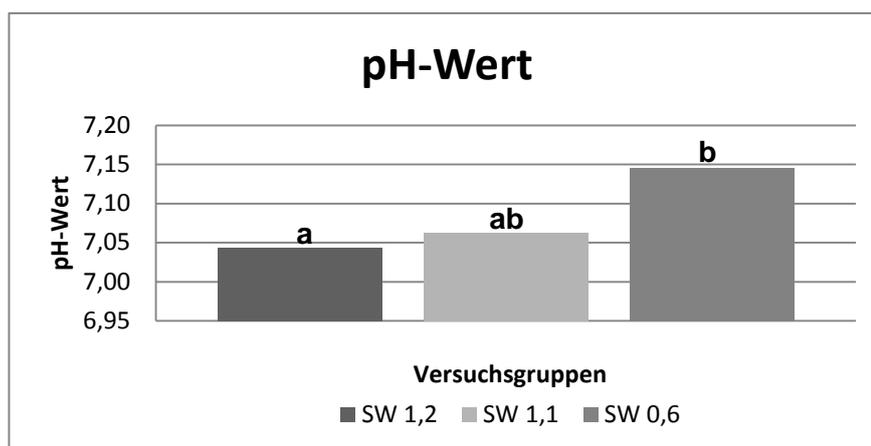


Abbildung 2: Mittlerer pH-Wert im Pansensaft; unterschiedliche Kleinbuchstaben repräsentieren signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen

Die im Pansensaft gemessenen Ammoniakkonzentrationen zeigten keinen signifikanten Unterschied zwischen den verschiedenen Fütterungsgruppen.

Neben den Parametern der ruminalen Fermentation wurde die Gesamtheit der Bakterienpopulation im Pansensaft untersucht. Mit sinkendem Strukturwert nahm die Gesamtdichte an Bakterien-DNA von $7,77 \cdot 10^9$ über $8,73 \cdot 10^9$ auf $1,01 \cdot 10^{10}$ Kopien/g TM zu. Diese Effekte konnten statistisch jedoch nicht abgesichert werden.

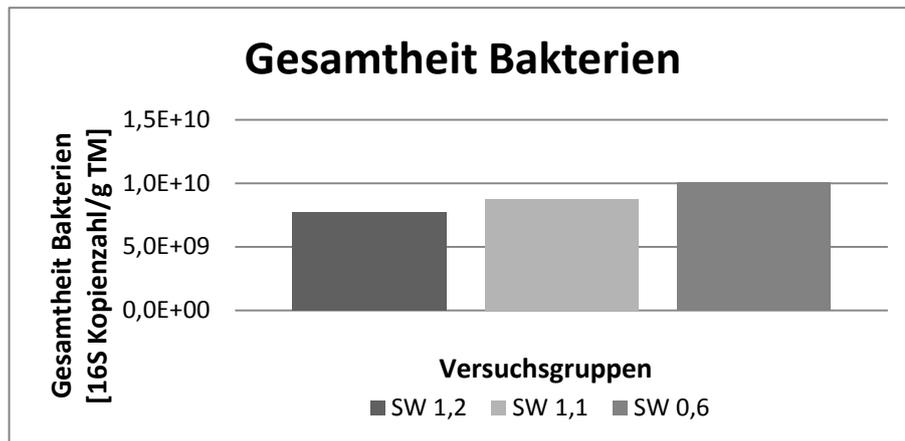


Abbildung 3: Mittlere Dichte an Bakterien im Pansensaft (Kopienzahl pro Gramm Trockenmasse)

Diskussion

Da die Tiere vor der Schlachtung für 24h genüchtert wurden, wäre zu erwarten gewesen, dass sich die Konzentrationen der einzelnen flüchtigen Fettsäuren in den unterschiedlichen Fütterungsgruppen angleichen. Tatsächlich sanken jedoch die Konzentrationen der flüchtigen Fettsäuren mit sinkendem Strukturwert der Ration. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass sich die Tiere mit einem SW von 0,6 während der Fütterungsphase auf eine höhere Anflutung von flüchtigen Fettsäuren angepasst haben, indem sie beispielsweise in der Pansenschleimhaut vermehrt Transportproteine zur Absorption der Fettsäuren exprimierten (Dengler et al., 2013).

Ebenso konnte in der vorliegenden Arbeit gezeigt werden, dass der pH-Wert der beiden höchst-versorgten Gruppen (SW 1,2; SW 1,1) auf einem vergleichbaren Niveau lag. Demgegenüber war der pH-Wert der am niedrigsten versorgten Gruppe (SW 0,6) signifikant höher im Vergleich zur höchst-versorgten Gruppe. Ebenso wie bei den flüchtigen Fettsäuren wäre hier ein entgegengesetztes Bild zu erwarten gewesen, da ein geringerer Anteil an strukturwirksamer Faser in der Ration einen niedrigeren pH-Wert im Pansen bedingt (Li et al., 2011). Allerdings ist auch hier zu beachten, dass die Tiere vor der Schlachtung 24 h nüchtern waren. Dies ist wiederum ein Hinweis auf eine Anpassung des Organismus an den niedrigen Strukturwert. Möglicherweise hatten die Tiere dieser Futtergruppe einen stärker puffernden Speichel und/oder insgesamt größere Speichelmengen produziert. Eine effizientere Absorption von flüchtigen Fettsäuren aus dem Pansen infolge eines verstärkten Einbaus von Transportproteinen in die Pansenschleimhaut (siehe oben) könnte ebenfalls zum höheren pH-Wert beigetragen haben.

Die Versuchstiere, die mit der TMR mit einem Strukturwert von 0,6 versorgt wurden, zeigten die höchste Bakteriendichte im Pansen. Dies ist damit zu erklären, dass diese Ration die höchste Energiedichte aufwies. Offenbar zeigt sich an der Bakteriendichte die unmittelbare Wirkung der Zusammensetzung des Futters auf das ruminale Mikrobiom, während in den Gehalten an flüchtigen

Fettsäuren und im pH-Wert des Pansensafts eher die Anpassungsreaktionen des Wirtstieres zu Tage treten.

Schlussfolgerung

Insgesamt konnte gezeigt werden, dass eine unterschiedliche Strukturversorgung bei Mastbullen Einfluss auf die Fermentationsendpunkte und die Dichte der Bakterien im Pansen hat. Da die Probenahme im Anschluss an eine 24stündige Nüchterung erfolgte, deuten die beobachteten Effekte bei den Fermentationsendpunkten auf eine Interaktion zwischen dem ruminalen Mikrobiom und dem Wirtstier hin.

Literatur

- Bach H.-J., Tomanova, J., Schloter, M., Munch, J.C., 2002: Enumeration of total bacteria and bacteria with genes for proteolytic activity in pure cultures and in environmental samples by quantitative PCR mediated amplification *Journal of Microbiological Methods* 49 (2002) 235–245.
- De Campeneere, S., Fiems, L.O., de Bosschere, H., de Boever, J.L., Ducatelle, R.; 2002: The effect of physical structure in maize silage-based diets for beef bulls. *J. Anim. Phys. Anim. Nutr.* 86, 174-184
- Dengler, F.; Rackwitz, R.; Benesch, F.; Pfannkuche, H.; Gäbel, G.; 2013. Bicarbonate-dependent transport of acetate and butyrate across the basolateral membrane of sheep rumen epithelium. *Acta Physiol* 210: 403–414
- Ettle, T., Obermaier, A., Edelmann, P.; 2014: Untersuchungen zur „Strukturversorgung“ beim Mastbullen. Tagungsband Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, 23-26
- GfE; 2014: Evaluation of structural effectiveness of mixed rations for dairy cows – status and perspectives. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 23: 166-178
- Li, Y. L.; McAllister, T. A.; Beauchemin, K. A. M.; He, L. ; McKinnon, J. J.; Yang, W. Z.; 2011. Substitution of wheat dried distillers grains with solubles for barley grain or barley silage in feedlot cattle diets: Intake, digestibility, and ruminal fermentation. *J. Anim. Sci* 89: 2491-2501

Autorenanschrift

Dr. Carmen Fahn
Lehrstuhl für Tierernährung
WZW Weihenstephan, TU München
Liesel-Beckmann-Straße 2
85354 Freising (Weihenstephan), Deutschland
Carmen.Fahn@wzw.tum.de

BayWa Futtermittel.

Bestens beraten, rundum versorgt.

Agrar

BayWa



Unsere Qualitätsmarken für Rinder, Schweine und Geflügel:



Bovigold®



Porcigold®



Gallugold®

Zum Einfluss einer variierenden Rohprotein-Versorgung von Mastbullen der Rasse Bayerisches Fleckvieh auf die gewebeübergreifende Genexpression spezifischer Harnstoff-Transporter

¹Daniel Brugger, ¹Sebastian Feser, ²Thomas Etle, ¹Wilhelm Windisch, ¹Carmen Fahn

¹Lehrstuhl für Tierernährung, Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt, Technische Universität München

²Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft

1 Einleitung

Für den Wiederkäuer spielt die Versorgung des Pansenmilieus mit Stickstoff (N) eine entscheidende Rolle, da ein Großteil der Aminosäureversorgung des Tieres über die mikrobielle Proteinsynthese realisiert wird. Aus diesem Grund hat sich im Laufe der Evolution eine präzise Feinregulierung der Stickstoffflüsse im Organismus etabliert, die zum einen darauf abzielt unter Mangelbedingungen ein bestmögliches 'Recycling' des verfügbaren endogenen Stickstoffs, durch Drosselung der renalen Exkretion und Umleitung der Stoffflüsse in Richtung Pansen, zu gewährleisten. Andererseits gilt es Überschüsse an endogenem Stickstoff, bei ausreichend versorgter Pansenflora, effizient auszuscheiden. Die Regulation dieser N-Flüsse erfolgt auf Ebene von spezifischen Harnstoff-Transportern (Breves und Leonhard-Marek 2010, Martens 2010). Vorliegende Studie untersuchte die Expression der Transporterfamilie UT-B (Urea Transporter – B), unter den Bedingungen einer variierenden, alimentären Rohproteinversorgung (Mangel bis Bedarfsdeckung), in 60 Mastbullen der Rasse Bayerisches Fleckvieh.

2 Material und Methoden

Die hier verwendeten Proben stammen aus dem Experiment von Aichner et al. (2013) in den Versuchseinrichtungen der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL).

Dabei wurden 60 Jungbullen der Rasse Bayerisches Fleckvieh auf fünf Behandlungsgruppen zu je 12 Tieren verteilt. Alter und Lebendmasse bei Einstallung wurden über alle Behandlungsgruppen gleichmäßig verteilt (148 ± 7 d; $216 \pm 16,7$ kg).

Die Tiere erhielten eine totale Mischration (TMR), bestehend aus Maissilage (68 %TM), Kraftfutter (29%/kg TM) und Gerstenstroh (3%/kg TM), mit einem Energiegehalt von 11,5 MJME/kg TM. Der Nährstoffgehalt entsprach den Empfehlungen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE 1995), mit Ausnahme des Rohproteingehaltes, der für die Dauer des Versuches zwischen den Behandlungsgruppen variiert wurde: 8,3, 10,3, 12,3, 14,4 und 16,4 % Rohprotein (XP) in der Trockenmasse (TM).

Dabei wurden die Unterschiede im Rohproteingehalt über eine variierende Kraftfuttergabe realisiert, in der Sojaextraktionsschrot und Rapsextraktionsschrot schrittweise durch Trockenschnitzel und Futterweizen ersetzt wurden.

Nach einer Versuchsdauer von 350 Tagen wurden die Tiere geschlachtet und Gewebeproben (Ohrspeicheldrüse, Pansenepithel, Leber, Niere) von acht zufällig ausgewählten Tieren jeder Behandlungsgruppe entnommen und in RNAlater inkubiert. Bis zur weiteren Verwendung erfolgte die Lagerung der Gewebeproben bei -80 °C.

50 mg jeder entnommenen Gewebeprobe wurden zur Extraktion von Gesamt-RNA mittels RNeasy Mini Kit (Qiagen, Hilden, Deutschland) herangezogen. Die Qualitätskontrolle erfolgte spektrophotometrisch (NanoDrop® ND 2000, Thermo Scientific, Wilmington, USA) und kapillar-elektrophoretisch (Experion System, BioRad, München, Deutschland), auf Basis der Angaben von Becker et al. (2010). Die Lagerung der Gesamt-RNA-Extrakte erfolgte bei -80 °C bis zur weiteren Verwendung.

Jeweils 500 ng Gesamt-RNA wurden zur cDNA-Synthese im Duplikat mittels iScript® reverse transcription master mix (BioRad) nach Herstellervorgaben herangezogen. Die reverse Transkription erfolgte auf dem Block Cyler T100 (BioRad) mit folgendem Temperaturprogramm: 5 min bei 25 °C, 30 min bei 42 °C und 5 min bei 85 °C. Die fertige cDNA wurde 1:5 mit Nuklease-freiem Wasser verdünnt und bis zur weiteren Verwendung bei -20 °C gelagert.

Es wurden Primer für die potentiellen Referenzgene beta Aktin (ACTB), Laktatdehydrogenase (LDHA), Ubiquitin C (UBC), Glycerinaldehyd-3-Phosphatdehydrogenase (GAPDH), Histon 3 (H3), Hypoxanthin-Phosphoribosyl-Transferase 1 (HPRT1), beta Glukuronidase (GusB) und beta-2-Mikroglobulin (B2M) sowie die Zielgene der Harnstofftransporter B1 (UT-B1) und B2 (UT-B2) mittels Primer Blast (Ye et al. 2012) designt. Tabelle 1 stellt die Details der einzelnen Primerpaare dar.

Tabelle 1: Accession Number, Sequenzen und Spezifikationen (Position auf der Zielsequenz, Produktlänge) der einzelnen Primerpaare

Gen	Accession Number	Start 5'→3'	Stopp 5'→3'	Produktlänge	Forward Sequenz	Reverse Sequenz
ACTB	NM_173979.3	80	249	170	CAACGAGTTCGCCATGGATGATG	ACGAGTCCCTTGGCCCATG
B2M	NM_173893.3	394	565	172	AGCAGCACCATCGAGATTTGA	TGGACATGTAGACCCCAAGG
GAPDH	NM_001034034.1	287	476	190	TCACCATCTTCCAGGAGCGA	TGGTTCACGCCCATCACAAA
GusB	NM_001083436.1	341	456	116	GGTGTGGTATGAACGGGAGA	CCCCATTACCCACACAATG
H3	NM_001014389.2	679	762	84	AGGGGACAGAAATCAGGTATTGG	AATGCTTCATGTCCCCGCAT
HPRT1	NM_001034035.1	448	534	87	TGACACTGGGAAGACAATGCA	TTCATCAGCAAGCTCGCAAC
LDHA	NM_174099.2	728	880	153	TGGGGAGCATGGTGACTCTA	ACCTCATAAGCACTGTCAACCA
UBC	NM_001206307.1	15	102	88	GACCGGGAGTTCAGTCTTCG	CCAGTGAGGGTCTTCACAAA
btUT-B1	ENSBTAT00000026475	2822	2901	80	GCATGGCTAAGCGAACCAGA	GGAAGAAAGTCAGCCACGA
btUT-B2	ENSBTAT00000046861	19	190	172	GGGAAGCCAGCTGCTATGTT	ATCTTTCGCTCGACCTTGTG

Die Primerpaare wurden bei Eurofins MWG Operon (Ebersberg, Deutschland) bestellt und in-silico und in-vitro auf ihre Eignung hin überprüft, die gewünschten Zielsequenzen reproduzierbar und hochspezifisch zu amplifizieren. Die Spezifität wurde zusätzlich durch eine Ableitung der jeweiligen Produktlänge auf einem 2%igen Agarosegel bestätigt. Die Ableitung der optimalen Annealingtemperatur erfolgte für die einzelnen gewebespezifischen cDNA-Pools separat mittels Gradient-PCR.

Die qPCR erfolgte im 96 Well Format mittels SYBR® No Rox Kit (Bioline, Luckenwalde, Deutschland) auf dem Mastercycler® Gradient S (Eppendorf, Hamburg, Deutschland). Der real-time Cycler wurde wie folgt programmiert: 2 min bei 95 °C, 40 Zyklen mit 5 s bei 95 °C, 10 s bei der Primer-spezifischen Annealing Temperatur und 8 s bei 72 °C. Nach Ablauf der 40 Zyklen wurde ein Dissoziationsschritt programmiert, um die produktspezifische Schmelzkurve abzuleiten.

Die Referenzgenvalidierung erfolgte mittels GeNorm® und Normfinder® Algorithmen innerhalb des Softwarepaketes Genex (Multi D Analysis, Gotenburg, Schweden). Die RT-qPCR Daten wurden mittels der 2^{-ΔΔCt} Methode normalisiert (Livak und Schmittgen 2001). Die Daten sind als xfache Regulation angegeben und stellen relative Expressionsunterschiede im Kontext zu einer mittleren Expression der Kontrollgruppe von 1,0 dar. Als Kontrollgruppe wurde das Versorgungsniveau bei 14,4 % XP/kg TM

herangezogen, da diese Gruppe die höchsten zootecnischen Leistungen mit durchschnittlich 1600 g/d zeigte und daher als bedarfsdeckend versorgt angesehen wurde.

Die statistische Auswertung erfolgte mittels SAS 9.4 (SAS Institute, Cary, USA). Das Einzeltier repräsentierte die Versuchseinheit. Mit der Prozedur GLM wurde eine einfaktorielles ANOVA (Behandlung) gerechnet. Zudem wurde über die Funktion Contrast die Wahrscheinlichkeit für einen linearen Trend über Behandlungsgruppen abgeleitet. P-Werte <0.1 wurden als Hinweis auf statistisch signifikante Trends interpretiert.

3 Ergebnisse

Nachfolgend sind die quantitativen Ergebnisse zur Genexpression von UT-B1 und UT-B2 dargestellt. Aufgrund von hohen Fettanteilen in den meisten Proben konnte die Genexpression in der Ohrspeicheldrüse nur qualitativ nachvollzogen werden. Hier war lediglich die Expression der Isoform UT-B1 nachweisbar.

Abbildung 1 stellt die relative Genexpression von UT-B1 und UT-B2 im Pansen dar. Während die Expression von UT-B1 keinen direkten Bezug zur alimentären Rohproteinversorgung zu haben schien, folgte die Response von UT-B2 einem Status-abhängigen Trend. Über die Behandlungsniveaus 8,3, 10,3 und 12,4 % XP/kg TM nahm die Expression von UT-B2 mit steigender alimentärer Rohproteinversorgung in streng linearer Weise ab ($r=-0.98^{***}$) und erreichte bei Versorgungsniveaus ≥ 12.3 % XP/kg TM ein Plateau.

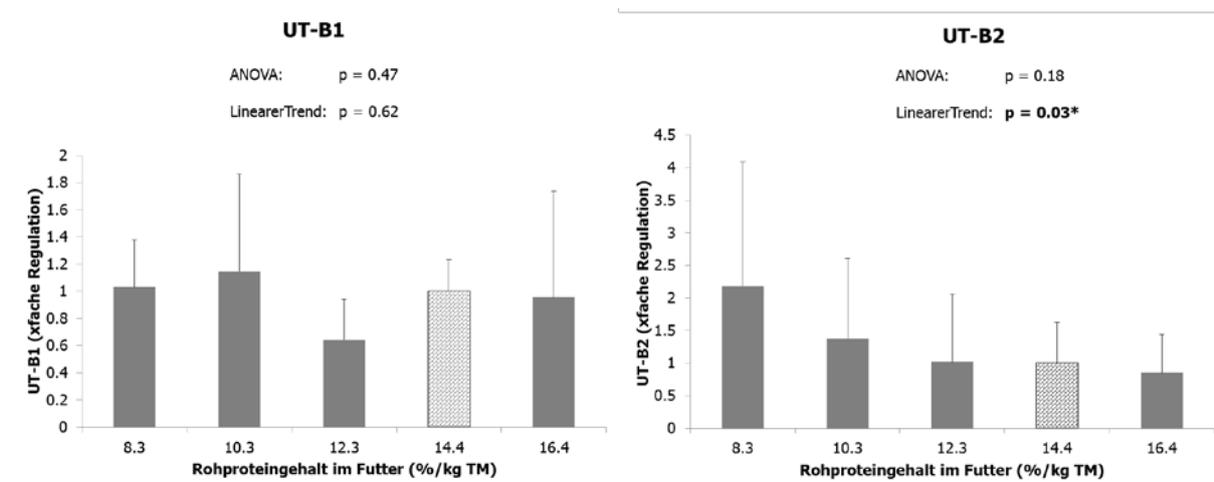


Abbildung 1: Relative Quantifizierung der Expression von UT-B1 (links) und UT-B2 (rechts) im Pansenepithel

Ein p-Wert <0.1 weist auf einen statistisch signifikanten Zusammenhang hin. Die gemusterten Balken repräsentieren jeweils das Expressionsniveau der Kontrollgruppe von 1.0.

Abbildung 2 stellt die relative Genexpression von UT-B1 in der Leber dar. Im Kontext zum Befund in der Ohrspeicheldrüse war auch in der Leber lediglich die Isoform UT-B1 nachweisbar. Hier zeigte sich eine, im Vergleich zu sämtlichen anderen Behandlungsniveaus, deutliche Hochregulierung von UT-B1 bei einer alimentären Rohproteinversorgung von 8.3 % XP/kg TM. Demgegenüber bewegte sich die Expression der Behandlungsniveaus >8.3 % XP/kg TM im Bereich der Kontrollgruppe von 1,0.

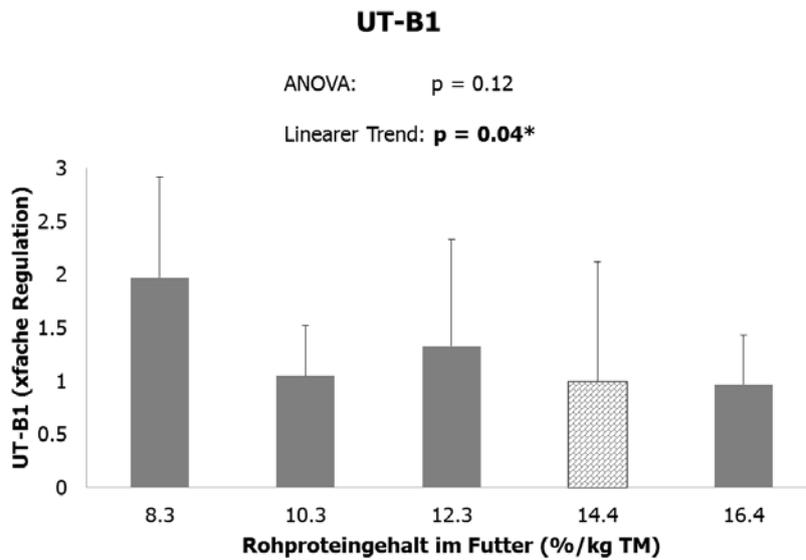


Abbildung 2: Relative Quantifizierung der Expression von UT-B1 in der Leber

Ein p-Wert <0.1 weist auf einen statistisch signifikanten Zusammenhang hin. Der gemusterte Balken repräsentiert das Expressionsniveau der Kontrollgruppe von 1.0.

Abbildung 3 stellt die relative Genexpression von UT-B1 in der Niere dar. Wie schon in der Ohrspeicheldrüse als auch in der Leber war hier nur diese Isoform nachweisbar. Die Response von UT-B1 in der Niere zeigte einen linearen Abwärtstrend ($r=-0.92^{**}$) mit steigender alimentärer Rohproteinversorgung bis zu einem Versorgungsniveau von 14.4 % XP/kg TM, oberhalb dessen sich ein Plateau abzeichnete.

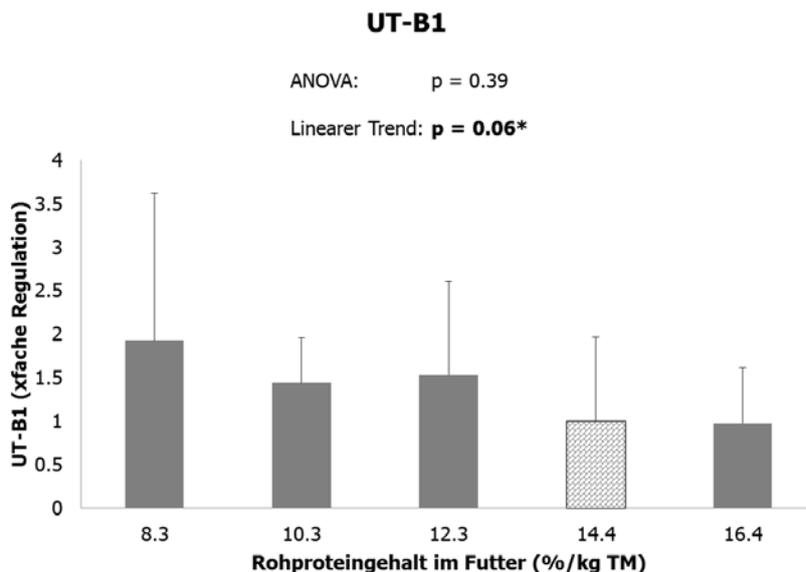


Abbildung 3: Relative Quantifizierung von UT-B1 in der Niere

Ein p-Wert von <0.1 weist auf einen statistisch signifikanten Zusammenhang hin. Der gemusterte Balken repräsentiert das Expressionsniveau der Kontrollgruppe von 1.0.

4 Diskussion

Vorliegende Studie untersuchte die gewebeübergreifende Expression bestimmter Harnstofftransporter (UT-B1 und UT-B2), unter den Bedingungen eines langfristigen, alimentären Rohproteinmangels, von wachsenden Jungbullen der Rasse Bayerisches Fleckvieh.

Aichner et al. (2013) konnten zeigen, dass die Fütterung Unterschiede in der Lebendmasseentwicklung und dem Schlachtendwicht der einzelnen Versuchsgruppen induzierte. Dabei stieg das Versuchsendgewicht von 543 bis 779 kg linear an und erreichte bei Versorgungsniveaus $\geq 14,4$ % XP/kg TM ein Plateau. Die Autoren interpretierten die Daten dahingehend, dass die Gruppe mit 14,4 % XP/kg TM den Punkt der Bedarfsdeckung markiert. Daher wurde diese Versuchsgruppe als Kontrolle für die Normalisierung der Genexpressionsdaten herangezogen.

Die Ergebnisse hinsichtlich des qualitativen Expressionsmusters beider Isoformen (UT-B1 und UT-B2) decken sich mit Daten von Stewart et al. (2005), die UT-B2 als pansenspezifische Variante identifizierten. Aufgrund mangelnder Probenqualität war eine vergleichende Quantifizierung der Genexpression in der Ohrspeicheldrüse nicht möglich. Allerdings zeigen die verwertbaren Befunde, dass das hier vorgestellte Assay auch in Extrakten der Ohrspeicheldrüse funktioniert und daher gewebeübergreifend in zukünftigen Studien eingesetzt werden kann.

Vergleicht man die Ergebnisse der relativen Quantifizierung mit den zootecnischen Daten von Aichner et al. (2013), zeigt sich ein deutlicher reziproker Zusammenhang zur Expression von UT-B2 im Pansen, während UT-B1 keine behandlungsabhängige Reaktion zeigte. Nach dosisabhängiger Herabregulierung mit steigender alimentärer Rohproteinversorgung erreichte die Response von UT-B2, um den Punkt der von Aichner et al. (2013) abgeleiteten Deckung des Rohproteinbedarfs von 14,4 % XP/kg TM, ein Plateau. UT-B2 wird im Pansenepithel an der apikalen Membran exprimiert und transportiert hier Harnstoff aus dem Gewebe in das Lumen. Im Gegensatz dazu gibt UT-B1 den Harnstoff aus dem Epithel an die Zirkulation ab (Stewart et al. 2005). Die eigenen Daten deuten auf eine Umleitung der Harnstoffflüsse in Richtung Pansenlumen, unter den Bedingungen eines alimentären Rohproteinmangels, hin. Dieser Befund steht in deutlichem Kontext zu den Ergebnissen der UT-B1-Expression in Leber und Niere, wo der Transporter ebenfalls am Export Richtung Blut beteiligt ist (Stewart 2011). Hier deuten die Daten auf eine Abgabe des Gewebe-Harnstoffs an die Zirkulation hin, vermutlich zugunsten eines Transportes in Richtung Pansen. Auffallend ist, dass sich das Expressionsniveau der Gruppen mit 14,4 und 16,4 % XP/kg TM durchwegs kaum unterscheidet wohingegen, mit Ausnahme der Leber, in Pansen und Niere unterhalb von 14,4 % XP/kg TM ein stufenweiser Anstieg zu verzeichnen ist. Dies weist auf die Möglichkeit hin, die Expression des UT-B1 in der Niere bzw. im Pansen als funktionellen Statusparameter für künftige Dosis-Wirkungs-Studien, zur Ableitung des Rohproteinbedarfs, heranzuziehen.

Demgegenüber zeigte die Leber lediglich in der am niedrigsten versorgten Gruppe (8,3 % XP/kg TM) eine zweifache Hochregulierung, während sich die anderen Gruppen im Bereich der Kontrollexpression bewegten. Offensichtlich reagiert UT-B1 in der Leber nur unter den Bedingungen einer massiven Mangelsituation. Dies mag mit der Tatsache zusammenhängen, dass die Leber auch unter basalen Bedingung größere Mengen Harnstoff als Produkt des Aminosäure-Turnovers ans Blut abgibt, der dort dann entweder über die Nieren oder den Pansen, je nach physiologischer Ausgangssituation, ausgeschieden wird. Demzufolge dürfte das basale Expressionsniveau in diesem Gewebe deutlich höher sein, wodurch eine aktive Hochregulierung erst nach deutlichen Einbrüchen in der alimentären Rohproteinversorgung notwendig wird. Daraus folgt, dass die Bedingungen in der am niedrigsten versorgten Gruppe mit 8,3 % XP/kg TM so defizitär waren, dass durch ein bisher nicht näher zu bestimmendes, endokrines Signal eine Hochregulierung induziert wurde, um die Harnstoffabgabe ans Blut zu steigern und den Pansen mit Stickstoff zu versorgen. Zur Bestätigung dieser Hypothese sind Folgeuntersuchungen notwendig, da das vorliegende Datenmaterial keine weiteren Rückschlüsse darauf zulässt.

Des Weiteren zeigen die Daten die Schlüsselrolle der Niere im Stickstoffkreislauf des Wiederkäuers auf. Erst die Regulation der Stickstoffflüsse in Richtung einer verminderten renalen Ausscheidung ermöglicht eine effiziente Rückführung in den Pansen zur Versorgung des ruminalen Milieus.

5 Schlussfolgerungen

Die, in der vorliegenden Untersuchung erhobenen Daten, zeigen eine Anpassung der Harnstoff-Exporter (UT-B) Expression in Abhängigkeit zur alimentären Rohprotein-Versorgung. Somit könnten bestimmte Expressionsmuster als Statusparameter in künftigen Dosis-Wirkungs-Studien herangezogen werden. Zudem geben sie Einblick in die Regulationshierarchie der Stickstoffexporter-Expression, bei ruminalen Stickstoffmangel. Es zeigte sich, dass das altbewährte didaktische Model des „rumino-hepatischen N-Kreislaufs“ möglicherweise nicht mehr zeitgemäß ist. Dieser Ansatz berücksichtigt nämlich nicht die Schlüsselrolle der Niere, als eigentlicher Regulationsschnittstelle im Stickstoffkreislauf des Wiederkäuers.

6 Literatur

Aichner VS, Ettle T, Obermaier A, Spiekers H, Windisch W. 2013. Effects of a varying crude protein supply on fattening performance of Simmental bulls. In: GfE, editor(s). Proceedings of the Society of Nutrition Physiology (GfE). Frankfurt am Main, Germany: DLG Verlag. 116.

Becker C, Hammerle-Fickinger A, Riedmaier I, Pfaffl MW. 2010. mRNA and microRNA quality control for RT-qPCR analysis. Methods. 50:237 - 243.

Breves G, Leonhard-Marek S. 2010. 16.4.2.2 Mikrobielle Stoffwechselprozesse in den Vormägen. In: von Engelhardt W, Breves G, editor(s). Physiologie der Haustiere. Stuttgart, Germany: Enke Verlag. 383-389.

Martens H. 2010. 16.4.3.2 Transportmechanismen des Pansenepithels. In: Von Engelhardt W, Breves G, editor(s). Physiologie der Haustiere. Stuttgart, Germany: Enke Verlag. 390-396.

Stewart GS, Graham C, Cattell S, Smith TPL, Simmons NL, Smith CP. 2005. UT-B is expressed in bovine rumen: potential role in ruminal urea transport. Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol. 289:R605-R612.

Stewart G. 2011. The emerging physiological roles of the SLC14A family of urea transporters. Brit. J. Pharmacol. 164:1780-1792.

Autorenanschrift:

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

Your partner for Feed Additives

Our Expertise - Your success



Visit us online at
www.btc-europe.com

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

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

BTC for Poland
Tel. +48 225 709 724

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

BTC for Benelux
Tel. +32 237322 18

BTC for Italy
Tel. +39 0362 51 21

BTC for Iberia
Tel. +34 93 521 42 99

BTC for Greece
Tel. +30 210 686 02 05

A brand of

BASF

The Chemical Company

Auswirkungen einer Zulage von faserreichen Grobfuttermitteln auf zootecnische Leistungen und die Kotbeschaffenheit in der Ferkelaufzucht

Elisabeth Hahn², Wolfgang Preißinger¹, Hermann Lindermayer¹, Günther Propstmeier¹

¹ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft Grub/Schwarzenau, Deutschland

² Technische Universität München, Lehrstuhl für Tierernährung und Futterwirtschaft, Freising-Weihenstephan, Deutschland

Einleitung

Im Rahmen des Projekts „Tierwohl“ wurden in Haltungsver suchen am Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum (LVFZ) für Schweinehaltung in Schwarzenau verschiedene roh faserreiche Futtermittel als organische Beschäftigungsmaterialien getestet. Dazu erhielten Ferkel zusätzlich zum Alleinfutter in einem separaten Trog gehäckseltes Luzerneheu, Grascobs und Maissilage. Es wurde geprüft, ob diese Beschäftigungsmaterialien dazu beitragen, Kannibalismus bzw. Schwanzbeißen beim Ferkel zu reduzieren (Abriel und Jais, 2013). Nicht geprüft wurde, ob und in welchem Ausmaß dadurch Ferkelaufzucht futter „verdrängt“ wird und ob sich die Leistung durch die roh faserreichen Grobfuttergaben verändert. Diese Fragen wurde in der vorliegenden Arbeit nachgegangen.

Material und Methoden

Die Untersuchung wurde am LVFZ für Schweinehaltung in Schwarzenau durchgeführt und bestand aus einem Ferkelfütterungsversuch im Lebendmassebereich zwischen 9 und 33 kg. Für den Versuch wurden 80 Ferkel der Rasse Pi x (DL x DE) nach Lebendmasse, Abstammung und Geschlecht ausgewählt und gleichmäßig auf die in Tabelle 1 angeführten Behandlungsgruppen aufgeteilt.

Tabelle 1: Behandlungsgruppen des Ferkelfütterungsversuchs

	Behandlung			
	Kontrolle	Luzerne	Grascobs	Maissilage
Ferkelaufzucht futter	ad libitum	ad libitum	ad libitum	ad libitum
Faserträger	keine Gabe	Luzerneheu ad libitum	Grascobs ad libitum	Maissilage ad libitum

Die Ferkel wurden in 8 Buchten zu je 10 Tieren auf Kunststoffspalten ohne Einstreu gehalten. Sie waren zu Versuchsbeginn im Durchschnitt 32 Tage alt und wogen 9,3 kg. Pro Behandlung wurden 2 Buchten gemischtgeschlechtlich aufgestellt. Die Zuteilung des Ferkelaufzucht futters erfolgte über Abrufstationen mit integrierter Futtermittelverwiegung für das Einzeltier (Fa. Schauer). Der Versuch gliederte sich in zwei Fütterungsphasen. Zur Vorlage der Faserträger wurden in 6 Buchten zusätzliche Tröge (100 cm x 24 cm) eingebaut. Die Verteilung der Behandlungen auf die Buchten im Versuchsabteil zeigt Abb. 1.

Die Lebendmassen der Ferkel wurden wöchentlich am Einzeltier erfasst. Während des Versuchs wurde der Kot in den Buchten einmal pro Woche bonitiert. Dabei wurden folgende Noten vergeben: 1 für hart bis 4 für wässrig.

Die Ferkelaufzuchtfutter (FAF) der beiden Fütterungsphasen wurden von der Firma Sügemi, Südthüringer Getreide und Mischfutter GmbH, Themar in pelletierter Form zugekauft. Die getesteten Faserträger wurden aus dem Bestand des LVFZ Schwarzenau entnommen. Die Futteruntersuchen wurden im Labor der Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen (AQU) der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LFL) in Grub nach VDLUFA-Richtlinien durchgeführt (VDLUFA, 2012).

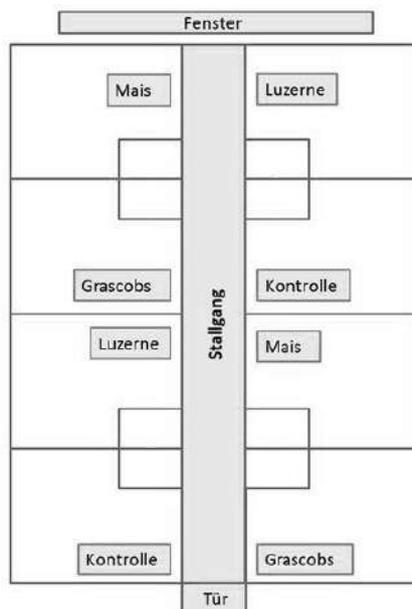


Abbildung 1: Zuordnung der Behandlungen im Versuchsabteil

Hauptkomponenten des FAF I waren Gerste, aufgeschlossener Mais, Weizen, Sojaextraktionsschrot, aufgeschlossene Gerste, aufgeschlossener Weizen, Sojabohnen und Molkenpulver. Das FAF II bestand im Wesentlichen aus Gerste, Weizen, Sojaextraktionsschrot und Weizenkleie. Die Inhaltsstoffe der Ferkelaufzuchtfutter sind in Tabelle 2 angeführt. Inhaltsstoffe und Struktur der Faserträger sind Tabelle 3 zu entnehmen.

Tabelle 2: Inhaltsstoffe der eingesetzten Ferkelaufzuchtfutter

	FAF I	FAF II
ME, MJ	13,32	13,05
Rohasche, g	53	49
Rohprotein, g	163	173
Rohfett, g	48	31
Rohfaser, g	44	36
NfE, g	573	591
Stärke, g	560	311
Lysin, g	11,7	10,8
Methionin, g	4,1	3,3
Ca, g	7,2	7,4
P, g	5,3	5,9

Tabelle 3: Struktur und Inhaltsstoffe der eingesetzten Faserträger

	Luzerneheu	Grascobs	Maissilage
Struktur	kurz, gehäckselt	pelletiert	kurz, gehäckselt
Partikellänge, mm	ca. 30-40	ca. 20-30	ca. 5-10
ME, MJ	5,48	6,51	9,23
Rohasche, g	77	102	27
Rohprotein, g	128	170	60
Rohfett, g	17	35	29
Rohfaser, g	334	176	154
NfE, g	325	397	610
Stärke, g	--	--	304
Lysin, g	5,5	8,3	1,5
Methionin, g	1,7	3,1	1,3
Ca, g	9,6	6,4	1,6
P, g	2,1	4,3	1,8

Ergebnisse und Diskussion

In Tabelle 4 sind die täglichen Zunahmen, die Futter- und Energieaufnahmen sowie die daraus errechneten Futter- und Energieeffizienzzahlen der vier Versuchsgruppen dargestellt. Im Mittel des Versuches hatten Tiere der Luzernegruppe mit 861 g den höchsten Futterverbrauch pro Tag, gefolgt von der Kontrollgruppe mit 832 g, der Grascobsgruppe mit 813 g und der Maissilagegruppe mit 766 g.

Tabelle 4: Aufzuchtleistungen

Gruppen		Kontrolle	Luzerne	Grascobs	Maissilage	Sign. P ¹⁾
Tiere	n	20	20	20	20	-
Gewichte						
Versuchsbeginn	kg	9,3	9,3	9,3	9,3	0,979
Versuchsende	kg	32,7 ^{ab}	34,5 ^a	32,6 ^{ab}	31,2 ^b	0,035
Zunahmen						
Phase 1	g	420	438	428	381	0,061
Phase 2	g	693 ^b	768 ^a	688 ^{ab}	673 ^b	0,049
Gesamt	g	553 ^b	599 ^a	555 ^{ab}	523 ^b	0,014
Futterverzehr/Tag – Ferkelaufzuchtfutter						
Phase 1	g	600 ^a	571 ^a	550 ^{ab}	504 ^b	0,029
Phase 2	g	1075	1164	1090	1042	0,097
Gesamt	g	832	861	813	766	0,063
Futteraufwand (kg Futter/kg Zuwachs)						
Phase 1	kg	1,46 ^a	1,31 ^b	1,29 ^b	1,31 ^b	0,034
Phase 2	kg	1,57	1,53	1,59	1,55	0,546
Gesamt	kg	1,51	1,44	1,46	1,46	0,158
Energieverzehr/Tag						
Phase 1	MJ	8,1 ^a	7,8 ^a	7,5 ^{ab}	6,8 ^b	0,029
Phase 2	MJ	14,2	15,4	14,4	13,8	0,097
Gesamt	MJ	11,1	11,5	10,9	10,2	0,062
Energieaufwand (MJ ME/kg Zuwachs)						
Phase 1	MJ	19,8 ^a	17,7 ^b	17,5 ^b	17,9 ^{ab}	0,034
Phase 2	MJ	20,8	20,2	21,0	20,5	0,546
Gesamt	MJ	20,2	19,2	19,5	19,5	0,149

¹⁾ Irrtumswahrscheinlichkeit

Die Unterschiede konnten jedoch statistisch bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,05 nicht abgesichert werden. Ein ähnliches Bild ergab sich auch bei den täglichen Energieaufnahmen. Auch hier lag die Luzernegruppe mit 11,5 MJ ME pro Tag vorn, gefolgt von der Kontrolle mit 11,1 MJ ME, der Grascobsgruppe mit 10,9 und der Maissilagegruppe mit 10,2 MJ ME je Tier und Tag.

Die angeführten Unterschiede bei den Futter- bzw. Energieaufnahmen spiegelten sich letztendlich in der Aufzuchtleistung wider. Bei den täglichen Zunahmen lag die Behandlung Luzerne mit 599 g signifikant höher als die Gruppe Maissilage mit 523 g. In der Kontroll- und der Grascobsgruppe wurden mit 553 und 555 g nahezu identische Werte erzielt.

Aus Futtermittelverzehr und täglichen Zunahmen errechnete sich mit 1,44 g in der Luzernegruppe der günstigste und in der Kontrollgruppe mit 1,51 g der ungünstigste Futteraufwand je kg Zuwachs. Mit jeweils 1,46 g Futter je kg Zuwachs hatten Tiere der Grascobs- und Maissilagegruppe den gleichen Futteraufwand je kg Zuwachs. Analog verhielt es sich beim Energieaufwand. Hier errechnete sich mit 19,2 MJ ME in der Luzernegruppe der günstigste und in der Kontrollgruppe mit 20,2 MJ ME der schlechteste Energieaufwand je kg Zuwachs. Mit jeweils 19,5 MJ ME je kg Zuwachs hatten Tiere der Grascobs- und Maissilagegruppe den gleichen Energieaufwand je kg Zuwachs.

Die Aufnahme bzw. der Verbrauch an Rohfaserträgern in den einzelnen Versuchswochen ist in Tabelle 5 dargestellt. Die Aufnahmen sind auf Trockenfutter mit 88 % Trockenmasse korrigiert. Während des Versuchs wurde von den Grascobs durchgängig am meisten aufgenommen bzw. verbraucht. Im Verlauf des Versuchs stieg der Verbrauch in allen Zulagengruppen stark an, insbesondere in der letzten Versuchswoche wurde ein deutlicher Anstieg verzeichnet. Im Mittel wurden 34 g Grascobs, 22 g Luzerneheu und 18 g Maissilage bezogen auf 88 % TM pro Tier und Tag verbraucht. Mit Ausnahme der letzten beiden Wochen waren die Unterschiede im Verbrauch statistisch abzusichern.

Tabelle 5: Verbrauch an Faserträgern in den einzelnen Versuchswochen (g/Tag bei 88 % TM)

	Luzerneheu	Grascobs	Maissilage	Sign. P¹⁾
Woche 1	5,5 ^b	9,6 ^a	4,6 ^c	>0,001
Woche 2	7,8 ^b	14,3 ^a	5,7 ^b	0,020
Woche 3	20,9 ^a	29,0 ^a	8,4 ^b	0,013
Woche 4	27,9 ^{ab}	41,9 ^a	18,9 ^b	0,034
Woche 5	27,4	45,3	24,7	0,060
Woche 6	41,3	65,2	46,5	0,102

¹⁾ Irrtumswahrscheinlichkeit

Die Gesamtfutteraufnahme (FAF + Rohfaserträger) ist in Abbildung 2 dargestellt. Insgesamt war der Anteil des Rohfaserträgers an der Gesamtfutteraufnahme gering. Er bewegte sich zwischen 2,3 und 4,0 %.

Die Beurteilung des Kots ist in Tabelle 6 dargestellt. Der Kot in den Buchten der Behandlungsgruppen Kontrolle und Luzerne wurde durchgängig mit 2,0 (normal) bewertet. Dagegen war Kot in den Gruppen Grascobs und Maissilage mit im Mittel 2,3 und 2,4 etwas weicher. Insbesondere wurde in diesen Gruppen im 2. Versuchsabschnitt bei höherer Aufnahme an Rohfaserträgern ein weicherer Kot festgestellt.

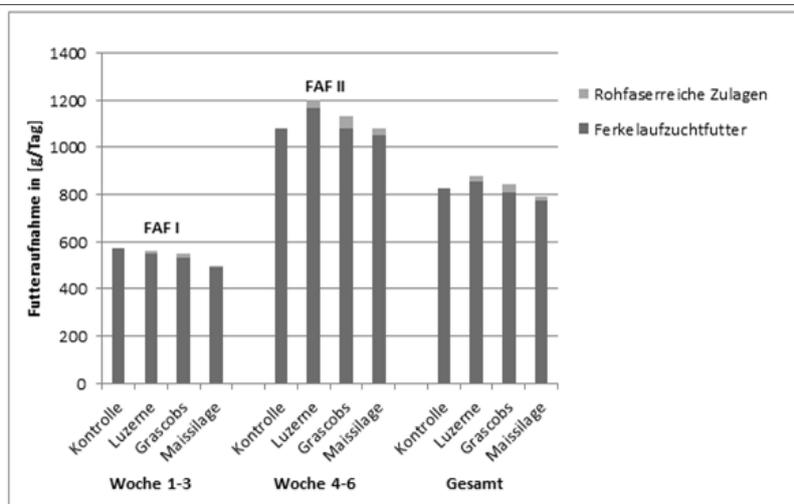


Abbildung 2: Aufnahme an Kraftfutter und Rohfaserträgern

Tabelle 6: Kotbonituren

	Kontrolle	Luzerne	Grascobs	Maissilage
1. Abschnitt	2,0	2,0	2,0	2,3
2. Abschnitt	2,0	2,0	2,5	2,7
Gesamt	2,0	2,0	2,3	2,4

Schlussfolgerungen

Die Zulage verschiedener Rohfaserträger in der Ferkelaufzucht führte zu keinen absicherbaren negativen Auswirkungen auf Futteraufnahme und Leistung. Während sich bei Zulage von Luzerne die täglichen Zulagen sogar verbesserten, wurde bei Grascobs keine Veränderung und bei Maissilage eine geringfügige Reduzierung der täglichen Zunahmen beobachtet. Gegenüber der Kontrolle und Luzernegruppe war der Kot bei Grascobs und Maissilage insbesondere in den letzten Aufzuchtwochen etwas weicher.

Die Vorlage von Luzernehäcksel hat sich zusammen mit weiteren Haltungsmaßnahmen zur Prophylaxe von Schwanzbeißen bewährt (Abriel und Jais, 2013) und kann auch aus Sicht der Tierernährung empfohlen werden. Etwas kritischer ist bei Ferkeln die Zulage von Maissilage zu sehen, da in vorliegender Untersuchung ein negativer Effekt, der zwar statistisch nicht abzuschließen war, auf Futteraufnahme und Leistung auftrat.

Literatur

Abriel, M.; Jais, C. (2013): Influence of housing conditions on the appearance of cannibalism in weaning piglets: Landtechnik 68 (6), 389-393.

VDLUFA-Methodenbuch Band III: Die Untersuchung von Futtermitteln 3. Aufl. 1976, 8. Ergänzungslieferung 2012, VDLUFA-Verlag Darmstadt

Autorenanschrift

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



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



ALLTECH® MYCOTOXIN MANAGEMENT

Ein effektives Mykotoxin Management macht ein ganzheitliches Kontrollsystem erforderlich - vom landwirtschaftlichen Betrieb bis zur Futtermittelherstellung sowie von der Risikobewertung bis hin zum Futtermanagement. Alltech's MYCOTOXIN MANAGEMENT hilft Ihnen, die Gesundheit Ihrer Tiere zu schützen, die Qualität Ihrer Futtermittel zu sichern und gesunde Lebensmittel zu produzieren.

ALLTECH 37+™, ALLTECH MIKO, MYCOSORB A+®

Die Fütterung von MYCOSORB A+® reduziert die Absorption von Mykotoxinen und wehrt somit schädliche Effekte auf die Gesundheit und Leistung Ihrer Tiere ab.

Rufen Sie uns an - wir beraten Sie gern!

Rapsextraktionsschrot im Futter von tragenden und säugenden Sauen - Auswirkungen auf Futteraufnahme, Lebendmasse- entwicklung und Zuchtleistung

Wolfgang Preißinger, Hermann Lindermayer, Günther Propstmeier

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

Einleitung

In den letzten 40 Jahren hat sich der Futterwert von Rapsextraktionsschrot vor allem für die Schweinefütterung dank des Zuchtfortschrittes enorm verbessert. Angefangen von den 0-beziehungsweise Einfachqualitätssorten mit minimalen Gehalten an Erucasäure über die 00-Qualitäten mit zusätzlich deutlich abgesenkten Glukosinolatgehalten bis hin zu den gelbschaligen Sorten (000-Typen) mit geringeren Ligningehalten (Jeroch, 2013). Aufgrund dieser Qualitätsverbesserungen und der guten Verfügbarkeit am Futtermittelmarkt hielten Rapsprodukte, insbesondere Rapsextraktionsschrot bei gegebener Preiswürdigkeit immer mehr Einzug in die Schweinefütterung. In Mastrationen aber auch bei Ferkeln ist Rapsextraktionsschrot mittlerweile ein etabliertes Eiweißfuttermittel. Zahlreiche Versuche und Praxiserhebungen zeigen, dass es bei Einsatzraten von bis zu 10 % beim Ferkel und von bis zu 15 % beim Mastschwein zu keinen Leistungseinbußen kommt (Weber et al., 2007; Weber et al., 2010; Weiß et al., 2007; Weiß et al., 2008; Preißinger et al., 2013a; Preißinger et al. 2013b; Preißinger et al., 2014; Preißinger und Lindermayer, 2014; Stalljohann und Parzelt, 2014). Dagegen fehlen aktuelle Fütterungsversuche bei Zuchtsauen unter den in Deutschland üblichen Fütterungsbedingungen und in der Langzeitbeobachtung gänzlich. Die Einsatzempfehlungen der Union zur Förderung der Öl- und Eiweißpflanzen (UFOP) liegen hier bei fünf bis zehn Prozent, wobei nicht zwischen tragend und säugend unterschieden wird. In einem von der UFOP geförderten Langzeitversuch wurde deshalb Rapsextraktionsschrot in unterschiedlichen Einsatzraten sowohl bei tragenden als auch bei säugenden Sauen geprüft.

Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden von Oktober 2011 bis Juli 2013 am Lehr-, Versuchs- und Fachzentrum für Schweinehaltung (LVFZ) in Schwarzenau durchgeführt. Insgesamt wurden 373 Produktionszyklen ausgewertet. Unterschiedliche Anteile von Rapsextraktionsschrot im Trage- bzw. Trage- und Säugefutter wurden mit einer Kontrollration auf Basis von Sojaextraktionsschrot mit 48 % Rohprotein verglichen. In Tabelle 1 sind die Fütterungsgruppen des Versuchs zusammengestellt.

Tabelle 1: Behandlungsgruppen des Zuchtsauenfütterungsversuchs

	Behandlung			
	Kontrolle	Raps 1	Raps 2	Raps 3
Tragezeit	4,0 % Soja	8,0 % Raps	8,0 % Raps	8,0 % Raps
Säugezeit	16,0 % Soja	16,0 % Soja	10,5 % Soja	7,5 % Soja
	--	--	10,0 % Raps	15,0 % Raps

Die Futterzuteilung der tragenden Sauen erfolgte nach Lebendmasseverlauf und Körperkondition. Der Futterverbrauch sowie die Lebendmasse wurden täglich für jedes Tier an Abrufstationen für tragende Sauen erfasst. Eine Woche vor dem errechneten Abferkeltermin wurden die Tiere in die Abferkelabteile eingestallt.

Dort wurde die Futterzuteilung in der 1. Säugewoche in Schritten von 0,5 kg pro Tag hochgefahren und in der 2. Säugewoche auf ad libitum umgestellt. Für jede Gruppe stand eine eigene Spotmix-Mini Fütterungsanlage (Fa. Schauer) zur Verfügung, welche die Futteraufnahme für jedes Tier täglich aufzeichnete. Ab der 2. Lebenswoche wurde Saugferkelbefutter eingesetzt und die verbrauchten Mengen dokumentiert. Die Lebendmassen der säugenden Sauen wurden beim Einstellen, vor und nach dem Abferkeln sowie nach jeder Säugewoche bestimmt. Die Ferkel (Wurfgewichte) wurden bei der Geburt und nach jeder Säugewoche gewogen. Behandlungsmaßnahmen und Impfungen an Sauen und Ferkeln sowie das Aussondern von Sauen wurden gemäß der üblichen Vorgehensweise des LVFZ Schwarzenau für alle Gruppen gleich durchgeführt.

Das eingesetzte Rapsextraktionsschrot hatte im Mittel einen Rohproteingehalt von 33,6 %, einen Rohfasergehalt von 10,8 % und einen Rohfettgehalt von 2,5 %. Der Gehalt an Glucosinulaten lag mit 9,5 µmol/g etwas höher als die Mittelwerte der Jahre 2011 und 2012 des UFOP-Monitorings (Weber und Schulze, 2014). Insgesamt war der eingesetzte Raps von guter Qualität.

Die Zusammensetzung der Sauenfutter sowie deren Inhaltsstoffe gehen aus Tabelle 2 hervor. Die Ergänzung mit Aminosäuren erfolgte über handelsübliche Mineralfutter für tragende und säugende Zuchtsauen.

Tabelle 2: Rationszusammensetzungen, analysierte Inhaltswerte und Kosten der eingesetzten Futtermischungen

		Tragefutter		Säugefutter		
		Soja	Raps	Soja	Raps	Raps+
Weizen	%	14,5	30	40	40	37
Gerste	%	58	38,5	14,5	9,0	9,0
Mais, Körner	%	--	--	20	20	20
Fasermix	%	20	20	5	5	5
Sojaextraktionsschrot 48	%	4	--	16	10,5	7,5
Rapsextraktionsschrot	%	--	8	--	10	15
Raps-/Sojaöl	%	1	1	1	2	3
Tragemineral ¹⁾	%	2,5	--	--	--	--
Tragemineral, Raps ²⁾	%	--	2,5	--	--	--
Säugemineral ³⁾	%	--	--	3,5	3,5	3,5
ME ⁴⁾	MJ	11,80	11,70	13,62	13,67	13,40
Rohprotein	g	124	131	176	172	173
Lysin	g	5,8	6,8	9,2	9,3	9,4
M+C	g	4,0	4,9	5,8	6,4	6,5
Threonin	g	4,1	4,7	6,3	6,7	6,9
Tryptophan	g	1,6	1,7	2,1	2,2	2,2
Rohfett	g	30	30	31	41	45
Rohfaser	g	71	72	37	43	49
Ca	g	6,5	7,1	8,3	8,9	8,7
P	g	3,7	4,1	4,5	4,9	5,3
Futterkosten, netto	€/dt	23,35	23,26	27,87	28,17	28,59

¹⁾ 21 % Ca, 3 % P, 7 % Na, 5 % Lys, 0,5 % Met ²⁾ 21 % Ca, 2 % P, 7 % Na, 6 % Lys, 0,5 % Met

³⁾ 21 % Ca, 3,5 % P, 5 % Na, 6 % Lys, 2,5 % Met ⁴⁾ ME aus Verdauungsversuchen

Im Tragefutter mit Raps wurde der Lysin- und Phosphorgehalt des Mineralfutters der ausschließlichen Rapsfütterung angepasst. Die erzielten Nährstoffkonzentrationen der Trage- und Säugefutter waren nach den DLG-Vorgaben (DLG, 2008) passend und reichten für hohe Zuchtleistungen aus.

Ergebnisse und Diskussion

Tragezeit

Während des knapp 80-tägigen Aufenthalts im Stall für tragende Sauen nahmen die Tiere sowohl das Kontrollfutter mit Soja als auch die Testrationen mit Raps nahezu vollständig auf. Die Tiere jeder Gruppe verbrauchten bzw. verzehrten im Mittel mit 3,2 kg Futter exakt die gleiche Menge pro Tag (vgl. Abbildung 1).

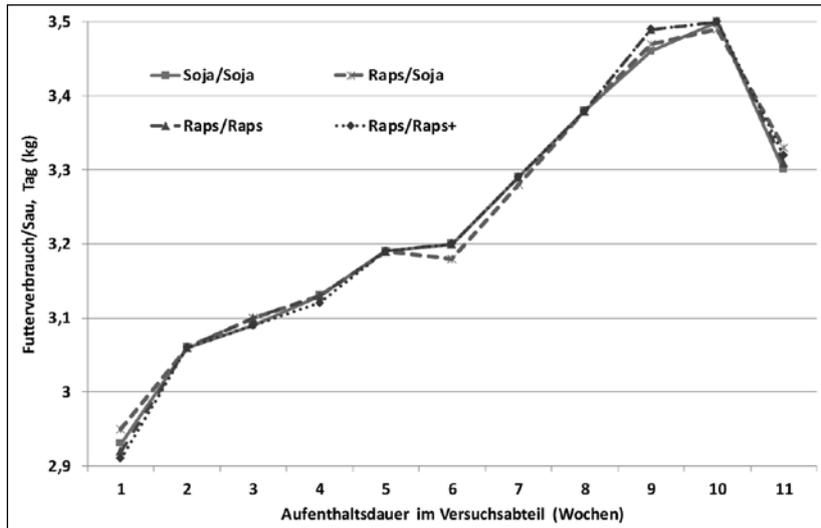


Abbildung 1: Täglicher Futterverbrauch im Verlauf der Tragezeit

Für das Tragefutter mit Soja wurde im Verdauungsversuch eine um 0,1 MJ ME höhere Energiekonzentration ermittelt als für das mit Raps. Somit errechnete sich in der Kontrollgruppe eine um 0,3 MJ höhere tägliche Energieaufnahme. Dies spiegelte sich letztendlich in der Lebendmasseveränderung wider (siehe Abbildung 2). In der Kontrollgruppe nahmen die Sauen im Mittel 47 kg zu, in den drei Rapsgruppen lagen die mittleren Gewichtszunahmen zwischen 42 und 44 kg.

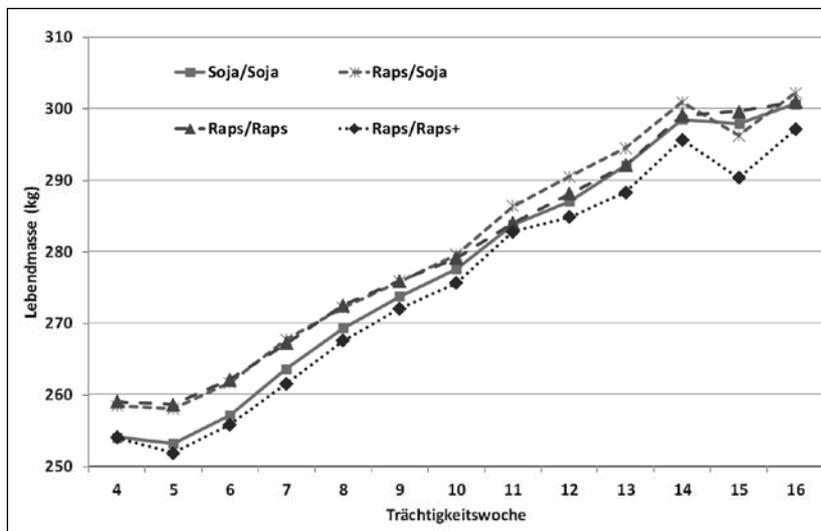


Abbildung 2: Lebendmasseveränderungen im Verlauf der Tragezeit

Säugezeit

Die Sauen aller Gruppen hatten in der Woche vor dem Abferkeln und in den ersten zwei Laktationswochen einen vergleichbar hohen Futterverbrauch bzw. -verzehr. Lediglich in der 1. Säugewoche nahmen die Tiere mit 15 % Raps im Säugefutter etwas mehr an Futter bzw. Energie auf. Ab der 3. Laktationswoche stieg in dieser Gruppe der Futterverbrauch und somit auch die Energieaufnahme stark an (Tabelle 3). Gegenüber den beiden Sojagruppen wurden im Mittel knapp

1,6 kg bzw. 19,5 MJ ME in der 3. Säugeweche und 2,2 kg bzw. 27,6 MJ ME in 4. Säugeweche mehr aufgenommen bzw. verbraucht. Dabei wurde auch beobachtet, dass einzelne Sauen Rapsklumpen ausselektierten. Bei 10 % Raps im Säugefutter lag der Futterverbrauch bzw. die Energieaufnahme in den letzten beiden Laktationswochen ebenfalls höher als in den beiden Gruppen mit Soja, jedoch fiel dieser Mehrverbrauch mit ca. 0,5 kg bzw. 7,6 MJ ME (3. Säugeweche) und 0,7 kg bzw. 10,2 MJ ME (4. Säugeweche) deutlich niedriger aus.

Tabelle 3: Futter-/Energieverzehr während der Säugezeit – Sauen ab 1. Wurf (LS-Means)

		Kontrolle Soja/Soja	Raps 1 Raps/Soja	Raps 2 Raps/Raps	Raps 3 Raps/Raps+	Sign. P¹⁾
letzte Trageweche	kg (ME)	2,72 (37,0)	2,74 (37,3)	2,73 (37,3)	2,69 (36,0)	0,6685
1. Säugeweche	kg (ME)	3,24 (44,1)	3,26 (44,4)	3,26 (44,6)	4,01 (53,7)	0,2314
2. Säugeweche	kg (ME)	5,78 (78,7)	5,78 (78,7)	5,86(80,1)	6,04 (80,9)	0,2026
3. Säugeweche	kg (ME)	6,89 ^a (93,8)	6,49 ^a (88,4)	7,22 ^a (98,7)	8,26 ^b (110,6)	<0,0001
4. Säugeweche	kg (ME)	6,74 ^{ab} (91,8)	6,36 ^a (86,6)	7,27 ^b (99,4)	8,72 ^c (116,8)	<0,0001
Prestarter/Wurf	kg	18,6	19,3	17,7	19,4	0,9460
Prestarter/Ferkel	kg	0,199	0,215	0,206	0,219	0,9366

¹⁾ Irrtumswahrscheinlichkeit

Bei den Zuchtleistungen ließen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen absichern (Tabelle 4). Der höchste Wurfzuwachs je Tag errechnete sich mit 2,82 kg in der Kontrollgruppe, der niedrigste mit 2,67 kg in der Gruppe 15 % Raps im Säugefutter.

Tabelle 4: Zuchtleistungen der Sauen (LS-Means)

		Kontrolle Soja/Soja	Raps 1 Raps/Soja	Raps 2 Raps/Raps	Raps 3 Raps/Raps+	Sign. P¹⁾
Geborene Ferkel	n	12,86	12,46	12,17	12,36	0,3049
Abgesetzte Ferkel	n	11,81	11,42	11,26	11,21	0,2211
Geburtsgewicht/Ferkel	kg	1,48	1,43	1,41	1,42	0,1064
Absetzgewicht/Ferkel	kg	8,05	8,00	8,10	7,94	0,8643
Zunahmen/Ferkel	g/d	238	239	244	236	0,6885
Wurfzuwachs	kg	75,8	73,4	74,1	71,3	0,2225
Wurfzuwachs/Tag	kg	2,82	2,73	2,76	2,67	0,2097
Ferkelverluste	%	9,49	6,48	8,29	8,63	0,5622

¹⁾ Irrtumswahrscheinlichkeit

In der Kontrollgruppe mit durchgängiger Fütterung von Sojaextraktionsschrot mussten während des Versuchs im Vergleich zu den anderen Gruppen die wenigsten Sauen ausgetauscht werden. Die höchste Austauschrate ergab sich in der Gruppe mit Wechsel des Haupteiweißträgers - Raps im Tragefutter, Soja im Säugefutter.

Schlussfolgerungen

Aus der aktuellen Untersuchung wird abgeleitet, dass Rapsextraktionsschrot im Tragefutter bei entsprechender Aminosäureergänzung z. B. über ein besser ausgestattetes Mineralfutter (mehr Aminosäuren, weniger P) als alleiniges Eiweißfutter eingesetzt werden kann. Eine geringfügige Energieerhöhung (0,1-0,2 MJ ME/kg Tragefutter) ist dabei von Vorteil. Im Säugefutter sind bis zu 10 % Rapsextraktionsschrot ohne größere Leistungseinbußen möglich, 5 bis 8 % wären ein guter Kompromiss unter Sicherheitsaspekten in Hochleistungsherden bzw. bei hohem Jungsauenanteil.

Wird Rapsextraktionsschrot als Haupteiweißträger im Tragefutter eingesetzt, so ist auch ein moderater Einsatz im Säugefutter bis zur Einsatzrate im Tragefutter bzw. bis zu 10 % durchaus ratsam.

Soll Rapsextraktionsschrot bei Zuchtsauen eingesetzt werden, ist auf die Preiswürdigkeit zu achten. Im Tragefutter lassen sich in begrenztem Umfang durch Einsatz von Rapsextraktionsschrot teure Rohfaserträger wie Sojabohnenschalen, Apfeltrester oder Trockenschnitzel einsparen, deren positiven Wirkungen (Quellvermögen, Gehalt an bakteriell fermentierbarer Substanz BFS, Sättigung, Darmperistaltik etc.) sind aber bei der Berechnung der Preiswürdigkeit von Rapsextraktionsschrot mit zu berücksichtigen. Sollen die angeführten hochwertigen Faserträger, wie oft empfohlen, auch im Säugefutter im geringen Umfang eingemischt werden, verteuern sich die Rationen mit Rapsextraktionsschrot deutlich, da noch mehr sehr teures Öl zum Erreichen einer hohen Energiekonzentration eingemischt werden muss. Wird auf zusätzliche Faserträger im Säugefutter verzichtet, sieht es für den Einsatz von Rapsextraktionsschrot günstiger aus. Auch hier gilt es, die positiven Wirkungen des durchgehenden Einsatzes hochwertiger Faserträger bei der Preiswürdigkeitsberechnung mit einzubeziehen. Darüber hinaus ist noch zu berücksichtigen, dass Eigenmischer für Raps ein zusätzliches Vorratssilo benötigen bzw. einen erhöhten Arbeitsaufwand beim Einsatz von Big Bags einkalkulieren müssen. Wird Alleinfutter mit Rapsextraktionsschrot für tragende bzw. laktierende Sauen zugekauft, so ist bei diesen Futtermitteln die offene Deklaration einzufordern, um die enthaltenen Rapsschrotanteile sowie die weiteren Futterkomponenten im Blickfeld zu haben. Alleinfutter für säugende Sauen mit hohen Anteilen an Rapsextraktionsschrot können geringere Energiekonzentrationen aufweisen. Müssen dann bei großen Wurfen bzw. hohen Leistungen zusätzliche Energiefutter zugelegt werden, kann es teuer werden. Die Futterkosten frei Trog sind im Allgemeinen ausgeglichen, wenn Rapsextraktionsschrot (€/dt) ungefähr 65 % des Preises für Sojaextraktionsschrot (48 % Rohprotein) ausmachen würde. Liegt der Preis darunter, so ist Rapsextraktionsschrot auch im Sauenfutter eine Alternative, wenn er in vernünftigem Umfang eingesetzt wird.

Nicht außer Acht lassen sollte man die Nährstoffbilanzen – Rationen mit hohen Rapsschrotanteilen haben evtl. höhere Rohproteingehalte, auf alle Fälle aber höhere P-Gehalte (trotz Verwendung eines P-armen Mineralfutters). Folglich sind das Vorhandensein von Gülleflächen bzw. die Gülleabgabe oder der Tierbesatz pro Fläche weitere Punkte, die es beim Rapseinsatz zu beachten gilt.

Literatur

- DLG (2008): DLG-Information 1/2008 Empfehlungen zur Sauen- und Ferkelfütterung, Herausgeber DLG-Arbeitskreis Futter und Fütterung. DLG-Verlag, Frankfurt/Main
- JEROCH, H. (2013): Möglichkeiten der Futtermittelverbesserung beim Geflügel. In Tagungsband, 12. BOKU-Symposium Tierernährung, 19-26
- PREIBINGER, W., H. LINDERMAYER, G. PROPSTMEIER (2013a): Einsatz von Rapsextraktionsschrot in der Ferkelfütterung. In: Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda 2013, Herausgeber: Verband der Landwirtschaftskammern, Bonn, 135-138
- PREIBINGER, W., H. LINDERMAYER, G. PROPSTMEIER (2013b): Schweinemast mit Rapsextraktionsschrot. In Tagungsband 12. BOKU-Symposium Tierernährung, 77-82
- PREIBINGER, W., H. LINDERMAYER (2014): So viel Raps verdaut das Schwein. dlz-Primus Schwein 4, S. 30-33

- PREIBINGER, W., H. LINDERMAYER, G. PROPSTMEIER (2014): Rapsextraktionsschrot, Donau Soja und Ackerbohnen in der Ferkelfütterung, Auswirkungen auf Futterraufnahme und Leistung. In Tagungsband, 13. BOKU-Symposium Tierernährung, 40-43
- STALLJOHANN, G., S. PATZELT (2014): Raps statt Soja für Ferkel? In: Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda 2014, Herausgeber: Verband der Landwirtschaftskammern, Bonn, 182-184
- WEIß, J., W. SOMMER, M. WEBER (2007): Untersuchungen von Rapsextraktionsschrot bei Mastschweinen unter Praxisbedingungen. In: Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda 2007, Herausgeber: Verband der Landwirtschaftskammern, Bonn, 154-156
- WEIß, J., W. SOMMER, M. WEBER (2008): Rapsextraktionsschrot an Mastschweine auch in hohen Mischungsanteilen bewährt. In: Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda 2008, Herausgeber: Verband der Landwirtschaftskammern, Bonn, 176-178
- WEIß, J., F. SCHÖNE (2008): Rapsextraktionsschrot in der Schweinefütterung, UFOP-Praxisinformation.
- WEBER, M., U. SCHULZE (2014): Ergebnisse des UFOP-Monitorings 2013 zur Qualität von Rapsextraktionsschrot. In: Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda 2014, Herausgeber: Verband der Landwirtschaftskammern, Bonn, 91-93
- WEBER, M., P. STENZEL, A. GRIMMER, U. GIESCHLER (2007): Zum Einfluss von hohen Rapsextraktionsschrotanteilen in der Mastschweinefütterung. In: Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda 2007, Herausgeber: Verband der Landwirtschaftskammern, Bonn, 157-159
- WEBER, M., P. STENZEL, A. GRIMMER, U. GIESCHLER (2010): Einsatz von Rapsextraktionsschrot in der Ferkelfütterung. In: Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda 2010, Herausgeber: Verband der Landwirtschaftskammern, Bonn, 195-198

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

Increasing the sustainability in pig production applying low protein diets - example Bavaria

Dr. Thomas Kaufmann, Dr. Michael Binder, Viktoria Scherer

Evonik Industries AG, Health & Nutrition

Introduction

Increasing public awareness of environmental pollution demands that today's animal producers are paying attention not only to optimal productivity but also minimizing environmental impact like greenhouse gas emissions (GHG, normally expressed as kg CO₂ equivalent per functional unit like kg meat produced, standardizing the different influencers CO₂, CH₄ and N₂O), eutrophication (expressed as kg PO₄) and acidification (expressed as kg SO₄). Steinfeld et al. (2006) find that GHG emissions from the global livestock sector are about 18% of the global GHG emissions. O'Mara (2011) reduced this contribution to 16%. In light of the growing world population demanding more meat, eggs and milk nutritive effectiveness (i.e. doing the right things) and nutritive efficiency (i.e. doing the things right) become ever more important for livestock producing farmers. The livestock sector increasingly competes for scarce resources, such as land, water, and energy, and has a severe impact on air, water and soil quality because of its emissions (Steinfeld et al., 2006; Moran and Wall, 2011). To evaluate this impact a holistic method is needed which measures the environmental impact during the entire lifecycle of a product along its entire supply chain. Generally, life cycle assessments (LCA) are the basis for such measurements. In the last few years, the scientific literature delivered plenty publications measuring the environmental impact of different livestock production systems using the LCA methodology mainly for Europe and the USA (see de Vries & de Boer, 2010; FAO, 2013 for review). However, the use of different system boundaries and methodological approaches make it difficult compare the results. FAO (2013) recently published a report on GHG emissions from pig supply chains in a global life cycle assessment ending at the retail distribution point. Also, results for different intensification systems are shown (backyard, intermediate, industrial) in different world regions. For pig supply chains, feed including enteric CH₄ formation and land use change mainly for soy bean cultivation contributes 55.5 % to total GHG emissions, manure management 27.4%. From this breakdown it is obvious, that feed production and nutritional concepts are major means to mitigate the impact of pig production. However, only few studies aimed at investigating the potential for mitigation of impacts when using low protein diets, relatively to conventional diets. Eriksson et al. (2005) found a 7%, 17% and 20% reduction for CO₂e, PO₄e and SO₄e with low-protein diets, respectively, in growing finishing pig production systems. Ogino et al. (2013) estimated a 5% reduction of both CO₂e and SO₄e and a 28% reduction of PO₄e when supplying growing-finishing pigs with low protein diets. Tsujimoto et al. (2013) estimated the possible reduction of GHG in Japan when feed amino acids were introduced into the feed with 24.8%. Mosnier et al. (2011) published LCA data on the most commonly used feed grade amino acids (lysine, threonine, methionine) and the incorporation of these aa according to different formulation scenarios. Incorporation of aa decreased the impacts on eutrophication, terrestrial ecotoxicity and cumulative energy demand. The incorporation of amino acids further reduced climate change and acidification impacts when feed ingredients with high impacts such as soy bean meal associated with deforestation have been included in the diet. Just lately, Garcia-Launay et al. (2014) the first time published values for the total potential for impacts reduction as they implemented low protein diets to all animal categories i.e. gestating and lactating sows, weaned piglets and growing-finishing pigs and also used most recently available amino acids l-tryptophan and l-valine to reduce the protein content of feeds even further.

CO₂e, SO₄e and PO₄e could be reduced by multi-phase least cost formulated diets by 1.3%, 17.8% and by 12.5% compared to standard practice 2-phase low protein diets and by 9.8%, 28.1% and 24.9%, respectively, compared to a 2-phase feeding practice without amino acids. In recognition of the detrimental effect of land use change combined with deforestation, policy supports also research in using more of alternative protein sources like peas, beans and rapeseed meal or even development of locally (Bavaria) or regionally (Danube soy) grown soy bean.

Combining the results of certified LCAs of supplemented amino acids with reliable environmental impact data for crop production and logistic systems allows to compare different feeding strategies for their environmental impact. Exemplary, the potential of using low protein diets in improving the ecological sustainability performance of pig production in Bavaria is shown demonstrating the use of the software AMINOFootprint® (Evonik, 2013 a).

Materials and methods

In Bavaria, most of the pig feed is home-mix feed following the nutrient recommendation of LFL (LFL 2013). Accordingly, commonly used standard diets for gestating and lactating sows, piglet feed I (weaning to 20 kg of live weight), piglet feed II (20-30 kg), early grower (30-40 kg), grower (40-80 kg) and finisher (80-120 kg) served as the reference and basis for today's practice (Lindermayer 2014). Table 1 shows these formulas and their targeted and as is nutrient composition.

Table 1: Example diets typical for feeding practice on Bavarian pig farms

Ingredient in % as is	Sow, gestation	Sow, lactating	Piglet I, 7-20 kg	Piglet II, 20-30 kg	Early Grower, 30-40 kg	Grower, 40-80 kg	Finisher, 80-120 kg
Barley	68.50	20.00	25.00	25.00	15.00	12.00	15.00
Wheat	10.00	40.00	28.00	30.00	32.00	30.00	38.50
Corn	-	15.00	22.00	22.00	32.00	40.00	30.00
Extracted Soy Bean Mea	8.00	15.00	18.00	16.00	18.00	15.00	14.00
Fibermix	10.00	5.00	2.67	2.67	-	-	-
Soya oil	0.50	-	1.00	1.00	-	-	-
Salt	0.60	0.70	0.60	0.60	0.39	0.39	0.39
Dicalciumphosphate	0.40	0.70	0.62	0.62	0.40	0.40	0.40
Limestone	1.78	1.64	1.10	1.10	1.51	1.51	1.12
Biolys (65% Lys-HCl)	0.22	0.44	0.73	0.73	0.55	0.55	0.46
MetAMINO (DL-M)	-	0.06	0.12	0.12	0.06	0.06	0.05
ThreAMINO (L-Thr)	-	0.02	0.14	0.14	0.09	0.09	0.08
TrypAMINO (L-Trp)	-	-	0.02	0.02	-	-	-
Target / as is value (%)							
DM	88.00 / 88.47	88.00 / 88.49	88.00 / 88.43	88.00 / 88.43	88.00 / 88.21	88.00 / 88.21	88.00 / 88.17
MJ ME	12.00 / 12.31	13.20 / 13.20	13.00 / 13.40	13.00 / 13.40	13.00 / 13.48	13.00 / 13.53	13.00 / 13.51
CP	13.00 / 14.38	16.00 / 16.92	17.50 / 18.11	16.00 / 17.41	17.00 / 17.93	15.825 / 16.59	14.00 / 16.60
Lys, SID	0.48 / 0.581	0.78 / 0.865	1.121 / 1.096	0.997 / 1.047	0.933 / 0.996	0.654 / 0.914	0.511 / 0.852
M+C, SID	0.288 / 0.376	0.467 / 0.518	0.673 / 0.601	0.598 / 0.585	0.56 / 0.552	0.392 / 0.522	0.306 / 0.514
Thr, SID	0.312 / 0.367	0.506 / 0.486	0.729 / 0.648	0.649 / 0.621	0.606 / 0.604	0.425 / 0.56	0.334 / 0.538
Trp, SID	0.096 / 0.135	0.156 / 0.164	0.202 / 0.189	0.180 / 0.181	0.168 / 0.172	0.119 / 0.154	0.094 / 0.157

A second set of diets has been formulated using BRILL least cost software. For the sow-, piglet- and grower feeds, the same nutritive targets as in LFL recommendations have been set, however, the maximum CP-content has been set as shown in table 2 and additionally restrictions for % SID valine and % SID isoleucine have been set according to EVONIK recommendations (EVONIK 2013 b). For the early grower and finisher feeds formulas from a recent paper investigation the performance of low and extremely low CP-diets (Evonik 2013 c) have been used. Here, even further types of amino acids

currently not yet commercially available or approved for feed have been offered (see table 2 for details). The corresponding formulation approaches have then been compared with regard to their environmental impact in AMINOFootprint[®] with cradle to farm gate system boundaries set and using kg CO₂e, kg PO₄e and kg SO₄e per ton of feed as functional unit. To simulate the influence of transport, for the feed raw materials except for soy bean meal an average regional Bavarian logistic scenario for plant- and feed production has been assumed. For SBM, 100% import from Brazil with typical transports by truck, sea and train from two plantation regions with and without land-use-change (LUC) have been set. For feed additives, the distance from production plants and the currently valid logistic chains have been introduced in the software. The LCA data in AMINOFootprint[®] come from certified sources as for the feed raw materials (PE 2012) or internal data for the Evonik amino acids which have been critically reviewed to follow the respective ISO-norms (TÜV Rheinland 2010).

Table 2: Low protein diets

Ingredient in % as is	Sow gestation low CP	Sow lactating low CP	Piglet I, 7-20 kg	Piglet II, 20-30 kg	Early grower, 30-40 kg	Early grower, 30-40 kg, low CP	Grower, min. 14% CP	Grower, max. 12.5% CP	Finisher, low CP	Finisher ve low CP, without SB
Barley	73.00	54.95	5.3	43.68	15.81	20.00	64.7	65.86	37.00	42.81
Wheat	5.9	12.37	44.45	-	28.96	36.13	25.90	28.20	21.73	18.97
Corn	-	15.00	25.00	37.04	28.00	28.00	-	-	23.00	23.00
SBM (48%)	-	13.43	10.46	12.96	12.50	-	7.76	3.20	3.00	-
Rapeseed meal	-	-	-	-	7.50	7.50	-	-	-	-
DDGS	-	-	8.00	-	-	-	-	-	-	-
Wheat bran	18.00	0.47	-	-	1.00	0.10	-	-	12.50	12.50
Soya oil	0.72	0.83	-	-	-	-	-	-	-	-
Rapeseed oil	-	-	-	-	3.25	1.69	-	-	0.69	0.69
Salt	0.32	-	0.68	0.79	0.40	0.40	0.23	0.23	0.40	0.40
Dicalciumphosphate	0.85	1.25	4.00	4.00	0.40	0.40	1.00	1.00	0.40	0.40
Limestone	0.82	1.17	-	-	1.17	0.74	-	0.80	0.54	0.38
Biolys (65% Lys-HCl)	0.34	0.37	1.23	0.90	0.72	1.25	0.37	0.59	0.56	0.56
MetAMINO (DL-M)	-	0.05	0.22	0.20	0.12	0.20	-	0.02	0.05	0.08
ThreAMINO (L-Thr)	0.05	0.07	0.3	0.23	0.14	0.28	0.04	0.10	0.13	0.17
TrypAMINO (L-Trp)	-	0.01	0.06	-	0.03	0.07	-	-	-	0.01
L-Valine	-	0.03	0.17	0.12	-	0.16	-	-	-	0.01
L-Isoleucine	-	-	0.13	0.08	-	0.14	-	-	-	0.03
L-Glutamic Acid	-	-	-	-	-	1.25	-	-	-	-
L-Glycine	-	-	-	-	-	0.61	-	-	-	-
L-Proline	-	-	-	-	-	0.43	-	-	-	-
L-Arginine	-	-	-	-	-	0.25	-	-	-	-
L-Histidine	-	-	-	-	-	0.05	-	-	-	-
L-Phenylalanine	-	-	-	-	-	0.08	-	-	-	-
Target / as is value (%)										
DM	- / 88.35	- / 88.48	- / 88.76	- / 88.70	- / 88.00	- / 88.00	- / 88.26	- / 88.30	- / 88.00	- / 88.00
MJ ME	12.00 / 12.00	3.20 / 13.2	13.00 / 13.23	13.00 / 13.10	- / 13.80	- / 13.80	13.00/13.00	13.00/13.00	- / 13.00	- / 13.00
CP	- / 11.52	max. 15 / 15.00	max. 16.50 / 16.50	max. 15.00 / 15.00	- / 17.2	- / 15.7	min. 14.00 / 14.00	max. 12.5 / 12.46	- / 12.50	- / 11.5
Lys, SID	0.48 / 0.48	0.78 / 0.78	1.12 / 1.12	0.99 / 0.99	- / 1.00	- / 1.00	0.65 / 0.65	0.65 / 0.65	- / 0.64	- / 0.64
M+C, SID	0.29 / 0.32	0.47 / 0.47	0.67 / 0.67	0.60 / 0.60	- / 0.62	- / 0.62	0.39 / 0.41	0.39 / 0.39	- / 0.42	- / 0.42
Thr, SID	0.32 / 0.32	0.51 / 0.51	0.73 / 0.73	0.65 / 0.65	- / 0.65	- / 0.66	0.43 / 0.43	0.43 / 0.43	- / 0.45	- / 0.45
Trp, SID	0.10 / 0.11	0.16 / 0.16	0.20 / 0.20	0.18 / 0.18	- / 0.20	- / 0.20	0.12 / 0.14	0.12 / 0.12	- / 0.12	- / 0.12
Val, SID	0.39 / 0.41	0.61 / 0.61	0.76 / 0.76	0.68 / 0.68	- / 0.68	- / 0.68	0.44 / 0.54	0.44 / 0.47	- / 0.48	- / 0.44
Ile, SID	0.28 / 0.29	0.46 / 0.48	0.62 / 0.62	0.55 / 0.55	- / 0.58	- / 0.55	0.36 / 0.43	0.36 / 0.36	- / 0.37	- / 0.35
EAA: total N ratio	-	-	-	-	- / 0.53	- / 0.50	-	-	- / 0.50	- / 0.50

Results and discussion

Tables 3 and 4 show the change in the environmental impact categories of lowering the crude protein content in fattening feeds for the scenario that imported SBM from Brazil origins from regions without

LUC. The diet change results almost always in a reduction of SO₂e and PO₄e, whereas CO₂e in some feeds even increased. However, weighing the impact by their relative share over the whole fattening period results in less emissions of all impact categories. Extremely low protein compared to moderately lowered protein content reduced emissions for CO₂e, SO₂e and PO₄e even further by 12%, 43% and 42%, respectively.

Table 3: Impact of moderately low %CP pig feed compared to Bavarian standard feed

	Piglet I, 7-20kg, low CP	Piglet II, 20-30 kg, low CP	Early grower	Grower min. 14% CP	Finisher, low protein	Total period
max. % CP	16.50	15.00				
% CP as is	16.50	15.00	17.20	14.00	12.553	
kg CO ₂ e/mt feed	118.796	90.36	-34.69	32.03	-80.511	
kg SO ₂ e/mt feed	-1.508	-2.861	0.208	-2.914	-6.007	
kg PO ₄ e/mt feed	-0.625	-0.719	-0.074	-0.611	-1.49	
Share of total feed of 290 kg per pig from 8-120 kg	6.60%	6.90%	6.50%	35.80%	44.10%	100%
<u>Difference in emissions per feeding phase per produced fattening pig:</u>						
kg CO ₂ e	7.841	6.235	-2.255	11.467	-35.505	-12.218
kg SO ₂ e	-0.100	-0.197	0.014	-1.043	-2.649	-3.976
kg PO ₄ e	-0.041	-0.050	-0.005	-0.219	-0.657	-0.971

Table 4: Impact of extremely low % CP pig feed compared to Bavarian standard feed

	Piglet I, 7-20kg, low CP	Piglet II, 20-30 kg, low CP	Early grower	Grower max. 12,5% CP	Finisher, very low protein, without SBM	Total period
max. % CP	16.50	15.00		12.50		
% CP as is	16.50	15.00	17.20	12.50	11.50	
kg CO ₂ e/mt feed	118.796	90.36	-34.69	29.859	-82.111	
kg SO ₂ e/mt feed	-1.508	-2.861	0.208	-5.59	-7.766	
kg PO ₄ e/mt feed	-0.625	-0.719	-0.074	-1.253	-1.896	
Share of total feed of 290 kg per pig from 8-120 kg	6.60%	6.90%	6.50%	35.80%	44.10%	100%
<u>Difference in emissions per feeding phase per produced fattening pig:</u>						
kg CO ₂ e	7.841	6.235	-2.255	10.690	-36.211	-13.701
kg SO ₂ e	-0.100	-0.197	0.014	-2.001	-3.425	-5.709
kg PO ₄ e	-0.041	-0.050	-0.005	-0.449	-0.836	-1.380

For the scenario that imported SBM from Brazil comes to 100% from regions with LUC a drastic improvement of lowering the protein content for all fattening phases on all environmental impact categories can be seen (tables 5 and 6). Here, the step from moderately to extremely lowered % CP in the grower and finisher phase results in a much more significant further reduction of CO₂e per produced fattening pig by 39%. For the sow feed (table 7), except for CO₂e in the lactation diet lowering CP emissions reduced in all cases, most drastically in the gestation feed in the LUC scenario, as this diet contains no SBM at all. Table 8 shows the aggregated emission reduction potentials for the analyzed scenarios (moderately and extremely low % CP, with and without LUC for imported SBM) per sow and year and fattening pig. In 2013, Bavaria had 260000 sows consuming 299000 tons of feed (calculated with 750 kg gestation and 400 kg lactation feed per sow). Correspondingly, emissions per sow and year could be reduced by 8935 t or 179907 t CO₂e, 1201 t or 1119 t SO₂e and 290 t or 257 t PO₄e for the scenario without or with LUC, respectively. With average 2.8 cycles per year and a herd of 1505900 fattening pigs 4216520 slaughter pigs were produced in 2013 in Bavaria. Hence, there is a emission saving potential of 14949t or 868852 t CO₂e, 667 t or 1316 t SO₂e and 1183 t or 1273 t PO₄e for the diets with moderately lowered CP-level and 16764 t or 1208413 t CO₂e, 6989 t or 7892 t SO₂e

and 1690 t or 1802 t PO₄e for the diets with extremely lowered CP-content for the scenario without and with LUC, respectively.

Table 5: Impact of moderately low %CP pig feed compared to Bavarian standard feed, LUC*

	Piglet I, 7-20kg, low CP	Piglet II, 20-30 kg, low CP	Early grower	Grower min. 14% CP	Finisher, low protein	Total period
max. % CP	16.50	15.00				
min. %RP				14.00		
% CP as is	16.50	15.00	17.2	14.00	12.553	
kg CO ₂ e/mt feed	-500.989	-159.498	-475.117	-561.835	-982.751	
kg SO ₂ e/mt feed	-2.011	-3.064	-0.046	-3.384	-6.721	
kg PO ₄ e/mt feed	-0.694	-0.747	0.104	-0.676	-1.588	
Share of total feed of 290 kg per pig from 8-120 kg	6.60%	6.90%	6.50%	35.80%	44.10%	100%
<u>Difference in emissions per feeding phase per produced fattening pig:</u>						
kg CO ₂ e	-33.065	-11.005	-30.883	-201.137	-433.393	-709.483
kg SO ₂ e	-0.133	-0.211	-0.003	-1.211	-2.964	-4.523
kg PO ₄ e	-0.046	-0.052	0.007	-0.242	-0.700	-1.033

* considering that SBM from Brazil comes from regions where land use change with deforestation happened

Table 6: Impact of extremely low % CP pig feed compared to Bavarian standard feed, LUC*

	Piglet I, 7-20kg, low CP	Piglet II, 20-30 kg, low CP	Early grower, low CP	Grower max. 12.5% CP	Finisher, very low protein, without SBM	Total period
max. % CP	16.50	15.00		12.50		
% CP as is	16.50	15.00	15.70	12.50	11.50	
kg CO ₂ e/mt feed	-500.989	-159.498	-962.695	-938.871	-1233.183	
kg SO ₂ e/mt feed	-2.011	-3.064	0.215	-6.365	-8.703	
kg PO ₄ e/mt feed	-0.694	-0.747	0.076	-1.359	-2.025	
Share of total feed of 290 kg per pig from 8-120 kg	6.60%	6.90%	6.50%	35.80%	44.10%	100%
<u>Difference in emissions per feeding phase per produced fattening pig:</u>						
kg CO ₂ e	-33.065	-11.005	-62.575	-336.116	-543.834	-986.595
kg SO ₂ e	-0.133	-0.211	0.014	-2.278	-3.838	-6.447
kg PO ₄ e	-0.046	-0.052	0.005	-0.487	-0.893	-1.472

* considering that SBM from Brazil comes from regions where land use change with deforestation happened

To put these figures into perspective, the relative improvement for the different scenarios compared to average emission values found in the literature can be calculated. For intensive industrial pig production systems reports emissions of roughly 4 kg CO₂e, 0.035 kg SO₂e and 0.020 kg PO₄e per kg live weight each can be assumed (de Vries and de Boer, 2009). The aggregated savings of sow and fattening diets represent a potential of 1.24% (1.34%), 11.12% (48.74%) and 15.34% (20.61%) for CO₂e, SO₂e and PO₄e, respectively. Figures in brackets are for the extremely lowered CP-diet. Taking into account the negative influence on LUC in case of imported SBM, the corresponding aggregated savings are 53% (71%) CO₂e, 14% (54%) SO₂e and 16% (21%) PO₄e. The CO₂e emissions of up to 7000 (without LUC) or 500000 (with LUC) middle-class cars driving 20000 km/a could be balanced by feeding low protein pig diets in Bavaria. The realistic potential is somewhere in between. More and more there is scientific evidence that the crude protein level of pig diets can be lowered much more than current practice in pig farming without losing performance when formulation is done at the right ideal protein ratio and content of standardized ileal digestible aa (Evonik 2013 c, Gallo et al 2014, Garcia-Launay et al 2014, Gloaguen et al 2014).

Table 7: Emission reduction potential of low % CP sow feed compared to Bavarian standard feed

	not considering LUC for SBM		considering LUC for SBM	
	Sow gestation, low CP	Sow lactating, low CP	Sow gestation, low CP	Sow lactating, low CP
max. % CP		15.00		15.00
% CP as is	11.70	15.00	11.70	15.00
kg CO ₂ e/mt feed	-52.272	12.10	-717.948	-95.258
kg SO ₂ e/mt feed	-4.257	-3.57	-4.872	-1.622
kg PO ₄ e/mt feed	-1.061	-0.80	-1.152	-0.311
Kg feed/sow/year	750	400	750	400
Difference in emissions per sow and year:				
kg CO ₂ e	-39.20	4.84	-538.461	-38.103
kg SO ₂ e	-3.19	-1.43	-3.654	-0.649
kg PO ₄ e	-0.80	-0.32	-0.864	-0.124

Table 8: Total emission reduction potential using low % CP diets compared to Bavarian standard feed

	not considering LUC for SBM			considering LUC for SBM		
	Sow	Fattening pig moderate CP reduction	Fattening pig maximal CP reduction	Sow	Fattening pig moderate CP reduction	Fattening pig maximal CP reduction
kg CO ₂ e/year	-34.36	-12.22	-13.70	-576.56	-709.48	-986.60
kg SO ₂ e/year	-4.62	-3.98	-5.71	-4.30	-4.52	-6.45
kg PO ₄ e/year	-1.11	-0.97	-1.38	-0.99	-1.03	-1.47

Conclusions

Low protein diets contribute to reduce the impact of pig production on climate change, acidification and eutrophication. As for current feeding practices in Bavaria, there is still a major potential to mitigate this impact. This potential is highest when SBM originating from plantations having undergone LUC is replaced by a combination of more feed amino acids and alternative feed raw materials. From a nutritional point of view, high volume feeds like sow gestation and pig finisher feed can be formulated without any SBM and offer the highest potential to reduce the environmental impact of pig feeding.

Literatur

- Eriksson IS, Elmquist H, Stern S, Nybrant T (2005) Environmental systems analysis of pig production - the impact of feed choice. *Int. J. Life Cycle Assess.* 10, 143-154.
- Evonik (2013 a): AMINOFootprint® brochure and software
- Evonik (2013 b): <http://feed-additives.evonik.com/product/feed-additives/en/services/faces/pages/default.aspx>
- Evonik (2013 c) Effects of balancing low protein diets with supplemental amino acids on performance and carcass composition of growing-finishing pigs. *Facts & Figures Swine* No 1495.
- FAO (2013) Greenhouse gas emission from pig and chicken supply chains - A global life cycle assessment. A report prepared by: Food and Agriculture Organization of the United Nations / Animal Production and Health Division.
- Gallo L, Dalla Montá G, Carraro L, Cecchinato A, Carnier P, Schiavon S (2014) Growth performance of heavy pigs fed restrictively diets with decreasing crude protein and indispensable amino acids content. *Livestock Science*, 161, 130-138.
- Garcia-Launay F, van der Werf HMG, Nguyen TTH, Le Tutour L, Dourmad JY (2014) Evaluation of the environmental implications of the incorporation of feed-use amino acids in pig production using Life Cycle Assessment. *Livestock Science*, 161, 158-175.
- Gloaguen M, Le Floc'h N, Corrent E, Primot Y, van Milgen J (2014) The use of free amino acids allows formulating very low crude protein diets for piglets. *Journal of Animal Science*, 92, 637-644.
- LfL (Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft) Futterberechnung für Schweine, LfL Information, 20. Auflage, Juli 2014.
- Lindermayer H (2014) Personal Communication
- Moran, D., and E. Wall (2011) Livestock production and greenhouse gas emissions: Defining the problem and specifying solutions. *Anim. Front.* 1 (1): 19 – 25
- Mosnier E, van der Werf HMG, Boissy J, Dourmad JY (2011) Evaluation of the environmental implications of the incorporation of feed-use amino acids in the manufacturing of pig and poultry feeds using Life Cycle Assessment. *Animal* 5, 1972 - 1983
- O'Mara, F.P. (2011): The significance of livestock as a contributor to global greenhouse gas emissions today and in the near future: *Anim. Feed Sci. Technol.* 166-167: 7 – 15.
- Ogino A, Osada T, Takada R, Takagi T, Tsujimoto S, Tonoue T, Matsui D, Katsumata M, Yamashita T, Tanaka Y (2013) Life cycle assessment of Japanese pig farming using low-protein diet supplemented with amino acids. *Soil Sci. Plant Nutr.* 59, 107-118.
- PE International AG (2012) GaBi dataset documentation
- Steinfeld H, Gerber P, Wassenaar T, Castel V, Rosales M, de Haan C (2006) *Livestock's Long Shadow*. FAO, Rome, Italy.
- Tsujimoto S, Takagi T, Takashi O, Ogino A (2013) Greenhouse gas reduction and improved sustainability of animal husbandry using amino acids in swine, poultry feeds. *Animal Science Journal*, 84, 409-415.
- TÜV Rheinland LGA Products GmbH (2010) LCA Evonik Amino Acids
- de Vries M, de Boer IJM (2010) Comparing environmental impacts for livestock products: a review of life cycle assessments. *Livestock Science*, 128, 1-11.

Corresponding author

Evonik Industries AG
Health & Nutrition
Sustainability Development
Rodenbacher Chaussee 4
63457 Hanau-Wolfgang
thomas.kaufmann@evonik.com



AMINOFootprint® – Realize your sustainability potential!

AMINOFootprint® supports you in creating diets with the least environmental impact. It's a web-based app for notebooks and tablets.

Evonik – Just get more.

AMINOFootprint®

www.evonik.com/animal-nutrition
animal-nutrition@evonik.com

Evonik. Power to create.



Bewertung von Fütterungsstrategien im Hinblick auf eine Reduktion der Nährstoffausscheidungen

Karoline Reckmann¹ und Martin Rimbach²

¹Union Agricole Holding AG, An der Mühlenau 4, 25421 Pinneberg

²ISF GmbH, Wiesenweg 32, 23812 Wahlstedt

Einleitung

In einigen veredlungsstarken Regionen Westeuropas liegen bereits erhebliche Nährstoffüberschüsse vor (Landesregierung Niedersachsen, 2014; Kicking, 2009; Kühne et al., 2002). Die Beschaffung zusätzlicher Fläche zur Nährstoffverteilung ist teuer. Durch neue Reglementierungen in der Düngeverordnung wird sich diese Situation weiter verschärfen, wobei aktuell vor allem Stickstoff, Phosphor sowie die Schwermetalle Kupfer und Zink in den Fokus rücken. Stickstoff und Phosphor haben maßgeblichen Einfluss auf die Grundwasserqualität und Eutrophierung der Gewässer, während sich Kupfer und Zink im Boden anreichern, wenn kein ausreichender Entzug durch Pflanzen vorliegt (FAO, 2014).

Vor allem Schweinegülle zeigt erhöhte Nährstoffkonzentrationen, die besonders auf eine Ausreizung der zulässigen Höchstgehalte zurückzuführen sind. Dabei orientieren sich die Zulagemengen essentieller Spurenelemente (v.a. Kupfer und Zink) häufig nicht an den tatsächlichen Bedarfsmengen der Tiere. Solche Überversorgungen führen zu erhöhten Ausscheidungen überschüssiger Mengen durch das Schwein. Da die Beschaffung zusätzlicher Flächen nur schwer möglich ist, muss die Nährstoffausscheidung der Schweine reduziert werden. Dabei sind eine angepasste Zulage im Tierfutter sowie eine hohe Bioverfügbarkeit der Nährstoffe essentielle Stellschrauben für reduzierte Nährstoffausscheidungen (Goselink and Jongbloed, 2012).

Material und Methoden

Bewertungsmethode

Die Berechnungen der Nährstoffausscheidungen basieren auf Empfehlungen von GfE (2006) und DLG (2014). Dabei wurden die Inhaltsstoffe der Futtermittel, wichtige Leistungsdaten des Betriebes (Tab. 1) sowie die Retention im Tier berücksichtigt.

Tabelle 1: Charakteristika des modellhaften Schweinemastbetriebes (pro Jahr)

Parameter	Einheit	Wert
Flächenausstattung	ha	100
Mastplätze	Stück	1000
Umtriebe	Stück	2,89
Erzeugte Mastschweine	Stück	2890
Futtermittelverwertung	1 :	2,8
Mastanfangsgewicht	kg	28
Mastendgewicht	kg	120

Die Eingabeparameter der Bilanzierung unterteilen sich in folgende Bereiche:

1. Basisdaten
2. Futterkomponenten
3. Rationsgestaltung

Unter dem ersten Punkt ‚Basisdaten‘ wurden Betriebskennzahlen angegeben (Tab. 1), wobei in der vorliegenden Studie lediglich die Schweinemast betrachtet wurde. Viele der aufgeführten Charakteristika basieren auf dem aktuellen Schweinereport (SSB, 2013). Im zweiten Teil der Kalkulation wurden Standard- und Zusatzkomponenten ausgewählt, um im dritten Schritt die Futterrationen zu gestalten. Dabei wurde eine dreiphasige Mast mit individuellen Rationen für Vormast (28-60 kg), Mittelmast (60-90 kg) und Endmast (90-120 kg) angenommen. Berücksichtigt wurden die Energie (MJ ME), Rohprotein, Lysin, MJ:Lysin-Verhältnis, Phosphor, Kupfer und Zink. Auf dieser Grundlage wurden verschiedene Fütterungsstrategien hinsichtlich ihrer Inhaltsstoffe sowie ihrer Nährstoffemissionen von Stickstoff, Phosphor, Kupfer und Zink optimiert und verglichen.

Als Ergebnis wurden die eingesparte Nährstoffmenge (in %), die Absenkung des Düngeflächenbedarfs für Stickstoff und Phosphor (in ha) sowie die Minderung der Flächenbelastung durch Kupfer und Zink (in g/ha) generiert. Daraus kann der Landwirt das Einsparpotenzial des Betriebes ablesen.

Tabelle 2: Komponenten und wesentliche Inhaltsstoffe der Rationen verschiedener Fütterungsstrategien in der Schweinemast

		Komponenten					Inhaltsstoffe					
		Weizen %	Gerste %	Soja 46 RP %	Sojaöl %	Mineral %	Energie MJ ME	Roh- protein g	ME:Lysin 1:	Phosphor g	Kupfer mg	Zink mg
Standard	VM	43,0	30,0	23,0	1,0	3,0	13,3	187	0,82	5,4	24,9	149
	MM	37,0	40,0	19,5	0,5	3,0	13,0	175	0,77	5,3	24,5	148
	EM	24,0	56,5	16,0	0,5	3,0	12,8	162	0,72	5,3	24	146
Szenario 1	VM	43,0	30,0	23,0	1,0	3,0	13,3	187	0,82	3,9	24,9	149
	MM	34,5	42,0	20,5	0,5	2,5	13,1	178	0,77	3,9	21,8	129
	EM	22,0	58,0	17,0	0,5	2,5	12,8	165	0,72	3,9	21,3	127
Szenario 2	VM	43,0	30,0	23,0	1,0	3,0	13,3	187	0,82	5,4	15,4	60
	MM	34,5	42,0	20,5	0,5	2,5	13,0	178	0,77	5,2	15,1	59
	EM	22,0	58,0	17,0	0,5	2,5	12,8	165	0,72	5,1	14,5	57
Szenario 3	VM	45,0	33,0	18,0	1,0	3,0	13,2	171	0,82	5,3	24,4	149
	MM	42,0	40,0	15,0	0,5	2,5	13,1	162	0,77	5,0	21,2	130
	EM	29,0	56,5	11,5	0,5	2,5	12,8	148	0,72	4,9	20,7	128
Szenario 4	VM	47,0	30,5	18,5	1,0	3,0	13,4	173	0,82	4,1	14,9	60
	MM	32,0	50,0	15,0	0,5	2,5	13,1	161	0,78	3,8	14,4	58
	EM	25,5	61,0	11,0	0	2,5	12,8	147	0,72	3,7	13,9	57

Fütterungsstrategien

Um das Reduktionspotenzial verschiedener Fütterungsregime in der Schweinemast zu bewerten, wurden zunächst Standard-Futtermischungen für Vormast (VM), Mittelmast (MM) und Endmast (EM) formuliert. Diese wurden mit vier alternativen Fütterungsstrategien verglichen (Tab. 2). In den Szenarien 1 bis 3 wurde jeweils ein Parameter der Ration verändert, wobei alle anderen Parameter unter c.p. Bedingungen unverändert blieben. Szenario 4 bildet eine Kombination der veränderten Einzelparameter. In **Szenario 1** wurde Phytase zugesetzt, was eine Absenkung des Phosphor-Anteils im Mineralfutter ermöglichte. In **Szenario 2** wurde Aminotrace der Firma Schaumann ergänzt. Dabei handelt es sich um organische Spurenelementverbindungen, die eine sehr hohe Bioverfügbarkeit aufweisen. Gleichzeitig wurde der Anteil der Spurenelemente Kupfer und Zink im Mineralfutter gesenkt. Der Proteingehalt der Rationen wurde in **Szenario 3** reduziert, was durch eine erhöhte Zulage synthetischer Aminosäuren möglich wurde. **Szenario 4** spiegelt das Fütterungskonzept der Firma Schaumann wider und kombiniert die dargestellten Maßnahmen der Szenarien 1 bis 3. Die Zusammensetzungen und Inhaltsstoffe der Rationen sind in Tabelle 2 dargestellt.

Die vier alternativen Szenarien wurden hinsichtlich ihres Reduktionspotenzials gegenüber der Standard-Fütterung bewertet. Dazu wurden die Nährstoffausscheidungen der gesamten Mastperiode eines jeweiligen Szenarios berechnet.

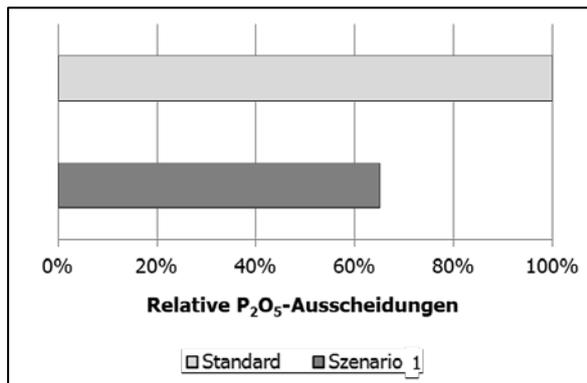
Ergebnisse

Die Ergebnisse von **Szenario 1** (Abb. 1a) zeigen, dass eine Ergänzung mit Phytase bei angepasstem Phosphorgehalt im Mineralfutter die Phosphorausscheidungen erheblich senken kann. Die Emission von P_2O_5 wird durch dieses Fütterungsregime in der Schweinemast um 35% reduziert. Dadurch werden bei gleichbleibender Bestandsgröße 30 ha weniger Fläche zur Ausbringung des Wirtschaftsdüngers benötigt.

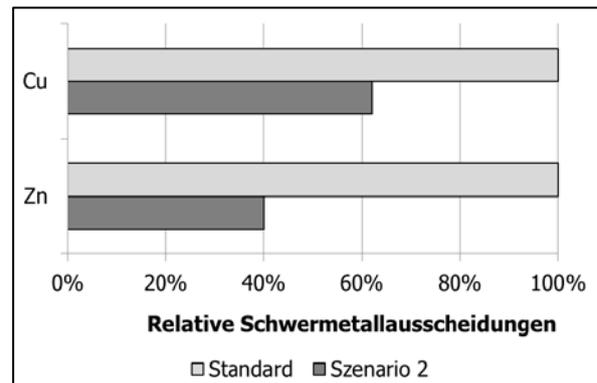
Wird die Standard-Fütterung mit **Szenario 2** verglichen, ergibt sich eine Reduktion der Kupfer-Ausscheidungen um 38% (Abb. 1b). Durch die Zulage von Aminotrace und gleichzeitig angepasster Zulagemenge dieser Spurenelemente sinkt die Schwermetallbelastung mit Zink um 60%. Die Flächenbelastung reduziert sich entsprechend.

Durch eine erhöhte Ergänzung synthetischer Aminosäuren in **Szenario 3** wird eine Reduktion der N-Ausscheidungen um 5% gegenüber der Standard-Fütterung erreicht (Abb. 1c). Somit ergibt sich ein um 3 ha gesenkter Flächenbedarf zur Ausbringung von Wirtschaftsdünger.

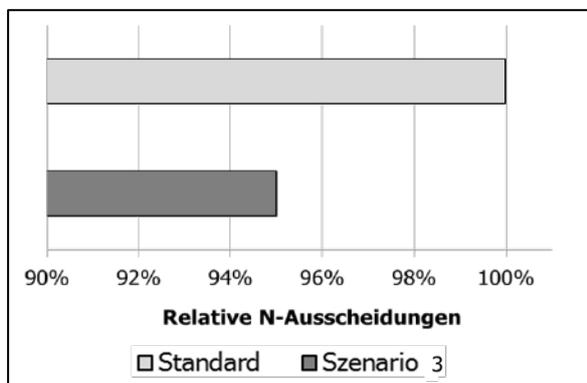
Die vergleichende Bewertung des **Szenarios 4** resultiert durch eine Kombination aller Effekte der Szenarien 1 bis 3 in erheblich gesenkten Nährstoffemissionen. Als Ergebnis sind die N-Emissionen um 5% (-3 ha Flächenbedarf) reduziert, während die Emission von P_2O_5 um 28% sinkt (-20 ha Flächenbedarf). Wie Abbildung 1d zeigt, erzielt dies außerdem eine Reduktion der Schwermetallfracht von Cu und Zn um 41% und 61%.



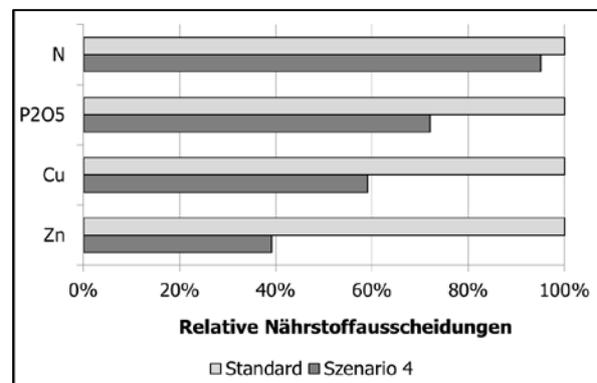
(a)



(b)



(c)



(d)

Abbildung 1: Relative Nährstoffausscheidungen der alternativen Szenarien gegenüber der Standardfütterung (a: Szenario 1, b: Szenario 2, c: Szenario 3, d: Szenario 4)

Diskussion

Eine Reduktion der Nährstoffausscheidungen ist im Wesentlichen durch eine an den realen Nährstoffbedarf angepasste Versorgung der Schweine möglich. Die Futterverwertung der Tiere, ein hoher Gesundheitsstatus sowie gute Leistungen der Tiere sind dabei entscheidend. Besonderes Potenzial zur Reduktion der Nährstoffemissionen haben außerdem spezielle Zusatzstoffe, die eine besonders hohe Bioverfügbarkeit aufweisen. Zu diesen zählt das Produkt Aminotrace der Firma Schaumann. Bei Aminotrace-Spurenelementen sind die Metallionen (in diesem Fall Cu, Zn) mit der Aminosäure Glycin bereits als ‚Bis-Chelat‘ vorkomplexiert und somit geschützt. Aus diesem Grund weisen die hochwertigen Aminotrace-Glycinate eine wesentlich höhere Verdaulichkeit auf als anorganische Spurenelementverbindungen wie etwa Sulfate (Rimbach und Männer, 2012). Dadurch können die Zulagemengen in der Ration sowie die Ausscheidungen dieser Spurenelemente reduziert werden. Für die bessere Verwertung des Phosphors wird Phytase zugesetzt. Darüber hinaus ermöglicht eine Supplementierung mit freien Aminosäuren eine Reduktion des Rohproteinanteils in der Ration. Als Ergebnis sind die Stickstoffausscheidungen der Tiere gesenkt, was die Umweltwirkungen der Schweinehaltung nachweislich reduziert (Reckmann, 2013).

Die Eingabe- und Ergebnismasken dieser Rationsbewertungen wurden in Form einer App erstellt, um zukünftig eine Anwendung für Smartphones und Tablets zu ermöglichen (Duden und Pecher, 2014).

Somit wird eine einfache Nutzung an jedem beliebigen Ort jederzeit möglich. Dabei ist es wichtig, dass dem Landwirt mit einem geringen Arbeits- und Datenaufwand eine möglichst schnelle, übersichtliche und leicht verständliche Ergebnisdarstellung generiert wird.

Schlussfolgerungen

Um Landwirten eine Unterstützung hinsichtlich regional unterschiedlicher Reglementierungen zu den Nährstoffausscheidungen zu bieten, wurde ein praxistaugliches Kalkulationsmodell entwickelt. Damit kann der Landwirt verschiedene Fütterungsstrategien im Hinblick auf das Reduktionspotenzial von Nährstoffemissionen bei Phosphor, Stickstoff und Schwermetallen für seine gesamte Schweineproduktion vergleichen. Mit dem Rechentool kann auf einfachem Wege eine betriebsindividuelle Lösung zur Optimierung der Tierproduktion bei bestehenden oder neuen Reglementierungen entwickelt werden. Am Beispiel verschiedener Fütterungsstrategien in der Schweinemast konnte gezeigt werden, dass sich die Nährstoffausscheidungen erheblich reduzieren lassen. Eine angepasste Zulage sowie hochverfügbare Komponenten sind dabei zentrale Stellschrauben.

Literatur

DLG (2014): Bilanzierung der Nährstoffausscheidungen landwirtschaftlicher Nutztiere. Erarbeitet von: Hiller, P.; Linder Mayer, H.; Lüpping, W.; Meyer, A.; Pohl, C.; Pries, M.; Schenkel, H.; Spiekers, H.; Stalljohann, G.; Staudacher, W.; Arbeiten der DLG Band 199, 2. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main

DUDEN, C.; PECHER, H.-P. (2014): Emissionsbewertung von Fütterungsstrategien in der Schweineproduktion mit Hilfe eines praxistauglichen Kalkulationsmodells. In: Tagungsband 13. BOKU-Symposium Tierernährung. Hrsg.: Schwarz, C.; Kraft, M.; Gierus, M., Universität für Bodenkultur Wien.

FAO (2014): Pigs and Environment. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/ag/Againfo/themes/en/pigs/Environment.html>

GFE (2006): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffverordnung von Schweinen. Gesellschaft für Ernährungsphysiologie. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.

GOSELINK, R. M. A.; JONGBLOED, A. W. (2012): Zinc and copper in dairy cattle feeding. Rport 519. Wageningen UR Livestock Research.

KICKINGER, T. (2009): Schwermetallemissionen über Wirtschaftsdünger in Österreich. Dissertation. Universität für Bodenkultur, Wien.

KÜHNE, V.; BIEN, B.; GOLDBACH, H. E. (2002): Schwermetallbilanzen auf schweinehaltenden Veredlungsbetrieben. KTBL-Schrift 410. Seite 66-72.

LANDESREGIERUNG NIEDERSACHSEN (2014): Eutrophierung – Quellen und Einträge. Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz. http://www.umwelt.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=26260&article_id=-89000&psmand=10 (Download am 27.08.2014)

RECKMANN, K. (2013): Life Cycle Assessment of pork – especially emphasising feed and pig production. Dissertation. Schriftenreihe des Instituts für Terzucht und Tierhaltung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Heft 200.

RIMBACH, M.; MÄNNER, K. (2012): Effects of different iron, manganese, zinc and copper sources on their bioavailability in weaning piglets. Proceedings of the Society of Nutrition Physiology. Band 21. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main.

SSB (2013): Schweinereport 2013. Schweinespezialberatung und Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, Futterkamp.

Autorenanschrift

Dr. Karoline Reckmann
Union Agricole Holding AG
An der Mühlenau 4
25421 Pinneberg, Deutschland
Email: karoline.reckmann@union-agricole.de



Gesundheit und Leistung von Anfang an

Ihr Spezialist für Tierernährung,
Futterhygiene und
biologische Siliermittel.

www.schaumann.de



SCHAUMANN
– Erfolg im Stall

Einfluss von chemischen Siliermitteln auf die Qualität von Pressschnitzelsilagen

Christine Potthast¹, Heiko Scholz², Ewald Kramer³, Horst Auerbach⁴

¹Südzucker AG Mannheim/Ochsenfurt, Ochsenfurt

²Hochschule Anhalt, Bernburg

³ISF GmbH, Pinneberg

⁴ADDCON EUROPE GmbH, Bitterfeld-Wolfen

Einleitung und Problemstellung

In der Milchkuhfütterung kommen große Mengen an energiereicher Pressschnitzelsilage zum Einsatz. Jedoch treten in der Praxis, insbesondere in der Sommerfütterung, oftmals Probleme mit instabilen Silagen auf, im Wesentlichen verursacht durch ein unzureichendes Silomanagement. Das bestätigten Potthast et al. (2014a), die den Einsatz von Pressschnitzelsilage in der Sommerfütterung auf 31 Milchviehbetrieben untersuchten und auf 29 % der Betriebe sichtbaren Schimmel und bei 35 % eine Nacherwärmung der Pressschnitzelsilage fanden. Die wöchentliche Silageentnahme lag bei 87 % der Silagen aber unter dem nach allgemeinen Empfehlungen (N.N., 2012) erforderlichen Vorschub von 2,8 m in der Woche im Sommer.

Die Qualitätsprobleme zeigen sich oft in überhöhten Hefegehalten, die, insbesondere im Sommer, die aerobe Stabilität (ASTA) der Silage beeinträchtigen können. Die ASTA in Pressschnitzelsilagen ist, wie bei allen feuchten, energiereichen Silagen, relativ gering und schwankt zwischen einem und sieben Tagen (Weber et al., 2006a), wobei als Ziel eine ASTA von minimal drei Tagen gilt. Die Erhöhung der ASTA und damit die Stabilisierung der Pressschnitzelsilage ist durch die Verbesserung des Managements der Silage oder aber durch den Zusatz von chemischen Siliermitteln möglich. Chemische Siliermittel können hier die ASTA verlängern und die Hefeentwicklung reduzieren, wie Potthast et al. (2014b) in einer Praxisuntersuchung zum Siliermitteleinsatz in Pressschnitzeln nachwies.

Im vorliegenden Versuch wurden drei chemische Siliermittel hinsichtlich der Wirkung auf Hefe- und Schimmelpilzgehalte und die ASTA bei Pressschnitzelsilagen im Folienschlauch getestet. Die Prüfung der Wirksamkeit der Präparate erfolgte bei hohen Außentemperaturen und Öffnung der Silos im Sommer, wobei ein größtmöglicher „Hitzestresses“ simuliert werden sollte. Diese „Stresssituation“ wurde durch Verzicht auf eine tägliche Silageentnahme noch verstärkt.

Material und Methoden

Im Versuch wurden an der Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau, Zentrum für Tierhaltung und Technik, Iden am 11. Dezember 2012 je Behandlung ca. 50 t Pressschnitzel (PS) in vier Folienschläuche (3 m Durchmesser, Länge 6 bis 8 m) einsiliert. Drei PS-Varianten wurden während des Einpressens mit chemischen Siliermitteln behandelt.

Dabei wurden die folgenden Behandlungen geprüft:

1. Kontrolle (**K**): unbehandelt
2. KOFASIL STABIL (**KS**): 1,5 l/t; Natriumbenzoat/Kaliumsorbitat; ADDCON EUROPE GmbH, D-Bitterfeld-Wolfen

3. SILOSTAR LIQUID HD (**SL**): 2,0 l/t; Natriumbenzoat/Kaliumsorbit/ Natriumacetat; Schaumann GmbH, D-Pinneberg
4. NOVIBAC BPL (**NB**): 2,7 l/t; Ameisensäure/Propionsäure/Essigsäure/Salze von Fettsäuren/ätherische Öle; INNOV AD, B-Essen

Die Siloschläuche wurden in Ost-West-Richtung platziert (Abbildung 1) und nach 195 Tagen Lagerdauer erstmalig am 25. Juni 2013 geöffnet.

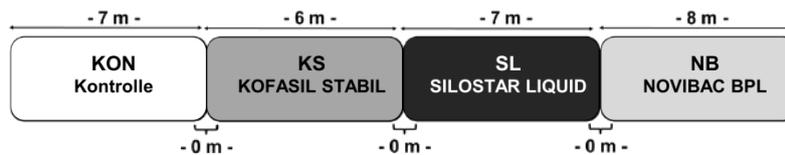


Abbildung 1: Positionierung der Siloschläuche im Versuch

Die Probenziehung mit einem Hohlbohrer erfolgte in den Anschnittflächen der Silagen („frisch“) an definierten Positionen im geöffneten Silo (Abbildung 2; „oben“ Punkt 4 bis 6; „unten“ Punkt 1 bis 3). Nach der Probenahme wurden die geöffneten Pressschnitzelsilagen (PSS) 7 Tage der Luft ausgesetzt und die Anschnittfläche erneut beprobt („alt“). Anschließend erfolgte durch Entnahme von ca. 1 m PSS die Erzeugung einer frischen Anschnittfläche, die wiederum beprobt wurde. Dieses Vorgehen wurde zweimal in wöchentlichen Intervallen wiederholt.

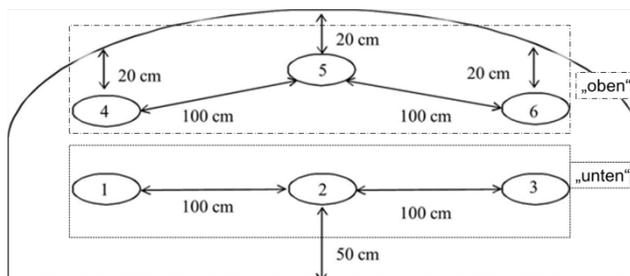


Abbildung 2: Probennahmepunkte in den Pressschnitzelsilagen

In den Proben wurden die Trockenmasse (TM; VDLUFA, 1976 mit Korrektur der TM in den Silagen nach Weißbach und Strubelt, 2008), Milchsäure (HPLC), Essig- und Propionsäure sowie Alkohole (GC), pH (Elektrode), Schimmelpilz- und Hefekeimzahl (nach ISO 7954: 1987) und die aerobe Stabilität (Honig, 1990) bestimmt. Bei der ASTA war Messbeginn der Zeitpunkt, an dem Silagen in den Messbehältern die Raumtemperatur erreicht hatten. Als Instabilität wurde der Zeitpunkt festgelegt, an dem die Temperatur der Silage die des Raumes (20-22 °C) erstmals um 3 °C überschritt. Die Messung erfolgte mit automatischen Temperaturloggern über einen Zeitraum von 336 Stunden (14 Tage).

Die statistische Auswertung erfolgte unter Verwendung des ANOVA-Verfahrens mit SPSS (IBM Statistics, 19.0). Die Hefe- und Schimmelpilzgehalte wurden vor der statistischen Auswertung in log-Einheiten umgewandelt. Werte unterhalb der Nachweisgrenze wurden mit der Hälfte der Nachweisgrenze verrechnet (log 1,7 KBE/g entsprechend 50 KBE/g). Multiple Mittelwertdifferenzen wurden mit dem Tukey-Test berechnet (Signifikanzniveau $p < 0,05$). Die Beziehung zwischen Gesamtpilzzahl und aerobe Stabilität wurde mit PROC NLIN (SAS, 9.4) ausgewertet.

Ergebnisse und Diskussion

Unabhängig von der Variante wiesen alle Silagen eine gute Gärqualität auf. Die Durchschnittswerte für TM-Gehalt (22,5 %), pH (3,6), Milchsäure (61,3 g/kg TM), Essigsäure (16,9 g/kg TM) und Ethanol (7,2 g/kg TM) lagen auf einem für PSS typischen Niveau.

Der Vergleich der Gehalte an Hefen und Schimmelpilzen zeigt sowohl im „frischen“ als auch im „alten“ Anschnitt bei der unbehandelten Kontrolle signifikant erhöhte Werte gegenüber allen drei Siliermittelvarianten (Tabelle 1).

Tabelle 1: Gehalte an Hefen und Schimmelpilzen im „frischen“ und „alten“ Anschnitt der PSS

Variante	Anzahl Proben (n)	Anschnitt „frisch“		Anschnitt „alt“	
		Hefen	Schimmelpilze	Hefen	Schimmelpilze
		(log KBE/g)		(log KBE/g)	
K	18	2,8 ^a	3,3 ^a	5,5 ^a	5,3 ^a
KS	18	1,9 ^b	2,1 ^b	2,4 ^b	3,1 ^b
SL	18	1,7 ^b	2,2 ^b	2,2 ^b	3,0 ^b
NB	18	1,7 ^b	2,0 ^b	1,8 ^b	2,1 ^b

^{a,b} signifikante Unterschiede innerhalb einer Spalte ($p < 0,05$, Tukey-Test)

Die Gehalte an Hefen und Schimmelpilzen sind höher für die „alten“ verglichen mit den „frischen“ Anschnitten. Nur durch den Siliermitteleinsatz konnte auch bei den alten Anschnittflächen ein niedriges Keimniveau sichergestellt werden.

Die Siliermittel erhöhten die ASTA an den „frischen“ Anschnittflächen (n=72) von 81 Stunden (Kontrolle) auf 248 Stunden, wobei zwischen den Siliermitteln keine Unterschiede auftraten (Tabelle 2). Vergleichbare Effekte von chemischen Siliermitteln beschrieben Weber et al. (2006b) bzw. Potthast et al. (2014b), die bei den eingesetzten Mitteln Verbesserungen der ASTA von bis zu 144 bzw. 240 Stunden feststellten.

Die Erhöhung der ASTA ist mit der Reduktion der Hefe- (log KBE/g 2,8 vs. 1,8) und Schimmelpilzkeimzahlen (log KBE/g 3,3 vs. 2,1) zu erklären. Die ASTA der „alten“ Anschnitte (n=72) war in der Kontrolle sehr gering (13 Stunden) und konnte durch die Siliermittel im Mittel auf 113 Stunden erhöht werden (Tabelle 2).

Tabelle 2: Aerobe Stabilität im „frischen“ und „alten“ Anschnitt der PSS sowie an den Positionen „oben“ und „unten“

Variante	Anzahl Proben (n)	Aerobe Stabilität (Stunden)			
		„frisch“	„alt“	„oben“	„unten“
K	9	81 ^a	13 ^a	34 ^a	60 ^a
KS	9	250 ^b	99 ^b	170 ^b	179 ^b
SL	9	260 ^b	122 ^b	185 ^b	196 ^b
NB	9	239 ^b	119 ^b	170 ^b	182 ^b

^{a,b} signifikante Unterschiede innerhalb einer Spalte ($p < 0,05$, Tukey-Test)

Die erhöhten Gehalte an Hefen und Schimmelpilzen in der Position „oben“ und die analog verringerte ASTA konnten auch Weber et al. (2006a) nachweisen, die diese Ergebnisse mit der im Vergleich zum Silokern um 15 bis 20 % geringeren Verdichtung im oberen Bereich von im Folienschlauch silierten Pressschnitzeln erklärten.

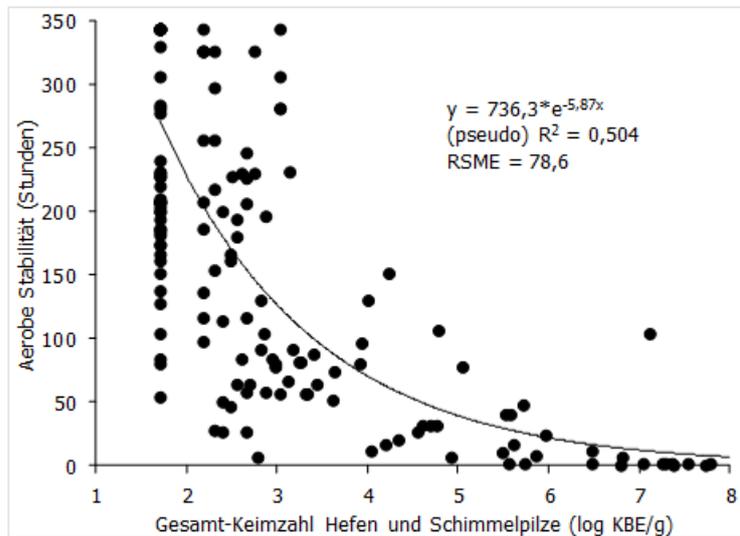


Abbildung 3: Beziehung zwischen Gesamtkeimzahl an Hefen und Schimmelpilzen und aerober Stabilität von Pressschnitzsilagen (n=72).

Die Beziehung zwischen der Gesamtzahl an Hefen und Schimmelpilzen und der ASTA lässt sich durch eine exponentielle Kurve beschreiben (Abbildung 3). Eine stark negative Korrelation zwischen Hefegehalt und ASTA für PSS wurde bereits von Wyss (2002) beschrieben ($y = -1,92 \ln(x) + 9,8$, $R^2 = 0,78$). Diese Zusammenhänge weisen darauf hin, dass Hefen die wahrscheinlichste Ursache für den aeroben Verderb von Silagen sind.

Die bei der unbehandelten Kontrolle ansteigenden Gehalte an Hefen und Schimmelpilzen sowie die sinkende ASTA in Vergleich der „frischen“ zu den „alten“ Anschnitten belegen, dass die aerobe Exposition der Anschnittfläche ohne Silageentnahme einen stark negativen Effekt auf die hygienische Qualität der Silage hat. Die ASTA der „alten“ Anschnittflächen der unbehandelten Kontrolle ist mit 13 h als unzureichend zu bewerten.

Über vergleichbare Befunde für PSS bei einer ähnlichen Versuchsanordnung berichteten Potthast et al. (2014b). Auch dort verbesserte der Zusatz von chemischen Siliermitteln zu PSS die ASTA und verringerte die Keimgehalte.

Schlussfolgerungen

Der Zusatz von Siliermitteln zu Pressschnitzsilagen ersetzt nicht die „gute fachliche Praxis“ bei Anlage und Management eines Silos. Ein ausreichender täglicher Entnahmevorschub und kurze Entnahmeintervalle tragen maßgeblich zur Sicherung der aeroben Stabilität bei.

Dennoch zeigen die vorliegenden Ergebnisse deutlich, dass die eingesetzten chemischen Siliermittel die hygienische Qualität und die ASTA von PSS in Folienschläuchen - insbesondere unter ungünstigen

Bedingungen (z.B. Sommerfütterung bei zu geringem Entnahmevorschub) - effektiv verbessern können.

Literatur

- Honig, H. 1990: Evaluation of aerobic stability. Proc. Eurobac. Conf., Uppsala, 12.-16.8.86; Grovfoder, Grass and Forage Reports, Special Issue 3, 76-82.
- ISO 7954:1987. Microbiology- General guidance for enumeration of yeasts and moulds – Colony count technique at 25 °C.
- N.N. 2012: Pressschnitzel. Wissenswertes zu Silierung und Verfütterung. Hrsg. Verein der Zuckerindustrie, Bonn.
- Potthast, C.; Dusel, G.; Brinker, S. 2014a: Einsatz von Pressschnitzelsilage in der Sommerfütterung. Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweineernährung 1-2 April 2014, Fulda, 94-97.
- Potthast, C., Brinker, S. and K. Maier. 2014b. Assessment of the effects of chemical silage additives in pressed pulp silage. Kongressband zum 74th IIRB Congress, 1 - 3 Juli 2014, Dresden, Deutschland. In Druck.
- VDLFA, 1976: Methodenbuch III „Die chemische Untersuchung von Futtermitteln“ des VDLFA (3. Auflage inkl. 1.-8. Ergänzungslieferung).
- Weber, U.; Kaiser, E. und Steinhöfel, O. 2006a: Untersuchungen zur Silierung von Zuckerrübenpressschnitzeln in Folienschläuchen. Teil 1: Einfluss einer verzögerten Einsilierung (24 Stunden Zwischenlagerung) auf Futterwert, Verluste und Silagequalität; Kosten der Schlauchsilierung. Zuckerindustrie 131 (10), 691–697.
- Weber, U.; Kaiser, E. und Steinhöfel, O. 2006b: Untersuchungen zur Silierung von Zuckerrübenpressschnitzeln in Folienschläuchen. Teil 2: Einfluss von Lagerdauer, Siliermitteleinsatz und Entnahmevorschub auf die aerobe Stabilität von Pressschnitzelsilagen. Zuckerindustrie 131 (12), 857-862.
- Weißbach, F. and C. Strubelt. 2008. Correcting the dry matter content in sugar beet silages as a substrate for biogas production. Landtechnik 63 (2) 82-83.
- Wyss, U. 2002. Einsatz von Siliermitteln bei Pressschnitzelsilagen. Agrarforschung 9 (11-12): 512-517.

Autorenanschrift:

Dr. Christine Potthast
Südzucker AG Mannheim/Ochsenfurt
Marktbreiter Str. 74
97199 Ochsenfurt
christine.potthast@suedzucker.de

Fermentationsqualität und Futterwert von Maissilagen mit und ohne biologischem Siliermittel

Marlene Strothmeyer¹, Jochen Wirges¹, Jutta Zwieler², Vilma Vrotnikiene³, Jonas Jatkauskas³

¹ Biomin GmbH

² Biomin Holding GmbH

³ Lithuanian University of Health Science, Institute of Animal Science

Einleitung

Biologische Siliermittel werden eingesetzt, um die Silagequalität zu verbessern und insgesamt die Rentabilität zu erhöhen. Dieser Versuch wurde durchgeführt, um den Einfluss einer neuen Siliermittel-Mischung mit dem neuartigen *Lactobacillus kefir* auf die Maissilage-Qualität und zootechnische Parameter in der Milchkuh zu prüfen.

Material und Methoden:

Maissilage, 35% TM, wurde mit und ohne Siliermittel (*L. plantarum*, *L. brevis*, *L. kefir*; Biomin® BioStabil Mays; Biomin, Österreich) in 3 L Mini-Silos und in Bunkersilos einsiliert und nach 90 Tagen Fermentation an laktierende Kühe (n= 36) verfüttert.

Weender Analyse, HPLC des Gärprofils und mikrobiologische Quantifizierungen wurde von der frischen Ernte und der fertigen Silage durchgeführt. Außerdem wurden die aerobe Stabilität und der pH-Wert der Proben gemessen. Als zootechnische Parameter wurden Milchleistung, Milchezusammensetzung, somatische Zellen und Harnstoff in der Milch analysiert.

35 Litauische Schwarz-Weisse Kühe, eine lokale Kreuzung zwischen Holstein-Friesen, Schwedischen Schwarz-Weissen, Friesen und anderen Kühen, wurden aus einer Herden von 160 Tieren ausgewählt und anhand Parität, Laktationsperiode, Tagen in Milch, aktueller und letztjähriger Milchleistung und Gewicht paarig in zwei Gruppen eingeteilt (Tabelle 1).

Tabelle 1: Eigenschaften der Kühe in den beiden Gruppen Kontrolle und Siliermittel.

Parameter	Durchschnitt	Durchschnitt	SD	SD
	Kontrolle	Siliermittel	Kontrolle	Siliermittel
Laktation #	2,77	2,72	0,65	0,67
Laktationstag	120	120	12	12
Durchschnittsgewicht, kg	557	557	13	9
BCS	2,83	2,72	0,51	0,46

BCS, body condition score; SD, Standardabweichung

Die 36 Kühe wurden im selben Stall gehalten und erhielten Maissilage *ad libitum* sowie 3 kg Kraftfutter pro Tier und Tag. Die Kraftfutter-Zusammensetzung ist in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Zusammensetzung des im Fütterungsversuch verwendeten Kraftfutters.

Inhaltsstoff	Anteil (%)	Zusammensetzung	(g/kg TM)
Gerste	27	Rohprotein	261,9
Soyamehl	25	Rohfett	33,5
Weizen	15	Rohfaser	77,3
Rapsexpeller	15	Zucker	148,7
Getrocknete Zuckerrübenpulpe	15	NDF	181,3
Mineralstoffe und Vitamine	3	Asche	51,5
		Trockenmasse (g/kg FM)	891
		ME* (MJ/kg TM)	12,81
		NEL* (MJ/kg TM)	8,07

*Schätzung

Jeweils fünf Gazesäcke mit jeweils 1 kg Frischmasse wurden in verschiedenen Stellen der Bunkersilos mit einsiliert, um die Fermentationsverluste schätzen zu können. Die Bunkersilos wurden nach 92 Tagen geöffnet und jede zweite Woche während des 14 Wochen andauernden Fütterungsversuchs beprobt. Jedes Mal wurden mit einer Sonde zwei 500 g-Proben 40-50 cm hinter der Silofront gezogen. Dies ergibt für Tabelle 4 eine Stichprobengröße von 14 pro Versuchsgruppe.

Ergebnisse

Siliversuch

Die Zusammensetzung des Ganzpflanzenmais bei der Ernte ist in Tabelle 3 gezeigt.

Tabelle 3: Chemische Zusammensetzung und mikrobielle Parameter in Ganzpflanzenmais unmittelbar nach der Ernte; Mittelwerte und Standardabweichung aus fünf Replikaten.

Chemische Zusammensetzung	Mittelwert	SD	Mikrobiologie	Mittelwert	SD
Trockenmasse (g/kg)	355	4,1	Clostridien (log10 kbe/g)	<1	n.a.
Pufferkapazität (mequiv100g TM)	25	2,3	Hefen (log10 kbe/g)	5,03	0,61
Stärke (g/kg TM)	391	24	Milchsäurebakterien (log10 kbe/g)	4,33	0,31
NDF (g/kg TM)	437	44	Schimmel (log10 kbe/g)	4,34	0,25
ADF (g/kg TM)	272	11			
pH	5,77	0,040			

kbe, keimbildende Einheiten; TM, Trockenmasse; NDF, Neutral-Detergenz-Faser; ADF, Säure-Detergenz-Faser; SD, Standardabweichung

Tabelle 4 zeigt die Silagequalität der fertigen Silage. Das biologische Siliermittel säuerte die Silage deutlich stärker an. Die niedrigeren Konzentrationen an Buttersäure, Ethanol und Ammoniak deuten auf eine rasche Eliminierung von unerwünschten Mikroorganismen durch eine rasche Säureproduktion hin (Canibe et al., 2014). Die behandelte Silage weist einen höheren Energiegehalt und geringere Trockenmasseverluste auf. Dies ist ein weiteres Indiz dafür, dass Fehlgärungen verhindert wurden, denn Fehlgärungen verbrauchen Energie (und somit Trockenmasse) (Tabacco et al., 2011).

Der Unterschied hinsichtlich Essigsäure ist recht gering aufgrund hoher Werte in der unbehandelten

Silage. Dennoch verdoppelte der Siliermittel-Einsatz die aerobe Stabilität (Abbildung 1).

Tabelle 4: Mittelwerte (n=14) der chemischen Zusammensetzung, des Gär säureprofils, Fermentationsparameter und Fermentationsverluste in Ganzpflanzenmais-Silage mit und ohne Siliermittel Biomin® BioStabil Mays.

Parameter	Einheit	Kontrolle	Siliermittel	Unterschied	%	P-Wert
pH		3,86	3,74	-0,12	-3	<0,01
Milchsäure	g/kg TM	45,8	63,3	+17,5	+38	<0,01
Essigsäure	g/kg TM	19,5	21,1	+1,6	+8	0,18
Buttersäure	g/kg TM	0,09	0,02	-0,07	-78	<0,01
Propionsäure	g/kg TM	0,14	0,25	+0,11	+79	<0,01
Ethanol	g/kg TM	9,52	5,26	-4,26	-45	<0,01
Ammoniak	%/N	5,5	4,0	-1,5	-27	<0,01
ME	MJ/kg/TM	11,16	11,38	+0,22	+2	<0,01
NEL	MJ/kg/TM	6,60	6,82	+0,22	+3	<0,01
TM-Verluste	%	8,74	5,14	-3,6	-41	<0,01
Hefen	Log ₁₀ kbe/g FM	3,54	2,45	-1,09	-31	<0,01
Schimmel	Log ₁₀ kbe/g FM	3,22	2,18	-1,04	-32	<0,01
Aerobe Stabilität	Stunden	90	198	+108	+120	<0,01

TM, Trockenmasse; kbe, keimbildende Einheiten

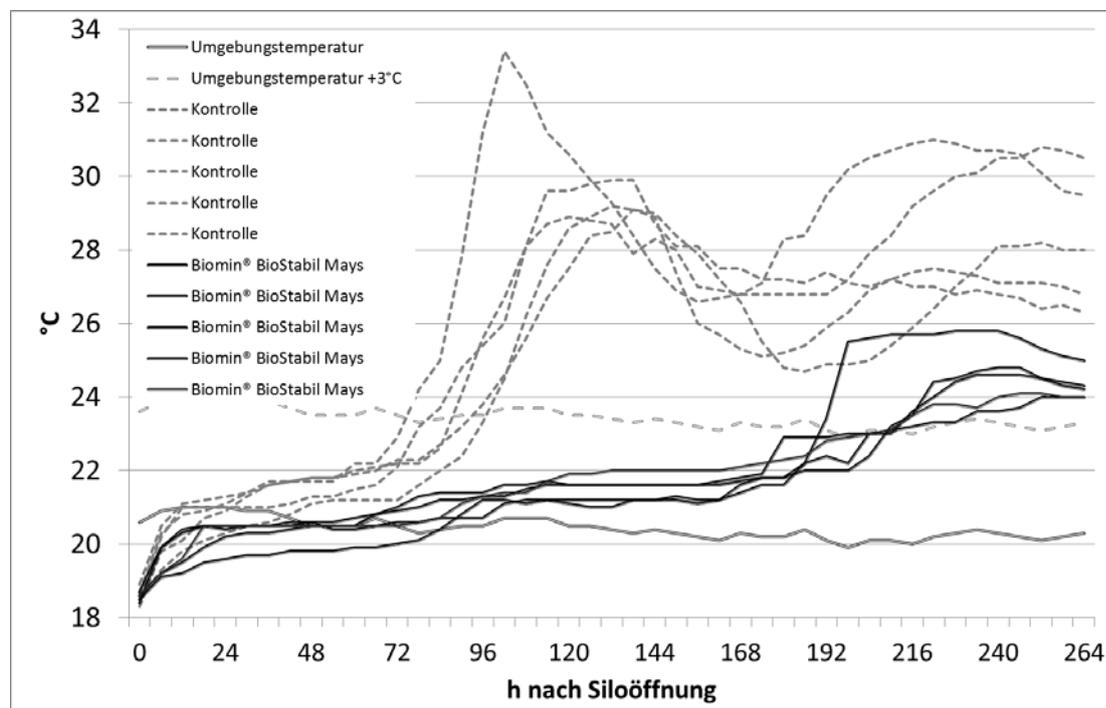


Abbildung 1: Aerobe Stabilität der Maissilage in den Bunkersilos mit und ohne Siliermittel.

Fütterungsversuch

Tabelle 5 zeigt signifikante Verbesserungen hinsichtlich Milchfett, somatischer Zellen, FCR (feed conversion ratio) und Futtereffizienz nach Fütterung mit behandelter Silage. Energieaufnahme, Milchleistung und Energie-korrigierte Milchleistung (ECM) waren numerisch höher. Die Abbildungen 2 und 3 stellen die Futterraufnahme und Milchleistung über den Versuchszeitraum im Detail dar.

Tabelle 5: Futterraufnahme, Milchleistung und –zusammensetzung, sowie Futtereffizienz der Milchkühe (n=36) während des Untersuchungszeitraums von 92 Tagen, in dem Maissilage mit und ohne Siliermittel *ad libitum* verfüttert wurde.

Parameter	Einheit	Kontrolle	Siliermittel	Unterschied	%	P-Wert
Silage Aufnahme	kg TM/Kuh/Tag	12,00	12,21	+0,21	+2	0,53
Silage Aufnahme (NEL)	MJ/Kuh/Tag	80,33	83,83	+3,5	+4	0,16
Milchleistung	kg/Kuh/Tag	24,4	25,1	+0,7	+3	0,27
ECM	kg/Kuh/Tag	24,8	25,9	+1,1	+4	0,11
Fett	% in milk	4,12	4,20	+0,08	+2	<0,05
Eiweiß	% in milk	3,16	3,18	+0,02	+1	0,31
Laktose	% in milk	4,56	4,58	+0,02	+0	0,56
Harnstoff	mg/dl milk	29,2	30,0	+0,8	+3	0,10
SCC	x1000/ml Milch	155	114	-41	-26	<0,01
FCR	NEL MJ/kg ECM	4,99	4,90	-0,09	-2	<0,01
Futtereffizienz	ECM/TMA	1,43	1,47	+0,04	+3	<0,01

ECM, Energie-korrigierte Milch; SCC, somatische Zellzahl; FCR, feed conversion ratio; TMA, Trockenmasseaufnahme; TM, Trockenmasse; NEL, Nettoenergie für Laktation

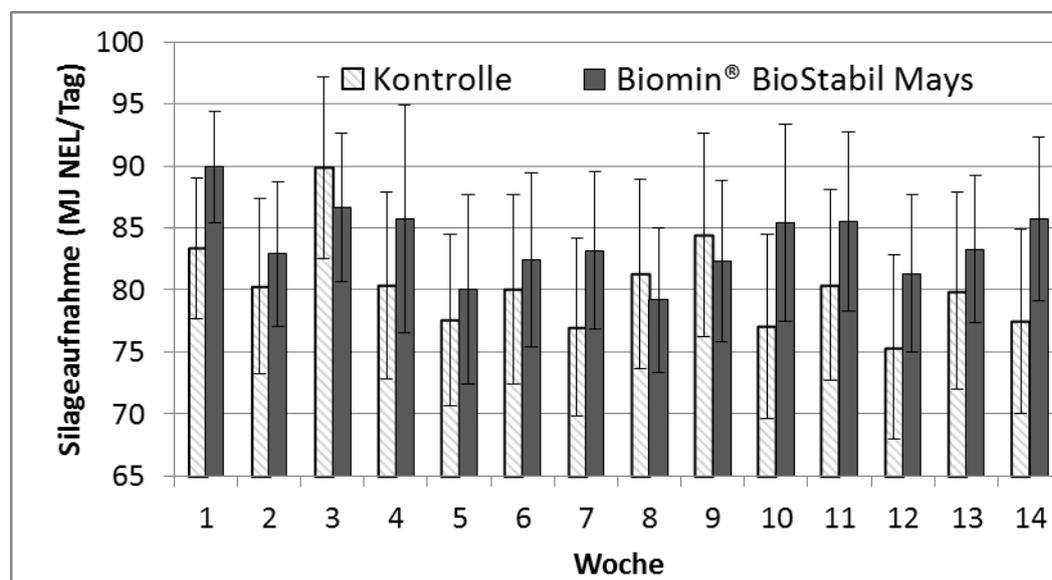


Abbildung 2: Silageaufnahme in MJ NEL/Tag (Nettoenergie für die Laktation) während des Versuchszeitraums.

Rentabilität

Die Ergebnisse aus dem Fütterungsversuch (Tabellen 4 und 5) wurden verwendet, um die Rentabilität des biologischen Siliermittels zu berechnen. Die Versuchsergebnisse wurden mit üblichen Marktpreisen kombiniert und auf einen fiktiven Betrieb mit 100 Milchkühen umgelegt.

Tabelle 6 zeigt die Ergebnisse dieser Rentabilitätsrechnung in absteigender Bedeutung: Verbesserung der Milchleistung, verbesserte Futtereffizienz und geringere Fermentationsverluste. In Nordeuropa wird üblicherweise eine Prämie für niedrigere somatische Zellzahlen bezahlt. Dies ergibt einen zusätzlichen Gewinn. Silo-Verluste durch Nacherwärmung (aerobe Instabilität) wurden in diesem Versuch nicht gemessen, deswegen können sie nicht in diese Rechnung einfließen. Der Versuchszeitraum war eher kurz und die Anzahl der Tiere relativ gering. Deswegen können mögliche Effekte auf Gesundheit und Fruchtbarkeit nicht berücksichtigt werden. Dennoch wurde – sogar ohne diese Parameter - eine Rentabilität von 8:1 berechnet.

Tabelle 6: Beispiel einer Rentabilitätsrechnung für einen Milchbetrieb mit 100 Kühen.

Thema	Versuchsergebnis	Annahme	Rechnung	Gesamt in €/100 Kühen/Tag
Zusätzliche Milchleistung	1,1 kg extra ECM	0,25 €/L Milchpreis minus Futterkosten	$1,1 \text{ kg} * 0,25 \text{ €/L}$	27,50
Bessere Futterverwertung	+0,04 bessere Futtereffizienz	30 kg Milch Kuh Tag mit 0,29 €/kg TM Futterkosten	$\left(\frac{30}{1,43} - \frac{30}{1,47} \right) * 0,29 * 100$	16,55
Niedrigere somatische Zellzahlen	41 000 Zellen/ml weniger	100 000 Zellen/ml weniger ergeben 0,0035 €/kg höheren Milchpreis	$\frac{41}{100} * 0,0035$	4,31
Geringere Fermentationsverluste	3,6 % geringere Verluste	50 €/t Preis für Mais und 36 kg Mais/Tag	$\left(\frac{30}{1 - 0,0874} - \frac{36}{1 - 0,0514} \right) * 0,05 * 100$	7,49
Siliermittelkosten		36 kg Mais/Tag und 1,7 €/t behandelte Maissilage	$36 * 0,0014 * 100$	-6,12
Profit				49,73
Rentabilität	8:1		$49,73/6,12$	

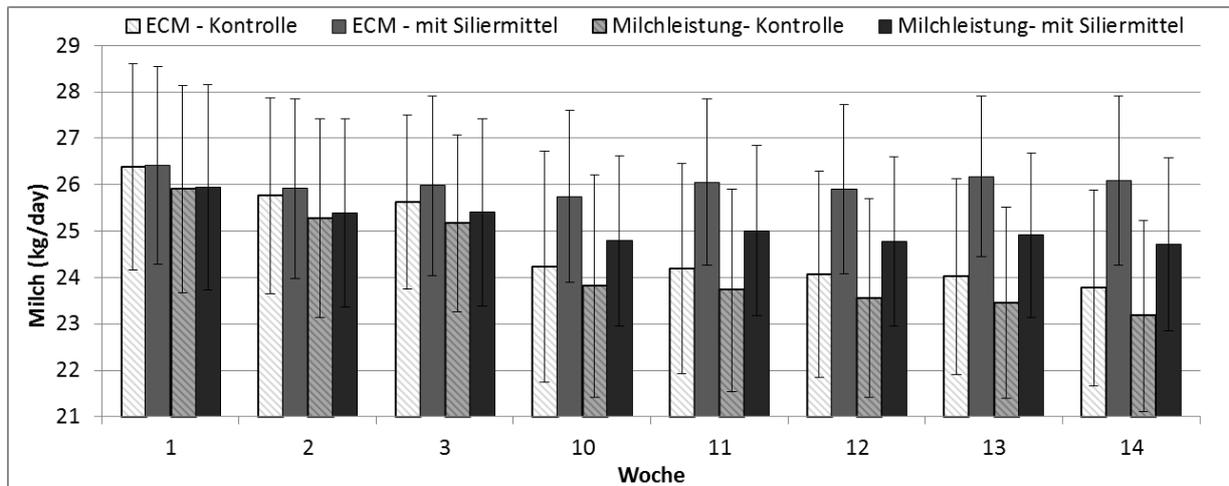


Abbildung 3: Milchleistung und ECM während des Versuchszeitraums.

Schlussfolgerung

Dieser Silierversuch zeigte, dass der Einsatz eines biologischen Siliermittels mit den drei Stämmen *L. plantarum*, *L. brevis* und *L. kefir* die Fermentation verbessert, die Ansäuerung beschleunigt und die Anzahl unerwünschter Keime verringert. Dies führte zu geringeren Fermentationsverlusten, längerer aeroben Stabilität und Erhalt der Trockenmasse. Aus dem Fütterungsversuch lässt sich ableiten, dass die bessere Futterqualität nach Einsatz dieses Siliermittels die Futtereffizienz und Milchleistung erhöht und die somatische Zellzahl verringert.

Literatur

- CANIBE, N., KRISTENSEN, N. B., JENSEN, B. B. & VILS, E. 2014. Impact of silage additives on aerobic stability and characteristics of high-moisture maize during exposure to air, and on fermented liquid feed. *Journal of applied microbiology*, 116, 747-60.
- TABACCO, E., RIGHI, F., QUARANTELLI, A. & BORREANI, G. 2011. Dry matter and nutritional losses during aerobic deterioration of corn and sorghum silages as influenced by different lactic acid bacteria inocula. *Journal of dairy science*, 94, 1409-19.

Autorenanschrift

Dr. Marlene Strothmeyer
 Am Güterbahnhof 7a
 37627 Stadtoldendorf, Deutschland
 Email: marlene.strothmeyer@biomin.net

Biotronic® Top3

Der Durchbruch bei der
Kontrolle von schädlichen Bakterien

Der **Biomin® Per4izer®** in **Biotronic® Top3** schädigt die äußere Membran gram-negativer Bakterien, wodurch die Wirkung der aktiven Inhaltsstoffe verstärkt wird.

BIOMIN Deutschland GmbH, 37627 Stadtdendorf
Tel: +49 5532 90 16 0, office.stadtdendorf@biomin.net

Vertrieb Schweiz:
Provet AG, CH-3421 Lyssach
Tel: +41 34 448 11 29, info@provet.ch, www.provet.ch



biotronictop3.biomin.net

- Erhöht die Gewichtszunahme
- Verbessert die Futtermittelverwertung
- Maximiert den ökonomischen Nutzen

Untersuchungen zur Repräsentativität der Probenahme am Silotunnel an Esparsette- und Luzernesilagen

Johannes Ostertag, Julia Piesk, Thomas Etle

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

Einleitung

Grobfuttermittel schwanken naturgemäß vergleichsweise stark hinsichtlich ihrer stofflichen Zusammensetzung. Dies trifft für die jeweiligen Futtermittel in unterschiedlichem Maß zu, wobei Futterleguminosen im Vergleich zu anderen Grobfuttermitteln wie Maissilage einer verstärkten Schwankung unterworfen sein könnten. Dies hat Auswirkungen auf die Repräsentativität und Zuverlässigkeit von Einzelstichproben bei der Inhaltsstoffbestimmung bzw. der Analyse weiterer relevanter Parameter. Zur Sicherstellung einer hohen Qualität und Verlässlichkeit von beispielsweise Verdauungs-, Fütterungs- oder Silierversuchen mit entsprechenden Futtermitteln ist es somit zweckmäßig, eine ausreichende Stichprobengröße zur Bestimmung der relevanten Parameter zu wählen. Je nach Parameter kann die Anzahl dieser erforderlichen Stichprobenzahl stark unterschiedlich sein.

Der Zusammenhang zwischen der zu erwartenden Streuung der Messwerte und dem daher erforderlichen Stichprobenumfang zur Erreichung der angestrebten Sicherheit wird im Folgenden anhand zweier Futtermittel, Luzerne- (*Medicago sativa*) und Esparsettesilage (*Onobrychis viciifolia*), für verschiedene Parameter beleuchtet.

Material und Methoden

Bei den untersuchten Futtermitteln handelte es sich um den silierten, zweiten Aufwuchs eines Luzerne- (Sorte Filla) und eines Esparsettebestandes (Sorte Zeus) im ersten Hauptnutzungsjahr. Die Flächen wurden am 13.07.2014 mit einem selbstfahrenden Mähaufbereiter gemäht und das aufbereitete (Walzenaufbereiter) Schnittgut direkt auf den Schwad zusammengeführt. Während der Anwelkperiode wurde das Material nicht mehr bewegt. Allgemein herrschten gute Wetterbedingungen. Am 15.07.2014 wurden beide Flächen mit einem selbstfahrenden Feldhäcksler geerntet. Die theoretische Schnittlänge betrug 40 mm.

Beim Transport vom Feld zum Silo wurden mittels Fuhrwerkswaage die jeweiligen Frischmasseerträge ermittelt. Als Grundlage zur Berechnung der Trockenmasseerträge diente eine Mischprobe, welche aus mehreren Einzelproben je Fuhrwerk zusammengesetzt war. Auch die Inhaltsstoffe des Ausgangsmaterials wurden aus dieser Mischprobe ermittelt (Tab. 1). Für die Esparsette wurde bei 55 % Trockenmasse (TM)-Gehalt ein Ertrag von 28 dt TM/ha, für die Luzerne bei 58 % TM-Gehalt von 52,5 dt TM/ha kalkuliert.

Beide Futterpflanzen wurden mit einem neuartigen Silierverfahren konserviert. Beim sogenannten Silotunnel-Verfahren wird das Erntegut mit einem Pressrotor verdichtet und in einen Metalltunnel gepresst. Während der weiteren Befüllung und Vorfahrt der Maschine wird der erzeugte Futterstrang in eine Silofolie eingeschlagen.

Tabelle 1: Charakteristische Kenngrößen des Ernteguts zur Einlagerung in den Silotunnel

Parameter	Luzerne	Esparsette
TM (g/kg FM)	582	552
Rohasche (g/kg)	99	86
Rohprotein (g/kg)	147	161
Rohfaser (g/kg)	309	273
Rohfett (g/kg)	18	15
Zucker (g/kg)	78	76
Pufferkapazität (g Milchsäure/kg)	91	74
Vergärbarkeitskoeffizient*	65	63
Nitrat (mg/kg)	52	52

* Vergärbarkeitskoeffizient = TM (%) + 8*Zucker/Pufferkapazität

Das Futter liegt dabei an den Seiten auf ca. 30 cm Folie auf um diese zu fixieren, dazwischen hat das Futter direkten Kontakt mit dem (befestigten) Boden. Nach Ende der Befüllung wurden die Silotunnel ordnungsgemäß verschlossen und zum Schutz vor Folienbeschädigungen mit Schutzgittern abgedeckt.

Nach einer Lagerdauer von 5 Monaten wurden beide Silos am 16.12.2014 geöffnet und während der folgenden 11 Wochen in siebentägigem Rhythmus einem Controlling am Silo (Richter et al., 2009) unterzogen. Hierbei wurden an drei Stellen der Anschnittfläche die Verdichtungen der Silagen ermittelt und aus dem jeweils gewonnenen Probenmaterial eine Mischprobe zur Untersuchung der in Tabelle 2 gelisteten Parameter erzeugt.

Die Untersuchungen erfolgten im Labor der Abteilung Qualitätssicherung und Untersuchungswesen der bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft in Grub nach Vorgaben des VDLUFA.

Aus den erzielten Untersuchungsergebnissen wurden Mittelwert und Standardabweichung für die jeweiligen Parameter berechnet. Diese dienen nach der Formel

$$\text{Fehler! Textmarke nicht definiert. } n \geq \frac{z_{1-\alpha/2}^2 \sigma^2}{e^2}$$

der Ermittlung des erforderlichen Stichprobenumfangs zum Erreichen der erwünschten Sicherheit des resultierenden Mittelwerts (Konfidenzniveau 99 %, Konfidenzintervall 95 %).

Ergebnisse

Die Messungen während des Versuchszeitraums führten zu den in Tabelle 2 aufgeführten Ergebnissen. Die erforderliche Stichprobenzahl n um die vorgegebene Genauigkeit erzielen zu können schwankte zwischen 1 (Energiebewertung) und mehreren Tausend (Buttersäuregehalte). Grundsätzlich waren sowohl bei Luzerne- als auch bei Esparsettesilagen relativ gleichmäßige Analyseergebnisse bezüglich der Rohnährstoffe zu erwarten. Mit den durchgeführten 11 Analysen wurde bei den meisten dieser Parameter eine hohe Sicherheit des Mittelwerts erzielt. Für eine verlässliche Bestimmung der Rohfett- und Zuckergehalte genügte hingegen die vorliegende Anzahl an Untersuchungen nicht, um die angestrebte Verlässlichkeit des Mittelwerts zu erreichen.

Von den Rohnährstoffen abzugrenzen sind die Gärparameter. Zwar waren beide Silagen von hoher Gärqualität, die entsprechenden Kenngrößen waren jedoch vergleichsweise großen Schwankungen

unterworfen. Die zuverlässige Ermittlung des grundsätzlichen Gärerfolgs anhand der DLG-Punktezahl oder des pH-Werts war mit einer geringen Stichprobenzahl möglich, Gärsäuren erfordern jedoch aufgrund der hohen Standardabweichungen deutlich höhere Stichprobenzahlen um eine hohe Verlässlichkeit zu erzielen. Für diese Parameter genügte die vorliegende Stichprobenzahl nicht, um die angestrebte Sicherheit der Mittelwerte gewährleisten zu können.

Die größte Varianz war bei den ermittelten Dichtewerten der Silagen festzustellen. Für eine verlässliche Aussage zur Verdichtung hätte es mehrerer Hundert Einzelproben benötigt. Die vorliegende Stichprobenzahl genügte somit nicht, um die Verdichtungsleistung des Silotunnels für die Grobfuttermittel an den Messpunkten hinreichend genau zu beschreiben.

Tabelle 2: Durchschnittliche Kennzahlen, Standardabweichungen und parameterspezifischer erforderlicher Stichprobenumfang¹ für Luzerne- und Esparsettesilagen

Parameter	Luzernesilage			Esparsettesilage		
	\bar{x}	s	erforderliche s n	\bar{x}	s	erforderliches n
<i>Futterwert</i>						
TM (g/kg FM)	538	22	5	506	22	5
Rohasche (g/kg)	99	4	5	89	4	5
Rohprotein (g/kg)	149	6	4	159	4	2
Rohfaser (g/kg)	325	11	3	288	12	5
Rohfett (g/kg)	19	2	39	17	1	8
Zucker (g/kg)	47	5	31	50	6	34
NDFom (g/kg)	439	14	3	418	20	7
ADFom (g/kg)	393	14	4	405	22	9
ELOS (g/kg)	534	12	2	533	10	1
Gasbildung (ml/200 mg)	36,4	1,8	7	35,5	1,5	5
ME (MJ/kg) ²	8,0	0,0	1	8,6	0,1	1
NEL (MJ/kg) ²	4,8	0,0	1	5,2	0,1	1
<i>Gärparameter</i>						
pH-Wert	5,1	0,1	2	4,7	0,2	7
Milchsäure (g/kg)	44,0	6,6	60	41,2	5,4	46
Essig- und Propionsäure (g/kg)	9,0	2,0	133	9,4	1,3	50
Buttersäure (g/kg)	0,3	0,6	> 8000	0,3	0,5	> 7800
Ammoniak-N	6,9	0,3	6	4,9	0,7	55
Alkohol	1,5	1,0	> 1200	1,9	0,3	67
DLG Punkte	97,3	2,4	2	99	3	3
<i>Verdichtung (kg TM/m³)</i>						
oben	190	69	346	202	48	149
Kern	164	39	152	162	43	191
rechts	284	67	149	225	81	342

¹ Konfidenzniveau 99 %, Konfidenzintervall 95 %; ² nach GfE 2008

Diskussion

Der Gehalt an Rohnährstoffen konnte für die vorliegenden Futtermittel hinreichend genau beschrieben werden. Für Luzerne- und Esparsettesilage war zudem eine hohe Vergleichbarkeit hinsichtlich der stofflichen Zusammensetzung erkennbar. Für den Vergleich der Futtermittel, auch mittels Fütterungsversuch, war die vorliegende Stichprobenzahl somit ausreichend hoch gewählt. Die Beschreibung der Mittelwerte erreichte bei einem Konfidenzniveau von 99 % ein Konfidenzintervall deutlich über 95 % und bietet somit eine gute Grundlage für die statistische Absicherung von nominalen Unterschieden.

Betrachtet man die Gärparameter, fallen zunächst die vergleichsweise hohen erforderlichen Stichprobenzahlen auf. Allerdings muss bei diesen Kenngrößen hinterfragt werden, ob bezüglich der jeweiligen Versuchsfrage die Ansprüche an die Sicherheit des Mittelwerts vergleichbar hoch sein müssen wie in diesem Beispiel. Da das Konfidenzintervall bzw. der Fehler als quadratische Funktion in die Berechnung eingehen, führt eine Reduzierung des Konfidenzintervalls zu einer deutlichen Verringerung der erforderlichen Stichprobenmenge. Andererseits bedeuten die großen relativen Varianzen zum Beispiel für Untersuchungen zum Einfluss von Gärqualitäten auf die Futteraufnahme (Gerlach et al., 2012), dass sich nur mit hohen Stichprobenzahlen abzusichernde Unterschiede erwarten lassen.

Besonders hohen Schwankungen waren in dieser Untersuchung die Kennzahlen zur Verdichtung unterworfen. Dies ist sicherlich zu einem großen Teil der besonderen Siliertechnik geschuldet und nicht auf „normale“ Fahrsiloanlagen übertragbar. Dennoch zeigt sich, dass auch die Dichtemessung ein Parameter ist, der deutlichen Schwankungen unterworfen sein kann. Einzelne Ermittlungen dieser Werte (Richter et al., 2009, Köhler et al., 2012) bieten zwar einen guten Orientierungswert zur grundsätzlichen Einschätzung des Silomanagements, sind aber für statistische Analysen vermutlich in den meisten Fällen nicht hinreichend genau.

Schlussfolgerungen

Die erhobenen Daten zeigen bei identischem Schnitzeitpunkt und Standort eine gute Vergleichbarkeit der Inhaltsstoffe von Luzerne und Esparsette. Wie die Luzerne enthält auch die Esparsette hohe Gehalte an Gerüstsubstanzen (ADFom), die gebildete Gasmenge im Hohenheimer Futterwerttest (HFT) ist dagegen als gering einzustufen. Die geschätzten Gehalte an umsetzbarer Energie sind daher auch vergleichbar niedrig. Bei Versuchen mit diesen Grobfuttermitteln sollte zur Beschreibung der Rohnährstoffe und weiterer Parameter des Futterwerts ein Stichprobenumfang von 5 nicht unterschritten werden. Die Daten aus Felderhebungen eignen sich in der Regel nicht für statistische Auswertungen, besonders dann nicht, wenn stark streuende Kenngrößen wie Gärsäuregehalte oder Verdichtungswerte einfließen sollen.

Literatur

Gerlach, K., Roß, F., Weiß, K., Büscher, W., Südekum, K.-H., 2012: Changes in maize silage fermentation products during aerobic deterioration and effects on dry matter intake by goats. *Agric. Food Sci.*, 22, 168-181.

Köhler, B., Diepolder, M., Ostertag, J., Thurner, S., Spiekers, H., 2012: Dry matter losses of grass, Lucerne and maize silages in bunker silos. *Agric. Food Sci.*, 22, 145-150.

Richter, W., Zimmermann, N., Abriel, M., Schuster, M., Kölln-Höllrigl, K., Ostertag, J., Meyer, K., Bauer, J., Spiekers, H., 2009: Hygiene bayerischer Silagen – Controlling am Silo. Schriftenreihe, Nr. 9, Hrsg.: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft.

Autorenanschrift

Johannes Ostertag
Prof.-Dürrwaechter-Platz 3
85586 Grub
Email: Johannes.Ostertag@LfL.bayern.de



119
Animine

Not only trace minerals

Products

HiZox®

➤ www.animine.eu/M&N

Services

siMMin™

➤ www.animine.eu/siMMin

Physiologischer Einfluss eubiotischer Lignocellulose auf den Pansen pH-Wert von Wiederkäuern

Emir Ahmetovic¹, Arthur Kroismayr¹

¹Agromed Austria GmbH

Einleitung

Der pH-Wert eines Vormagensystems (Pansen, Haube, Blättermagen) liefert wichtige Informationen zu dessen gesundheitlichen Status. Der Pansen, als wichtiger Bestandteil dieses Systems ist aufgrund der Fermentationsprozesse in seinem intraluminalen Raum ständig Schwankungen des pH-Wertes ausgesetzt, meistens Werten zwischen 7,0 und 5,5 (Oetzel, 2007). Falls der Pansen pH-Wert zu weit absinkt oder ansteigt, verändert sich die natürliche Pansenflora deutlich und es entsteht eine Pansenazidose bzw. Pansenfäulnis (Gasteiner, 2009). Zu einer Senkung des pH-Wertes kommt es grundsätzlich nach der Futteraufnahme, weil Futterbestandteile im Pansen fermentieren und zu flüchtigen Fettsäuren umgewandelt werden. Die Intensität der Gärung hängt stark mit der Zusammensetzung einer Ration zusammen. Um das genetische Potential hochleistender Rinder (Milch- und Mastrinder) nutzen zu können, ist eine nährstoffdichte (v.a. Energie und Eiweiß) Ernährung notwendig und selbstverständlich. Solche energiedichte Rationen enthalten meist hohe Mengen an Stärke, welche im Pansen enzymatisch abgebaut und zu flüchtigen Fettsäuren umgewandelt werden müssen. Durch den zu raschen Stärkeabbau entstehen also in sehr kurzer Zeit große Mengen an flüchtigen Fettsäuren, die mit ihren Eigenschaften den Pansen pH-Wert senken. Eine drastische Reduzierung des pH-Wertes (pH 5 und weniger) verbunden mit einer starken Zunahme an Milchsäure und flüchtigen Fettsäuren sowie einer starken Reduktion der Zahl der Protozoen, stellen Symptome einer akuten Pansenazidose dar (Nocek, 1997). Der Verlauf solch einer Übersäuerung kann sehr gesundheitsschädigend für das Tier sein und letal enden. Als Subakute Pansenazidose (eng. SARA - subacute rumen acidosis) wird eine wiederkehrende Übersäuerung beschrieben, die mehrere Stunden am Tag anhält. Je nach Autor sind pH-Grenzwerte, die eine SARA charakterisieren, unterschiedlich von 5,6 bis 5,8 angegeben (Schieder 2013). Eines der ersten Zeichen einer SARA ist der plötzliche Abfall der Fresslust, was auch mit der inflammatorischen Reaktion der Pansenschleimhaut (Rumenitis) zusammenhängen könnte (Oetzel, 2007). Sie kann ebenso mit anderen Symptomen gekennzeichnet sein, wie Abmagerung, Durchfall und eine reduzierte Wiederkautätigkeit (de Kruif et al. 2014). Konsequenzen einer SARA sind bakterielle Infektionen oder der Übergang in eine akute Pansenazidose.

Eubiotische Lignocellulose (OptiCell® Ruminant, Agromed Austria GmbH) aus frischem Holz enthält laut Hersteller lösliche Substanzen, welche vom Enzym Amylase nur langsam abgebaut werden können. Diese Aktivität führt gleichzeitig zu einer Verzögerung des Stärkeabbaus (keine Blockade!). Daraus resultierend wird die Produktion flüchtiger Fettsäuren insgesamt verlängert und somit der pH-Wert nicht abrupt gesenkt. Dies konnte von Schieder (2012) bestätigt werden.

Im Folgenden werden zwei Studien (in vitro und in vivo) zum Thema „Einfluss eubiotischer Lignocellulose auf den Pansen pH-Wert“ vorgestellt:

Material und Methoden

In vitro Versuch:

In einem in vitro Modell wurde ein Testsubstrat bestehend aus 50% Grassilage und 50% Kraftfutter verwendet. Die eubiotische Lignocellulose fügte man bei den Versuchsbehandlungen in verschiedenen Dosierungen zu (auf Kosten von Kraftfutter). 1g Trockenmasse des Testsubstrats wurde präzise in je ein Fermentationsgefäß eingefüllt. Pro Behandlung (eine Kontrolle und 4 Versuchsdosierungen) wurden fünf einzelne Wiederholungen durchgeführt (insgesamt 25 verwendete Fermentationsgefäße). In den 4 Versuchsgruppen/-behandlungen war die Dosierung der eubiotischen Lignocellulose folgende: 10; 20; 40; 80 mg/Gefäß.

Tabelle 1: Zusammensetzung des Testsubstrats (mg/Fermentationsgefäß)

Behandlung	Lignocellulose (LC)	Kraftfutter	Grassilage	Wiederholungen
1	10	490	500	5
2	20	480	500	5
3	40	460	500	5
4	80	420	500	5

Für eine realistische Darstellung der Pansen-Fermentation wurden die obigen Dosierungen auch in g/Tier/Tag konvertiert (25; 50; 100; 200 g/Tier/Tag). Dabei wurde von einem Tier mit einem Pansenvolumen von 100 Litern und 20 kg TM Aufnahme pro Tag ausgegangen. (Tabelle 2)

Tabelle 2: Konvertierung basierend auf dem Pansenvolumen

LC Dosis (mg/Gefäß)	Konvertierung basierend auf dem Pansenvolumen	
	% Volumen (Gewicht/Volumen)	Gramm/Tier/Tag
10	0,03%	25
20	0,05%	50
40	0,10%	100
80	0,20%	200

In vivo Versuch:

Der wissenschaftliche Versuch erstreckte sich über einen Zeitraum von 50 Tagen und wurde mit 22 Fleckviehkühen (von denen 6 mit einem pH-Messsensor im Pansen ausgerüstet waren) durchgeführt. Die Tiere wurden in einem Laufstall gehalten.

Die untersuchten Kühe wurden mit einer TMR auf Basis von Silomais, Grassilage und Kraftfutter, abgestimmt auf ein Tagesgemelk von 26 kg pro Tag gefüttert. Der über die 26 kg hinausgehende Nährstoffbedarf wurde mit Kraftfutter über eine Transponderfütterstation ausgeglichen. In der Versuchsgruppe wurde die eubiotische Lignocellulose über den Transponder beigefüttert. Aufgrund der verwendeten Fütterungstechnik war das Minimum einer Einzelgabe mit 22 g nach unten hin begrenzt. Deshalb hat man sich für eine Dosierung der Lignocellulose von 66 g/Tier/Tag entschieden wodurch 3 Gaben pro Tier und Tag erreicht werden konnten.

Neben den zootecnischen Leistungen, wurden die pH-Werte der 6 Bolus-Tiere (3 je Behandlung) ausgewertet. Pro Tier wurde der pH-Wert 144 mal (alle 10 Minuten) pro Tag gemessen. Es wurden die ersten 14 Versuchstage verglichen und mittels T-Test statistisch ausgewertet.

Ergebnisse

In Vitro Versuch:

Der Gesamtgasgehalt in den Fermentationsgefäßen wurde im Vergleich zur negativen Kontrollgruppe dosisabhängig numerisch bzw. signifikant verringert, wobei der Effekt im Laufe der Zeit (8, 12 und 24 Stunden) weniger zu werden schien. Während bei der Dosierung von 25 g gar kein Effekt sichtbar wurde, führten 50 g (entspricht der Empfehlung des Herstellers) und 100 g eubiotische Lignocellulose zu einer numerischen Senkung des Gesamtgehalts nach 8 und 12, nicht aber nach 24 Stunden (Abb. 1-3). Lediglich die Höchstdosierung von 200 g führte zu einer signifikanten Senkung des Gesamtgasgehalts sowohl nach 8, 12 und nach 24 Stunden. Analog zum Gesamtgas verhielt sich der pH-Wert, er stieg dosisabhängig (Abbildung 4). Bei der Dosierung von 25 g war der Unterschied zur Kontrollgruppe gering, allerdings veränderte sich die Situation bei einem höheren Anteil der Lignocellulose (50, 100 und 200 g), die Unterschiede waren statistisch signifikant zur Kontrolle.

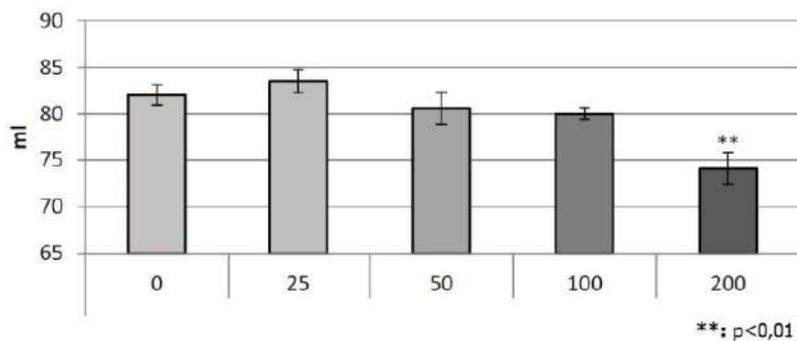


Abbildung 1: Gesamtgas-Wert (nach 8 Stunden)

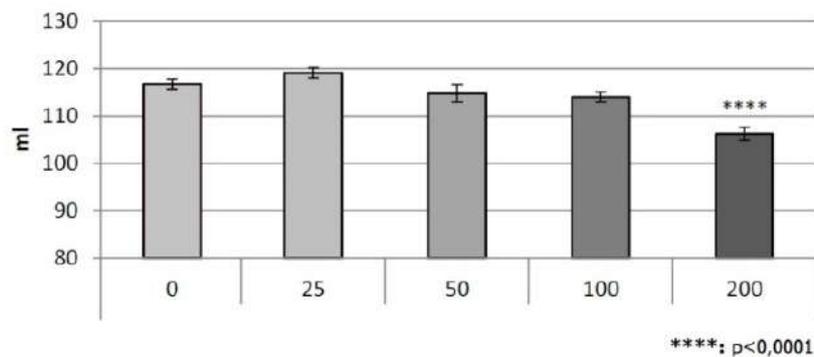


Abbildung 2: Gesamtgas-Wert (nach 12 Stunden)

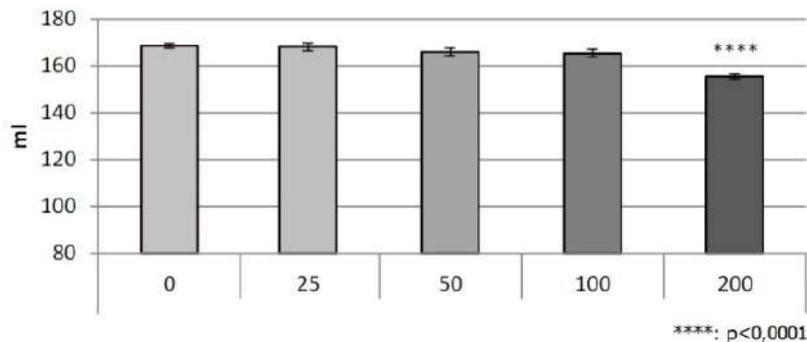


Abbildung 3: Gesamtgas-Wert (nach 24 Stunden)

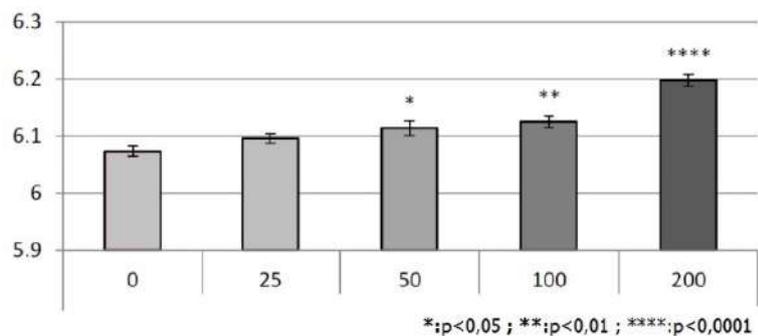


Abbildung 4: pH-Wert (nach 24 Stunden)

In Vivo Versuch:

Die Messungen des Pansen pH-Wertes mittels Bolus-Sensoren zeigten (Tabelle 4), dass es zwischen den beiden Behandlungen (Kontrolle; eubiotische Lignocellulose 66 g/Tier/Tag) keine Unterschiede im pH-Mittelwert und pH-Maximumwert gab. Allerdings wurde ein deutlicher numerischer Unterschied zu Gunsten der Lignocellulose-Gruppe beim pH-Minimumwert festgestellt. Folglich führte die Behandlung mit eubiotischer Lignocellulose zu wesentlich geringeren pH-Wert Schwankungen innerhalb eines Tageszyklus.

Messungen der Milchleistung (Tabelle 3) zeigten, dass die Tiere zu Versuchsbeginn unterschiedliche Durchschnittsleistungen aufweisen. Obwohl bei Versuchsende (Tag 50) keine signifikanten Unterschiede gemessen wurden, bleibt zu erwähnen, dass dieser anfängliche Leistungsunterschied (gemessen auf die gesamte Versuchsdauer) deutlich durch die Gabe der eubiotischen Lignocellulose gesenkt werden konnte (Tabelle 3).

Tabelle 3: Messungen der Milchleistung

	Anzahl Laktationen (Ø)	Laktations-Tage (Ø)	Ø Milchleistung* (kg/Tag) Versuchsstart	Ø Milchleistung* (kg/Tag) Tag 1-50
LC	2,75	122	31,11	30,71
Ohne LC	2,80	125	34,07	32,50

*Fett- (4%) und Eiweiß- (3,4%) korrigierte Milchleistung

Tabelle 4: Messungen des Pansen pH-Wertes mittels Bolus-Sensoren

	LC Kuh 1	LC Kuh 2	LC Kuh 3	Ø LC	Ohne LC Kuh 1	Ohne LC Kuh 2	Ohne LC Kuh 3	Ø Ohne LC	p-Wert
Ø pH-Wert	5,916	6,227	6,138	6,094	6,187	6,148	5,972	6,102	0,95
Ø pH-Wert Minimum	5,626	5,953	5,881	5,820	5,823	5,556	5,369	5,582	0,23
Ø pH-Wert Maximum	6,284	6,541	6,454	6,426	6,461	6,494	6,335	6,430	0,97
Ø pH-Wert Schwankung	0,658	0,588	0,573	0,588	0,639	0,938	0,966	0,938	0,14

Diskussion

In der modernen Rinderernährung werden Rationen mit hohen Kraftfutter- und folglich hohen Stärkeanteilen verfüttert. Dies hat zur Folge, dass das Tier immer wieder mit Übersäuerungen (subakute bzw. akute Pansenazidose) konfrontiert wird, was sich negativ auf die Gesundheit und Produktion auswirkt.

Wie die Ergebnisse der in vivo Untersuchungen gezeigt haben, wird durch den Einsatz der eubiotischen Lignocellulose im Futter der Pansen pH-Wert stabiler im physiologischen Rahmen gehalten, wobei vor allem ein Absinken in unphysiologische pH-Bereiche (unter 5,8) vermieden werden konnte. Dies führte automatisch zu geringeren pH-Wert Schwankungen im Zuge der natürlichen Tagesdynamik. Zu ähnlichen Ergebnissen gelangte auch Schieder (2012), die dieselbe eubiotische Lignocellulose bei Rindern untersucht hat.

Aufgrund der Reduktion der pH-Wert Schwankungen können optimale Erhaltungsbedingungen für die Pansenflora geschaffen werden (je weniger der Wert schwankte, desto mehr stabilisierte sich die Aktivität der Pansenflora). Diese stabileren Pansen pH-Werte erklären auch den numerisch positiven Einfluss der eubiotischen Lignocellulose auf die Milchleistungsparameter. Es scheint logisch, dass der weniger starke Rückgang der Milchleistung in der Lignocellulose Gruppe auf die konstanteren pH-Werte zurückzuführen ist.

Die Ergebnisse der in vitro Studie bestätigen die im in vivo Versuch hervorgebrachten Resultate. Die Gesamtgasproduktion dient als Abbild der Aktivität der Mikroflora des Pansens. Eine (temporäre) Hemmung der Amylase im Pansen durch die eubiotische Lignocellulose müsste also auch zu einer (temporären) Senkung der Gesamtgasproduktion führen. Die oben erwähnten Ergebnisse untermauern genau diesen Effekt der eubiotischen Lignocellulose. So zeigte sich, dass die Gesamtgasproduktion durch eubiotische Lignocellulose gesenkt wird, wobei der Effekt stark dosis- und zeitabhängig ist. Die Verringerung der Gesamtgasproduktion als Indiz für eine gesenkte mikrobielle Aktivität sollte folglich auch zu höheren pH-Werten der Proben führen, weil weniger flüchtige Fettsäuren produziert werden. Auch dies konnte in erwähnter in vitro Studie nachgewiesen werden. Es bleibt zu erwähnen, dass dieser Effekt bereits bei einer Dosierung von 50 g/Tier/Tag signifikant zu Tage trat. Dies korrespondiert sehr deutlich mit den in vivo beobachteten Werten, bei denen 66 g je Tier/Tag zu höheren pH-Wert Minima führten.

Schlussfolgerung

Schlussfolgernd kann festgestellt werden, dass sich die untersuchte eubiotische Lignocellulose in vitro und in vivo positiv auf den Pansen pH-Wert ausgewirkt hat.

Literatur

Oetzel GR (2007): Subacute Ruminant Acidosis in Dairy Herds: Physiology, Pathophysiology, Milk Fat Responses, and Nutritional Management. Preconference Seminar 7A: Dairy Herd Problem Investigation Strategies: Lameness, Cow comfort, and Ruminant Acidosis AMERICAN ASSOCIATION OF BOVINE PRACTITIONERS 40th Annual Conference, September 17, 2007 – Vancouver, BC, Canada; pp. 89-119

Nocek JE (1997): Bovine Acidosis: Implications on Laminitis. J Dairy Science 80: 1005-1028

Gasteiner J (2009): Untersuchungen zur Pansensaftentnahme und zur Messung des pH-Wertes im Pansen des Rindes. Tierärztetagung, LFZ Raumberg-Gumpenstein, 04.-06. Juni 2009, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein 2009: 27-28

de Kruif A, Mansfeld R, Hoedemaker M (2014): Tierärztliche Bestandsbetreuung beim Milchrind. Enke Verlag in MVS Medizinverlage Stuttgart GmbH & Co. KG, 3.Auflage: 223

Schieder C et al. (2013): Lignocellulose Formulierung mit Amylase-hemmender Wirkung in vitro und in vivo. Proceedings, 12.BOKU – Symposium Tierernährung 2013 – Wien: 167-173

Schieder C (2012): Einfluss einer Lignocellulose mit Amylase-hemmenden Eigenschaften auf den pH Wert im Pansen des Rindes. Masterarbeit, Universität für Bodenkultur Wien

Autorenanschrift

Dipl. Tzt. Emir Ahmetovic
Agromed Austria GmbH
Bad Haller Straße 23, A-4550 Kremsmünster
E-Mail: ahmetovic@agromed.at

GOING BACK TO THE ROOTS, WE FOUND THE FUTURE:

OptiCell[®] Ruminant

A NEW TOOL TO STABILIZE RUMEN PH



PH ✓

ENERGY ↗

PROTEIN ↗

Effect of plant alkaloids on rumen fermentation, microbial protein synthesis and nutrient digestibility in steers fed a high-energy diet

Alejandro Plascencia Jorquera¹, Ingo Rogge², Sonja Altvater²

¹Autonomous University of Baja California, Mexico

²Phytobiotics Futterzusatzstoffe GmbH, Eltville, Germany

Introduction

Growing concern over the use of growth-enhancing drugs in animal feed formulations has furthered interest in the search for alternative additives. Among these, phytogetic, i.e. plant-derived compounds, such as quaternary benzophenanthridine alkaloids and protopine alkaloids have shown promise as feed additives in broilers and pigs. Plant alkaloids exert antimicrobial (Colombo and Bosisio, 1996; Newton et al., 2002) and anti-inflammatory (Tanaka et al., 1993) effects. The presence of plant alkaloids decreases the breakdown of protein (Drsata et al., 1996). This is considered to be the main cause why plant alkaloids also decrease the concentration of ruminal ammonia *in vitro* (Smink and Van der Kolk, 2004). In broilers fed diets supplemented with plant alkaloids increased fiber digestion was reported (Sze et al., 2011). Theoretically, all these effects are advantageous for ruminants fed high-energy diets; however, there is limited information available regarding the effects of plant alkaloids on *in vivo* ruminal fermentation parameters, microbial protein synthesis and the rate and site of digestion of nutrients in feedlot cattle.

The objective of the present study was to evaluate the influence of a product developed for ruminants based on plant alkaloids, supplemented at different levels, on microbial protein synthesis, ruminal fermentation and nutrient digestibility in steers fed a high-energy finishing diet.

Materials and methods

Four Holstein steers (253 ± 9 kg BW) with ruminal and duodenal cannulas (Zinn and Plascencia, 1993) were housed in individual pens (3.9 m²) in an indoor facility at the Ruminant Metabolism Experimental Unit of the Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias of the Universidad Autónoma de Baja California. Ingredient composition and chemical analysis of control and supplemented diets are shown in Table 1. Chromic oxide (3.0 g/kg of diet air dry basis) was used as an indigestible marker to estimate nutrient flow and digestibility. All steers received *ad libitum* access to the basal diet for 14 days before the initiation of the collection period. To avoid refusals, feed intake (as feed basis) was restricted to 5,900 g (90% of *ad libitum* intake) of steers observed during the 14-d adaptation period. The source of plant alkaloids was Sangrovit[®] RS (Phytobiotics Futterzusatzstoffe GmbH, Eltville, Germany) a ruminants specific blend of quaternary benzophenanthridine alkaloids and protopine alkaloids. Dietary treatments were:

Basal diet + Sangrovit[®] RS (0 g/head/day)

Basal diet + Sangrovit[®] RS (2 g/head/day)

Basal diet + Sangrovit[®] RS (4 g/head/day)

Basal diet + Sangrovit[®] RS (6 g/head/day)

Table 1. Composition of basal diet

<i>Formulation (%)</i>	
Steam-flaked corn	61.8
DDGS	15.0
Hay	12.0
Yellow grease	2.0
Molasses	6.0
Limestone	1.5
Urea	1.0
Trace minerals ¹	0.4
Chromic oxide	0.3
<i>Chemical composition (%)</i>	
NE (Mcal/kg DM) ² for maintenance	2.16
NE (Mcal/kg DM) ² for gain	1.50
Crude protein	14.4
Starch	47.8
NDF	16.4
Ash	5.8

¹Trace mineral salt contained CoSO₄, 0.068%; CuSO₄, 1.04%; FeSO₄, 3.57%; ZnO, 1.24%; MnSO₄, 1.07%, KI 0.052%; and NaCl, 92.96%.

²Based on tabular NE values for individual feed ingredients (NRC, 2000) with the exception of supplemental fat, which was assigned NEm and NEg values of 6.03 and 4.79, respectively (Zinn, 1988).

The additive was top-dressed in equal proportions to the basal diet at time of feeding. Diets were fed in two equal portions at 08:00 and 20:00 daily. Experimental periods consisted of a 17-d adaptation period followed by a 4-d collection period. During the collection period, duodenal and fecal samples were taken twice daily from all steers. Samples from each steer and within each collection period were prepared for analysis. During the final day of each collection period, ruminal samples were obtained from each steer at 4 and 8 h after feeding via the ruminal cannula. Ruminal fluid pH was determined in fresh samples. Samples were then strained through 4 layers of cheese cloth and were prepared as follows: 1) Two samples were prepared, each using 2 mL of freshly prepared 25% (w/vol) metaphosphoric acid added to 8 mL of strained ruminal fluid. One sample was centrifuged (17,000 x g for 10 min) and the supernatant stored at -20°C for VFA analysis. The other sample was stored at -20°C for sanguinarine analyses. Other sample consisted of 10 mL filtrate rumen fluid acidified with 0.5 mL of 6 N HCL and frozen (-20°C) immediately for ammonia analysis. Upon completion of the trial, ruminal fluid was obtained from all steers and composited for isolation of ruminal bacteria via differential centrifugation (Bergen et al., 1968). The microbial isolate served as purine:N reference for the estimation of microbial N contribution to chyme entering the small intestine (Zinn and Owens, 1986).

Feed, duodenal and fecal samples were subjected to the following analysis: DM (oven drying at 105°C until no further weight loss; method 930.15; AOAC, 2000); ash (method 942.05; AOAC, 2000), Kjeldahl N (method 984.13; AOAC, 2000); NDF (Van Soest et al., 1991, corrected for NDF-ash) incorporating heat stable α -amylase (Ankom Technology, Macedon, NY) at 1mL per 100mL of NDF solution (Midland Scientific, Omaha, NE); chromic oxide (Hill and Anderson, 1958); and starch (Zinn, 1990). In addition, gross energy (GE, using the adiabatic bomb model 1271; Parr Instrument Co.,

Moline, IL, USA) was determined for feed and fecal samples. Ammonia N (method 941.04; AOAC, 2000) and purines (Zinn and Owens, 1986) were determined in duodenal samples. Ruminal VFA concentrations were assessed by gas chromatography (Zinn, 1988) and N-NH in ruminal fluid was determined by procedures adapted from Fawcett and Scott (1960).

Microbial organic matter (MOM) and microbial nitrogen (MN) leaving the abomasum were calculated using purines as a microbial marker (Zinn and Owens, 1986). Organic matter fermented in the rumen (OMF) was considered equal to the OM intake minus the difference between the amount of total OM reaching the duodenum and the MOM reaching the duodenum. Feed N escape to the small intestine was considered equal to the total N leaving the abomasum minus ammonia-N and MN and, thus, includes any endogenous contributions.

The dataset was analyzed as a 4 × 4 Latin square design using the MIXED procedure (SAS Inst. Inc., Cary, NC).

Results and discussion

There were no feed refusals or changes in rate of intake in any of the steers as a result of the inclusion of the product in the concentrations tested herein.

Effects on parameters of ruminal and total tract digestion are summarized in Table 2. The inclusion of plant alkaloids increased (linear, $p=0.02$) flow of non-ammonia N (NAN) to duodenum and decreased ($p<0.01$) duodenal flows of N-NH. The increases in NAN duodenal flows can be explained partially by numerically greater flows of feed N (6.5%) at high supplementation levels of plant alkaloids. Accordingly, feed N explained 58% of the increases in NAN. Thus, increased flows of NAN were a consequence mainly of the reduction ($p=0.09$) of fermentation of feed N rather than microbial protein synthesis.

There were no effects of plant alkaloids on ruminal digestion of OM, starch and NDF. However, plant alkaloids tended to linearly decrease ($p=0.08$) ruminal digestion of feed N, and decreased (linear, $p<0.01$) ruminal ammonia. The high levels of ruminal ammonia do not always imply the most efficient growth of bacteria. Horn and McCollum (1987) reported that ruminal ammonia concentrations are more indicative of the balance between ruminally available energy and degradable protein. It has been observed that MN production, among others, is a result of synchronization between the rate of hydrolysis of carbohydrates, and the rate at which ammonia-N is produced during the hydrolysis of N compounds in the rumen (NRC, 1985; Orskov, 1992). Even when there was no effect of plant alkaloids on MN, numerically greater flows of MN (4.2%) were observed at high supplementation levels. This result indicated that less protein was fermented without negative effects on microbial synthesis, which is in contrast to the effect commonly known for ionophores (Bartley et al., 1976; Zinn, 1987; Zinn et al., 1994). In fact, ruminal microbial efficiency ($p=0.02$) and protein efficiency ($p<0.05$) were increased as the level of plant alkaloids increased. This may be partially explained by the possible effect of the alkaloids in slowing down the degradation of proteins, hence permitting better synchrony between carbohydrates and N compounds in rumen.

Post-ruminal and total tract digestion of N were increased ($p<0.01$) as level of plant alkaloids increased. This may be explained partially by the slight increases of feed N flow to the small intestine. DE of the diet tended to increase (linear, $p=0.09$) as plant alkaloids supplementation increased.

Table 2. Influence of plant alkaloids on parameters of rumen and total tract digestibility

	Supplementation of plant alkaloids (g/head/d)				SEM	p-value (linear)
	0	2	4	6		
Intake (g/d)						
DM	5,388	5,275	5,255	5,339	62	0.57
OM	5,077	4,970	4,952	5,030	58	0.57
Starch	2,573	2,519	2,510	2,550	29	0.57
NDF	866	867	864	878	10	0.57
N	124	121	121	123	1.41	0.57
GE (Mcal/d)	24.0	24.0	23.4	23.7	0.27	0.57
Rumen digestibility (%)						
OM	65.7	65.0	63.2	65.4	0.92	0.52
Starch	83.5	84.5	84.4	85.4	2.11	0.58
NDF	45.9	46.0	44.5	46.1	3.20	0.94
N	53.1	51.6	49.0	65.5	1.92	0.08
Duodenal N flow (g/d)						
Duodenal microbial N flow (g/d)	62.2	62.2	65.0	64.7	1.31	0.13
Microbial efficiency ¹	19.4 ^a	20.0 ^a	21.6 ^b	20.4 ^{ab}	0.40	0.04
Duodenal ammonia-N flow (g/d)	3.95 ^a	3.27 ^b	2.46 ^b	2.55 ^c	0.13	<0.01
Duodenal non-ammonia N flow (g/d)	120 ^a	121 ^{ab}	127 ^{bc}	128 ^c	2.1	0.02
N efficiency ²	0.97 ^a	1.00 ^a	1.05 ^b	1.05 ^b	0.02	0.04
Total tract digestibility (%)						
DM	78.7	78.9	80.2	79.6	0.77	0.28
OM	80.3	80.5	81.7	81.2	0.78	0.32
Starch	98.9	98.7	98.7	99.2	0.17	0.29
NDF	53.5	51.5	52.7	53.4	1.57	0.88
N	71.2 ^a	72.6 ^{ab}	74.6 ^b	74.2 ^b	0.62	<0.01
DE (%)	78.3	78.4	80.3	79.6	0.68	0.09
DE (Mcal/kg)	3.5	3.5	3.6	3.5	0.03	0.09

¹Microbial efficiency = g duodenal microbial N/kg fermentable OM in rumen

²N-efficiency = duodenal g non-ammonia N/g N intake

^{a,b,c}Means with different superscript letters differ (p<0.05)

Ruminal pH and VFA were not affected by plant alkaloid supplementation (Table 3). Even when supplementation levels increased ruminal molar acetate production, there was no decrease in ruminal molar production of propionate and butyrate, hence this effect had no influence on the acetate:propionate ratio or methane production. Some antimicrobials increased ruminal molar proportion of acetate and decreased propionate (virginiamycin; Salinas-Chavira et al., 2009), or promoted the opposite effect (monensin; Nisa et al., 1999). Both effects have an impact on the ruminal acetate:propionate ratio and methane production. As the level of plant alkaloids increased,

isovalerate and valerate production decreased ($p < 0.01$). This effect is associated with a reduction of protein degradation, thus confirming the results observed herein regarding the effects of plant alkaloids on ammonia N concentrations in rumen.

Table 3. Influence of plant alkaloids on parameters of rumen fermentation

	Supplementation of plant alkaloids (g/head/d)				SEM	p-value (linear)
	0	2	4	6		
pH	6.47	6.49	6.43	6.74	0.09	0.12
Ammonia (mg/dL)	24.8 ^a	19.2 ^b	16.2 ^b	17.9 ^b	1.46	0.02
Total VFA FS (mol)	80.2	78.3	77.1	75.3	4.54	0.46
VFA (mol/100 mol)						
Acetate	49.7 ^a	53.6 ^{ab}	53.5 ^{ab}	54.7 ^b	1.29	0.04
Propionate	31.2	33.4	31.9	31.3	2.76	0.91
Butyrate	14.3	9.9	11.4	11.1	1.98	0.50
Isovalerate	2.1	1.7	1.6	1.7	0.28	0.38
Valerate	2.9 ^a	1.5 ^b	1.5 ^b	1.2 ^b	0.25	<0.01
Acetate:Propionate ratio	1.59	1.60	1.68	1.75	0.22	0.89
Methane production	0.44	0.44	0.45	0.46	0.03	0.33

^{a,b,c}Means with different superscript letters differ ($p < 0.05$)

Conclusion

The daily consumption of plant alkaloids resulted in positive effects on N utilization, microbial efficiency and digestible energy of the diet. An increase in ruminal molar proportions of acetate without effects on ruminal molar proportions of propionate, butyrate and total VFA indicates positive selective effects on the ruminal environment.

References

- AOAC. 2000. Official methods of analysis (17th ed.). Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD.
- Bartley, E.E., E.L. Herod, R.M. Bechtel, D.A. Sapienza, and B.E. Brent. 1979. Effects of monensin or lasalocid, with or without, niacin or ampicillin, on rumen fermentation and feed efficiency. *J. Anim. Sci.* 49:1066-1073.
- Bergen, W.G., D.B. Purser, and J.H. Cline. 1968. Effect of ration on the nutritive quality of microbial protein. *J. Anim. Sci.* 27: 1497 - 1501.
- Colombo, M.L., and E. Bosisio. 1996. Pharmacological activities of *Chelidonium majus* L. (Papaveraceae). *Pharma. Res.* 33:127-134.
- Drsata, J., J. Ulrichova, and D. Walterova. 1996. Sanguinarine and chelerythrine as inhibitor of aromatic amino acid decarboxylase. *J. Enz. Inhibition.* 10:231-237.
- Hill, F.N., and D.L. Anderson. 1958. Comparison of metabolizable energy and productive determinations with growing chicks. *J. Nutr.* 64:587-603.
- Newton, S.M., C. Lau, S.S. Gurcha, G.S. Besra, C.W. Wright. 2002. The evaluation of forty-three plant species for in vitro antimycobacterial activities; isolation of active constituents from *Psoralea corylifolia* and *Sanguinaria canadensis*. *J. Ethnopharmacol.* 79:57-67.

- Nisa, M.U., M. Sarwar, and Q. Bilal. 1999. Effects of ionophores on metabolics energetics. *Int. J. Agr. Biol.*1:66-69.
- NRC. 1996. Ruminant Nitrogen Usage. Natl. Acad. Sci. Press. Washington, D.C.
- NRC. 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th ed. Natl. Acad. Sci. Press. Washington, D.C.
- Orskov, E.R. 1992. Protein Nutrition in Ruminants. 2nd Ed. Academic Press, San Diego, CA.
- Salinas-Chavira, J., J. Lenin, E. Ponce, U. Sanchez, N. Torrentera, and R.A Zinn. 2009. Comparative effects of virginiamycin supplementation on characteristics of growth-performance, dietary energetics, and digestion of calf-fed Holstein steers. *J. Anim. Sci.*87:4101-4108.
- Statistical Analysis System (SAS). 2004. SAS/STAT User's Guide: Version 9.1. SAS Institute Inc., Cary, North Caroline.
- Smink, W. and L.J. van der Kolk . 2004. Effect of Sangrovit® on the fermentation, the volatile fatty acid, ammonia and the methane production in ruminants. Final Rpt. October 2004. FIS, Netherlands.
- Sze, E. K., and L.T. Chwen. 2010. Effect of feeding feed enzymes with phytogetic compounds on feed nutrient utilization in broiler chickens. In: 4th International Conference on Animal Nutrition (4th ICAN 2010) : Sustainable Feeds – Maximizing Productivity and Profitability, 21-23 September 2010, Persada Johor International Convention Centre, Johor Bahru.
- Tanaka T., K. Metori, S. Mineo, M. Hirofani, T. Furuya, S. Kobayashi.1993. Inhibitory effects of berberine-type alkaloids on elastase. *Planta Medica.* 59:200-202.
- Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Anim. Sci.* 24:834–843.
- Wolin, M.J.1960. A theoretical rumen fermentation balance. *J. Dairy Sci.* 43:1452-1459.
- Zinn, R. A. 1987. Influence of lasalocid and monensin plus tylosin on comparative feeding value of steam-flaked versus dry-rolled corn diets for feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 65: 256–266.
- Zinn, R.A. 1988. Comparative feeding value of supplemental fat in finishing diets for feedlot steers supplemented with and without monensin. *J. Anim. Sci.* 66:213-227.
- Zinn, R.A. 1990. Influence of steaming time on site of digestion of flaked corn in steers. *J. Anim. Sci.* 68:776-781.
- Zinn, R.A., and A. Plascencia. 1993. Interaction of whole cottonseed and supplemental fat on digestive function in cattle. *J. Anim. Sci.* 71:11-17.
- Zinn, R. A., A. Plascencia and R. Barajas. 1994. Interaction of forage level and monensin in diets for feedlot cattle on growth performance and digestive function. *J. Anim. Sci.* 72: 2209–2215.
- Zinn, R.A., and F.N. Owens. 1986. A rapid procedure for purine measurement and its use for estimating net ruminal protein synthesis. *Can. J. Anim. Sci.* 66:157-166.

SANGROVIT[®] Extra



THINK GLOBAL. ACT LOCAL.

SANGROVIT[®] Extra ist unser patentierter und prämiertes Ertragssteigerer mit voller Wirkung – extra Alkaloide – extra Leistung: von der Erhöhung der Futteraufnahme über die Stimulierung der Verdauung bis hin zur Verbesserung von Futterverwertung und Fleischqualität. Was in mehr als 50 Ländern rund um den Globus funktioniert, klappt auch bei Ihnen.

Füttern auch Sie mit IQ.

PHYTOBIOTICS

www.phytobiotics.com

The influence of autolyzed yeast on cattle

J. Wirges¹, M. Strothmeyer¹, M.M.H.B. Nooijen², J. Zwielehner², C. Stoiber³ and G. Schatzmayr³

¹ Biomin Deutschland GmbH, Stadtoldendorf, Germany

² Biomin Holding GmbH, Herzogenburg, Austria

³ Biomin Research Center, Tulln, Austria

Introduction

The beneficial effects of yeasts in dairy industry are known and utilized for more than one century. Yeast is frequently added into the TMR on farms. They have been considered being capable of improving rumen microbial activity, feed utilization and cow performance. Different types of yeast products are marketed as feed supplement for ruminants. Although several modes of action (prebiotic as well as probiotic) are proposed, the underlying mechanisms are not fully elucidated.

Intensive research and product development resulted in a novel autolyzed yeast product which was recently introduced to various markets. The autolyzed yeast product is the results of standardized autolytic degradation of the yeast cell content which provides functional components such as ribonucleic acid (RNA), nucleotides, cell wall carbohydrates (mannan, glucan), peptides and amino acids in a pre-digested form which immediately have a prebiotic effect on the rumen microbiota. Those bioactive components serve as nutritional sources for beneficial anaerobic rumen microbes such as cellulolytic, lactate utilizing and amylolytic bacteria and have thus a prebiotic effect. Increased numbers of beneficial rumen microbes lead to a better rumen environment and improved digestibility of the ration and especially the crude fiber. The positive effects on performance and health status of dairy cows and beef cattle could be confirmed in several feeding trials. Field trials in Germany and Austria showed benefits in dairy as well as in beef production. In dairy improvements in milk yield (+1.3kg) were observed and in beef cattle an average daily weight gain (ADG) of 13% has been achieved. In addition feed efficiency improvements of up to 6% have been reported which contributes greatly to the farm profitability.

In order to further elucidate the mode of action of the autolysed yeast product behind the field observations, further scientific trials were conducted *in vivo* and *in vitro*. This report summarizes the results of these trials.

Materials and Methods

In Vivo

A feeding trial was conducted in cooperation with the University of Lavars, Brazil to evaluate the efficacy of the autolysed yeast product (Levabon[®] Rumen E, Biomin, Austria) on performance and health status of rumen cannulated Holstein heifers. Nine heifers were allocated to three experimental groups and received a sequence of three treatments in three 35-day periods in a 3×3 Latin Square design. The treatments were the following: (1) 0 g/cow/day; (2) 10 g/cow/day; (3) 30 g/cow/day. Yeast was given twice a day via cannula and the diet was based on corn silage, ground corn and soybean meal. Heifers were individually fed and housed in sand bedded tie stalls. The daily dry matter

intake was determined during days 28 to 33. Ruminal DM and NDF degradation were determined on days 30 to 33. Plasma urea nitrogen (PUN) was analysed from samples obtained at 0, 3, 6, 9, 12, 18, and 24 hours post feeding on day 28. Urinary allantoin as indicator of rumen microbial yield was determined on days 31 to 33. Tifton Bermuda grass was incubated *in situ* for 0, 6, 12, 18, 24 and 72 hours during days 30 to 33 to determine digestibility.

In Vitro

The *in vitro* research was performed in cooperation with the Biomin Research Centre (BRC), Austria using a continuous rumen simulation system (RSS). The RSS (figure 1) allows a continuous fermentation in 12 individual reactors at tightly controlled temperature at 39°C, continuous flow of artificial saliva and constant stirring. Feed with a 50:50 hay – concentrate ratio was incubated in mesh bags to allow measuring the dry matter disappearance. The diet was composed of hay, wheat, maize, soy bean and minerals. The system was inoculated with rumen digesta and rumen fluid from slaughtered bulls. Autolyzed yeast (Levabon® Rumen E, Biomin, Austria) was added in a concentration equivalent to 30g/cow/day. Three trials with different inoculum were combined (n=18). After 14 days of continuous fermentation samples from the artificial rumen fluid from each reactor were taken and the amount of acetate, propionate and butyrate was analysed. Furthermore the bacterial count was measured with flow cytometry and the dry matter disappearance was determined.



Figure 1. Rumen Simulation System (RSS) developed by the Biomin Research Centre (BRC)

Results

In Vivo Results

The autolyzed yeast supplemented groups showed a higher level of urinary allantoin. A significant result is visible for supplementation of 30g autolyzed yeast (figure 2).

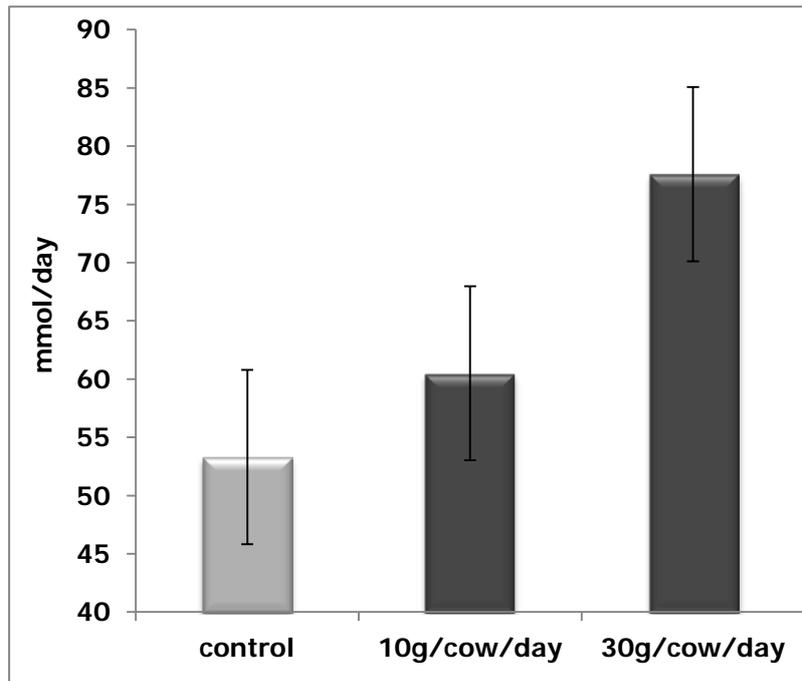


Figure 2: Urinary allantoin levels in fistulated heifers receiving either no supplement (control), or an autolyzed yeast supplement at 10 g/cow/day or 30 g/cow/day. The difference between control and 30g/cow/day was significant at $p=0.04$.

The total tract digestibility tended to be increased after autolyzed yeast supplementation in a dose-dependent manner, however due to high variability these differences were not significant (figure 3).

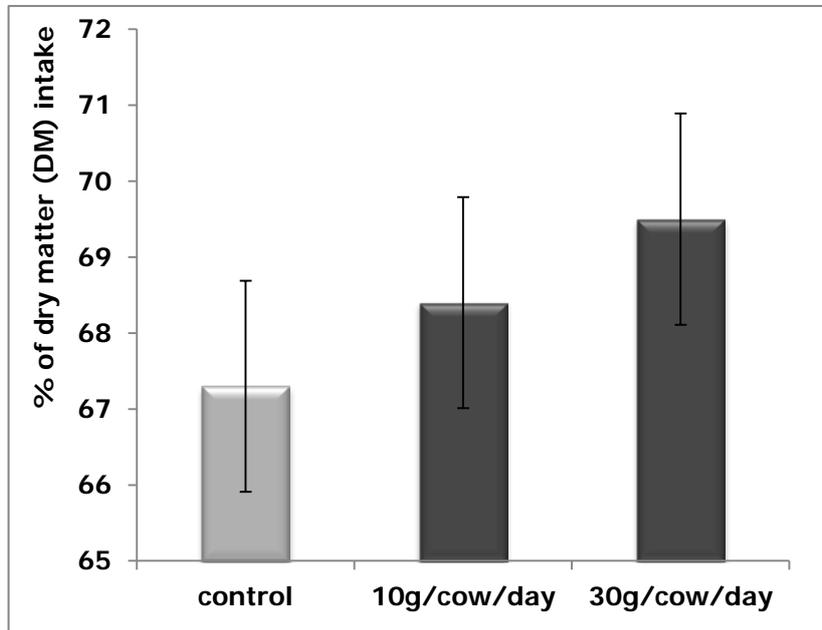


Figure 3: Total tract digestibility in animals receiving no supplement (control) or autolyzed yeast in doses of 10g/cow/day and 30g/cow/day.

In the autolyzed yeast supplemented groups (10 g/cow/day and 30 g/cow/day) there was a dosage dependent positive trend for an increased rate of forage dry matter (DM) and neutral detergent fiber (NDF) degradation *in situ* (figure 4).

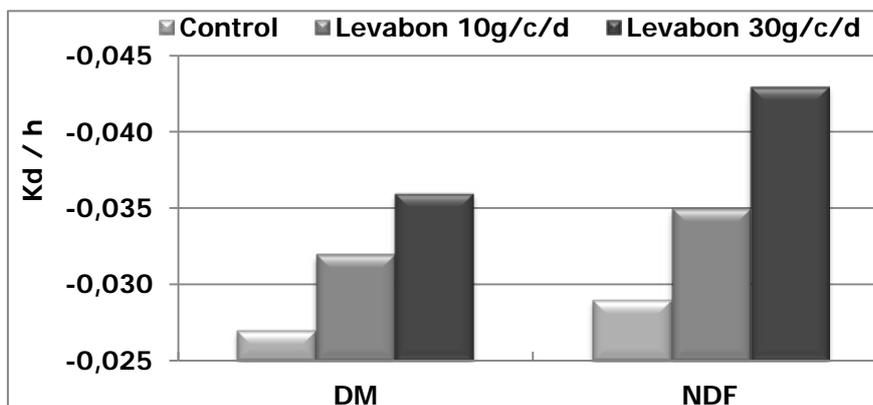


Figure 4: Improved *in situ* degradation of dry matter (DM) and neutral detergent fiber (NDF). Kd, rate of disappearance; estimated as the linear regression slope in % remaining vs. time. The difference between control and 30g/cow/day was not significant $p=0.07$ for DM and $p=0.06$ for NDF.

In Vitro Results

Figure 5 shows volatile fatty acid (VFA) content in the artificial rumen fluid and represents the mean of the three independent RSS trials using different inocula. Acetate, propionate and butyrate were all significantly increased.

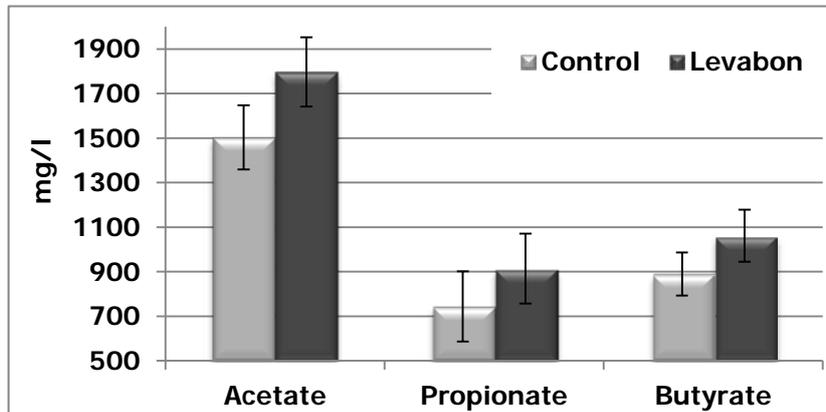


Figure 5: Autolysed yeast supplementation increased the three volatile fatty acids (VFA) acetate, propionate and butyrate significantly ($p < 0.05$) ($n = 18$).

Figure 6 represents the bacterial count in the artificial rumen fluid. The autolysed yeast stimulated the abundance of bacteria in the rumen fluid.

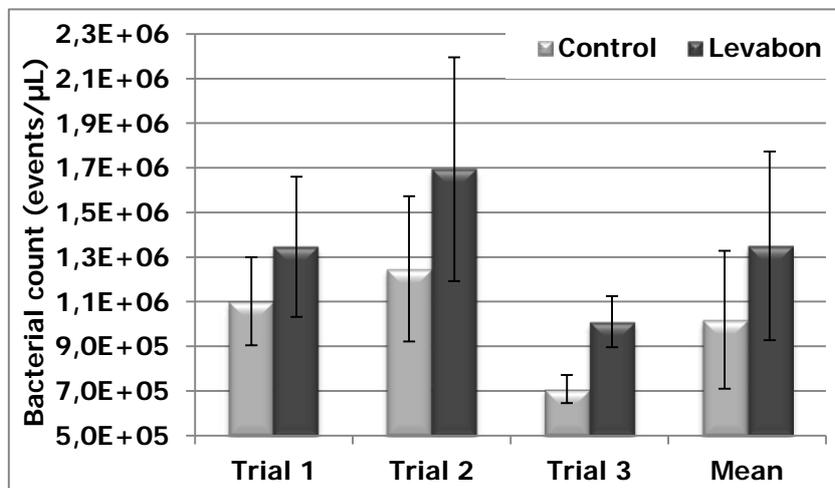


Figure 6: Bacterial abundances in rumen fluid of *in vitro* rumen simulation trials (RSS), $n = 18$. The use of the autolysed yeast increased the bacterial count in trial 3 and over all trials ($p < 0.05$).

Figure 7 shows an increased dry matter disappearance in reactors supplemented with the autolyzed yeast product.

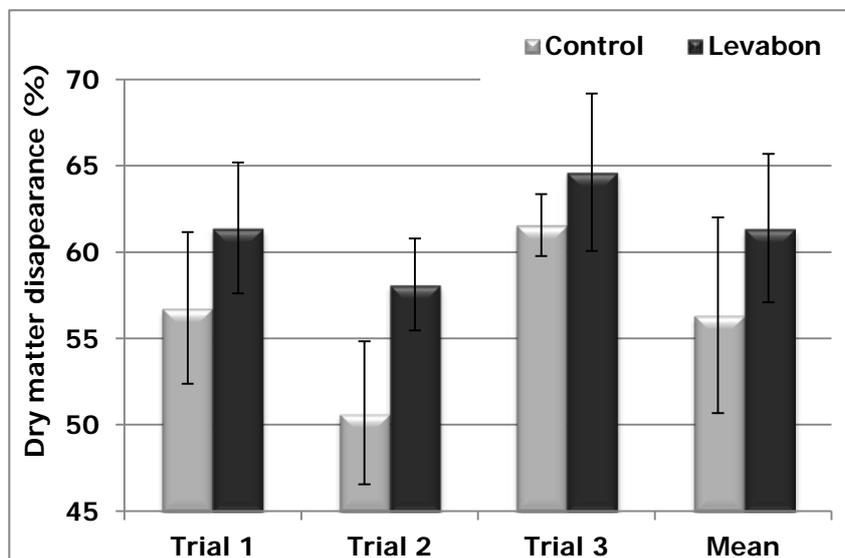


Figure 7: Autolysed yeast supplementation increased dry matter disappearance in a continuous *in vitro* rumen simulation system when combining the three trials ($p < 0.05$) ($n = 18$).

Discussion

Urinary allantoin represents a measure of rumen microbial yield. Mass *et al.* (2011), Puchala and Kulasek (1992) and Tas and Susenbeth (2007) described in their work urinary allantoin excretion as a marker of microbial protein supply. Thus, the higher levels of allantoin in the yeast supplemented groups (figure 2), suggest that an increased efficiency and number of rumen microbes is a plausible mechanism for the positive response in forage degradation / digestibility. These results were confirmed by *in vitro* continuous rumen simulations where the abundance of bacteria was directly measured with flow cytometry. The yeast supplemented groups increased VFA in the Rumen fluid (figure 5). This is important as milk yield is correlated to rumen concentrations of butyrate ($r^2 = 0.47$) and propionate ($r^2 = 0.23$) according to Seymour *et al.* (2004).

Conclusion

The higher bacterial abundances measured *in vitro* and improved dry matter degradation corresponds well with the increased allantoin levels *in vivo*. The *in vitro* results of improved butyrate and propionate concentrations can be plausible argumentation for the increased milk yield during field trials. Autolyzed yeast supplementation stimulates rumen fermentation *in vivo* and *in vitro*.

Literature

Gomide D.R., de Lima R.F., Lopez N.H., Oliveira R.C., Silveira V.A., Nogueira Pereira R. A., Pereira, M.N., 2012: Yeast supplementation of heifers. By Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Epamig) and Universidade Federal de Lavras (UFLA)

Mass R. et al., 2001: Urinary Allantoin excretion as marker of microbial crude protein supply for cattle. Nebraska beef report

Seymour, W.M. et al. (2004): Relationships between rumen volatile fatty acid concentrations and milk production in dairy cows: a literature study. *Animal Feed Science and Technology*, Volume 119 , Issue 1 , 155 – 169

Tas B.M., Susenbeth A. (2007): Urinary purine derivatives excretion as an indicator on in vivo microbial N flow in cattle: a review. *Livestock science* 111 (2007) 181-192.

Puchala R. and Kulasek G.W. (1992): Estimation of microbial protein flow from the rumen of sheep using nucleic acid and urinary excretion of purine derivatives. *Canadian Journal of Animal Sciences* 72:821-830

Corresponding author

Jochen Wirges
Am Güterbahnhof 7a
37627 Stadtoldendorf, Germany
Email: jochen.wirges@biomin.net

Use of an association of efficient antioxidants: a tool to adjust the diet

Paul Engler¹, Fabiola Daubner², Nicolas Tessier¹

¹Nor-Feed Sud, Angers, France

²Pulte GmbH & Co. KG, Grünwald, Germany

Introduction

Antioxidants have long been proven their beneficial effects on the zootechnical performances and sanitary state of farm animals (Aurousseau, 2002). The best-known ones are vitamin E, a lipophilic antioxidant, and selenium, a trace element essential to the activity of the glutathione peroxidase enzyme. However, the use of high doses of such compounds may not be the best solution, from an economical point of view as well as from a safety point of view (selenium toxicity).

Several associations of natural vitamin E, organic selenium and a grape extract (encapsulated or not) were tested in-vitro and in-vivo in order to evaluate the benefits of such a solution.

In-vitro comparison of the interest of a combination of antioxidants versus a single acute dose

Material and methods

In order to evaluate the pertinence of the association of several sources of antioxidants, an in-vitro experiment was conducted. It consisted in a KRL assay. Briefly, the solutions tested were placed in a cuvette containing a solution of red blood cells. It was then exposed to a source of radiation inducing a high production of free radicals. This attack leads to a phenomenon of haemolysis which is monitored by specific equipment (Rossi, 2013). The anti-radical activity of a product is then determined according to the resistance of red blood cells to haemolysis.

In this trial, a comparison between the anti-radical effect of natural non-esterified vitamin E 50 alone and that of TOCOGRAPE, a commercial association of natural vitamin E, organic Selenium and a powdered grape extract, was conducted using the KRL test. The anti-radical effect was measured for the following range of concentrations: 0 g/l, 10 g/l, 20 g/l, 50 g/l, 100 g/l, 200 g/l, 500 g/l and 1000 g/l.

Results

Results evidenced a strong antioxidant response from both solutions. Moreover, they both had a similar response at concentrations ranging from 0 g/l to 200 g/l and that of the vitamin E increased slightly higher at 500 g/l and 1000 g/l (Figure 1). Results were however not found statistically different.

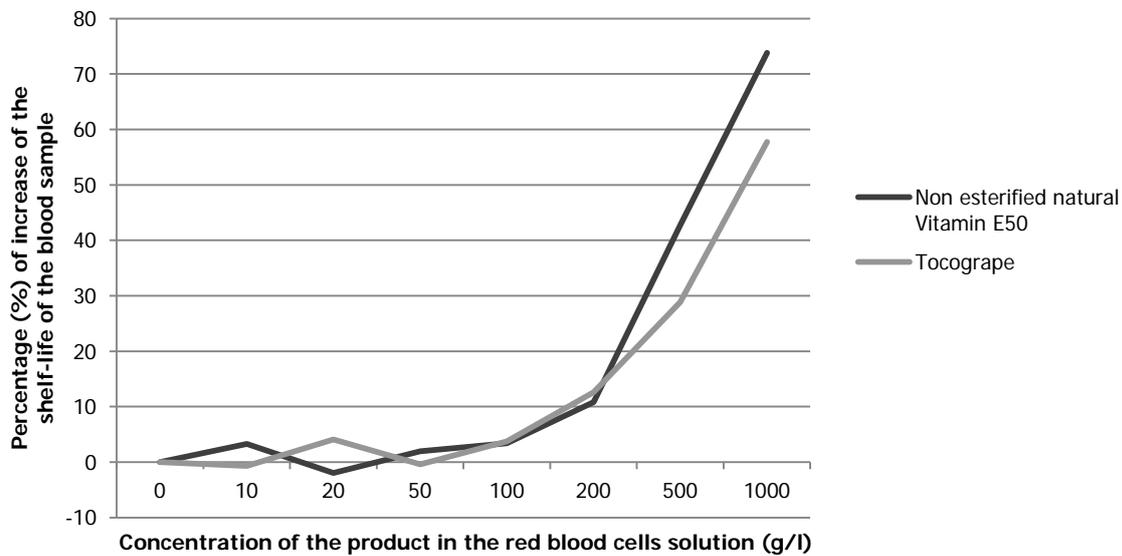


Figure 1. Evolution of the resistance of cultured red blood cells with different concentrations of two solutions of antioxidants to compare their anti-radical effect.

Discussion

Grape extract molecules are known for having a synergistic effect with vitamin E, leading to an increase in the antioxidant potential (Iglesias, 2012). A combination of natural vitamin E, organic selenium and grape extract showed an effect similar to natural vitamin E alone in the increase of protection of cultured blood cells. Furthermore, this measure was obtained in-vitro and needed to be assessed in-vivo in order to determine if the in-vitro response was representative of the in-vivo one and whether it could be an interesting alternative to bring a diversity of antioxidants compounds to the animal with at least the same benefits.

Field trial: interest of a supplementation with an association of diversified sources of antioxidant in calves

Material and methods

A trial was set up in a commercial farm. 29 calves of the same sex and homogeneous weight without any digestive or respiratory pathology were randomly divided in two batches. The control group (15 animals) received a control diet and a supplementation consisting of 100 g of α -tocopherol acetate (98 %) and 450 mg of sodium selenite. The other group ("Mix", 14 animals) received a supplementation consisting of 75 g of α -tocopherol acetate (98 %), 450 mg of sodium selenite and 3 g of a powdered grape extract.

Both groups were supplemented for 7 days and blood samples were taken at D0, D7 and D20 to conduct the KRL tests of every sample (using the blood cells from the trial instead of cultured blood cells). A statistical analysis of the collected data was performed using the software R 3.1.1.

Results

Results indicated that both groups started on different levels. The average anti-radical effect (ARE) from the control group (61.72 ± 5.38) was indeed initially higher than that of the Mix group (53.07 ± 9.27 , $p < 0,01$; Figure 2). Hence the control group has had at the beginning a better protection of the cells against oxidative stress.

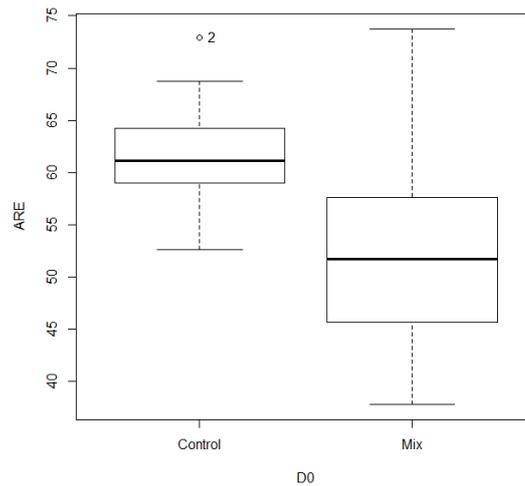


Figure 2. ARE of both groups at D0

However, after 7 days of supplementation, the average AREs of both groups increased and were not significantly different anymore (control: 74.92 ± 8.61 , Mix: 77.39 ± 9.21 ; Figure 3).

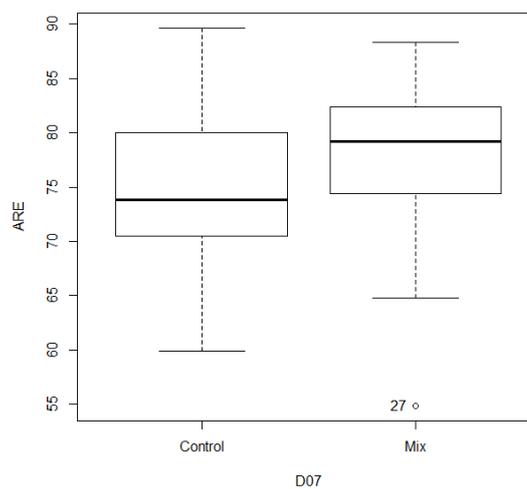


Figure 3. ARE of both groups at D7

Finally, at D20 (13 days after the end of the supplementation), the AREs of both groups decreased, but the average ARE from the control group (46.82 ± 10.88) was significantly lower than that of the Mix group (52.90 ± 5.48 , $p < 0,07$; Figure 4).

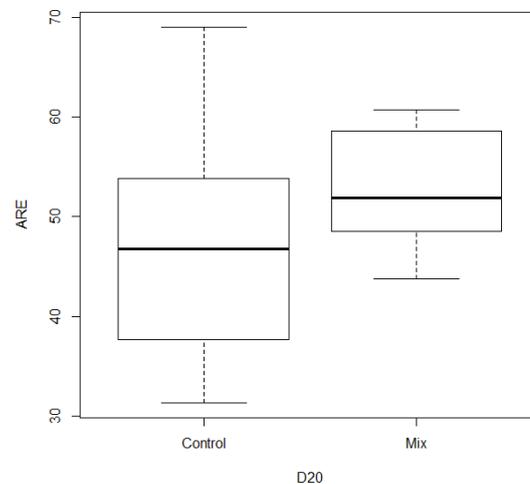


Figure 4. ARE of both groups at D20

Moreover, a statistical analysis verified that the ARE evolutions from the control group from D0 to D7, D7 to D20 and D0 to D20 were all highly significant ($p < 0,001$). For the Mix group, the increase from D0 to D7 and decrease from D7 to D20 were significant ($p < 0,001$), but not the development from D0 to D20.

Discussion

The results evidenced that both supplementations were beneficial for the animals. The substitution of 25% of vitamin E by a powdered grape extract did provide a stronger effect than the vitamin E alone as the average ARE from the control group was significantly higher than that of the Mix group at the beginning of the trial, but the difference was compensated after 7 days of supplementation.

Moreover, it is interesting to study the results obtained at D20 to evidence any “carry-over” effect of the supplementation. In this trial, the effect of both supplementation (D0 vs. D7) was significant ($p < 0,001$), but the variation between D0 and D20 was significantly higher in the control group. Indeed, the Mix group ARE was significantly lower at D0 but there was no difference between D0 and D20, whereas the ARE of the control group at D20 was not only significantly lower than that at D0, but it was also lower than that of the Mix group at D20. The Mix supplementation therefore had a stronger effect in time than the control one, despite a lower level of vitamin E.

Conclusion

The association of natural vitamin E, organic selenium and grape extract has evidenced beneficial effects both in-vitro on cultivated blood cells and in-vivo on young calves. Moreover, the effect of such a solution was observed even after the end of the short supplementation. Thus, the inclusion of grape extract in the diet as a diversification of the sources of antioxidants seems to be beneficial for the animals on the short and medium term. Finally, a short supplementation like the one presented in this article could be used by farmers, veterinarians or nutritionists to evaluate the antioxidant balance of the diet. An improvement of the performances in the short term would then suggest that an increase of the quantity of antioxidants in the diet would be beneficial for the animal.

References

Aurousseau, B. (2002): INRA Productions animales 2002 15(1), 67-82

Iglesias J., Pazos M., Torres J., Medina I. (2012): Food Chemistry 2012 Vol. 134 (4), 1767-1774

Rossi R., Pastorelli G., Corino C. (2013): Research in Veterinary Science 2013 Vol. 94 (2) 372-377

Corresponding author

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

NOR-FEED SUD

Natural Origin Response for Feed



Nor-Grape
the natural
antioxidant



Norponin
making the most
of saponins



Citrozest
citrus extract
for a healthier
gut flora



Specialties
natural origin
responses

For over 20 years, Nor-Feed explores the vegetal kingdom and develops innovative, efficient and competitive solutions to meet the feed industry needs in the field of health and animal nutrition. Its capacity of innovation fuels Nor-Feed growth, especially on the international markets. Nor-Feed products are organized in 3 well documented concise portfolios:

Citrozest (prebiotic activity from citrus), **Nor-Grape** (antioxidant properties from grape extracts) and **Norponin** (saponins from a large range of plants, with benefits for both nutrition and health).

Grape extract in ruminants: interest of an encapsulated form and its use in association of other sources of antioxidants

Paul Engler¹, Fabiola Daubner², Nicolas Tessier¹

¹Nor-Feed Sud, Angers, France

²Pulte GmbH & Co. KG, Grünwald, Deutschland

Introduction

Oxidative stress has been an increasing concern in the last decade. This natural phenomenon occurs in animals when the balance between free radicals production and antioxidant protection is disrupted in favour of the first ones (Aurousseau, 2002). This can lead to severe decrease of zootechnical performances and a decline of the sanitary state of the animals (Weiss, 1997; Strzałkowska et. al 2014). Traditional nutritional solutions are molecules well-known for taking part in the antioxidant mechanisms such as vitamins or trace elements catalysing the activity of endogenous enzymes engaged in reactions of reduction of free radicals in the cell. More and more, natural solutions such as plant extracts like grape extracts are being used in feeding stuffs to fight against oxidative stress. They are naturally rich in polyphenols, a family of molecules well described for their antioxidant properties (Williamson, Manach, 2005). These nutritional alternatives however encounter an unknown future in ruminants once they reach the rumen. Some research have been conducted on this subject and led to conclusions evidencing a change in the molecular profile of extracts from different plants (Gladine 2007). These metabolic alterations caused by the ruminale flora may decrease the potential antioxidant benefits of the extract and a protection of the latter might be valuable. The following experiments were set up to investigate the benefits of such an encapsulation for the effect on the ruminant.

Effect of a ruminal fermentation on the polyphenols from a grape extract

Material and methods

The first experimentation consisted in an incubation of a powdered grape extract in rumen fluid for 24h at 39 °C. Cows' diet consisted in 7 kg DM/day (70 % hay, 30 % concentrate). Rumen fluid collected in the morning of the experimentation on 2 fistulated non-lactating cows 1h before the incubation was mix in a homogeneous manner in a common container under CO₂. 50 ml aliquots were then introduced in 100 ml airtight glass syringes, in direct contact with 250 mg of a grape extract standardized in 80 % polyphenols, without addition of a buffer solution. Samples were collected after 1h, 4h and 24h on 3 syringes of each lot (control, grape extract). At the end of each incubation, the content of the syringe was poured in a Becker and 3 ml of pure formic acid were added directly. Afterwards the samples were packed in sealed packaging and frozen at -20 °C for later analysis. To analyse the polyphenol content after rumen degradation, the samples were unfrozen at room temperature and agitated in order to obtain homogeneous solutions. A 1.5 ml aliquot was centrifuged at 14000 g for 10 min to collect the supernatant for ultra-filtration at 0.45 µm. Samples were then analysed by HPLC and the absorbance at the wavelength 210, 254, 280 and 520 nm was monitored.

Each sample was analysed twice. Statistical analysis (ANOVA) was performed using XLSTAT (version 2011.2.04, Addinsoft, USA).

Results

A comparative analysis of the grape extract and the rumen fluid at T0 (no fermentation) permitted to define 7 phytomarkers specific from the extract and absent from the complete feed. For all the T0 samples, 21.3 specific molecules in average were detected (of which 7 phytomarkers). For each sample, the occurrences of these molecules were compared to the T0 ones. Results showed a decrease of the average number of specific molecules at 1h, 4h and 24h with respectively 15.7, 11.7 and 2.0 molecules. Moreover, the quantification of these molecules indicated a significant decrease of the phytomarkers (quality) after 1h (22.79 % of the initial concentration remaining, $p < 0.0001$), 4h (4.60 % remaining, $p < 0.0001$) and 24h (1.06 % remaining, $p < 0.0001$).

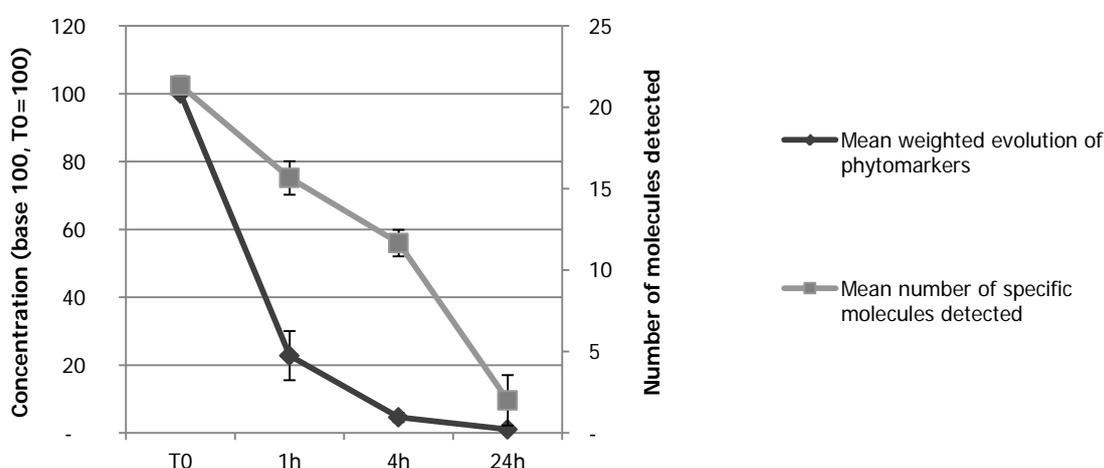


Figure 5. Mean evolution of the number of specific molecules from the grape extract detected depending on the time of fermentation and mean weighted quantitative evolution of the phytomarkers of the grape extract depending on the time of fermentation (expressed in base 100 with T0=100, error bar = standard deviation)

Discussion

Research carried on the stability of a grape extract in live ruminal fluid evidenced the disappearance of phytomarkers of the extract, leading to believe in a rapid degradation of these molecules by the ruminal fermentation (>77 % in 1h).

Comparative trial: difference of antioxidant protection in cattle supplemented a powdered or an encapsulated grape extract

Material and methods

The second experimentation consisted in a field trial in suckling cows (Charolaise, 3 to 5 years old), fed a control diet (8 cows, C), a control diet with 250 ppm of a standardised powdered grape extract (8 cows, P) or a control diet with 1 g of encapsulated grape extract (8 cows, CPS). After 28 days, blood samples were taken and submitted to a range of increasing osmotic stress.

Typically, NaCl solutions were prepared by weighing different amounts of NaCl and dissolving it in pure water to obtain concentrations of 7 g/l, 6.5 g/l, 5.8 g/l, 5.6 g/l and 5.4 g/l. In order to achieve a complete dissolution, the solutions were sonicated for 20 min. at room temperature. Then, 5 µl aliquots of blood were disposed in microplates in 200 µl of the decreasing NaCl solutions (7 g/l, 6.5 g/l, 5.8 g/l, 5.6 g/l, 5.4 g/l) and left for 2 hours to react. Wells were then screened to analyse whether hemolysis happened for each solution (Graph 2) as well as the concentration responsible for total hemolysis of the red blood cells.

Results

Results of the hemolysis test (Figure 2) showed differences in the response of the osmotic stress by the 3 groups. Cows from the CPS group were more resistant than the 2 other groups ($p < 0.017$) at 5.8 g/l, 5.6 g/l and 5.4 g/l, where P cows results were different but not significantly from C cows results.

	7 g/l	6.5 g/l	5.8 g/l	5.6 g/l	5.4 g/l
Control (C)	100%	88%	50%	25%	13%
Powder (P)	100%	100%	57%	57%	29%
Protected (CPS)	100%	100%	100%	88%	50%

Figure 6. Percentage of samples where no hemolysis was observed, depending on the NaCl concentration.

Discussion

Moreover, a comparison between the effect on blood resistance to oxidative stress of the same extract and its encapsulated form administrated to cattle in their feeding ration exhibit, for the same dose of grape extract, a better response from the blood of cows having received the encapsulated form.

Conclusion

Grape extract have an indubitable antioxidant effect and have proven to be beneficial for the improvement of animal zootechnical performances or maintaining these in difficult conditions. The experiments shown here however evidence that there is a disappearance of phytochemicals of the product during the ruminal fermentation. Moreover, the results of the second trial demonstrated that this phenomenon has an impact on the performances of the animal, not reaching the effect expected when the grape extract is not protected.

Thus, such a protection of the grape extract seems to be a good solution to guarantee the integrity and so the efficacy of the product.

References

Aurousseau, B. (2002): INRA Productions animales 15(1), 67-82

Gladine C., Rock E., Morand C., Bauchard D., Durand D. (2007): British Journal of Nutrition 98: 691-01

Strzałkowska, N.; Markiewicz-Keszycza, M.; Krzyżewski, J.; Bagnicka, E.; Lipin´ska, P.; Józ´wik, A. (2014): Journal Medycyna Weterynaryjna Vol. 70 No. 2 pp. 84-89

Weiss WP, Hogan JS, Todhunter DA, Smith, KL. (1997): Journal of Dairy Science 80(8) 1728-1737

Williamson G., Manach C. (2005): American Journal of Clinical Nutrition 81(1) 243S-255S

Corresponding author

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

Einsatz von Lebendhefe und inaktivierter Hefe zur Stabilisierung der Pansenfunktion

Nicola Denise Walker¹, Birgit Keimer²

¹AB Vista Feed Ingredients, Marlborough, United Kingdom

²Biochem Zusatzstoffe Handels- und Produktionsgesellschaft mbH, Lohne, Germany

Einleitung

Lebendhefe, Hefekulturen, inaktivierte Hefe, Hefebestandteile, Futterhefen, Bierhefen ... das Angebot an verschiedenen Hefeprodukten auf dem Markt ist groß und verwirrend. Oftmals ist gar nicht genau klar, wofür welche Hefe steht und was ihre sinnvollste Einsatzmöglichkeit ist. Zur Stabilisierung der Pansenfunktion bei Wiederkäuern werden Lebendhefen als auch inaktivierte Hefekulturen empfohlen. Letztere sind durch Hitze inaktivierte (getötete) Hefezellen, welche als Einzelfuttermittel gelten. Die Lebendhefe gilt als probiotischer Futterzusatzstoff und muss deshalb durch verschiedene Wirksamkeits- und Sicherheitsstudien bei der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) registriert werden. Das besondere an der Lebendhefe drückt schon ihre Bezeichnung aus. Sie ist ein „lebender, stoffwechselaktiver“ Futterzusatzstoff. Unter aeroben Bedingungen verbraucht Lebendhefe bevorzugt den vorhandenen Sauerstoff für ihren Stoffwechsel. Diese Eigenschaft prädestiniert sie für den Einsatz bei Wiederkäuern. Normalerweise sollten im Pansen immer anaerobe Bedingungen vorherrschen. Durch das Abschlucken von Futter gelangt jedoch mit den Faserpartikeln Sauerstoff in den Pansen. Dies schädigt vor allem die gewünschten strikt anaeroben Mikroorganismen, wie faserabbauende und Laktatverwertende Bakterien.

Besonders stärkereiche Fütterungen können Schwankungen und einen Abfall des pH-Wertes im Pansen und somit SARA (subakute Pansenazidose) verursachen. Durch die stärkereiche Fütterung werden z.B. *Streptococcus bovis* gefördert, welche erhebliche Mengen an Laktat produzieren. Wenn die Kapazität von Laktatverwertenden Arten überschritten wird, kommt es zur Laktatanhäufung im Panseninhalt. Dies verursacht einen Abfall des pH-Wertes. Untersuchungen von Russell und Dombrowski (1980) haben gezeigt, dass faserabbauende Bakterien wie *Ruminococcus flavefaciens* einen pH-Wert von unter 6,1 nicht überleben. Folglich wird die Faserverdaulichkeit des Futters herabgesetzt. Weitere Folgen einer SARA können Stoffwechsel- und Fruchtbarkeitsprobleme sein.

Grundsätzlich wirkt Lebendhefe probiotisch im Pansen. Sie fördert die Laktatverwertenden Bakterien und hemmt solche Bakterien, die vor allem Laktat produzieren (Pinloche et al., 2013). Das Ziel dieser Studie war es, die Unterschiede zwischen Lebendhefen und inaktivierten Hefen hinsichtlich pH-Wert-Stabilisierung zu erarbeiten. Dies sollte unter besonderer Berücksichtigung der Verfütterung von SARA-induzierenden Rationen untersucht werden.

Material und Methoden

Es standen sechs pansenfistulierte Färsen in einem 3x3 lateinischen Quadrat zur Verfügung, welche eine „non-challenge“ Basisration mit 40% Gerstensilage, 10% Heu und 50% Gerste zugeteilt bekamen. Die Zusammensetzung der Basisration, welche gleichzeitig die Fütterung der Kontrollgruppe darstellte, ist der Tabelle 1 zu entnehmen. Die Behandlungen waren (T1) 4 g Lebendhefe Vistacell pro Tier und Tag (5×10^{10} KBE/Tag) und (T2) 4 g inaktivierte (autoklavierte) Hefe Vistacell pro Tier und

Tag (2×10^3 KBE/Tag). Nach einer Adaptionsphase von 2 Wochen wurde die ausgewogene Ration eine weitere Woche gefüttert.

Tabelle 1: Zusammensetzung der Basisration (TMR)

Komponente	% in der TM
Gerstensilage ¹	40,0
Heu ²	10,0
Gerste, trockengewalzt ³	42,5
Ergänzer ⁴	5,0
Rapsschrot	4,1
Gerstenmehl	3,517
Rapsöl	0,057
Futterkalk	0,300
Viehsalz	0,050
Harnstoff	0,400
Molasse	1,500
Vitamin E (500.000 I.E./kg)	0,006
Feedlot-Premix ⁶	0,050
MGA ⁵	2,5
MGA 100-Premix	0,013
Gerstenmehl	2,428
Molasse, getrocknet	0,057
Flavour	0,002
Chemische Zusammensetzung	
TM, %	50,7 ± 2,23
OM, % der TM	91,8 ± 0,79
XP, % der TM	12,4 ± 0,75
NDF, % der TM	39,9 ± 4,23
ADF, % der TM	19,5 ± 4,19
Stärke, % der TM	33,8 ± 4,48

¹Zusammensetzung (Mittelwert ± SD; % TM): 33,8 ± 2,14 TM, 88,9 ± 6,08 OM, 11,4 ± 1,36 XP, 55,2 ± 7,91 NDF, 30,3 ± 9,04 ADF, 16,3 ± 1,73 Stärke

²Zusammensetzung (Mittelwert ± SD; % TM): 91,2 ± 0,62 TM, 93,4 ± 0,67 OM, 6,47 ± 0,45 XP, 67,2 ± 4,79 NDF, 40,4 ± 0,86 ADF, 3,66 ± 0,49 Stärke

³Zusammensetzung (Mittelwert ± SD; % TM): 91,9 ± 0,95 TM, 97,8 ± 0,16 OM, 13,2 ± 1,26 XP, 20,2 ± 0,64 NDF, 5,97 ± 0,89 ADF, 49,2 ± 6,83 Stärke

⁴Zusammensetzung (Mittelwert ± SD; % TM): 95,0 ± 0,69 TM, 63,3 ± 4,05 OM, 18,2 ± 0,65 XP, 21,5 ± 4,19 NDF, 6,21 ± 0,52 ADF, 42,3 ± 2,06 Stärke

⁵Meleningestrolacetat; Zusammensetzung (Mittelwert ± SD; % TM): 91,6 ± 1,68 TM, 96,7 ± 0,48 OM, 12,5 ± 1,48 XP, 15,8 ± 3,17 NDF, 6,57 ± 1,60 ADF, 56,0 ± 3,28 Stärke

⁶Feedlot Premix: 14 g/kg Ca, 103 mg/kg Zn, 26 mg/kg Cu, 47 mg/kg Mn, 1 mg/kg Fe, 0,5 mg/kg Se, 0,33 mg/kg Co, 17187 I.E./kg Vitamin D3, 24 I.E./kg Vitamin E

Während dieses Zeitraumes (Tag 15 bis 21) wurden pH-Wert Messungen durchgeführt. Die Messung der pH-Werte erfolgte kontinuierlich über Sonden. In der vierten Woche erfolgte die Verfütterung der SARA-induzierenden Ration. Dabei wurde 50% der Ration für 24 Stunden zurückgehalten und anschließend 5 kg Gerste direkt über die Pansenfistel in den Pansen gegeben. Danach wurde die normale Fütterung wieder aufgenommen. Während der Verfütterung der SARA-induzierenden Ration wurden ebenfalls die pH-Werte gemessen (Tag 22 bis 28). Die täglichen pH-Werte im Pansen (Mittelwert, Minimum, Maximum, Range) wurden mit Hilfe von SAS (PROC MIXED, SAS Institute,

1998) statistisch ausgewertet. Die Behandlungen wurden als fixe Effekte betrachtet. Die Schwere von SARA wurde mit Hilfe von zwei verschiedenen Grenzwerten gemessen. Der Grenzwert von pH=5,8 wird von Dohme *et al.* (2008) beschrieben. Nagaraja und Lechtenberg (2007) empfehlen einen Wert von 5,6 als Grenzwert für die Beurteilung von SARA. Die Häufigkeit der Beobachtungen unter den Grenzwerten wurde als potentielles SARA-Auftreten gewertet. Dazu wurde die Anzahl an Piks unter den Grenzwerten gemessen und täglich zusammengefasst. Längere Zeiten (über 3 Stunden) mit einem gemessenen pH-Wert von unter 5,6 bzw. 5,8 werden in den nachfolgenden Ergebnissen gesondert aufgeführt. Dies soll die Stärke des Auftretens von SARA verdeutlichen.

Ergebnisse

Tabelle 2: Futteraufnahme und Pansen-pH-Werte der Färsen, welche Lebendhefe (T1) und inaktivierte Hefe (T2) supplementiert bekamen im Vergleich zur Kontrollgruppe, "non-challenge"-Zeitraum

		Kontrolle	T1	T2	SEM	P-Wert
TM-Aufnahme, kg/d		11,26	11,29	11,72	0,720	0,07
TM-Aufnahme, % BW		1,51	1,50	1,57	0,096	0,07
pH	Mittelwert	6.05 ^a	6.27 ^b	6.26 ^b	0,131	0,04
	Minimum	5.47 ^a	5.64 ^b	5.66 ^b	0,086	<0,01
	Maximum	6,76	6,83	6,77	0,034	0,17
	Range ¹	1.26 ^a	1.18 ^{ab}	1.10 ^b	0,060	0,02
	SARA<5.8, h/d ²	7.03 ^a	3.54 ^b	3.65 ^b	2,248	<0,01
	Piks unter 5,8, n/d	9.52 ^a	4.88 ^b	6.27 ^b	1,586	0,05
	Piks unter 5,8 (>3h), n/d ³	0.69 ^a	0.25 ^b	0.33 ^b	0,284	0,01
	SARA<5.6, h/d	4.41 ^a	2.47 ^b	1.91 ^b	1,364	<0,01
Piks unter 5,6, n/d		7	4	4	2	0,07
Piks unter 5,6 (>3h), n/d ³		0.44	0.13	0.11	0,215	0,12

^{a,b} Hochbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede ($P \leq 0,05$)

¹ Range = Maximum Pansen pH – Minimum Pansen pH

² SARA=Subakute Pansenazidose gemessen als Dauer unter pH-Wert (5,6 oder 5,8)

³ Nur Piks über 3 Stunden unter pH 5,8 wurden berücksichtigt

Während des „non-challenge“-Zeitraumes wurde bei beiden Hefebehandlungen ein erhöhter pH-Wert (6,05 vs. 6,27 vs. 6,26; $p=0,07$) und eine verringerte Dauer des pH-Wertes unter 5,8 (7,03 vs. 3,54 vs. 3,65 h/d; $p<0,01$) gemessen.

Unmittelbar nach der SARA-Induzierung wurde die TM-Aufnahme in der T1-Gruppe beibehalten, während sie bei der Kontroll- und T2-Gruppe signifikant abfiel (-0,5 kg und -1,7 kg/d; $p<0,01$). Der mittlere pH-Wert war in der T1-Gruppe höher (5,69 vs. 5,86 vs. 5,70; $p=0,13$) und die Dauer mit pH-Wert unter 5,8 wurde reduziert (13,12 vs. 10,4 vs. 12,65 h/d; $p=0,11$). Die Zulage der Lebendhefe ermöglichte einen schnelleren Anstieg des pH-Wertes nach der SARA-Induzierung und eine geringere Zeitspanne mit einem pH-Wert unter 5,8.

Tabelle 3: Futteraufnahme und Pansen-pH-Werte der Färsen, welche Lebendhefe (T1) und inaktivierte Hefe (T2) supplementiert bekamen, im Vergleich zur Kontrollgruppe, "challenge"-Zeitraum

		Kontrolle	T1	T2	SEM	P-Wert
TM-Aufnahme, kg/d		10,71	11,22	10,01	1,11	0,90
TM-Aufnahme, % BW		1,43	1,49	1,48	0,153	0,91
pH	Mittelwert	5,69	5,86	5,70	0,18	0,13
	Minimum	4,85	4,98	4,77	0,26	0,25
	Maximum	6,89	7,00	7,05	0,06	0,32
	Range ¹	2,04	2,02	2,28	0,28	0,25
	SARA<5,8, h/d ²	13,12	10,40	12,65	2,67	0,25
	Piks unter 5,8, n/d	11,50	7,83	7,83	4,203	0,28
	Piks unter 5,8 (>3h), n/d ³	1,00	1,00	1,00	0,33	1,00
	SARA<5,6, h/d	10,67	8,44	11,04	3,17	0,32
	Piks unter 5,6, n/d	9,66	8,00	6,50	2,45	0,66
	Piks unter 5,6 (>3h), n/d ³	1,16	0,66	1,00	0,336	0,33

^{a,b} Hochbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede ($P \leq 0,05$)

¹ Range = Maximum Pansen pH – Minimum Pansen pH

² SARA=Subakute Pansenazidose gemessen als Dauer unter pH-Wert (5,6 oder 5,8)

³ Nur Piks über 3 Stunden unter pH 5,8 wurden berücksichtigt

Diskussion

SARA konnte durch die Verfütterung der SARA-induzierenden Ration erfolgreich herbeigeführt werden, welches sich in einem Abfall des pH-Wertes in der Kontrollgruppe während des zweiten Versuchszeitraumes widerspiegelte. Die Anzahl der Piks unter den SARA-Grenzwerten war deutlich erhöht.

Die Studie verdeutlicht den unterschiedlichen Effekt der Hefen bei einer ausgewogenen Fütterung und einer SARA-induzierenden Fütterung. Bei der ausgewogenen Fütterung war die Stoffwechselaktivität der Lebendhefe kein besonders bedeutender Faktor zur Wirkung der Hefe. Sowohl die Lebendhefe als auch die inaktivierte Hefe konnten den mittleren pH-Wert gegenüber der Kontrollgruppe signifikant erhöhen ($p=0,04$). Ein Unterschied zwischen den Hefebehandlungen war bei Abwesenheit von SARA nicht erkennbar.

Während der SARA-induzierenden Ration konnte ein Unterschied zwischen den Behandlungen auf den Pansen-pH-Wert beobachtet werden. Der pH-Wert der Kontrollgruppe lag mit dem der Gruppe T2 (inaktivierte Hefe) auf gleichem Niveau (5,69 vs. 5,70), während der pH-Wert bei Einsatz von Lebendhefe numerisch höher lag (5,86). Zusätzlich konnte ein stabilisierender Effekt der Lebendhefe auf den Pansen-pH beobachtet werden. Bei Einsatz von Lebendhefe war die Häufigkeit des Auftretens von pH-Werten unter 5,8 bzw. 5,6 deutlich niedriger.

Fazit

Es kann festgehalten werden, dass sowohl Lebendhefe als auch inaktivierte Hefe bei einer ausgewogenen Fütterung den pH-Wert erhöhen können. Bei einer SARA-induzierenden Fütterung, welche reich an schnell verfügbaren Kohlenhydraten ist, hat nur die Lebendhefe einen positiven Einfluss auf den pH-Wert im Pansen und kann das Auftreten von SARA reduzieren.

Literatur

Dohme, F.; DeVries, T.J.; und Beauchemin, A (2008): Repeated ruminal acidosis challenges in lactating dairy cows at high and low risk for developing ruminal acidosis. *Appl. and Environ. Microbiol.* 75, 7115-7124

Pinoche, E., McEwan, N., Marden, J.P., Bayourthe, C., Auclair, E. and Newbold, C.J. (2013): The effects of probiotic yeast on bacterial diversity and population structure in the rumen of cattle, *Plos One* 8 (7)

Russell, J. B. and Dombrowski, D.B. (1980): Effect of pH on the efficiency of growth by pure cultures of rumen bacteria in continuous culture. *Applied and Environmental Microbiology* 39: 604-610.

Nagaraja, T.G. and Lechtenberg, K.F.(2007): Acidosis in Feedlot Cattle. *Veterinary Clinics of North America – Food Animal Practice* 23 (2), 330 – 350

Autor

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

We are on
your way!



BioPlus[®] Yc

ENZYMPRODUZIERENDE
MIKROORGANISMEN

- ⊕ Darmflorastabilisierung
- ⊕ Verbesserte Proteinverdaulichkeit
- ⊕ Geringere N-Ausscheidungen



www.biochem.net

VISTACELL[®]

HOCHWIRKSAME LEBENDHEFE FÜR
MILCHKÜHE UND MASTRINDER

- ⊕ Verbessert die Rohfaserverdaulichkeit
- ⊕ Steigert die Milchleistung
- ⊕ Unterstützt die Fruchtbarkeit



Feed Safety for Food Safety[®]

A protected blend of phytogenics improves performance and health status of calves

C. Oguey¹, M. Janssen²

¹ Pancosma SA, Geneva, Switzerland, ² Nukamel, Olen, Belgium

INTRODUCTION

In ruminant farming, young animals are very important to secure the future, as they have a major impact on the future production capacity, health status and consequently economic benefits of dairy and beef cattle farms. In the first months of life, young calves are very prone to different kinds of stress and diseases. This increased risk of diseases is caused by the immature immune system of young animals in combination with stress factors such as grouping and new environmental conditions. Until now, antibiotics have been widely used for curative and preventive purposes. This had led to the development of antibiotic resistance of bacteria and thereby a declining health status of livestock. This disturbing matter has led to extensive research about disease prevention. Among alternatives, previous research demonstrated that a standardized protected blend of carvacrol, cinnamaldehyde and capsicum oleoresin (XT, XTRACT® Instant, Pancosma) has a beneficial effect on the digestive tract: digestive secretions (Ganesh Bhat et al. 1984), immune modulation (Liu et al. 2012) resulting in enhanced nutrients extraction (Jamroz et al. 2003), availability and utilization (Bravo et Parsons. 2011, Bravo et al. 2014), and enhanced resistance to disease of farm animals (Lillehoj et al. 2011). Therefore, the objective of the present trial was to evaluate the effect of the addition of XT in milk replacer on performance and health of calves.

EXPERIMENTAL PROCEDURE

The trial was set up in an experimental farm in Benelux. A total of 50 bull dairy calves (mainly Holstein Friesian) were selected from farm integration. At the start of the trial, they were all between 10 and 14 days of age, and average body weight was 48.7 kg. Animals were individually housed for 8 weeks and randomly allocated to 2 treatments according to body weight. In the control group (CT), calves were fed a standard milk replacer containing whey powder, vegetable oils, hydrolyzed wheat protein, soy protein concentrate and a premix. In XT group, animals were fed the standard milk replacer supplemented with 200 g/t powder of XT.

The milk replacer was fed twice a day, the amounts per serving being increasingly distributed from 120 g powder in 2 L water up to 500 g powder in 4 L water. A mixture of cereals, concentrate and roughage was provided ad libitum in buckets from day 7, and water was also offered ad libitum via drinking nipples.

All parameters were collected per calf on a weekly basis. Performance was assessed through body weight, body weight gain, intakes of milk and concentrate, and gain to feed ratio (G:F) was calculated according to the following equation. Health was evaluated through the number of veterinary treatments applied.

$$G:F = \frac{BWG}{\text{Milk intake} + \text{solid feed intake}}$$

Data were first statistically analyzed by analysis of variance, initial body weight being considered as a covariable for performance parameters. Difference between the means was assessed by two-tailed t-test (The number of degrees of freedom being approximated by the Welch-Satterthwaite formula and critical t using the Cochran-Cox approximation). Then, Fisher's test was performed on these parameters to compare the difference between variances.

RESULTS

Results showed that the intake of milk replacers was similar in both treatments, with almost no refusals. Similarly, solid feed intake was not significantly affected by the treatments. In addition, XT supplementation was associated with less variance in solid feed intake the first 4 weeks ($P < 0.05$) and during the whole trial duration ($P = 0.08$), which resulted in lower coefficients of variation (CV; see figure 1).

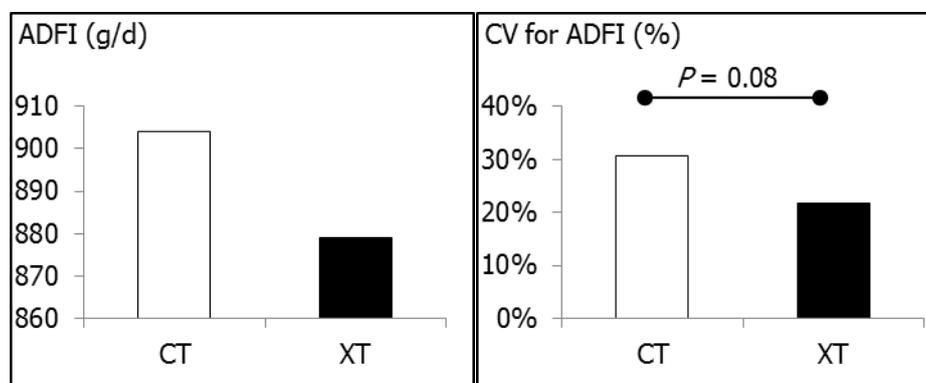


Figure 1: effect of the treatments on solid feed intake

This means that XT improved the homogeneity of solid feed intakes by calves. More particularly, in XT group, fewer calves exhibited an impaired solid feed intake during the first 4 weeks in trial.

The effect of the treatments on body weight gain is detailed in figure 2. Over the 8 weeks in trial, XT increased body weight gain by 3.3%.

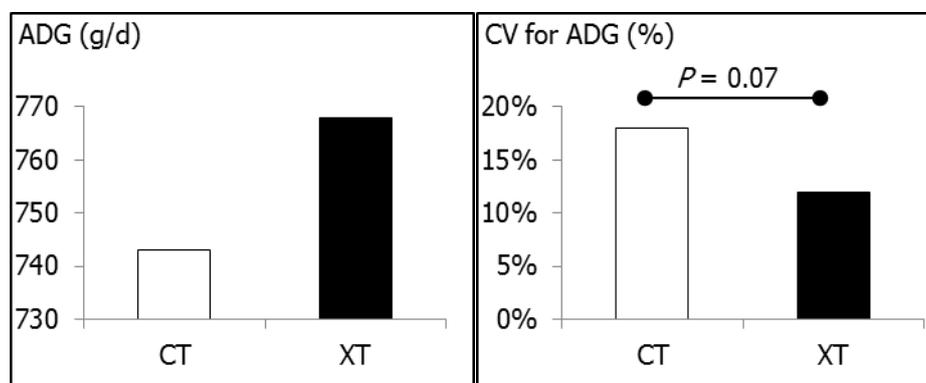


Figure 2: effect of the treatments on calves' weight gain

In addition, XT supplementation was associated with less variance in body weight over the whole trial duration ($P = 0.07$), and the homogeneity of body weight gain was better in XT group than in the control as shown by the lower CV. As a result, at the end of the trial, calves fed XT were 1.4 kg heavier than those fed the control diet (90.3 vs 91.7 kg respectively for control and XT groups).

As far as feed efficiency was concerned, XT significantly increased by 5.1% gain to feed ratio during the whole trial (see figure 3). Moreover, XT increased the homogeneity of calves' feed efficiency during the last 4 weeks and consequently over the whole trial ($P \leq 0.05$).

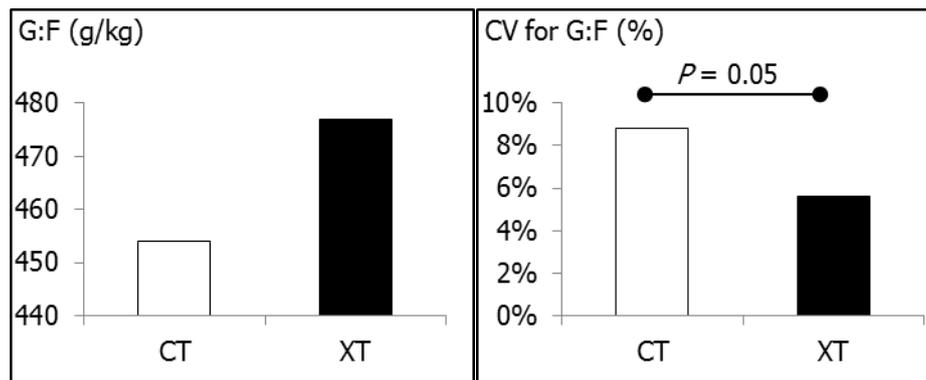


Figure 3: effect of the treatments on calves' feed efficiency

Then, as far as health was concerned, calves were globally subject to diarrhea problems the first week in trial. As a result, 32% of the calves were treated in both groups during this period. Then, XT reduced the number of treated calves for the rest of the study, except in week 4 where respiratory problems occurred. On the overall, 14 calves had to be treated in the control group versus 12 in XT group. When an animal was sick, XT reduced by 25% ($P = 0.20$) the number of veterinary treatments applied. This resulted in reduced medication costs in XT group by 1.28 €/calf.

DISCUSSION

In the present trial, growth performance of the calves was above those usually observed in this experimental farm. Despite this, XT supplementation still enabled to increase productive performance of the animals. This was most probably driven by a better group homogeneity. Effectively, in XT group, solid feed intake during the 1st month and then body weight gain were more uniform, thanks to less potentially runt calves. Initial body weights were similar between the two treatments, both in terms of average and homogeneity. This suggests that the beneficial Gut Effects of XT helps the potentially weaker animals to perform more normally, first regarding solid feed intake, then growth, and finally feed efficiency. The better homogeneity and improved feed efficiency permitted by XT were also observed in previous trials (unpublished data). This confirms that XT can help potentially runt animals, improving therefore the performance and homogeneity of the whole herd. Furthermore when an animal was sick, XT reduced the number of veterinary treatments applied. This suggests that XT not only limited the number of treated calves but also reduced the severity of the pathologies.

The active components of this product, and more importantly capsicum but also cinnamaldehyde, have demonstrated Gut Immune-Modulating Effects, which can explain the present results. For example capsicum had potent anti-inflammatory properties in piglets infected either with *Escherichia coli* (Liu et al. 2013a) or with Porcine Reproductive and Respiratory Syndrome virus (Liu et al. 2013b), and several studies demonstrated that XT helps the animals to better resist in case of challenge (Lee

et al. 2011, Lillehoj et al. 2011). In the present study, this is therefore converted into less animals treated and reduced number of medications per calf.

REFERENCES

- Ganesh Bhat B., M. Srinivasan, and N. Chandrasekhara. 1984. Influence of curcumin and capsaicin on the composition and secretion of bile in rats. *Journal of Food Science and Technology* 21: 225-227.
- Bravo D., P. Utterback and C.M. Parsons. 2011. Evaluation of a mixture of carvacrol, cinnamaldehyde and capsicum oleoresin for improving growth performance and metabolizable energy in broiler chicks fed corn and soybean meal. *Journal of Applied Poultry Research* 20: 115-120.
- Bravo D., V. Pirgozliev and S. P. Rose. 2014. A mixture of carvacrol, cinnamaldehyde and capsicum oleoresin improves energy utilization and growth performance of broiler chickens fed maize-based diet. *Journal of Animal Science* 92:1531-1536.
- Jamroz D., J. Orda, C. Kamel, A. Williczkiewicz, T. Wiertelcki and J. Skorupinska. 2003. The influence of phytogetic extracts on performance, nutrient digestibility, carcass characteristics and gut microbial status. *Journal of Animal and Feed Sciences* 45: 583-596.
- Lee S. H., H. S. Lillehoj, S. I. Jang, K. W. Lee, D. Bravo, and E. P. Lillehoj. 2011. Effects of dietary supplementation with phytonutrients on vaccine - stimulated immunity against infection with *Eimeria tenella*. *Veterinary Parasitology* 181: 97-105
- Lillehoj H. S., D. K. Kim, D. M. Bravo, and S. H. Lee. 2011. Effects of dietary plant-derived phytonutrients on the genome - wide profiles and coccidiosis resistance of broiler chickens. *BMC Proceedings* 5[suppl 4]: S34.
- Liu Y., M. Song, T. M. Che, D. Bravo, and J. E. Pettigrew. 2012. Anti-inflammatory effects of several plant extracts on porcine alveolar macrophages in vitro. *Journal of Animal Science*.
- Liu Y., M. Song, T. M. Che, J. A. S. Almeida, J. J. Lee, D. Bravo, C. W. Maddox, and J. E. Pettigrew. 2013a. Dietary plant extracts alleviate diarrhea and alter immune responses of weaned pigs experimentally infected with a pathogenic *Escherichia coli*. *Journal of Animal Science*. 91:5294-5306.
- Liu Y., T. M. Che, M. Song, J. J. Lee, J. A. S. Almeida, D. Bravo, W. G. Van Alstine, and J. E. Pettigrew. 2013b. Dietary plant extracts improve immune responses and growth efficiency of pigs experimentally infected with porcine reproductive and respiratory syndrome virus. *Journal of Animal Science* 91: 5668-5679



INNOVATIVE BIOACTIVE SOLUTIONS

XTRACT[®]

- Standardized combinations of **active substances** naturally occurring in aromatic plants and spices, selected for their **proven in-vivo effects**
- The tool to promote **performance and defence** across many animal species
- Micro-encapsulation technology ensuring **superior stability and consistent product performance**

A protected blend of phytogenics improves performance of dairy COWS

C. Oguey¹, R. Blanck², Kobi Vecht², E. H. Wall¹

¹Pancosma S.A., Geneva, Switzerland, ²Bar-Magen, Emek Hefer, Israel

INTRODUCTION

Phytogenics compounds are naturally-occurring chemicals in plants, and many of these molecules have been reported to influence production efficiency of dairy and beef animals (Calsamiglia et al. 2007, Hagg et al. 2013).

Among these compounds, previous research demonstrated that a standardized blend of cinnamaldehyde and eugenol increased energy extraction in the rumen through a higher propionate proportion and a reduced acetate level (Cardozo et al., 2006). As a result, this combination of phytonutrients was shown thanks to meta analytical tools to positively increase milk production with no deleterious effect on milk composition in mid lactating cows. In parallel, capsicum oleoresin exhibited a meal fractionating effect in ruminants fed high concentrate diets and a limitation of the variation of rumen pH. Based on these data, two trials were designed to evaluate the effect of a standardized blend of cinnamaldehyde, eugenol and capsicum oleoresin (XT, XTRACT® Ruminant, code X60-7065, Pancosma) on performance of high producing dairy cows.

EXPERIMENTAL PROCEDURE

Two consecutive field trials were conducted on a commercial dairy farm in Israel starting in June and ending in September: the first one was set up in 2010, the second in 2013. Cows were in similar stages of lactation with similar dry matter intake (DMI) and milk yield at the start of the trials (Table 1).

Table 1: characteristics of the 2 trials

	TRIAL 1	TRIAL 2
Number of cows (Israeli Holstein)	60	140
Average parity	3.7	3.5
Average days in milk at start	157	138
Average THI*	90.2	80.1
*Temperature Humidity index (a THI of 72 or greater is considered heat stress for dairy cows)		

Cows were housed in pens and assigned to no additive (CT = control) or supplementation with 1 g/hd/d XT (n = 2 pens/trt) for 4 months. XT was blended with ground cornmeal and top-dressed; control cows received corn meal without XT.

Feed intake per pen was measured; DMI was calculated daily. Milk yield, composition, and somatic cell count (SCC) per cow were measured monthly. Energy corrected milk (ECM) was calculated using the following equation (NRC 2001 - energy density of milk containing 3.5% fat and 3.0% protein):

$$ECM = \frac{[(0.0929 * \text{fat}\%) + (0.0563 * \text{true protein}\%) + 0.192] * \text{kg milk}}{0.68605}$$

Feed efficiency was calculated as the ratio between milk production and DM intake

Data were subjected to ANOVA with repeated measures using pen as the experimental unit and trial as a random variable.

RESULTS

The supplementation of XT significantly increased milk yield by 6.5% (39.4 vs 42.2 kg/hd/d respectively for CT and XT, $P = 0.01$). Milk was increased in XT cows ($P < 0.01$; Table 2). During the trial periods, milk production in both groups decreased over time; however, XT cows produced more milk than control cows especially in August and September ($P < 0.05$; Figure 1). Therefore, XT increased lactation persistency.

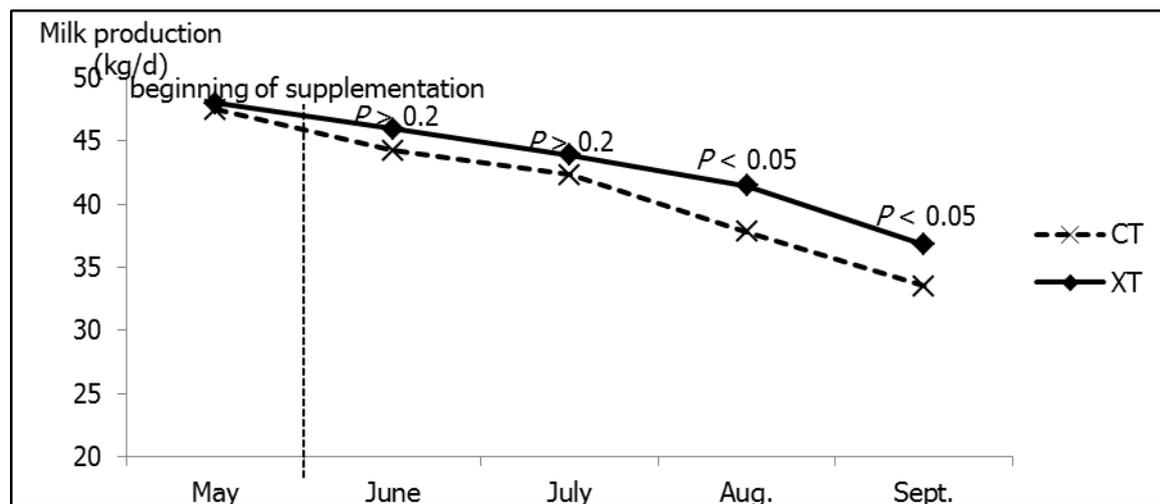


Figure 1: effect of the treatments on milk production

In addition, XT did not affect DM intake of the cows (mean: 22.6 kg/hd/d, $P = 0.72$). Combined with the increase of milk production, XT enhanced therefore apparent feed efficiency of the cows by 8.0% ($P < 0.01$; figure 2)

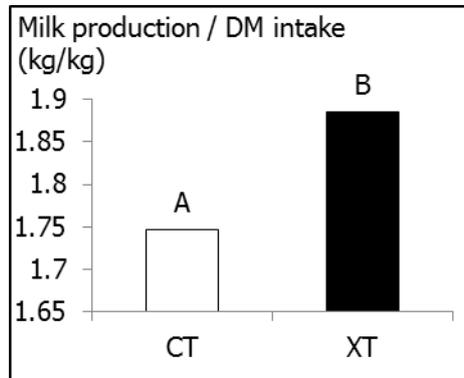


Figure 2: effect of the treatments on apparent feed efficiency (A, B, $P < 0.01$)

In parallel, XT affected neither milk fat % (mean of 3.45%, $P = 0.89$) nor milk protein level (mean of 3.15%, $P = 0.29$). As a result, cows fed XT exhibited a higher ECM production compared to un-supplemented cows (+5.3%, $P < 0.01$; figure 3).

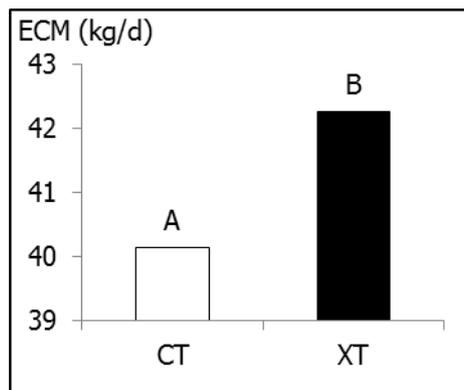


Figure 3: effect of the treatments on ECM production (A, B, $P < 0.01$)

Finally, XT reduced SCC by 20.8% ($P = 0.04$; figure 4).

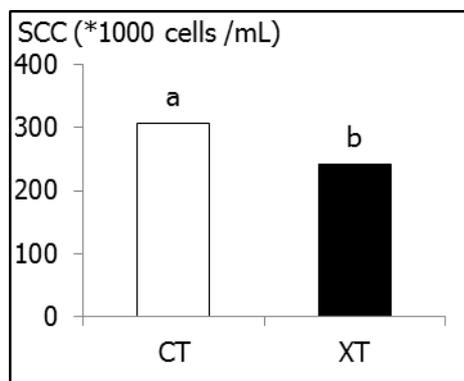


Figure 4: effect of the treatments on milk SCC (a, b, $P < 0.05$)

DISCUSSION

In the present trial, XT did not affect dry matter intake and increased milk yield without negatively altering milk composition. This is in accordance with the available literature (Cardozo et al., 2006; Calsamiglia et al. 2007, Rodriguez et al., 2008, Bravo et al. 2008).

This effect may be mediated by improved rumen fermentation and (or) post-ruminal effects of XT, specifically capsicum, on energy partitioning (Oh et al., 2014a) and immune status (Oh et al., 2013, Oh et al., 2014b).

These results confirm that XT improves performance and milking efficacy of high producing dairy cows.

REFERENCES

- Bravo, D., N. A. Pyatt, P. H. Doane, and C. M. 2009. Meta analysis of the effect of a blend of eugenol, cinnamaldehyde and capsicum oleoresin on the performance of growing beef cattle. *Journal of Animal Science* 87: 374-374.
- Calsamiglia, S., M. Busquet, P. Cardozo, L. Castillejos, and A. Ferret. 2007. Invited review : Essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. *Journal of Dairy Science* 90: 2580-2595.
- Cardozo, P., S. Calsamiglia, A. Ferret, and C. Kamel. 2006. Effects of alfalfa extract, anise, capsicum, and a mixture of cinnamaldehyde and eugenol on ruminal fermentation and protein degradation in beef heifers fed a high - concentrate diet. *Journal of Animal Science* 84: 2801-2808.
- Hagg F. M., L. J. Erasmus, R. H. Van der Veen, E. Haasbroek, S. Taylor, and C. Oguey. 2013. Phytonutrients or calcified marine algae as natural alternatives to monensin in beef feedlot diets. *J. Anim. Sci.* Vol. 91, E-Suppl. 2): 138
- National Research Council. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC.
- Oh J., et al. 2013. Immune and production responses of dairy cows to postruminal supplementation with phytonutrients. *J Dairy Sci* 96(12): 7830-7843.
- Oh J., F. Giallongo, H. L. Weeks, T. W. Frederick, A. N. Hristov, and E. H. Wall. 2014a. Effect of dietary supplementation of Capsicum extract on feed intake, milk production and composition, rumen fermentation, and rumen microbial populations in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 97 (E-Suppl. 1): 182
- Oh J., S. Walusimbi, F. Giallongo, H. L. Weeks, T. W. Frederick, A. N. Hristov, J. L. Pate, R. J. Elias, L. Tao, and E. H. Wall. 2014b. Effect of dietary supplementation of Capsicum extract on immune responses, blood cell counts, blood chemistry, and oxidative stress markers in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 97 (E-Suppl. 1) : 103
- Rodriguez-Prado M., S. Calsamiglia, A. Ferret, J. Zwieter, L. Gonzalez, and D. Bravo. Effects of cinnamaldehyde-eugenol and capsicum on rumen fermentation and feeding behavior in beef heifers fed a high concentrate diet. *Journal of Animal Science* 86[E2], 588. 2008

High phytase application to reduce P excretion and secure growth performance in pigs

Imke Kühn¹, Svetlana Peganova¹, Ulrich Steinruck², Klaus Männer³

¹ AB Vista Feed Ingredients, Darmstadt

² Pulte GmbH, Rimsting

³ Freie Universität Berlin, Institut of Animal Nutrition, Berlin

Introduction

Microbial phytases are commonly used to improve P digestibility of grain based diets for pigs since the majority of P in such diets is present as the relatively unavailable phytate-P. P availability for pigs is influenced by dietary composition, phytase content and microbial source (Almeida and Stein, 2011; Paditz et al., 2003). It is of interest to minimize the use of inorganic P in diets to save non renewable P resources and additionally, to reduce P excretion into the environment. Recently published data showed that application of a standard dose of the current phytase improved performance and increased apparent ileal P digestibility in pigs that received low P diets from 25 to 120 kg live weight (Kühn und Männer, 2012). The objective of this trial was to evaluate the effect of a standard (500 FTU/kg) and a high dose (2000 FTU/kg) of phytase on apparent phosphorus digestibility and on the fecal and urinary P excretion of pigs at different growth phases.

Material and Methods

A total of 56 post-weaning piglets (Landrace x Duroc) x Pietrain) were allocated to four treatment groups. Pigs (initial body weight 7kg) received diets either adequate (treatment A, PC) or reduced (treatment B, NC) in phosphorus, calcium and sodium content. Diets C and D were similar to that of treatment B but supplemented with Quantum Blue phytase at levels of 500 and 2000 FTU/kg feed, respectively.

Feed was offered in mash form ad libitum via automatic feeders, and water supplied by drinking bowls throughout the experiment. The corn-barley-wheat-soybean meal-based diets met or slightly exceeded the nutrient requirements of growing pigs assuming a BW gain of 800 g/d (Society of Nutrition Physiology (2006)) with the exception that P, Ca and Na levels in diets B,C and D were limiting. The composition of the diets is presented in table 1.

The 14-week-feeding trial was divided into four phases; a starter period (7 to 10 kg BW), a grower period (10 to 20 kg BW), a fattening period I (20 to 45 kg BW), and a fattening period II (45 to 70 kg BW).

Fecal and urinary samples were collected on a pen basis (twice daily on five alternate days) at the end of the growing period (about 17 to 20 kg BW) and fattening period II (about 66 to 70 kg BW).

At the end of the growing period and fattening period II one pig per pen was euthanized for apparent ileal digestibility measurements by sampling the section between the posterior half of the ileum and about 4 cm prior to the ileo-caeco-colonic-junction. Titanium dioxide (TiO₂) was used as an indigestible marker at a dose of 5 g/kg diet.

The statistical analyses (Oneway Anova) were performed with the software package SPSS (IBM SPSS Version 21) with treatment and replicate included as effects. Differences among least squares means with a probability of $P \leq 0.05$ were accepted as statistically significant.

Results

The trial ran without any animal health problems. The analysed nutrient compositions of the treatment diets agreed well with the calculated values within the accepted tolerances and the added phytase level were confirmed as appropriate (344 to 656 FTU/kg feed and 1750 to 2210 FTU/kg feed in diets C and D, respectively).

Performance characteristics measured at the end of each feeding period are presented in Table 2. No treatment effects were noted in the relatively short starter period, but nutrient reduction did result in poorer FCR in the grower period with gain tending to be poorer as well. As the trial progressed the effects of treatment became more significant, nutrient reduction resulting in poorer gain and FCR and phytase addition resulting in improvements in both parameters compared with the negative control and restoring this parameter to the PC in the case of FCR in the Finisher I and both FCR and gain in the Finisher II.

Ileal P and Ca digestibility (table 3) were decreased in pigs that received the low mineral diets and increased by both phytase application rates to that of the PC. Compared to the NC treatments inclusion of Quantum Blue phytase at the recommended dose level (500 FTU/kg diet) increased the apparent ileal P digestibility significantly by 10.9 (growing period) and 8.7 (fattening period) percentage points and increased the apparent ileal Ca digestibility by 11.3 (growing period) and 7.4 (fattening period) percentage points. Increasing the phytase application rate (2000 FTU/kg) resulted in further improvements in P and Ca digestibility, being significantly different to those achieved with the standard dose in the fattening period.

Excretion occurred mainly via the feces whereas urinary excretion represented only 4.7 to 8 % in the grower period and 2.3 to 3.7 % in the finisher II period of the fecal excretion. Mineral excretion (g/d) was greatest in pigs that received PC diets. Phytase addition significantly ($P < 0.05$) reduced phosphorus excretion by 32.6 and 22.1% in NC pigs in the Grower and Finisher II phases respectively. Phytase application further reduced the daily P excretion by 28.3 and 24% when applied by the higher phytase application rate in the grower and the finisher II phase, respectively ($P < 0.05$). The standard dose of phytase (500 FTU/kg) reduced P excretion compared to the NC pigs by 23.4 and 20% in the 2 feeding periods but differences were not significant to the NC ($P > 0.05$). The mineral reduction of the diets led to a small (Grower) or no (Finisher II) reduction in Ca excretion; whereas phytase application significantly reduced Ca excretion compared to the Ca excretion measured in PC and NC pigs.

Discussion

The mineral reduction of the NC diet exceeded the matrix reduction recommended by the phytase supplier significantly. As a result, application of the lower dose of Quantum Blue phytase resulted in performance which did not return to that of the PC but when feeding the high level of the phytase BW was just 3.3% lower and feed efficiency equivalent to the PC pigs. Results from a previous pig trial (Kühn and Männer, 2012) showed that pigs (25-120 kg BW) fed P and Ca reduced diets (the reduction being equally severe as in the current trial) managed to achieve similar BW and feed efficiency as the PC when diets were supplemented with 500 FTU/kg ($p > 0.05$). The difference between trials is likely due to the age of application of mineral reduction. In the previous trial, pigs were fed mineral adequate diets to 25kg, whereas in the current trial the reduction was applied at 7kg. It is suggested

that application of such a severe nutrient restriction at such an early age results in much greater retardations in growth rate and efficiency, reductions which are too great for the phytase to compensate for.

Apparent P and Ca total tract digestibility (data not shown) responded in a similar manner as apparent ileal digestibility with the exception that the beneficial effect of the higher phytase application rate in the finisher period was only seen in ileal digestibility. Fecal excretion was significantly decreased by the mineral reduction in the diet, much more so than urinary, and further decreased by phytase supplementation. This is in line with results of Rodehutschord et al (1998) who reported from 75 different balance trials even lower urinary P excretion which was likely a result of the use of extremely low P levels in those diets.

Conclusion

The results confirm that phytase efficiency in pigs fed low P diets can be demonstrated by apparent total tract P digestibility because urinary excretion is negligible. Feeding phytase reduces P excretion, and high phytase levels further improve P digestibility without compromising bone mineralisation (data not shown). Based on the results of this trial a larger than typical P reduction seems feasible when using an efficient phytase at a high application rate. When compared with earlier results, it is suggested that application of a P reduction at too early an age will compromise performance so comprehensively that extra phosphoric growth effects of phytase will likely not be detected.

References

- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) 2006. Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere - Nr. 4 Schweine. Frankfurt (Main), Germany: DLG-Verlag.
- GfE (Gesellschaft für Ernährungsphysiologie) 2008. Recommendations for the supply of energy and nutrients to pigs. Committee for Requirement Standards of the Society of Nutrition Physiology. Frankfurt am Main, Germany: DLG-Verlag.
- Almeida, F. N., and H. H. Stein. 2012. Effects of graded levels of microbial phytase on the standardized total tract digestibility of phosphorus in corn and corn coproducts fed to pigs. *J. Anim. Sci.* 90: 1262-1269.
- Kühn, I., and K. Männer. 2012. Performance and apparent total tract phosphorus and calcium digestibility in grower-finisher pigs fed diets with and without phytase. *J. Anim. Sci.* 90: 143-145
- Paditz, K., H. Kluth, and M. Rodehutschord. 2003. Interaction between feeding level and efficiency of microbial phytases in pigs. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 12: 38.
- Rodehutschord, M., R. Haverkamp, and E. Pfeffer. 1998. Inevitable phosphorus losses in pigs estimated from balance data using diets deficient in phosphorus. *Arch. Anim. Nutr.* 51: 27-38

Corresponding author

Dr. Imke Kühn
AB Enzymes GmbH/ AB Vista
Feldbergstr.78
D- 64293 Darmstadt

Tables

Table 1: Composition and nutritional characteristics (as fed basis) of the diets

Diet groups		Starter 7 to 10 kg BW		Grower 10 to 20 kg BW		Finisher I 20 to 45 kg BW		Finisher II 45 to 70 kg BW	
		PC	NC	PC	NC	PC	NC	PC	NC
		A	B, C, D	A	B, C, D	A	B, C, D	A	B, C, D
Corn	g/kg	353.8	356.2	311.2	304.0	310.8	328.5	328.0	328.0
Barley	g/kg	195.0	198.9	305.0	336.7	295.1	295.1	314.8	331.4
Soybean meal (44% CP)	g/kg	180.0	178.5	218.4	212.5	240.0	235.8	200.0	196.0
Skim powder	g/kg	111.0	111.0	-	-	-	-	-	-
Wheat	g/kg	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Monocalcium phosphate	g/kg	16.5	14.4	12.5	-	10.6	-	10.3	-
Calcium carbonate	g/kg	13.4	11.7	12.8	12.7	11.8	12.8	10.8	11.5
Premix/TiO ₂ *	g/kg	11.0	11.0	17.0	17.0	12.0	12.0	17.0	17.0
Soybean oil	g/kg	11.0	10.0	15.0	10.0	14.0	11.0	5.0	5.0
L-Lysine-HCL	g/kg	3.2	3.2	3.5	3.5	2.0	2.1	2.6	2.6
Wheat flour**	g/kg	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
DL-Methionine	g/kg	1.2	1.2	1.0	1.0	0.6	0.6	0.4	0.40
L-Tryptophan	g/kg	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
L-Threonine		-	-	0.8	0.8	0.4	0.4	0.4	0.4
nutrients:									
ME ***	MJ/kg	13.2	13.2	13.0	13.1	13.0	13.1	13.0	13.1
Crude protein	g/kg	188.6	188.6	175.8	175.8	182.1	182.1	168.1	168.1
Lysine	g/kg	12.5	12.5	11.2	11.2	10.7	10.70	10.1	10.1
Methionine + Cystine	g/kg	7.5	7.5	6.8	6.8	6.7	6.7	6.1	6.1
Threonine	g/kg	8.2	8.2	7.3	7.3	7.2	7.2	6.6	6.6
Tryptophan	g/kg	2.5	2.5	2.2	2.2	2.2	2.2	2.0	2.0
Crude fiber	g/kg	33.4	33.4	41.4	42.7	42.6	43.4	41.1	41.8
Crude fat	g/kg	34.6	33.7	39.1	34.4	37.7	35.0	37.5	35.8
Calcium	g/kg	10.0	9.0	7.8	5.8	7.2	5.8	6.6	5.3
Phosphorus	g/kg	8.0	7.5	6.5	3.7	6.1	3.8	5.9	3.6
Digestible Phosphorus	g/kg	5.4	5.0	3.8	1.3	3.5	1.3	3.4	1.3
Sodium	g/kg	2.1	2.1	1.9	1.8	1.9	1.8	1.9	1.8

* Contents per kg premix, including Titanium dioxide in grower and finisher II: 400000 IU vit. A; 40000 IU vit. D₃; 8000 mg vit. E (α -tocopherole acetate); 300 mg vit. K₃; 250 mg vit. B₁; 250 mg vit. B₂; 2500 mg nicotinic acid; 400 mg vit. B₆; 2000 μ g vit. B₁₂; 25000 μ g biotin; 1000 mg calcium pantothenic acid; 100 mg folic acid; 80000 mg choline chloride; 5000 mg Zn (zinc oxide); 2000 mg Fe (iron carbonate); 6000 mg Mn (manganese oxide); 1200 mg Cu (copper sulfate-pentahydrate); 45 mg I (calcium iodate); 30 mg Co (cobalt- (II)-sulfate-heptahydrate); 35 mg Se (sodium selenite); 130 g Na (sodium chloride); 55 g Mg (magnesium oxide),

** In exchange for Quantum Blue phytase; *** Calculated by using the estimation given by GfE 2008.

Table 2: Pig performance at the end of the different feeding periods

Treatments		A	B	C	D	P value
Starter						
BW at start	kg	7.2 ± 0.48	7.2 ± 0.84	7.2 ± 0.59	7.2 ± 0.46	0.999
BW at end	kg	10.4 ± 0.77	10.4 ± 0.77	10.4 ± 0.25	10.6 ± 0.39	0.942
Weight gain	kg	3.2 ± 0.41	3.2 ± 0.28	3.2 ± 0.57	3.4 ± 0.35	0.884
Feed intake	kg	4.03 ± 0.44	4.05 ± 0.47	4.01 ± 0.65	4.1 ± 0.35	0.985
FCR*		1.254 ± 0.05	1.258 ± 0.05	1.258 ± 0.11	1.226 ± 0.09	0.886
Grower						
BW at end	kg	20.6 ± 1.28	19.6 ± 1.07	20.0 ± 0.90	20.3 ± 0.62	0.311
Weight gain	kg	10.2 ± 0.77	9.2 ± 0.47	9.6 ± 0.82	9.8 ± 0.35	0.059
Feed intake	kg	14.7 ± 0.94	14.6 ± 1.30	14.3 ± 1.23	14.4 ± 0.73	0.884
FCR*		1.45 ± 0.04 ^a	1.59 ± 0.11 ^b	1.49 ± 0.09 ^{ab}	1.47 ± 0.07 ^{ab}	0.018
Finisher I						
BW at end	kg	44.1 ± 1.11 ^c	40.7 ± 1.33 ^a	41.8 ± 0.55 ^{ab}	42.7 ± 0.76 ^b	<0.001
Weight gain	kg	23.6 ± 0.49 ^c	21.2 ± 0.71 ^a	21.7 ± 0.59 ^{ab}	22.3 ± 0.37 ^b	<0.001
Feed intake	kg	39.6 ± 1.42 ^b	38.20 ± 1.24 ^{ab}	38.13 ± 1.14 ^{ab}	37.51 ± 1.09 ^a	0.024
FCR*		1.68 ± 0.053 ^a	1.81 ± 0.087 ^b	1.75 ± 0.052 ^{ab}	1.68 ± 0.054 ^a	0.002
Finisher II						
BW at end	kg	77.0 ± 1.37 ^c	71.3 ± 1.42 ^a	73.8 ± 0.71 ^b	74.9 ± 0.63 ^b	<0.001
Weight gain	kg	32.9 ± 0.92 ^b	30.6 ± 0.72 ^a	32.1 ± 0.66 ^b	32.3 ± 0.61 ^b	<0.001
Feed intake	kg	78.5 ± 1.88	76.97 ± 2.33	76.77 ± 1.93	76.80 ± 2.43	0.378
FCR*		2.39 ± 0.104 ^a	2.52 ± 0.063 ^b	2.4 ± 0.058 ^a	2.38 ± 0.052 ^a	0.005
overall						
BW at end		77.0 ± 1.37 ^c	71.3 ± 1.42 ^a	73.8 ± 0.71 ^b	74.9 ± 0.63 ^b	<0.001
Weight gain		69.9 ± 1.23 ^c	64.2 ± 1.25 ^a	66.6 ± 1.10 ^b	67.7 ± 0.47 ^b	<0.001
Feed intake		136.9 ± 2.20	133.9 ± 3.34	133.2 ± 2.89	132.8 ± 2.66	0.052
FCR*		1.96 ± 0.059 ^a	2.09 ± 0.044 ^b	2.0 ± 0.045 ^a	1.96 ± 0.032 ^a	<0.001

* Feed conversion ratio as kg feed per kg body weight gain;

^{ab} Different superscripts within the row indicate levels of significance at P < 0.05

Table 3: Effects of phytase on apparent ileal digestibility of phosphorus and calcium in fattening pigs at the end of the grower or fattening II period (n=7; %)

Treatment groups	A	B	C	D	P value
Grower					
Ileal P digestibility	49.6 ± 3.0 ^b	35.84 ± 3.3 ^a	46.7 ± 4.9 ^b	51.5 ± 3.4 ^b	<0.001
Ileal Ca digestibility	52.2 ± 3.3 ^b	44.14 ± 2.4 ^a	55.4 ± 3.5 ^{bc}	58.8 ± 4.6 ^c	<0.001
Finisher II					
Ileal P digestibility	49.9 ± 1.4 ^{bc}	37.0 ± 5.9 ^a	45.7 ± 2.7 ^b	53.0 ± 3.2 ^c	<0.001
Ileal Ca digestibility	52.2 ± 3.6 ^b	45.7 ± 2.5 ^a	53.1 ± 2.7 ^{ab}	57.4 ± 4.1 ^c	<0.001

^{ab} Different superscripts within the row indicate levels of significance at P < 0.05

Table 4: Phosphorus and Calcium excretion of the pigs at different growth stages (g/d)

Treatment	A	B	C	D	P value
Grower:					
P intake	7.45 ± 0.56 ^a	3.62 ± 0.38 ^b	3.32 ± 0.26 ^b	3.30 ± 0.31 ^b	<0.001
P excretion feces	3.62 ± 0.46 ^c	2.32 ± 0.26 ^b	1.73 ± 0.28 ^a	1.62 ± 0.17 ^a	<0.001
P excretion urine	0.17 ± 0.02 ^b	0.12 ± 0.02 ^a	0.13 ± 0.02 ^a	0.13 ± 0.03 ^a	0.003
P absorbed	3.83 ± 0.20 ^c	1.30 ± 0.22 ^a	1.59 ± 0.19 ^{ab}	1.68 ± 0.19 ^b	<0.001
P retained	3.66 ± 0.19 ^c	1.18 ± 0.23 ^a	1.45 ± 0.19 ^{ab}	1.55 ± 0.19 ^b	<0.001
Ca intake	8.19 ± 0.61 ^a	5.88 ± 0.62 ^b	5.62 ± 0.44 ^b	5.46 ± 0.51 ^b	<0.001
Ca excretion feces	3.88 ± 0.42 ^b	3.36 ± 0.34 ^b	2.60 ± 0.39 ^a	2.32 ± 0.25 ^a	<0.001
Ca excretion urine	0.36 ± 0.03 ^b	0.29 ± 0.04 ^a	0.32 ± 0.05 ^{ab}	0.28 ± 0.04 ^a	<0.001
Ca absorbed	4.31 ± 0.31 ^b	2.52 ± 0.33 ^a	3.01 ± 0.24 ^{bc}	3.14 ± 0.37 ^c	0.004
Ca retained	3.95 ± 0.31 ^c	2.23 ± 0.35 ^a	2.70 ± 0.19 ^b	2.86 ± 0.38 ^b	<0.001
Finisher II:					
P intake	15.92 ± 0.6 ^b	9.63 ± 0.51 ^a	9.55 ± 0.47 ^a	9.50 ± 0.38 ^a	<0.001
P excretion feces	7.95 ± 0.81 ^c	6.19 ± 0.39 ^b	5.14 ± 0.53 ^a	4.64 ± 0.56 ^a	<0.001
P excretion urine	0.18 ± 0.02 ^c	0.14 ± 0.01 ^a	0.16 ± 0.01 ^b	0.17 ± 0.01 ^{bc}	<0.001
P absorbed	7.97 ± 1.34 ^c	3.44 ± 0.32 ^a	4.42 ± 0.58 ^{ab}	4.86 ± 0.54 ^b	<0.001
P retained	7.79 ± 1.34 ^c	3.30 ± 0.32 ^a	4.26 ± 0.58 ^{ab}	4.69 ± 0.55 ^b	<0.001
Ca intake	17.5 ± 0.66 ^b	14.1 ± 0.74 ^a	14.1 ± 0.69 ^a	13.7 ± 0.66 ^a	<0.001
Ca excretion feces	8.12 ± 0.88 ^b	8.18 ± 0.55 ^b	6.66 ± 0.78 ^a	6.02 ± 0.67 ^a	<0.001
Ca excretion urine	0.39 ± 0.05 ^b	0.31 ± 0.03 ^a	0.32 ± 0.02 ^a	0.33 ± 0.03 ^a	0.001
Ca absorbed	9.34 ± 1.24 ^c	5.88 ± 0.46 ^a	7.46 ± 0.66 ^b	7.72 ± 0.44 ^b	<0.001
Ca retained	8.95 ± 1.26 ^c	5.57 ± 0.46 ^a	7.13 ± 0.67 ^b	7.39 ± 0.46 ^b	<0.001

^{ab} Different superscripts within the row indicate levels of significance at P < 0.05

Efficient pig fattening with enzyme producing micro-organisms

Petra Prößler¹, Alexandra Schlagheck¹, Rudolf Hartwigsen², Georg Thaller²

¹ Biochem Zusatzstoffe Handels- und Produktionsgesellschaft mbH, Germany

² University of Kiel, Animal Breeding and Husbandry Institute, Germany

Introduction

Modern swine production is facing a number of challenges affecting animal welfare, pork quality, environment and economy. Producers and consumers have common interest in solving these challenges.

Probiotic feed additives with scientifically proven efficacy and documented stability can provide reliable solutions to maintain gastro-intestinal integrity and thereby improve pig production. Traditionally probiotics were “only” used as a tool to stabilize the development of the gut microflora. This is still the case, but knowledge about microbiota and probiotics has developed rapidly over the recent years.

Piglets are the main swine segment for the use of probiotic feed additives. But Alexopoulos et al. (2004a, 2004b) observed beneficial probiotic effects also in lactating sows and fattening pigs. They reported that administration of *Bacillus (B.) licheniformis* and *B. subtilis* improved body condition of sows, performance and carcass quality of fattening pigs.

Feed costs are the main factor in pig production. Usually pig feed contains large amounts of protein to ensure that the animals get a sufficient essential amino acids supply. However, high protein content in the feed can also result in high losses of nitrogen as the pigs cannot utilize all the nitrogen supplied to them. Both animals and environment can be negatively affected. According to Heo et al. (2009) feeding low protein diets resulted in significant reduced plasma urea nitrogen, fecal ammonia nitrogen concentration and reduced incidence of diarrhea. The application of probiotics are traditionally “on top” of diets or through simple addition to a formulated diet. However, today some probiotics are also applied as an ingredient playing a role in the formulation of the diets. But is a probiotic able to improve performance of pigs when fed nutrient levels below recommendations?

Specially selected probiotic micro-organisms such as *B. licheniformis* DSM 5749 and *B. subtilis* DSM 5750 can produce high amounts of enzymes such as proteases, amylases and lipases and thus improve the nutrient digestibility.

Therefore the objective of the present study was to evaluate the effects of BioPlus[®] added to a standard diet and a diet with reduced nutrient contents on performance of fattening pigs.

Materials and methods

144 pigs (50% females and 50% barrows, Danish breed x Duroc) were divided into three feeding groups. Two animals were housed in one box, sharing one feeder. The pigs were weighed individually once per week. The entire fattening period was divided into two feeding phases: Grower diet was used from 28 kg to 58 kg and finisher diet was administered from 58 kg to 112 kg body weight. The trial was designed to present a typical Danish production system. The control diet was a commonly used feed. Nutrient composition of this standard diet is shown in Table 1. Diet of T1 provided the same nutritional values as the control; BioPlus[®] was added on top. T2 diet contained also BioPlus[®], but amounts of energy, crude protein and amino acids were reduced by 0.1 MJ ME and 0.5 %, respectively.

respectively. BioPlus® is a probiotic consisting of *Bacillus licheniformis* DSM 5749 and *Bacillus subtilis* DSM 5750 in a ratio 1:1. The dosage of BioPlus® in T1 and T2 was 400 g/t final feed which is equal to 1.28×10^9 CFU/kg feed. The following parameters were recorded during the trial period: individual weight and feed intake per feeder (once per week), mortality, morbidity, slaughter data (FOM).

Table 1: Nutritional values of standard grower and finisher diet (approved by LUFA)

	Grower diet	Finisher diet
Energy (MJ ME _{pig})	12.9	12.8
Crude protein (%)	15.7	15.7
Lysine (g/kg)	8.87	8.97
Methionine (g/kg)	2.79	2.80
Cysteine (g/kg)	3.05	3.37
Tryptophan (g/kg)	1.82	1.84
Threonine (g/kg)	6.12	6.28

Results

The trial was conducted without any problems and losses and in general the pigs showed a high performance level. As shown in Table 2 the daily weight gain (DWG) was above 1000 g in average during the entire trial period.

Table 2: Animal performance (means and standard deviations)

	Control		T1		T2	
	mean	std	mean	std	mean	std
1st phase 28 – 58 kg, duration: 35 days for all feeding groups						
Daily weight gain (g/day) n= 48	831	81	839	95	821	87
Feed conversion ratio (kg/kg) n=	2.17	0.13	2.15	0.14	2.20	0.13
2nd phase 58 – 112 kg						
Days	45.7		45.6		47.0	
Daily weight gain (g/day) n= 48	1156	91	1190	91	1163	91
Feed conversion ratio (kg/kg) n=	2.69 ^b	0.22	2.60 ^a	0.19	2.71 ^b	0.19
Total trial period						
Daily weight gain (g/day) n= 48	1015	60	1037	54	1017	60
Feed conversion ratio (kg/kg) n=	2.51 ^b	0.17	2.44 ^a	0.16	2.53 ^b	0.16

a,b: values with different subscripts in a row are significantly different (P<0.01)

During the first period slight differences in fattening performance were observed between the feeding groups but they had no statistical power. During the second period the differences became wider and showed an advantage for T1. The daily weight gain was increased by 2.9 % (+34 g) and the feed conversion ratio was improved by 3.3 % (- 0.09) compared to the performance of the control group. Differences in feed conversion ratio (FCR) were proven as statistically significant (P<0.01). With regard to the total trial period the animals of T1 showed best results in daily weight gain and feed conversion ratio. The difference in feed conversion ratio had statistical power (P<0.01).

Differences in the slaughter parameter had no statistical significance, although as a tendency, animals of T1 and T2 had a higher lean meat percentage and a lower standard deviation for this parameter.

Taken the slaughter data into account the lean meat growth rate and feed consumption per kg lean meat were calculated. As presented in Table 3 the differences between T1 and T2 and control, respectively, in lean meat growth rate ($P < 0.05$) and feed consumption per kg lean meat ($P < 0.01$) were statistically significant.

Table 3: Slaughter data (means and standard deviations) n=48

	Control		T1		T2	
	mean	std	mean	std	mean	std
Lean meat [%] FOM	54.83	2.7	55.63	2.3	55.04	2.2
Lean meat growth rate*	421 ^b	29	437 ^a	32	425 ^b	35
Feed consumption/ kg lean meat**	6.00 ^b	0.73	5.63 ^a	0.72	6.01 ^b	0.8

a,b: values with different subscripts in a row are significantly different

* Lean meat (%) *carcass yield (%) *DWG (g)

** FCR/Lean meat growth rate (kg)

Table 4 shows an exemplary calculation of nitrogen excretion of control compared to the two test groups T1 and T2. If nitrogen uptake and elimination per animal are calculated on the basis of the data from this experiment, it becomes evident that with the performance improvement in group T1 and the protein reduction in group T2, the nitrogen excretion per animal can be reduced by 140 g and 160 g, respectively. Consequently, on the basis of this model calculation the area requirement per 1000 fattening places would be reduced from 46.1 hectares in the control group to 44.1 and 43.8 hectares for concept T1 and T2, respectively.

Table 4: Example calculation of nitrogen (N) excretion

	Control	T1	T2
N content (g N/kg feed)	25.12	25.12	24.32
N intake (g N/animal)	5296	5149	5168
N incorporation (kg/animal) (according to DLG)	2.07	2.06	2.10
N excretion (kg/animal)	3.23	3.09	3.07
Number of pigs (n/ha) (at 189 kg N/ha)	58.5	61.3	61.6
Fattening places (n/ha)*	21.7	22.7	22.8
Area requirement (ha/1000 fattening places)	46.1	44.1	43.8

*Calculated on basis of 2.7 fattening courses

Discussion

Piglets are the main swine segment for the use of probiotic feed additives. The weaning process or more precisely the change from liquid milk based feed to solid plant ingredient based feed cause dramatic disruption in the composition of the gut microflora. Probiotic supplementation at this stage is supporting an early and controlled development of the gut microflora and reduces the adverse effects of weaning on piglet performance. During the nursery period probiotic supplementation enhances a high integrity of the gut and helps the piglet to express its high genetic potential for growth. Thus probiotics are often used as an alternative to antibiotic growth promoters (AGPs).

A feeding trial on a Danish commercial farm illustrated that even in high performing swine operations the gastro-intestinal tract (GIT) is still subject to malfunction and reduced functionality originating from pathogens. Supplementing the probiotic feed additive BioPlus[®], consisting of two specially

selected *Bacillus* strains, for 40 days post weaning could significantly improve feed conversion and daily weight gain in pigs (Joergensen and Lantz, 2010).

The advantage of administering probiotics to lactating sows is not only delivery of larger piglets with improved gut integrity at weaning, but also to support the sow so that she leaves the lactation period with a more optimal body condition. Alexopoulos et al. (2004a) showed that BioPlus[®] significantly reduced weight loss in sows during lactation. According to Joergensen (2005) BioPlus[®] improves nutritional status in lactating sows by increasing their feed intake, but mostly, through an increased nutrient utilization. In piglets a significant reduction of the incidence of scours and higher body weight at weaning per litter were observed (Alexopoulos et al., 2004a). Supplementing sow feed with *B. licheniformis* and *B. subtilis* also reduced pre-weaning mortality and thereby increased number of piglets weaned per litter (Joergensen and Kürti, 2004). Alexopoulos et al. (2004b) reported that the beneficial probiotic effect has also been extended to the growing and finishing stages of pigs. In their study administration of BioPlus[®] at the dosage of 400 g/t final feed from weaning up to the age of 120 days reduced morbidity and mortality in weaned piglets, improved performance of fattening pigs and improved carcass quality.

The results of the present study are in agreement with the findings of Alexopoulos et al. (2004b). Administration of BioPlus[®] added on top of a standard diet significantly improved feed conversion ratio and increased weight gain. Compared to other commercially available probiotics BioPlus[®] exhibits increased protease activity and may confer benefits of increased nutrient digestibility in addition to other probiotic effects.

In the present study no differences in all parameters were observed between control and group T2 which was fed with the nutrient reduced diet. This indicates that the inclusion of BioPlus[®] compensates the lower content of energy, crude protein and amino acids in the diets, most probably due to its ability of producing enzymes which enhances the digestibility of nutrients for the animal. On the other hand it can be seen that the genetic potential is not fully utilized when the standard diet is fed. Due to the enzymatic properties of BioPlus[®] additional nutrients had been available for the pigs of T1 which led to more lean meat without consuming additional protein.

However, results about effects of probiotics in pigs are not always consistent. Several factors can have an impact on the effectivity. The study from Wang et al. (2009) showed no significant effects on growth performance of grower pigs when fed with diets containing a *Bacillus* based probiotic. Nevertheless, they reported that ammonia emission from slurry samples obtained from pigs in the BioPlus[®] groups was lower than that of slurry obtained from pigs in the control group. Reductions in ammonia emissions by the slurry of pigs may be a result of reduced pH of manure, alteration of intestinal microbiota or increased nutrient digestibility.

Usually pig feed contains large amounts of protein to ensure that the animals get the essential amino acids. However, high protein content in the feed can also result in high losses of nitrogen as the pigs cannot utilize all the nitrogen supplied to them. Both animals and environment are negatively affected.

According to Heo et al. (2009) feeding low protein diets results in significant reduced plasma urea nitrogen, fecal ammonia nitrogen concentration and reduced incidence of postweaning diarrhea (PWD).

It is assumed that the use of BioPlus[®] can increase digestibility of nutrients, such as protein. Hence, the loss of nitrogen in the environment can be reduced and the metabolism of the animal is relieved. At the same time the probiotic bacteria have a stabilizing effect on the intestinal flora of the animals which makes them more robust to diseases and might reduce the use of antibiotics in pig production.

Conclusion

This trial demonstrates that BioPlus® added to a standard diet improves performance of fattening pigs. Daily weight gain and lean meat show an improved tendency in the BioPlus® treated group, whereas differences in feed conversion ratio have statistical power. No differences are observed between control group and the trial group fed with a nutrient reduced diet including probiotic *Bacillus* spores. Consequently, the administration of BioPlus® apparently compensates a reduction of 0.5 % crude protein and amino acids and 0.1 MJ ME in a standard Danish fattener diet. The protein level of a Danish standard feed is already low and leaves very little scope for further reduction. Therefore the addition of BioPlus® is a way of keeping low feed costs plus having an economical benefit by exploiting full genetic potential of the animal.

The use of enzyme producing micro-organisms in grower and finisher diets pays off – not only economically but also environmentally.

References

- Alexopoulos C., Georgoulakis I.E., Tzivara A., Kritas S.K., Siochu A., Kyriakis S.C. Field evaluation of the efficacy of a probiotic containing *Bacillus licheniformis* and *Bacillus subtilis* spores, on the health status and performance of sows and their litters. *Journal Anim. Physiol. a. Anim. Nutrition.* 2004a. 88: 381-392
- Alexopoulos C., Georgoulakis I.E., Tzivara A., Kyriakis C.S., Govaris A., Kyriakis S.C. Field Evaluation of the Effect of a Probiotic-containing *Bacillus licheniformis* and *Bacillus subtilis* Spores on the Health Status, Performance, and Carcass Quality of Grower and Finisher Pigs. *J. Vet. Med. A* 51. 2004b. 306–312
- Heo J.M., Kim J.C., Hansen C.F., Mullan B.P., Hampson D.J., Pluske J.R. Feeding a diet with decreased protein content reduces indices of protein fermentation and the incidence of post weaning diarrhea in weaned pigs challenged with an enterotoxigenic strain of *Escherichia coli*. *Journal of Animal Science.* 2009. 87:2833-2843
- Joergensen J.N., Kürti P. Novel approach to reduce pre-weaning mortality. *International Pig Topics.* Volume 19 Number 1. 2004.
- Joergensen J.N. Probiotic improves sow and litter performance. *International Pig Topics.* Volume 20 Number 7. 2005.
- Joergensen J.N., Lantz R. The role of probiotics in pig health management. *International Pig Topics.* Volume 25 Number 7. 2010.
- Wang Y., Cho J.H., Chen Y.J., Yoo J.S., Huang Y., Kim H.J., Kim I.H. The effect of probiotic BioPlus® 2B on growth performance, dry matter and nitrogen digestibility and slurry noxious gas emission in growing pigs. *Livestock Science* 120. 2009. p. 35-42

Corresponding author

Petra Prößler
Biochem Zusatzstoffe Handels- u. Produktionsges. mbH
Küstermeyerstr. 16
D-49393 Lohne
E-Mail: proessler@biochem.net

Comparison of two EU-approved zootechnical feed additives in post weaning piglets under commercial conditions

Peter Theobald^{1*}, Lena Lorenz² and Christian Lückstädt²

¹Nürtingen-Geislingen University, Nürtingen, Germany; ²ADDCON GmbH, Bonn, Germany

*peter.theobald@hfwu.de

Abstract

This study investigates the impact of potassium diformate (KDF) and benzoic acid (BA) on post weaning piglet performance. Both additives are registered as zootechnical additives for pigs in the EU. KDF (at 0.6%) and BA (at 0.5%) were used in 2 × 237 post weaning piglets (weaning age 28 days; Large white × Landrace × Piétrain cross) till day 42 of age. Feed (17.8% crude protein) and water were available *ad libitum*. Piglets were housed in pens with 10 pens per treatment (piglet initial weight 7.8 kg). The data were statistically analysed and a P<0.05 value was considered significant. At the end of the trial piglets in the KDF-fed group had a significantly higher daily feed intake (346 g vs 294 g), while the average daily gain was significantly increased by more than 40 g (315 g vs 273 g). However no statistical difference was observed for the feed conversion rate. These results show that the inclusion of KDF can enhance performance in piglets, even if compared against a positive control.

Introduction

Organic acids have been used for decades in commercial compound feeds, mostly in feed preservation, where formic and propionic acids are particularly effective. In the European Union, these two organic acids and a number of others (e.g. lactic, citric, fumaric and sorbic acids) and their salts (e.g. calcium formate, calcium propionate) are used under the classification 'feed preservatives' (Lückstädt and Mellor, 2011). Although growth performance benefits have been shown in numerous studies over the past half-century (Cole *et al.*, 1968); the ban on antimicrobial growth promoters in the European Union in 2006 resulted in an increased scientific focus on organic acids. Since then, a limited number of organic acids/salts have also been approved for use as zootechnical additives (products that formerly included antibiotics and other growth promoters) for enhancing performance in pigs. To achieve this status for each life-stage of a species, a product (the approval is holder-specific) needs to show evidence of significant performance enhancement (FCR, live weight gain) in three separate trials for each recommended dosage. Such approval is granted for instance to benzoic acid (Vevovital[®]) and potassium diformate (Formi[®]). Vevovital is currently approved in piglets and fatteners, while Formi is the only performance enhancing acidifier which is registered for the whole pig-production cycle (sows, piglets, fatteners) – (EU, 2014).

At weaning, piglets are particularly susceptible to infection with intestinal pathogens, as well as being inadequately equipped physiologically to deal with solid feed. The buffering capacity of weaning feeds is also high, compounding the problem through a negative effect on pepsin activity in the stomach (Eidelsburger *et al.*, 1992), a problem that is addressed through the use of a dietary acidifier. Experience has furthermore shown that acidifiers are the most reliable product group of the non-antibiotic growth promoters available in Europe and can also be used safely and effectively with other additives.

A direct comparison of the two zootechnical additives mentioned above in post-weaning piglets under practical conditions formed the impetus for the trial.

Material and methods

Two × 237 post weaning piglets (Large white × Landrace × Piétrain cross), with a weaning age of 28 days, were used for the study, which was carried-out in a commercial farm in Brittany, France. Both additives - benzoic acid (BA) and potassium diformate (KDF) – were used at their registered minimum dosages with 0.5% and 0.6% respectively. The trial duration was 14 days. Piglets were housed in pens (24 for in each) with 10 pens per treatment. Their initial weight was 7.8 kg. Feed and water were available *ad libitum*. The diet ingredients and its proximate composition are shown in tables 1 and 2 respectively.

Table 1: Composition of the commercial piglet diet used during the experiment

Ingredients	Quantity g/kg
Grains (wheat and barley)	680
Soy by-products	150
Biscuit meal	50
Vegetable protein concentrate	37
Sugar	10
Mono-calcium phosphate	11
Calcium carbonate	7
Salt	4
Amino acid premix	46/45
Vevovitall/Formi	5/6

Table 2: Proximate composition of experimental diet (%)

Parameter	Percentage (%)
Dry matter	87.4
Crude protein	17.8
Crude fat	4.6
Crude ash	5.7
Crude fibre	2.8
Nitrogen free extracts	41.7
Lysine	1.46
Net energy [MJ/kg]	10.5

At the end of the trial the data for feed intake, feed conversion, final weight as well as daily gain were recorded. The data were statistically analysed using MINITAB and a $P < 0.05$ value was considered significant.

Results and discussion

All piglets grew well during the trial; the environmental parameters on-farm supported optimal growth. No mortality occurred in both groups during the 14 monitored days. Piglets fed the KDF-added diet had a significantly ($P < 0.01$) higher feed intake by almost 18% compared to the BA-diet. Consequently, the final weight of KDF-fed piglets was significantly ($P < 0.05$) increased by 5.2%. This led to an improved daily weight gain of 42 g or more than 15%. This increase was significant ($P < 0.05$). The final results are displayed in table 3.

Table 3: Performance parameters of post-weaning piglets fed with dietary BA or KDF at 42 days of age

Parameter	0.5% BA	0.6% KDF	P-value
Final weight [kg]	11.6 ^a	12.2 ^b	<0.05
Feed intake [g/d]	294 ^A	346 ^B	<0.01
Avg. daily gain [g/d]	273 ^a	315 ^b	<0.05
FCR	1.09	1.12	NS*

Means within a row having different lower case superscripts are significantly different from each other ($P < 0.05$);

Means within a row having different upper case superscripts are significantly different from each other ($P < 0.01$);

*NS = not significant

The impact on feed conversion was not significant, but with numerical improvements for the BA-diet.

It is widely been recognized that both BA (Torrallardona et al., 2005) and KDF (Roth et al., 1996; Windisch et al. 2001; Lückstädt et al., 2012) improve the performance of piglets against control diets. Kluge et al. (2006), for example reported similar growth for piglets fed BA or KDF, at higher dosages of both additives (1.0 and 1.2% respectively), compared to a negative control. However, a significant impact on feed conversion in favour of KDF was noted, when compared with the 0.5% BA-dosage. KDF has shown significant impacts when compared to a wide variety of other organic acids in a holo-analysis (Mellor, 2008), although BA was not included in this model. The significantly improved feed intake in the current study with KDF-fed piglets is supported by the findings of a preference feeding trial in post-weaned pigs (Suarez et al., 2010). Here, benzoic acid did not affect feeding preference at any of the tested dosages, including 0.5%. On the other hand, pigs demonstrated a preference for diets containing potassium diformate, up to the highest tested level (2%). Sour taste is known for acid preference in pigs and is mainly sensed through the taste buds of the tongue. Potassium diformate may trigger an innate sour taste, which is attractive to pigs, while its pungency in the diformate state is mild (less piquant) and remains unnoticed prior to intake. It is assumed that the significantly increased feed intake in the reported study was the main driver behind the significant impact on daily weight gain found. In general it can be concluded that the improved feed intake in the crucial period just after weaning in the KDF-group is a major step forward to optimized growth later on in the grower and fatter period. Further research is needed to validate these French results in other pig producing countries.

Literature

Cole DJA, Beal RM, Luscombe JR (1968) The effect on performance and bacterial flora of lactic acid, propionic acid, calcium propionate and calcium acrylate in the drinking water of weaned pig. *Veterinary Record* 83, 459-464.

Eidelsburger U, Kirchgessner M, Roth FX (1992) Zum Einfluss von Ameisensäure, Calciumformiat und Natriumhydrogencarbonat auf tägliche Zunahmen, Futteraufnahme, Futtermittelverwertung und Verdaulichkeit. 7. Mitteilung. Untersuchungen zur nutritiven Wirksamkeit von organischen Säuren in der Ferkelaufzucht. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 68, 258-267.

EU (2014) Reg (EC) No 1831/2003 - European Union Register of Feed Additives. Edition 185. Appendixes 3e, 4 – 12.05.2014 European Union legislation on feed additives: http://ec.europa.eu/food/food/animalnutrition/feedadditives/legisl_en.htm; accessed on September 3rd, 2014.

Kluge H, Broz J, Eder K (2006) Effect of benzoic acid on growth performance, nutrient digestibility, nitrogen balance, gastrointestinal microflora and parameters of microbial metabolism in piglets. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 90, 316-324.

Lückstädt C, Kühlmann KJ, Van TM (2012) Effects of potassium diformate on growth performance and diarrhea rate in piglets in comparison to antibiotics. *Proceedings of the 15th AAAP Animal Science Congress, Thailand, 1796-1800.*

Lückstädt C, Mellor S (2011) The use of organic acids in animal nutrition, with special focus on dietary potassium diformate under European and Austral-Asian conditions. *Recent Advances in Animal Nutrition – Australia* 18, 123-130.

Mellor S (2008) Holoanalysis – information in action for organic acids. *Feed Compounder*, August, 21-23.

Roth FX, Kirchgessner M, Paulicks BR (1996) Nutritive use of feed additives based on diformates in the rearing and fattening of pigs and their effects on performance. *Agribiological Research* 49(4), 307-317.

Suarez J, Roura E, Torrallardona D (2010) Dietary preferences of acids and salts in piglets. *Journal of Animal Science - American Society of Animal Science Joint Annual Meeting, Denver, USA. Vol 8, E-Suppl. 2: 651.*

Torrallardona D, Badiola JI, Broz J (2005) Efficacy of benzoic acid in the feeding of weaning pigs. *Proceedings of the 56th Annual Meeting of EAAP, Sweden.*

Windisch WM, Gotterbarm GG, Roth FX (2001) Effect of potassium diformate in combination with different amounts and sources of excessive dietary copper on production performance in weaning piglets. *Archives of Animal Nutrition* 54, 87-100.

Address of corresponding author:

Prof. Dr. Peter Theobald
Nürtingen-Geislingen University
Neckarsteige 6-10
72622 Nürtingen
E-Mail: peter.theobald@hfwu.de

**„Verluste
vermeiden
und Qualität
sichern!“**



ADDCON's EU-Zulassung für KOFA GRAIN -pH 5- als Konservierungsstoff für Feuchtgetreide ist erneut bestätigt und um den Bereich „Futter“ erweitert worden.

Profis vertrauen seit Jahren auf KOFA GRAIN -pH 5-. Die patentierte Formel schützt vor Verlusten durch Schadorganismen und sichert gleichzeitig die Qualität von Getreide und Futter. KOFA GRAIN -pH 5- ist sicher in der Anwendung und effektiv in der Wirkung.

ADDCON EUROPE GmbH

Kaiserstraße 1a • 53113 Bonn • Deutschland

Tel./Phone: +49-228-91910-0; Fax: +49-228-91910-60

E-Mail: info@addcon.com

Vergleichende Untersuchungen zum Einsatz verschiedener Probiotika der Gattung *Bacillus* spp. in der Fütterung von Absetzferkeln

Detlef Kampf¹, Toon Elsen², Luc Martens², Joni De Sutter³, Noriko Nakamura⁴, Dirk Fremaut⁵

¹ Orffa Additives, Werkendam, Niederlande

² PVL Bocholt, Bocholt, Belgien

³ Orffa Additives, Bornem, Belgien

⁴ Calpis, Paris, Frankreich

⁵ University College, Ghent, Belgien

Einleitung

Therapeutische Antibiotika werden üblicherweise zur Prävention und Behandlung von Krankheiten eingesetzt, daraus resultierend aber auch zur Steigerung von Tageszunahmen und Futterverwertung genutzt (Barton 2000). Trotz positiver Wirkungen öffnen die jüngsten Bedenken zu Arzneimittelrückständen in Lebensmitteln und die mögliche Übertragung von Antibiotikaresistenzen gegenüber menschlichen Krankheitserregern Diskussionen zu alternativen Lösungen wie zum Beispiel Probiotika. Probiotika sind lebende Kulturen unschädlicher Bakterien oder Hefen, die die Darmflora zugunsten des Wirtstieres ausbalancieren können (Fuller 1989). Leider sind die meisten bekannten Probiotika nicht in der Lage, eingesetzte Technologien der Futterherstellung, wie Wärmebehandlung, zu überleben. Eine Möglichkeit, diese Probleme zu überwinden, ist die Verwendung von sporenbildenden Probiotika, insbesondere der Gattung *Bacillus*.

Der Wirkungsamkeit von *Bacillus* spp. im Ferkelfutter liegen mehrere Mechanismen zu Grunde, die zur Erklärung verbesserter Produktionsparameter herangezogen werden können. Im Verdauungstrakt konsumieren *Bacillus* spp. Sauerstoff und produzieren zusätzlich bestimmte Enzyme wie Subtilisin und Catalase. Dies resultiert in besseren Umweltbedingungen für vorteilhafte Bakterien wie Laktobacillen, die die Darmschleimhaut kolonisieren und die Bindungsstellen für Pathogene blockieren, ein Mechanismus, der als kompetitive Hemmung bezeichnet wird. Daneben produzieren Lactobacilli Milchsäure, die gegen pathogene Keime wie Salmonella, E. coli, Campylobacter und Clostridium wirkt (Hosoi *et al.* 2000). Eine Vielzahl Versuchsergebnisse zeigt infolge der Verfütterung von *Bacillus* spp. die Reduktion dieser pathogenen Keime im Darm (z.B. Maruta *et al.* 1996, Fritts *et al.* 2000, Ragione et Woodward 2003) sowie die Verbesserung der tierischen Leistung (z.B. Kritas *et al.* 2010, Marubashi *et al.* 2012, Medel *et al.* 2009). Die Auswirkungen von Wärmebehandlung in Kombination mit Pelletieren oder Expandieren auf die Überlebensfähigkeit von z.B. *B. subtilis* wurden in der aktuellen Literatur ebenfalls beschrieben (Nollet 2005, Kampf 2012).

Das Ziel der Studie lag in der Untersuchung der Wirksamkeit verschiedener probiotischer Produkte auf Basis von *Bacillus* spp. auf Tageszunahmen, Futteraufnahme, Futterverwertung, Kotkonsistenz und Tiergesundheit von Absetzferkeln. Darüber hinaus wurde ebenfalls die Wirkung der Probiotikazulage auf die mikrobielle Zusammensetzung des Kots geprüft.

Material und Methode

Der Versuch wurde am PVL Bocholt, Belgien, durchgeführt, die Ferkel wurden in drei identischen Aufzuchtträumen mit jeweils 12 Abteilen gehalten. Zur Vermeidung von Kreuzkontaminationen der ähnlichen probiotischen Stämme wurden alle Abteile mit Kunststoffwänden voneinander getrennt. Für den Versuch standen je Abteil 120 Ferkel zur Verfügung (4 Behandlungen x 3 Abteile je Behandlung x 10 Ferkel je Abteil), allerdings konnten im 3. Abteil aufgrund unzureichender Ferkelverfügbarkeit nur 80 Ferkel verwendet werden (4 Behandlungen x 2 Abteile je Behandlung x 10 Ferkel je Abteil), so dass insgesamt 320 Ferkel in die Untersuchung eingeschlossen waren (4 Behandlungen x 8 Abteile je Behandlung x 10 Ferkel je Abteil). Als Genetik wurde Topigs20 x Pietrain mit 50 % weiblichen und 50 % Kastraten genutzt. Die Ferkel sollten in etwa am 28. Lebenstag mit einer mittleren Lebendmasse von 7-8 kg abgesetzt werden, die Versuchsdauer sich ab Absetzdatum über einen Zeitraum von 6 Wochen bis ca. 25 kg Lebendmasse erstrecken. Das Futter wurde während des gesamten Versuches *ad libitum* über einen Fütterungsautomaten je Abteil vorgelegt, die Wasservorlage (ohne Zusätze) erfolgte über Nippeltränke. Folgende Behandlungen wurden getestet: (A) Basaldiät ohne Probiotika, (B) Basaldiät + *Bacillus subtilis* (DSM 5750) und *licheniformis* (DSM 5749) mit einer Dosierung von $12,8 \times 10^5$ KBE/g, (C) Basaldiät + *Bacillus subtilis* C-3102 (DSM 15544) mit 3×10^5 KBE/g und (D) Basaldiät + *Bacillus cereus* var. *toyoi* (NCIMB 40112/CNCM I-1012) mit 10×10^5 KBE/g Futter. Alle Dosierungen entsprachen den Vorgaben zur Mindestdosierung der jeweiligen Hersteller. Während des Versuches wurde zweiphasig gefüttert (Absetzfutter von Tag 1-14 und Starterfutter von Tag 14-42). Die Futter basierten auf Gerste/Weizen/Soja mit kommerziellem Energieniveau, die Zusammensetzung war in allen Versuchsvarianten identisch (kein Zusatz weiterer Zusatzstoffe), lediglich die Verwendung des probiotischen Zusatzstoffes variierte. Details der Mischungen sind Tabelle 1 zu entnehmen. Die Futtervorlage erfolgte pelletiert (4,8 mm), um somit die Beständigkeit der Produkte auch unter Hitzeinfluss zu prüfen. Die Hitzestabilität wurde für alle getesteten Produkte mittels Analyse bestätigt.

Tabelle 1: Futterzusammensetzung / Inhaltsstoffe der Absetz- und Starterfutter

Zusammensetzung (%)	Absetzfutter	Starterfutter
Gerste	35	35
Weizen	18,49	20,354
Mais	5,5	6
Maisflocken, gequetscht	5	-
Weizenkleie	-	7,5
Vollfettsojabohnen, getoastet	17	20
Sojaextraktionsschrot, 49/3,5	5	2,3
Zuckerrübenschnitzel, Zu < 10	1,5	-
Sauermolkenpulver	5	2,5
Sojaöl	1	-
Lysin-HCl	0,073	0,029
Methionin	0,094	0,061
Tryptophan	0,090	0,074
Threonin	0,076	0,043
Valin	0,177	0,139
Prämix	6	6
Inhaltsstoffe (g/kg)		
Rohprotein	175	177
pcv Lys	11,0	10,6
pcv Met+Cys	6,5	6,2
pcv Thr	6,9	6,6
pcv Trp	2,4	2,3
NE (Netto Energie; MJ/kg)	10,05	9,71

Alle Ferkel wurden zu Versuchsbeginn, nach 14tägiger (Ende Absetzphase) und nach 42tägiger Versuchsdauer (Versuchsende) individuell gewogen, die Futtermittelaufnahme wurde abteilweise an Tag 14 und 42 erfasst (Futterreste wurden an diesen Tagen zurückgewogen). Die Kotkonsistenz wurde während der Absetzphase täglich und während der Starterphase einmal wöchentlich aufgezeichnet, dabei wurde folgende Bewertungsskala verwendet:

- 0= Durchfall bei fast allen Tieren mit genereller Medikation
- 1= Durchfall bei einigen Tieren
- 2= weicher Kot
- 3= normaler Kot
- 4= fester Kot
- 5= sehr fester Kot

Die Analyse des Kotes hinsichtlich der entsprechenden Keimzahlen der getesteten Probiotikastämme wurde zu Versuchsende als gepoolte Probe aus mindestens 2-3 frischen Abkötungen von 2-3 Ferkeln je Abteil durchgeführt. Alle erhobenen Daten wurden mittels Varianzanalyse der GLM Prozedur von SAS verrechnet.

Ergebnisse und Diskussion

Während des Versuches waren keinerlei medizinische Behandlungen erforderlich, die Mortalität lag auf vergleichbarem Niveau (2-4 je Behandlung) zwischen den 4 Versuchsgruppen.

Die Lebendmasseentwicklung während der einzelnen Versuchsdurchgänge zeigt Tabelle 2. Zu Versuchsbeginn variierten die Lebendmassen zwar zwischen den Durchgängen, allerdings nicht zwischen den einzelnen Versuchsgruppen innerhalb eines Durchganges. Aufgrund der nicht homogen verteilten Ferkel über die einzelnen Durchgänge wurden die Faktoren Probiotika, Geschlecht, Versuchsdurchgang und Lebendmasse zu Versuchsbeginn auf einen möglichen Effekt auf die realisierte Lebendmasseentwicklung geprüft. Tabelle 3 weist auf die signifikante Beeinflussung der durchschnittlichen Lebendmasse durch Versuchsdurchgang und Anfangslebendmasse hin. Aus diesem Grund wurden alle erhobenen Parameter auf signifikante Effekte durch die einzelnen Faktoren mittels Least Square Test korrigiert.

Tabelle 2: Einfluss verschiedener *Bacillus* spp. Probiotika auf durchschnittliche Lebendmasse von Absetzferkeln in den einzelnen Versuchsdurchgängen (kg; Mittel \pm Standardabweichung)

	Kontrolle		<i>B. subtilis</i> + <i>lchn.</i>		<i>B. subtilis</i>		<i>B. cereus</i>	
	Mittel	\pm s	Mittel	\pm s	Mittel	\pm s	Mittel	\pm s
Durchgang 1								
LM1	5,89	0,99	5,85	1,11	5,89	0,98	5,90	1,09
LM14	7,67	1,14	7,49	1,32	7,61	1,10	7,86	1,32
LM42	19,98	3,05	20,16	2,95	21,09	3,13	20,84	3,34
Durchgang 2								
LM1	6,85	0,90	6,92	0,95	6,89	0,91	6,96	0,95
LM14	9,45	1,34	9,72	1,37	9,55	1,35	9,87	1,52
LM42	21,60	3,24	22,21	2,27	22,31	3,38	22,34	3,29
Durchgang 3								
LM1	7,72	1,20	7,40	1,07	7,67	1,28	7,37	1,05
LM14	8,88	1,38	8,96	1,59	8,76	1,62	8,64	1,85
LM42	20,49	3,44	19,71	1,64	20,27	3,06	20,72	2,49

LM1 = durchschnittliche Lebendmasse zu Versuchsbeginn, LM14 = durchschnittliche Lebendmasse am 14. Versuchstag, LM42 = durchschnittliche Lebendmasse am 42. Versuchstag

Tabelle 3: Ergebnisse der Varianzanalyse für den Parameter Lebendmasse

	P-Model	R ² (%)	Probiotika	Geschlecht	Durchgang	Anfangslebendmasse
LM1	-	-	-	-	-	-
LM14	0,0001	68,1	0,4058	0,0828	0,0001	0,0001
LM42	0,0001	42,9	0,1248	0,8946	0,0001	0,0001

LM1 = durchschnittliche Lebendmasse zu Versuchsbeginn, LM14 = durchschnittliche Lebendmasse am 14. Versuchstag, LM42 = durchschnittliche Lebendmasse am 42. Versuchstag

Tabelle 4 sowie Abbildung 1 zeigen die korrigierten Ergebnisse der zootechnischen Parameter. Nach 14 Versuchstagen konnten keinerlei Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchsgruppen hinsichtlich der Entwicklung der Lebendmasse festgestellt werden, allerdings zeigte sich über den gesamten Versuchszeitraum ein in der Tendenz positiver Einfluss durch *B. cereus* gegenüber der Kontrollgruppe ($P < 0,10$), *B. subtilis* deutete zumindest eine numerische Verbesserung gegenüber der Kontrolle an ($P > 0,10$), wohingegen *B. subtilis+licheniformis* keinerlei Beeinflussung der Lebendmasse zeigte. Zwischen den drei getesteten Probiotika traten keinerlei signifikante Unterschiede auf. Gleiche Ergebnisse konnten für die Tageszunahmen festgestellt werden. Für das generell niedrige Leistungsniveau im Versuch kann hier keine Erklärung gegeben werden, da dies auch im Widerspruch zu den üblichen Ergebnissen sowie den sanitären Bedingungen der Versuchseinrichtung steht. Bezüglich Futteraufnahme und Futterverwertung konnte keine Beeinflussung durch die verschiedenen Probiotika gemessen werden. Allerdings wurde festgestellt, dass alle Probiotika numerisch zu einer besseren Futterverwertung tendierten. Zum Beispiel wurde während der ersten 14 Versuchstage durch die Verabreichung von *B. cereus* die stärkste Verbesserung gemessen, wohingegen im zweiten Aufzuchtabschnitt vom 14. bis 42. Versuchstag sowie für die gesamte Versuchsperiode dies bei Verwendung von *B. subtilis* festgestellt werden konnte (0.06 Pkt. resp.).

Tabelle 4: Einfluss verschiedener *Bacillus spp.* Probiotika auf korrigierte mittlere Lebendmasse, Lebendmassezunahme, Futteraufnahme, Futterverwertung und Kotbeschaffenheit von Absetzferkeln (Least square mean \pm standard error mean)

		Kontrolle	<i>B. subtilis + lichen.</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>B. cereus</i>	SEM	P=
LM1	kg	6,67	6,67	6,67	6,67	0,00	0,987
LM14	kg	8,53	8,65	8,51	8,74	0,11	0,152
LM42	kg	20,51^A	20,68 ^{AB}	21,17 ^{AB}	21,23^B	0,29	0,077
LMZ1-14	g/Tag	133	140	131	148	8	0,146
LMZ14-42	g/Tag	425^A	428^A	451^B	442 ^{AB}	9	0,052
LMZ1-42	g/Tag	329^A	333 ^{AB}	345^B	347^B	6	0,059
FA1-14	g/Tag	214^B	204^A	206 ^{AB}	212 ^{AB}	4	0,078
FA14-42	g/Tag	568	565	572	583	8	0,119
FA1-42	g/Tag	450	445	450	459	6	0,101
FVW1-14	kg/kg	1,70	1,52	1,69	1,51	0,12	0,247
FVW14-42	kg/kg	1,33	1,32	1,27	1,32	0,03	0,109
FVW1-42	kg/kg	1,36^B	1,33 ^{AB}	1,30^A	1,32 ^{AB}	0,02	0,079
KS1-14	-	3,06^B	2,95^A	3,02 ^{AB}	2,97 ^{AB}	0,04	0,041
KS14-42	-	3,01	3,00	3,01	3,04	0,03	0,387
KS1-42	-	3,04^B	2,96^A	3,02 ^{AB}	2,99 ^{AB}	0,03	0,059

^{A,B}: unterschiedliche Hochbuchstaben in einer Reihe zeigen signifikante Unterschiede ($P < 0,10$)

LM (Lebendmasse): LM1 = Versuchsbeginn, LM14 = 14. Versuchstag, LM42 = 42. Versuchstag/Versuchsende
LMZ (Lebendmassezunahme), FA (Futteraufnahme), FVW (Futterverwertung), KS (Kot Score): 1-14 = Versuchsbeginn bis 14. Versuchstag, resp.; 14-42 = 14. Versuchstag bis Versuchsende, resp.; 1-42 = Versuchsbeginn bis Versuchsende, resp.

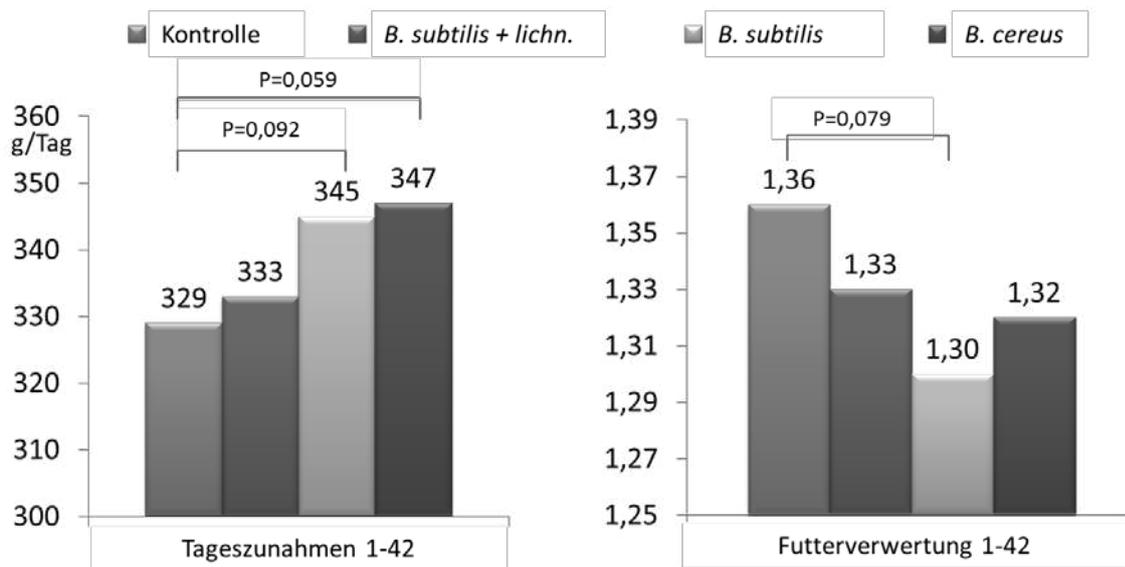


Tabelle 4: Einfluss verschiedener *Bacillus* spp. Probiotika auf korrigierte mittlere Lebendmassezunahme und Futterverwertung von Absetzferkeln (Least square means)

Die Kotbeschaffenheit bescheinigte eine normale Konsistenz als Zeichen für gute sanitäre Bedingungen während des Versuchszeitraumes. Trotzdem wurden signifikante Differenzen zwischen Kontrolle und *B. subtilis+lichniniformis* Behandlung während der ersten 14 Versuchstage sowie des gesamten Versuches gemessen, die absoluten Unterschiede erwiesen sich allerdings als sehr gering (ca. 0,1 Einheiten). Die mikrobiologischen Kotanalysen bescheinigten die korrekte Einmischung aller Probiotika sowie das Nichtauftreten von Kreuzkontamination zwischen den einzelnen Versuchsgruppen.

Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Keime der Gattung *Bacillus* zeigten bereits in einer Vielzahl von Studien herausragende Wirksamkeiten hinsichtlich der Reduzierung des pathogenen Keimdrucks im Darm von Absetzferkeln. Diese sporenbildenden Probiotika sind in der Lage, die Hitzeeinwirkung während der Futterherstellung (z.B. beim Pelletieren oder Expandieren) unbeschädigt zu überstehen, außerdem sind sie verträglich mit anderen Futterzusätzen wie organischen Säuren, therapeutischen Antibiotika, die ebenfalls in der Ferkelfütterung zum Einsatz kommen.

Im vorliegenden Versuch wurde der Einfluss verschiedener probiotischer *Bacillus* spp. Produkte auf die Wachstumsleistung von Absetzferkeln untersucht. Über die gesamte Versuchsdauer zeigte sich infolge der Verabreichung der Probiotika tendenziell Tageszunahme und Futterverwertung verbessert. Die deutlichste und auch signifikante Beeinflussung von Lebendmasse und Tageszunahme wurden beim Einsatz von *Bacillus cereus* und *Bacillus subtilis* festgestellt. *Bacillus subtilis* zeigte den klarsten Einfluss auf die Futterverwertung. Die Kotbeschaffenheit war durch die Zulage der Probiotika in diesem Versuch nicht beeinflusst und die quantitative Bestimmung der untersuchten probiotischen Stämme spiegelte die korrekte Einmischung der einzelnen Produkte wider.

Aus den gewonnenen Ergebnissen kann geschlossen werden, dass Probiotika der Gattung *Bacillus* in der Lage sind, die zootecnischen Leistungsparameter von Absetzferkeln zu verbessern. Die zum Teil signifikanten Unterschiede im Vergleich zu den Kontrolltieren (ohne Probiotika) demonstrieren dies, die drei getesteten Stämme unterschieden sich in ihrer Wirksamkeit hierbei nicht signifikant. Um eine bessere Reaktion der Tiere auf die Verabreichung von Probiotika erwarten zu können, müssen die eine bedeutende Rolle spielenden Umweltbedingungen, unter denen der Versuch abläuft, stärker

berücksichtigt werden. Es kann davon ausgegangen werden, dass unter stark herausfordernden Bedingungen, deutlichere Effekte zu erwarten sind.

Literatur

- Barton M.D. (2000): Antibiotic use in animal feed and its impact on human health. *Nutrition Research Reviews*, **13**, 279-299.
- Fritts, C., Kersey, J., Motl, M., Kroger, E. Yan, F., Jiang, J., Campos, M., Waldroup, L., Waldroup P. (2000): *Bacillus subtilis* C-3102 (Calsporin) improves live performance and microbial status of broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, **9**, 149-155.
- Fuller, R. (1989): Probiotics in man and animals. *Journal of Applied Bacteriology*, **66**, 365-368.
- Hosoi, T., Ametani, A., Kiuchi, K., Kaminogawa, S. (2000): Improved growth and viability of lactobacilli in the presence of *Bacillus subtilis* (natto), catalase or subtilisin. *Canadian Journal of Microbiology*, **46**, 892-897.
- Kampf, D. (2012): Mode of action of *Bacillus subtilis* and efficiency in piglet feeding. *Feed Compounder*. (2), 30-31.
- Kritas, S.K., Petridou, E., Valergakis, G., Fortomaris, P., McCartney, E., Marubashi, T. (2010): Efficacy of the thermo-tolerant probiotic, containing *Bacillus subtilis* spores, in weaned pigs. *Proceedings of the 21st IPVS Congress*, Vancouver, Canada, July 18-21, 1020
- Medel, P., Esteve-García, E., Kritas, S., Bontempo, V., Marubashi, T., McCartney, E., Sánchez, J. (2009): Efficacy of a probiotic (*Bacillus subtilis* C-3102) in weaned piglets. *Proceedings of the 60th Annual Meeting of the EAAP*, Barcelona, Spain, August 24-27, Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 515.
- Marubashi, T., Gracia, M.I., Vilà, B., Bontempo, V., Kritas, S.K., Piskoriková, M. (2012): The efficacy of the probiotic feed additive Calsporin® (*Bacillus subtilis* C-3102) in weaned piglets: combined analysis of four different studies. *Journal of Applied Animal Nutrition*, **1** (2), 1-5.
- Maruta, K., Miyazaki, H., Masuda, S., Takahashi, M., Marubashi, T., Tadano, Y., Takashi, H. (1996): Exclusion of intestinal pathogens by continuous feeding with *Bacillus subtilis* C-3102 and its influence on the intestinal microflora in broilers. *Animal Feed Science and Technology*, **67** (3), 273-280.
- Nollet, L. (2005): Stability of Calsporin® during pelleting of broiler feeds at 70, 80 or 90°C. CLO-INVE, Dendermonde, Belgium. Study code: PelInveCal0204/Broiler feeds.
- Ragione, R., Woodward, M. (2003): Competitive exclusion by *Bacillus subtilis* spores of *Salmonella enterica* serotype enteritidis and *Clostridium perfringens* in young chickens. *Veterinary Microbiology*, **94**, 245-256.

Anschrift des Authors:

Dr. Detlef Kampf
Orffa Additives B.V.
Vierlinghstraat 51
4251 LC Werkendam
Niederlande
Email: kampf@orffa.com



Erhältlich als
Kupfer >54%
und Zink >55%

IntelliBond[®], Hydroxyspurenelemente

... die neue Generation in der Spurenelementversorgung

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

 IntelliBond[®] C

 IntelliBond[®] Z

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


ORFFA

Your Key to a world of ingredients...

***Myo*-inositol and possible extra-phosphoric effects of a bacterial phytase in monogastrics**

Patrick Guggenbuhl, Raffaella Aureli, Fidelis Fru

DSM Nutritional Products SA, Research Center of Animal Nutrition and Health,
Village-Neuf, France

Introduction

The inability of monogastric farm animals to efficiently utilize the vegetable organic phytate P can be compensated with the addition of inorganic phosphates to the diets in order to meet their P requirement or to supplement the diets with exogenous phytase to make organic P available (Aureli et al., 2011; Guggenbuhl et al., 2012b). Marketed early in the 1990s phytase is nowadays the most worldwide used feed enzyme in animal nutrition and its mode of action is well known. The substrate of phytase, phytic acid, is considered as an anti-nutritional compound due to its ability to complex other minerals and proteins (Reddy et al., 1982). The first action of phytase is to improve the organic P utilization by improving P digestibility and absorption and by reducing P excretion (Guggenbuhl et al. 2012a; Torrallardona et al., 2012). The action of phytase on phytic acid will reduce its ability to complex other molecules. A consequence of that is that phytase influences the digestibility of other minerals, increases amino acid, protein and energy digestibility and improves bone strength (Guggenbuhl and Simões Nunes, 2007; Guggenbuhl et al., 2012c). As result of, an enhancement of performance is generally observed and this beyond that which may be estimated based on nutrient release values *per se* (Cowieson et al. 2011). Kemme et al. (2006) have demonstrated in pigs that microbial phytase supplementation stepwise hydrolyses phytate by liberating inorganic P into lower phytate esters in the stomach. With the help of endogenous intestinal phosphatases, further degradation could occur leading to the formation of well soluble tri-, di- and mono-P phytate esters and *myo*-inositol. These molecules have physiological effects and *myo*-inositol in particular has been recognised to have insulin mimetic effects (Dang et al. 2010; Yamashita et al. 2013). Several studies in broiler chicks have shown that dietary *myo*-inositol supplementation improved performance (Cowieson et al. 2013; Zyla et al. 2013). The purpose of the present study was to find out if in the presence of phytase, *myo*-inositol was produced *in vivo* in a sufficient manner to have relevant effects in piglets and broilers.

Material and Methods

Animal trials were performed in the facilities of the Research Centre of Animal Nutrition of DSM Nutritional Products, France, and approved by DSM Animal Ethics Committee according to the French legal regulations on experiments with live animals. Animals were fed *ad libitum* a corn-soybean meal based granulated diet supplemented with graded amounts of the microbial phytase RONOZYME® HiPhos (DSM Nutritional Products Ltd, Switzerland) during 30 days in environmentally controlled rooms. A total of 84 28-d old weaned piglets (Large white x Redon), 14 per treatment were fed the basal diet without mineral P addition (Control(-)) or supplemented with the recommended P requirements (Control(+)) or with phytase at 1000, 2000, 3000 or 4000 FYT/kg feed. Similarly 48 90-d old growing pigs (Large white x Redon), 8 per treatment were fed the basal diet without mineral P addition (Control(-)) or supplemented with phytase at 125, 250, 500, 1000 or 2000 FYT/kg feed. A total of 160 1-d old broilers (Ross PM3), 40 per treatment were fed the basal diet supplemented with

the recommended P requirements (Control(+)) or with 40 % of the mineral P requirements (Control(-)) or with phytase at 1000 or 3000 FYT/kg feed. Growth performance was recorded to assess the proper conduct of the experiments. At the end of the feeding period blood samples were taken by jugular vein puncture, centrifuged and plasma was recovered. Plasma *myo*-inositol samples were prepared as described by Frieler et al., 2009 and analysed by UPLC/MS according to the method of Leung et al., 2011. Statistical analyses were performed using the StatGraphics Centurion XVI statistical software package (Manugistics, Rockville, MD). Animals were the experimental unit. One-factorial ANOVA and Student-Newman-Keuls test was used to assess differences among means in treatment groups which were reported as significant at $p < 0.05$.

Results

The plasma *myo*-inositol concentrations are presented in Figure 1 for piglets (A), pigs (B) and broilers (C). All animals grew normally during the experimental period. In all trials the *myo*-inositol concentrations were similar ($p > 0.05$) in the Control(-) and Control(+) groups. The concentration was also the same in the control groups in piglets and swine (by mean: 6.38 mg/L) but was 6.5 times higher in broilers (by mean: 41.4 mg/L). In comparison to the Control(-) group, the plasma *myo*-inositol concentrations were increased ($p < 0.05$) in piglets when phytase was added to the diet by 36.6, 37.9, 42.4 and 46.7 % with the supplementations of 1000, 2000, 3000 and 4000 FYT/kg feed, respectively. In pigs the *myo*-inositol concentrations were increased ($p < 0.05$) for the phytase inclusions of 1000 and 2000 FYT/kg feed by 38.2 and 45.9 %, respectively. Comparatively to the Control(-) broiler group, the increases ($p < 0.05$) were 18.7 and 40.0 % in the birds fed the diet with phytase at 1000 and 3000 FYT/kg feed, respectively. In all 3 trials, phytase induced a dose-dependent increase of the plasma *myo*-inositol concentrations.

Discussion

The present 3 trials have clearly demonstrated that dietary phytase supplementation increased plasma *myo*-inositol concentrations in swine and poultry. These observations confirmed that phytic acid has been hydrolysed *in vivo* until its end product, *myo*-inositol and that plasma *myo*-inositol is a good marker to check phytase efficiency. However, there is only little or no information where *myo*-inositol was produced, in the luminal side of the small intestine, in the epithelial cells, in the liver or in the blood and if this was the fact of phytase alone or was due to a dual action of phytase and endogenous phosphatases. Nevertheless, the plasma *myo*-inositol increases were as such as they cannot be without effects in animals. This is supported by the fact that *myo*-inositol has among other effects, insulin mimetic effects and so may regulate glucose transport, gluconeogenesis and protein deposition (Dang et al. 2010; Yamashita et al. 2013). These observations gave no doubt that phytase is generating extra-phosphoric effects by the mean of *myo*-inositol which will impact on the physiology and metabolism, growth, health and welfare in farm animals.

Conclusion

These observations suggest now to find markers which could demonstrate the involvement of *myo*-inositol in protein synthesis and growth performance. These extra-phosphoric effects of phytase give a second life to this enzyme and represent new arguments to support its use.

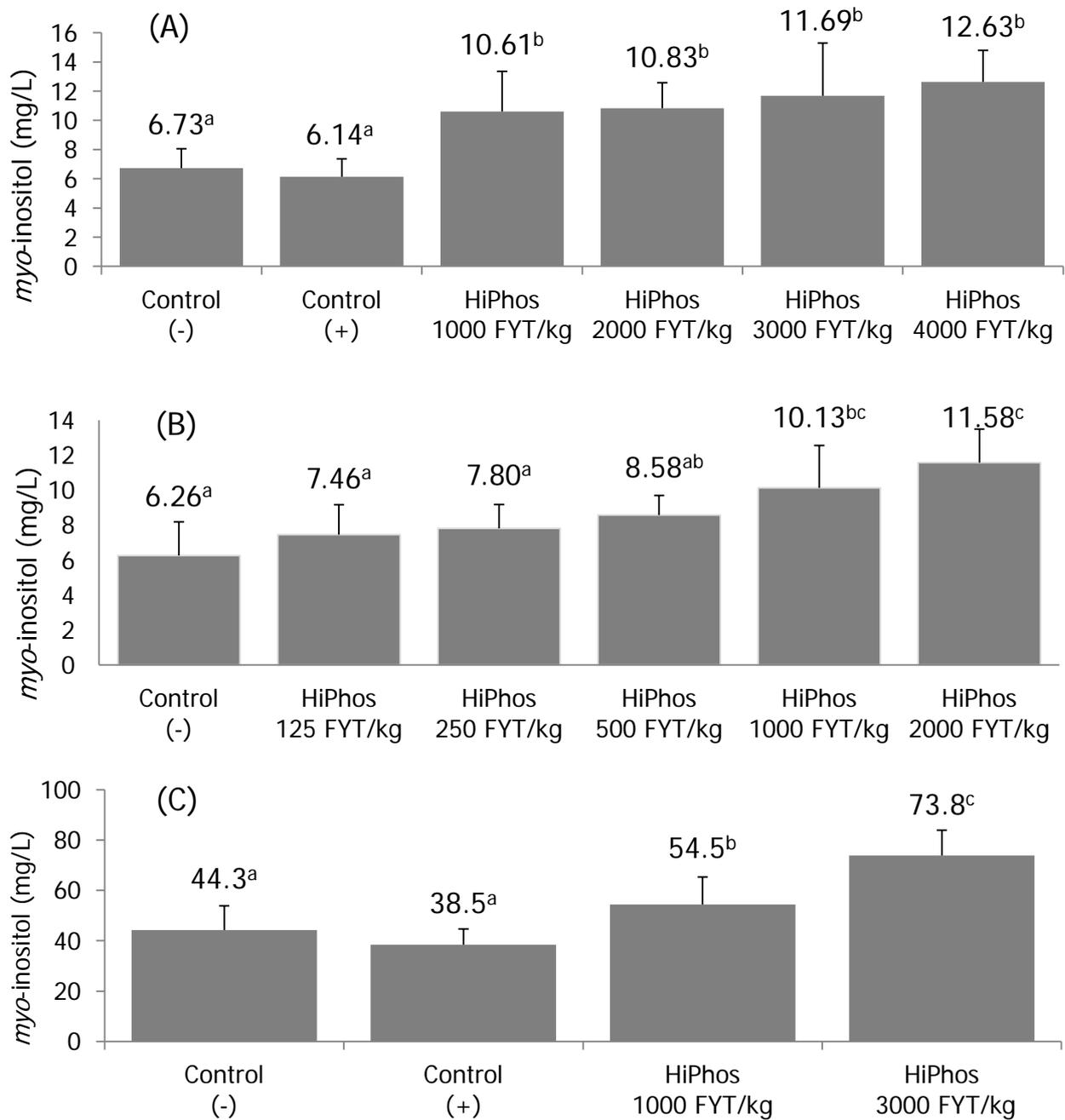
Literature

- Aureli, R.; Umar Faruk, M.; Cechova, I.; Pedersen, P.B.; Elvig-Joergensen, S.G.; Fru, F.; Broz, J., 2011: The Efficacy of a Novel Microbial 6-Phytase Expressed in *Aspergillus oryzae* on the Performance and Phosphorus Utilization in Broiler Chickens. *International Journal of Poultry Science* **10**, 160-168.
- Cowieson, A. J.; Ptak, A.; Mackowiak, P.; Sassek, M.; Pruszyńska-Oszmalek, E.; Zyla, K.; Swiatkiewicz, S.; Kaczmarek, S.; Jozefiak, D., 2013: The effect of microbial phytase and myo-inositol on performance and blood biochemistry of broiler chickens fed wheat/corn-based diets. *Poultry Science* **92**, 2124-2134.
- Cowieson, A. J.; Wilcock, P.; Bedford, M.R., 2011: Super-dosing effects of phytase in poultry and other monogastrics. *Worlds Poultry Science Journal* **67**, 225-235.
- Dang, N.T.; Mukai, R.; Yoshida, K-I.; Ashida, H., 2010: D-pinitol and myo-inositol stimulate translocation of glucose transporter 4 in skeletal muscle of 5 C57BL/6 mice. *Bioscience Biotechnology Biochemistry* **74**, 1062–1067.
- Frieler, R.A.; Mitteness, D.J.; Golovko, M.Y.; Giengler, H.M.; Rosenberger, T.A., 2009: Quantitative determination of free glycerol and myo-inositol from plasma and tissue by high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography B* **877**, 3667-3672.
- Guggenbuhl, P.; Simões Nunes, C., 2007: Effects of two phytases on the ileal apparent digestibility of minerals and amino acids in ileo-rectal anastomosed pigs fed on a maize-rape seed meal diet. *Livestock Science* **109**, 261-263.
- Guggenbuhl, P.; Torrallardona, D.; Cechova, I.; Simões Nunes, C.; Waché, Y.; Fru, F.; Broz, J., 2012a: The Efficacy of a Novel Microbial 6-phytase Expressed in *Aspergillus Oryzae* on the Performance and Phosphorus Utilization in Swine. *Journal of Animal Science Advances* **2**, 438-452.
- Guggenbuhl, P.; Waché, Y.; Simoes Nunes; C., Fru, F., 2012b: Comparative effects of three phytases on the phosphorus and calcium use in the weaned piglet. *Journal of Animal Science* **90**, 95-97.
- Guggenbuhl, P.; Waché, Y.; Simoes Nunes; C., Fru, F., 2012c: Effects of a 6-phytase on the apparent ileal digestibility of minerals and amino acids in ileorectal anastomosed pigs fed on a corn-soybean meal-barley diet. *Journal of Animal Science* **90**, 182-184.
- Kemme, P.A.; Schlemmer, U.; Mroz, Z.; Jongbloed, A.W., 2006: Monitoring the stepwise phytate degradation in the upper gastrointestinal tract of pigs. *Science Food and Agriculture* **86**, 612-622.
- Leung, K. Y.; Mills, K.; Burren, K.A.; Copp, A.J.; Greene, N.D., 2011: Quantitative analysis of myo-inositol in urine, blood and nutritional supplements by high-performance liquid chromatography tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography B* **879**, 2759-2763.
- Reddy, N.R.; Sathe, S.K.; Salunkhe, D.K., 1982: Phytases in legumes and cereals. *Advances in Food Research* **28**, 1-92.
- Torrallardona, D.; Salvado, R.; Broz, J., 2012: The supplementation of low-P diets with microbial 6-phytase expressed in *Aspergillus oryzae* increases P and Ca digestibility in growing pigs. *Journal of Animal Science* **90**, 77-79.
- Yamashita, Y.; Yamaoka, M.; Hasunuma, T.; Ashida, H.; Yoshida, K-I., 2013: Detection of orally administered inositol stereoisomers in mouse blood plasma and their effects on translocation of glucose transporter 4 in skeletal muscle cells. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* **61**, 4850–4854.
- Zyla, K.; Grabacka, M.; Pierzchalska, M.; Dulinski, R.; Starzynska-Janiszewska, A., 2013: Effect of inositol and phytases on hematological indices and alpha-1 acid glycoprotein levels in laying hens fed phosphorus-deficient corn-soybean meal-based diets. *Poultry Science* **92**, 199-204.

Corresponding author

Patrick Guggenbuhl
DSM Nutritional Products France SA
Research Centre of Animal Nutrition and Health
PO Box 170
68305 Saint-Louis Cedex, France
Tel: +33389696607
Fax: +33389696605
E-mail: patrick.guggenbuhl@dsm.com

Figure 1: Plasma *myo*-inositol concentrations in weaned piglets (A), growing pigs (B) and broilers (C) fed a diet supplemented with graded amounts of phytase.



^{a,b,c} within bargraphs mean values with different superscripts were significantly different ($p < 0.05$)



©

RONOZYME® HiPhos – für beste Leistung



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

Follow us on twitter @DSMFeedTweet

HEALTH • NUTRITION • MATERIALS

Seit über 20 Jahren entwickelt DSM in Zusammenarbeit mit Novozymes Phytasen für die Tierernährung.

RONOZYME® HiPhos ist eine kostengünstige Alternative zu den anorganischen Futterphosphaten. RONOZYME® HiPhos gewährleistet die leistungsgerechte Versorgung von Schweinen und Geflügel und sorgt für eine nachhaltige und Ressourcen schonende Landwirtschaft.

Positiver Einfluss eines phytogenen Zusatzstoffes auf Leistungsparameter von Broйлern

Monika Korzekwa, Edi Vianello, Ina Lowin, Bernhard Eckel

Dr. Eckel GmbH, Niederzissen

Einleitung

Im Rahmen einer nachhaltigen und effizienten Tierproduktion werden auch die phytogenen Zusatzstoffe immer interessanter für die Futtermittelwirtschaft. Pflanzenextrakte, Kräuter und Gewürze sind bekannt für ihre pharmakologischen Eigenschaften. Sie können unter anderem den Geschmack von Lebens- und Futtermitteln verbessern, die Sekretion von Verdauungssäften anregen und den Immunstatus beeinflussen. Eine Vielzahl von Versuchen hat außerdem antibakterielle, antioxidative und entzündungshemmende Eigenschaften von sekundären Pflanzeninhaltsstoffen bewiesen (HAMMER et al. 1999, NARAYANA et al. 2001, GESSNER et al. 2011). Der antimikrobielle Effekt ätherischer Öle wird ihrem lipophilen Charakter zugeschrieben. Das bedeutet, dass sie das Wachstum pathogener Keime dadurch hemmen können, dass sie entweder in die Zelle eindringen oder die Zellmembran zerstören. Da Infektionskrankheiten wie Salmonellen oder Nekrotische Enteritis zu den Hauptproblemen in der Geflügelproduktion gehören, sind diese Eigenschaften von besonderer Relevanz. Des Weiteren können phytogene Additive einen Einfluss auf verschiedene Leistungsparameter nehmen, wie z.B. Futtermittelverwertung, Tageszunahmen aber auch auf den Feuchtegehalt der Einstreu. Alle kommerziell erhältlichen phytogenen Zusatzstoffe unterscheiden sich in ihrer Zusammensetzung und somit auch im Wirkspektrum und in ihrer Wirksamkeit. Im folgenden Fütterungsversuch wurde der Einfluss von zwei kommerziellen Zusatzstoffen im Vergleich zur Negativkontrolle (ohne Zusatz) auf verschiedene Leistungsparameter in einer 40-tägigen Broйлermast untersucht.

Material und Methoden

Für den Fütterungsversuch wurden insgesamt 960 Broйлerküken (wie geschlüpft, Ross 308) auf drei Gruppen in je acht Buchten aufgeteilt (insgesamt 24 Buchten mit je 40 Tieren). Jede Bucht hatte eine Fläche von 2,45m² und war mit Holzspänen eingestreut. Alle Tiere erhielten bis Tag 11 ein Starterfutter, von Tag 12 bis 32 ein Mastfutter und anschließend bis Tag 40 ein Endmastfutter (Tabelle 1). Die Ration basierte auf Weizen, Soja und Mais. Im Starter- und Mastfutter wurde ein Kokzidiostatikum eingesetzt.

Zusätzlich zu einer Negativkontrolle (Grundfutter, ohne phytogenes Additiv) wurden zwei kommerzielle phytogene Zusatzstoffe in ihren empfohlenen Dosierungen dem Futter zugesetzt. Anta®Phyt (Dr. Eckel GmbH, Niederzissen) wurde mit 400 g/t im Starter-, 300 g/t im Mast- und 200 g/t im Endmastfutter eingesetzt. Als Positivkontrolle diente das zweite kommerzielle Produkt, welches mit einer Dosierung von 150 g/t in allen drei Fütterungsphasen zum Einsatz kam.

An Tag 0, Tag 11, Tag 32 und Tag 40 wurde das Lebendgewicht (pro Bucht, keine Einzeltiergewichte) gemessen. Futtermittelverbrauch wurde an Tag 11, 32 und 40 ermittelt.

Tabelle 4: Futterzusammensetzung in den verschiedenen Fütterungsphasen

	Starterfutter Tag 1-11	Mastfutter Tag 12-32	Endmastfutter Tag 33-40
Rohprotein (%)	21,5	20,0	19,5
Rohfett (%)	6,5	8,5	9,0
Rohasche (%)	5,5	4,5	4,0
Rohfaser (%)	3,0	2,5	2,5
Lysin (%)	1,36	1,22	1,16
Methionin (%)	0,65	0,56	0,56
Calcium (%)	0,85	0,70	0,65
Phosphor (%)	0,59	0,48	0,41
Natrium (%)	0,15	0,15	0,15

Ergebnisse & Diskussion

In Tabelle 2 sind die Leistungsergebnisse dargestellt. Die Tiere in der Anta®Phyt-Gruppe zeigten ein nominal erhöhtes Endgewicht verglichen mit der Negativkontrolle (-1,7%) und der Positivkontrolle (2,2%). Die Futteraufnahme war in der Positivkontrolle am geringsten und in der Negativkontrolle am höchsten. Signifikante Unterschiede konnten in der Futterverwertung ermittelt werden. Dabei hatten die Anta®Phyt-gefütterten Tiere eine um 3,1% effizientere Futterverwertung verglichen mit der Negativkontrolle und um 1,8% verbesserte Futterwertung im Vergleich zur Positivkontrolle. Die Mortalität war mit 9 von 320 Tieren in der Positivkontrolle am höchsten und in der Anta®Phyt-Gruppe mit 7 von 320 Tieren am geringsten. Die Standardabweichungen zeigen, dass die Broiler mit der Anta®Phyt-Zulage über den gesamten Zeitraum, aber speziell ab Tag 12 einheitlicher in Wachstum und Futterverzehr waren. Besonders an den Lebendgewichten, gemessen an Tag 33 und 40, wird deutlich, dass sowohl in der Negativ- als auch in der Positivkontrolle die Standardabweichungen nahezu doppelt so hoch waren wie in der Anta®Phyt-Gruppe. Dies spricht für ungleiche Tierleistungen innerhalb der Gruppen. Die durchschnittlichen Tiergewichte der Buchten in der Anta®Phyt-Gruppe lagen alle bei über 2700g. Die durchschnittlichen Tiergewichte der Buchten in den anderen Fütterungsgruppen variierten zum Teil stark (Abb.1).

Verbesserte Futterverwertung und höheres Wachstum durch den Zusatz von Anta®Phyt im Futter konnte auch bereits in vorherigen Fütterungsversuchen gezeigt werden (BLÄSSE et al. 2012, HOLL et al. 2013).

Betrachtet man die entstandenen Futterkosten je kg Lebendgewicht, waren diese in der Negativkontrolle am höchsten. Die geringsten Futterkosten (0,64 €/kg Lebendgewicht) entstanden in der Anta®Phyt-Gruppe.

Durch die Vielzahl unterschiedlicher phytogener Produkte auf dem Markt, die sich in ihrer Zusammensetzung, Wirkspektrum und Wirksamkeit zum Teil deutlich voneinander unterscheiden, ist die Durchführung von Vergleichsversuchen besonders sinnvoll. Bei diesem Vergleichsversuch zweier kommerziell erhältlichen Produkte sieht man, dass nicht alle phytogenen Produkte die Leistung verbessern. Während Anta®Phyt mit seiner Kombination aus Pflanzenextrakten und präbiotischen Komponenten bessere Leistungsergebnisse erzielte, konnte das zweite phytogene Produkt (Positivkontrolle) das Endgewicht und die Tageszunahmen im Vergleich zur Negativkontrolle nicht verbessern.

Tabelle 5: Leistungsergebnisse aus der Broilermast

	Negativkontrolle	Positivkontrolle	Anta [®] Phyt
<u>Lebendgewicht (g)</u>			
Tag 0	46,4 ± 0,67	46,9 ± 0,53	46,7 ± 0,69
Tag 11	328,0 ± 7,24	352,0 ± 5,64	325,0 ± 7,69
Tag 33	1931,0 ± 53,57	1928,0 ± 61,27	1979,0 ± 30,58
Tag 40	2699,3 ± 70,9	2683,5 ± 64,5	2744,6 ± 24,9
<u>Futteraufnahme (g/Tag)</u>			
Tag 0-11	31,5 ± 1,06	31,5 ± 1,80	31,8 ± 1,5
Tag 12-32	116,2 ± 4,04	114,4 ± 2,78	113,6 ± 1,8
Tag 33-40	191,0 ± 6,93	188,5 ± 11,72	189,8 ± 2,01
Tag 0-40	107,8 ± 3,5	105,8 ± 2,5	106,3 ± 1,23
<u>Tageszunahmen (g/Tag)</u>			
Tag 0-11	25,6 ± 0,56	25,3 ± 0,53	25,3 ± 0,69
Tag 12-32	76,4 ± 2,45	76,3 ± 2,80	78,8 ± 1,44
Tag 33-40	96,0 ± 3,5	94,4 ± 5,2	95,7 ± 2,2
Tag 0-40	66,3 ± 1,8	65,9 ± 1,6	67,4 ± 0,6
<u>Futterverwertung (g/g)</u>			
Tag 0-11	1,235 ± 0,03	1,250 ± 0,05	1,262 ± 0,03
Tag 12-32	1,522 ± 0,02 ^b	1,499 ± 0,02 ^b	1,442 ± 0,02 ^a
Tag 33-40	1,990 ± 0,08	1,997 ± 0,10	1,983 ± 0,05
Tag 0-40	1,626 ± 0,021^b	1,606 ± 0,023^b	1,577 ± 0,015^a
Mortalität Tag 0-40 (%)	2,5	2,81	2,19
Futterkosten je kg LG (€)	0,66	0,65	0,64

^{a,b} Unterschiedliche Buchstaben in der Zeile bedeuten signifikante Differenz (p<0,01)

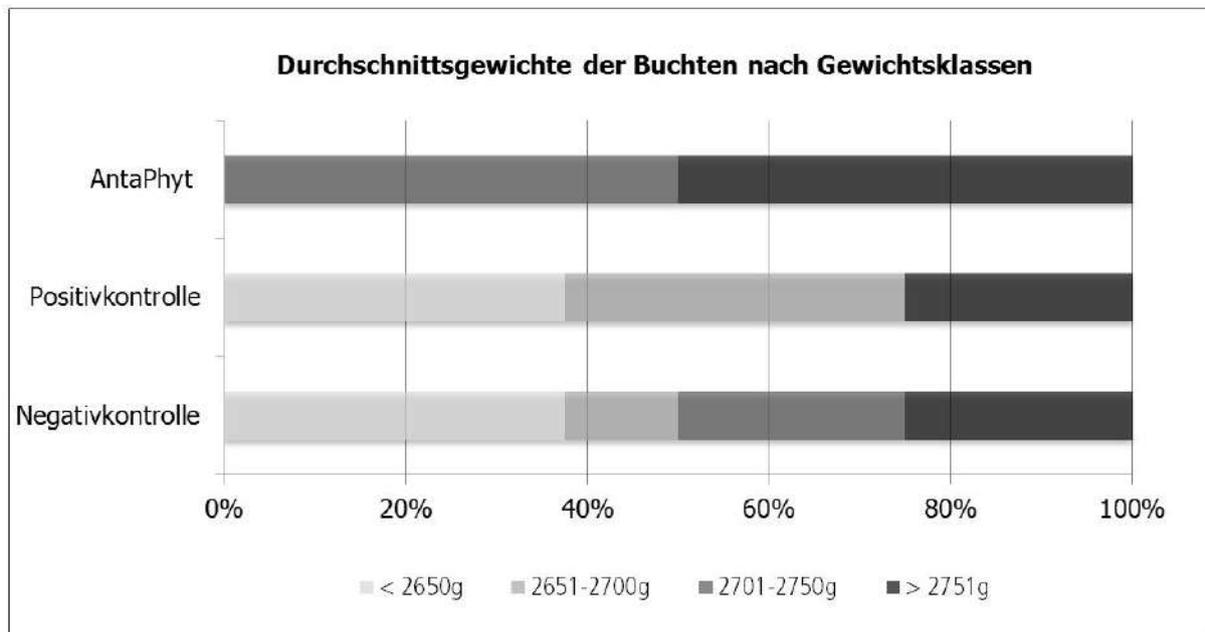


Abbildung 1: Durchschnittsendgewichte der Buchten nach Gewichtsklassen

Schlussfolgerung

Phytogene Zusatzstoffe können einen Einfluss auf die Leistung in der Broilermast haben. Beim Vergleich kommerzieller Produkte zeigen sich jedoch teilweise deutliche Unterschiede in ihrer Wirksamkeit und Effizienz. Anta®Phyt konnte mit seiner wirksamen Kombination aus Pflanzenextrakten und Präbiotikum im Vergleich zu einem anderen phytogenen Produkt, deutlich bessere Leistungsergebnisse erzielen und spielt somit eine bedeutende Rolle für eine kosteneffiziente und nachhaltige Geflügelproduktion.

Literatur

BLAESSE A.-K., E. HOLL, U. MOHR & L. DURST (2012): A phytogenic feed additive positively affects animal production and ileal microflora. 50th Jahrestagung der BAT e. V., Germany, pp. 152-155.

GESSNER D., R. RINGSEIS, M. SIEBERS, J. KELLER, J. KLOSTER, G. WEN & K. EDER (2012): Inhibition of the pro-inflammatory NF- κ B pathway by a grape seed and grape marc meal extract in intestinal epithelial cells. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 96, 1074-1083.

HAMMER K. A., CARSON C. F. AND T. V. RILEY (1999): Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. *J. Appl. Microbiol.* 86, 985-990.

HOLL E., A.-K. BLAESSE, V. VAHJEN AND K. MÄNNER (2013): Positive effects of a new phytogenic feed additive on broiler performance and microflora. 12th Boku-Symposium Tierernährung: Auf der Suche nach neuartigen Futtermitteln und Technologien in der Tierernährung. Vienna, Austria, pp. 228-232.

NARAYANA K., M. SPIRAL REDDY, M.R. CHALUVADI & D.R. KRISHNA (2001): Bioflavonoids, pharmacological, biochemical effects and therapeutic potential. *Indian Journal of Pharmacology* 33, 2-16.

Autorenanschrift

Monika Korzekwa
Dr. Eckel GmbH
Produktmanagement
Im Stiefelfeld 10
D-56651 Niederzissen
m.korzekwa@dr-eckel.de

Ecknowlogy®



Verantwortungsvoll. Effizient. Zukunftsweisend.

Überzeugend im Handling, verantwortungsvoll in der Produktion, effizient im Ergebnis – unsere neuen Entwicklungen liefern Lösungen für die Herausforderungen einer globalen Tierernährung. Entdecken Sie die innovative Welt der „Ecknowlogy“ auch für Ihr Unternehmen. Wir freuen uns auf Sie!



EuroTier

Hannover: 11.-14. November 2014
Besuchen Sie uns! Halle 15, Stand F42

Dr. Eckel GmbH, Postfach 20
D-56649 Niederzissen
Telefon +49-(0)-2636-9749-0
www.dr-eckel.de

Ecknowlogy®
Innovationen



DR. ECKEL
creative solutions

Eischalenstabilisierung durch Einsatz einer präbiotischen Säure

Monika Korzekwa, Susanne Kirwan und Edi Vianello

Dr. Eckel GmbH, Im Stiefelfeld 10, 56651 Niederzissen, Deutschland

Einleitung und Hintergrund

Schalenstabilität ist von großer Bedeutung für eine ökonomische Eiproduktion. Die Eischalenqualität ist kommerziell wichtig da Bruch Eier oder Eier mit Schalendefekten zur direkten Reduzierung der Verkaufserlöse führen. Falls beschädigte Eier zum Endverbraucher gelangen beinhalten sie außerdem das Risiko der Imageschädigung. Die wichtigsten Einflussfaktoren auf Schalenqualität sind Lebensalter (Flock und Petersen, 1973), Haltungsbedingungen (Leyendecker et al. 2005), Fütterung (Kirchgessner, 1997) und Genetik (Pottguetter, 2001) der Tiere sowie zu Letzt die Technik der Eisammlung und Verpackung.

In der Hennen Haltung gibt es zwei besonders kritische Phasen für die Calciumversorgung, die Aufzucht (kurzfristig während der Ausbildung der langen Röhrenknochen) (Pottguetter 2011) und das Ende der Legeperiode, wenn die Resorption und der theoretische Bedarf auf Grund der größeren Eiermasse steigt.

Der züchterische Trend ist eine längere Legeleistung mit guter Persistenz, das heißt die Bedeutung der Eischalenqualität wird in der Zukunft an Bedeutung zunehmen.

Zur Verbesserung der Eischalenqualität und Bruchfestigkeit gibt es, mit Hilfe der Fütterung, eine Vielzahl von Ansätzen. Zu den absoluten Grundvoraussetzungen gehören eine adäquate Versorgung mit Calcium sowie ein ausgewogenes Verhältnis von Calcium zu Natrium. Wobei dieses Verhältnis immer noch studiert wird (Keshavarz and Nakajima, 1992). Innerhalb der möglichen Calciumquellen sind solche bevorzugt die eine hohe biologische Verfügbarkeit haben (Ahmad and Balander, 2003). Ein weiterer Ansatz ist der Einsatz von Natriumbutyrat. In seiner freien Form kann Natriumbutyrat zu einer Verbesserung des Wachstums der duodenalen Mucosa führen (Hu & Guo, 2007) und ist in der Praxis weit verbreitet. Der Einsatz in geschützter oder verkapselter Form verfolgt die gleichen Ziele mit dem Ansatz Verlusten durch Metabolisierung des Butyrats im vorderen Verdauungstrakt vorzubeugen. Prä- und Probiotika sind ein weiterer Ansatz die Schalenqualität zu verbessern, zum einen direkt über verbesserte Nährstoff Absorption im Darm, zum anderen indirekt über den verbesserten Gesundheitsstatus der Herde (Alloui et al. 2013). Weitere Ansätze sind Mischungen organischer Säuren, natürlicher oder synthetische Antioxidantien wie zum Beispiel BHA oder essentielle Ölen wie z.B. Geranien, Oregano oder anderen phyto gener Komponenten (Dorman et al., 1995).

Der Ansatz der vorliegenden Studie ist praktisch etablierte Komponenten, wie Butyrat und organische Säuren, mit einer für diesen Zweck neuen Komponente zu kombinieren. Die neue Komponente ist Calciumglukonat, eine hochverfügbare Calciumquelle mit präbiotisch wirkender Glukonsäure. Das Charakteristikum des Calciumsalzes der Glukonsäure ist, dass sie im Monogaster nicht enzymatisch abgebaut wird und erst von der Darmflora zu großen Teilen zu Buttersäure umgesetzt wird (Biaggi et al., 2006).

Material und Methoden

Untersucht wurde der Einsatz einer präbiotischen Säuremischung zur Stabilisierung von Eischalen. Der Versuch wurde in einer kommerziellen Futtermischung und in einem Praxisversuch durchgeführt. Die Hühner waren Braunleger (LB classic) in der 35. bis 38 Lebenswoche und die möglichen Faktoren Alter und Genetik auf Schalenqualität so wenig Variation wie möglich zu haben. Mit dem Ziel auch die Einflussfaktoren Haltungsbedingungen und Fütterung zu minimieren war das Futter, abgesehen vom Zusatz der Testsubstanz on top, identisch. Der Gesundheitsstatus der Tiere, besonders in Hinsicht auf Infektionen des Atemwegstrakts, war ebenso vergleichbar. Der Anteil von Brucheiern lag mit 4% vor Versuchsbeginn.

Der Versuchszeitraum betrug 30 Tage im Mai 2013. 36.000 Hennen wurden in 1 Negativkontrolle ohne Zusatzstoff (n=18000) und 2 Gruppen mit Zusatz der präbiotischen Säuremischung (n=18000) (PreAcid, Dr. Eckel GmbH, Niederzissen) aufgeteilt. Die Versuchsgruppe erhielt eine Zugabe von 2kg/t (0,2%) der präbiotischen Säuremischung. Die Eier wurden täglich über den gesamten Versuchszeitraum gesammelt und 300 Eier wurden repräsentativ entnommen und auf Schalenstärke, Konformität und Anteil von Brucheiern untersucht.

Ergebnis

Die Ergebnisse stammen aus einem Praxisversuch auf einem landwirtschaftlichen Betrieb. Die präbiotische Säure zeigte einen positiven Einfluss auf die durchschnittliche Schalenstärke (+9,5%), gemessen in Millimeter (Figure 1).

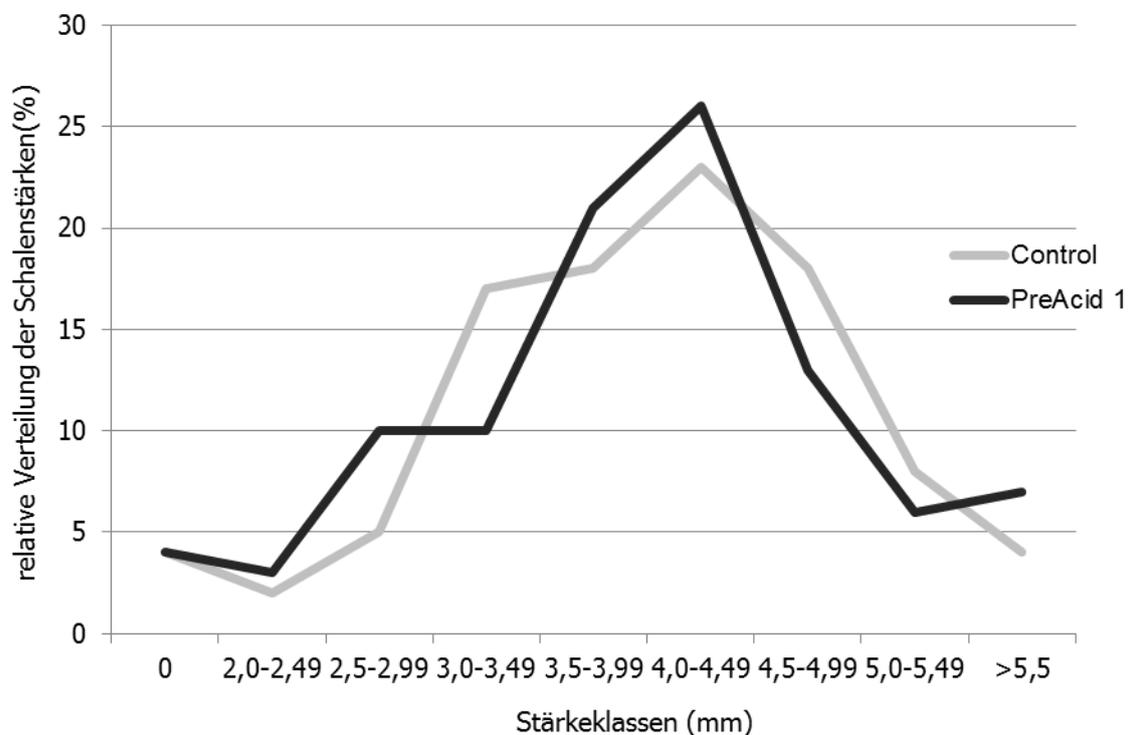


Figure 7 Relative Verteilung der Schalenstärken

Im direkten Vergleich der Gruppen hatte die Kontrolle 11% dünnchalige Eier, mit einer Schalenstärke unter 3,0mm, bei der Gruppe mit dem Zusatzstoff lag der Anteil bei 8%.

Der Anteil von Brucheiern von 4% vor Versuchsbeginn blieb bei der Kontrollgruppe unverändert bei 4%. Der Anteil Brucheier reduzierte sich in der Zusatzstoff Gruppe im Vergleich zur Kontrolle um 3% auf 1% Brucheier (Figure 2).

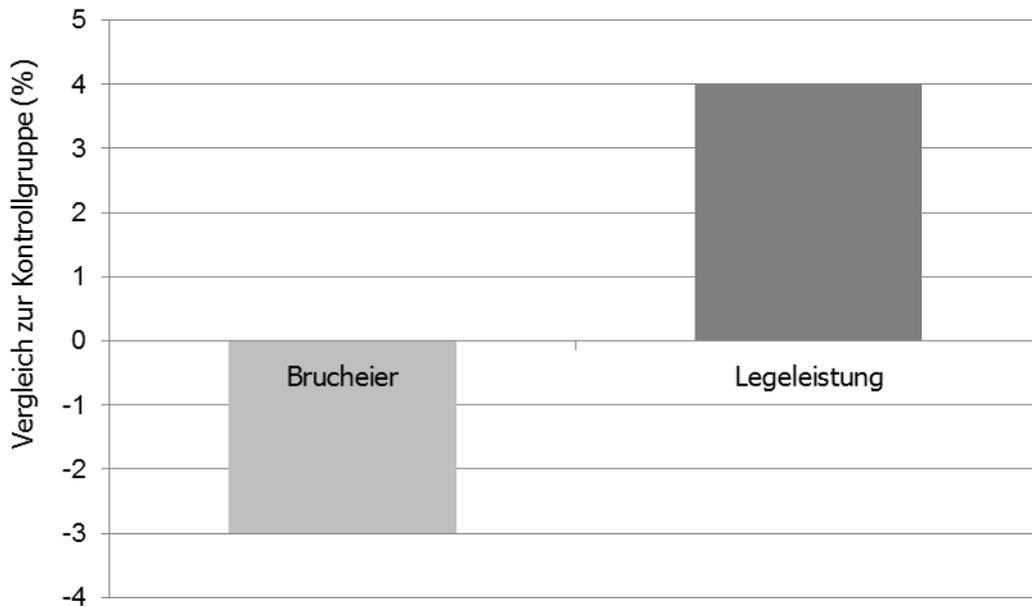


Figure 8 Brucheier und Legeleistung

Eine deutliche Verbesserung der Legeleistung von 4% wurde darüber hinaus beobachtet. Wirtschaftlich betrachtet bedeutet der Einsatz der präbiotischen Säure über den Versuchszeitraum einen Zugewinn von Eiern durch Reduzierung der Brucheier. Durch die die erhöhten Leistungszahlen wurden im Versuchszeitraum zusätzlich mehr Eier gelegt.

Tabelle 6 Legeleistung Woche 35 - 38

Woche	LB classic Produktionszahlen	Kontrolle (18000)	PreAcid (18000)	Brucheier Kontrolle	Brucheier PreAcid
35	0,985%	120387	125202	115571	123950
36	1,05%	128331	133464	123198	132130
37	1,11%	136153	21500	130707	140183
38	1,18 %	144097	149861	138333	148363
Summe		528968	430027	507809	544626
Differenz % zur Kontrolle			+4%		n.a.*

*direkter Vergleich nicht möglich wegen der höheren Legeleistung

Diskussion

Der Einsatz der präbiotischen Säuremischung führte zu einer deutlichen Verbesserung der Eierschalenstärke (+9,5%) und einer korrespondierenden Reduktion dünnchaliger Eier mit einer Schalendicke von unter 0,3 mm. Dies alleine lässt weder den Schluss zu, dass das Calcium im Futter besser verfügbar war, oder besser resorbiert wurde. Eine große Zahl historische Studien legt jedoch nahe dass zwei der verwendeten Komponenten (Butyrat und Glukonat) diesen Effekt haben können.

Der Anteil von Brucheiern in der Herde vor Versuchsbeginn deutet darauf hin, dass die Mineralversorgung oder der Gesundheitstatus der Herde nicht optimal war. Die Reduktion der Brucheier um 3% auf 1% in der Gruppe mit dem Zusatzstoff deutet darauf hin, dass die Qualität der Eierschalen sich im Versuchszeitraum deutlich verbessert hat. Ob es durch die zusätzliche Zufuhr des hochverfügbaren Calciums aus dem Calciumglukonat war, durch die präbiotischen Effekte oder eine der anderen Komponenten lässt sich in diesem Versuchsdesign nicht separieren.

Ähnlich verhält es sich mit der gesteigerten Legeleistung um 4%. Von einer leicht unterdurchschnittlichen Leistung für LB classic (105%) wurde die Leistung deutlich verbessert. Dieses könnte in Verbindung mit einer verbesserten Nährstoffaufnahme durch die präbiotische Komponente in Zusammenarbeit mit einem verbesserten Gesundheitsstatus der Herde sein.

Am deutlichsten zeigte sich das Potential von einer Zugabe von 0,2% einer präbiotischen Säure bei der ökonomischen Betrachtung. Die Reduktion der Brucheier erhöhte den Anteil der verkaufsfähigen Eier allein im Versuchszeitraum um 16540 Eier. Hinzu kommen noch 12900 zusätzliche Eier durch die Reduzierung der Brucheier um 3%, wieder nur für die Versuchsgruppe.

Ausblick

Der ökonomische Spielraum in der Legehennen Haltung ist sehr eng, andererseits lassen sich durch die hohe Standardisierung der Genetik und Fütterung auch in Praxisversuchen durch die Kombination aus marktüblichen Komponenten wie Butyrat und neuen Wirkstoffen gute Effekte erzielen. Im Anschluss an diesen Versuch wäre es sinnvoll die Effekte in einer alten Herde von 50+ Wochen zu testen. Die Erwartung wären weniger betonte Effekte auf Leistung aber mehr Effekt auf die Reduktion von dünnchaligen Eiern.

Referenzen

- Ahmad, H.A. und Balander, R.J.: Alternative Feeding Regimen of Calcium Source and Phosphorus Level for Better Eggshell Quality in Commercial Layers. *J Appl Poult Res* 12 (4): 509-514. (2003)
- Alloui, M. N., Szczurek, W., Świątkiewicz, S.; The Usefulness of Prebiotics and Probiotics in Modern Poultry Nutrition: a Review. *Annals of Animal Science*. Band 13, Heft 1, Seiten 17–32 (2013)
- Biagi, G.; A. Piva, M.; Moschini, E.; Vezzali und F. X. Roth. : Effect of gluconic acid on piglet growth performance, intestinal microflora, and intestinal wall morphology. *J. Anim.Sci.* 84:370-378. (2006)
- Dorman, D.H.J.; Stanley, G.; Raymond, C.; Surai, P.; Evaluation In Vitro of Plant Essential Oils as Natural Antioxidants. *Journal of Essential Oil Research*, Vol. 7, Iss. 6, (1995)
- Flock, D. K.; Petersen, J.: Altersabhängige Beziehung zwischen dem Eigewicht und Kriterien der Eischalenstabilität bei Leghornkreuzungen. *Archiv für Geflügelkunde*, 6, 224-228 (1973)
- Hu, Z. and Guo, Y.: Effects of dietary sodium butyrate supplementation on the intestinal morphological structure, absorptive function and gut flora in chickens. *Animal Feed Science and Technology* 132:240-249.(2005)

Keshavarz, K und Nakajima, S.: Re-Evaluation of Calcium and Phosphorus Requirements of Laying Hens for Optimum Performance and Eggshell Quality. Poultry Science 72 (1): 144-153. (1993)

Kirchgessner, M. Tierernährung. Verlags Union Agrar, Frankfurt(Main), Kapitel 10 (1997)

Leyendecker, M.; Hamann, H.; Hartung, J., Kamphues, J.; Neumann, U.; Sürle, C.; Distl, O.: Keeping laying hens in furnished cages and an aviary housing system enhances their bone stability. British Poultry Science, Vol. 46, Iss. 5 (2005)

Pottgueter, R.: Andere Haltungssysteme anderes Futter? Geflügeltagung Haus Düsse (online <http://www.landwirtschaftskammer.de/duesse/tierhaltung/gefluegel/berichte/pdfs/2011-05-02-gefluegeltagung-03a.pdf>), erstellt 2011, eingesehen 2014.

Autorenanschrift

Monika Korzekwa
Dr. Eckel GmbH
Produktmanagement
Im Stiefelfeld 10
D-56651 Niederrissen
m.korzekwa@dr-eckel.de

Dose-dependent effect of a natural growth promoter in reducing *Salmonella* Enteritidis colonization in White Leghorn SPF chickens

Attila Kovács¹, Renata Urbaityte¹, Luca Vandi¹, Paola Massi², Giovanni Tosi², Marlene Strothmeyer³, Jochen Wirges³

¹Biomin Holding GmbH, Industriestrasse 21, 3130 Herzogenburg, Austria

²Instituto Zooprofilattico Sperimentale della Lombardia e dell'Emilia Romagna „Bruno Ubertini“, Via Bianchi, 9 – 25124 Brescia, Italy

³Biomin Deutschland GmbH, Am Güterbahnhof 7a, 37627 Stadtoldendorf, Germany

Introduction

Salmonella Enteritidis has become in the last 20 years one of the most common causes of food poisoning in European countries (Baumler *et al.*, 2000). The most commonly implicated foods are eggs and poultry (Hargis *et al.*, 1995). Environmental reservoirs, including poultry house dust and rodents, have been shown to play important roles in the introduction and perpetuation of *S. Enteritidis* infection in poultry farms (Davies *et al.*, 1996). Animal feed should also not be neglected. To ensure feed hygiene, organic acids (OA) are widely used (Dibner *et al.*, 2002). Single organic acids have proven to be efficacious in reducing pathogenic bacteria like *E. coli* and *Salmonella* and synergistic effects have been demonstrated in combinations of two or more, increasing the inhibitory effect of the combination (Roth *et al.*, 2009). There are two ways in which organic acids work on bacteria. In terms of the pH of the environment and the pKa value of the organic acids, they act in dissociated form, reducing the pH of the given environment, or in undissociated form, penetrating the bacterial cell wall and disrupting the normal physiology of pH-sensitive bacteria (Brul *et al.*, 1999).

Phytochemicals are bioactive substances that occur naturally in plants having protective and disease preventive properties (Rosa *et al.*, 2010). Cinnamaldehyde (CA) as a phytochemical has proven antimicrobial efficacy. It is able to target the FtsZ proteins that play an important role in cell division by inhibiting the formation of the Z-ring (Domadia *et al.*, 2007).

It has been proven that the combination of organic acids and phytochemicals has selective antimicrobial action, reducing harmful, pathogenic bacteria and promoting beneficial microflora (Hellweg *et al.*, 2006).

Permeabilizing substances (PS) are able to disrupt the outer membrane of Gram-negative bacteria, facilitating the entry of OA and CA in the cytoplasm of the bacteria (Alakomi, 2007). It has been discovered that some PS act as boosters for the OA and CA.

The aim of the trial was to prove that the combination of OA, CA and PS (NGP, Biotronic® Top3, BIOMIN, Austria) can reduce *S. Enteritidis* colonization in White Leghorn SPF chickens.

Material and methods

A trial was carried out at IZSLER Brescia, Italy, where 60 White Leghorn SPF day-old chicks were randomly assigned to 3 groups of 20 chicks each and placed in poultry isolators. From the day of hatch, each group was treated according to the following trial design:

Control: Challenged with *S. Enteritidis* and fed a commercial diet without antibiotics or natural growth promoters

NGP 1: Challenged with *S. Enteritidis* and fed a commercial diet supplemented with NGP 1.0kg/t of feed

NGP 2: Challenged with *S. Enteritidis* and fed a commercial diet supplemented with NGP 2.0kg/t of feed

The duration of the trial was 25 days. At 15 days of age, all SPF chickens were eye drop infected with 10^6 colony forming units (CFU) *S. Enteritidis* field strain 208876/201. At day 5 post-infection (20 days of age), 10 chickens from each group were euthanized by cervical dislocation and samples of cecum were taken for bacteriological analysis.

At 10 days post-infection (25 days of age), the other 10 chickens/group were euthanized by cervical dislocation and samples of the cecum were taken for bacteriological analysis.

Bacteriological analysis

Samples of the ceca were homogenized and 10-fold dilutions were made in buffered peptone water. For each dilution, 0.1 ml were inoculated on Hektoen Enteric Agar (HEA). After overnight incubation at 37°C, the number of CFU per gram of tissue was determined by counting the bacterial colonies.

Results and discussion

The results of the present study showed that dietary supplementation of the diet with NGP reduced *S. Enteritidis* counts in the cecum of White Leghorn chicks.

In both trial groups, the counts of *S. Enteritidis* in the cecum were significantly ($p < 0.05$) reduced on day 5 and 10 post infection (dpi). On 5 dpi compared to the control group, *S. Enteritidis* counts were lower ($p < 0.05$) by 1.38 and 1.59 log CFU/g in the cecum digesta of groups supplemented with 1 and 2 kg of NGP per ton of feed, respectively. Similarly for 10 dpi, counts of *S. Enteritidis* in the cecum digesta were lower ($p < 0.05$) by 1.34 and 1.58 log CFU/g in the groups supplemented with 1 and 2 kg of NGP per ton of feed, respectively. Converting the log reduction in percentage, it was shown that the trial groups had a 90.0 % lower ($p < 0.05$) *Salmonella* count in the cecum compared to the control group (Table 1).

Table 1. *S. Enteritidis* counts in the cecal content of broilers on day 5 and day 10 (log CFU/g)

Days post-infection	Control	NGP 1 (1.0 kg/t)	NGP 2 (2.0kg/t)
Day 5	2.25 ^a ± 0.60	0.87 ^b ± 0.93	0.66 ^b ± 0.85
Day 10	2.63 ^a ± 0.95	1.29 ^b ± 0.75	1.05 ^b ± 1.13

^{a,b} Means with different superscripts differ significantly; $P < 0.05$

A Gram-negative bacteria, *S. Enteritidis* seems to be affected by the NGP, and a dose-dependent effect can be observed. Increasing the amount of the NGP shows a positive effect on the reduction of colonization in the cecum of the birds.

Organic acids may be exploited as growth promoters that increase the health and safety of birds infected with *S. Enteritidis*, possibly because of their beneficial antimicrobial effect. In addition, organic acids have a positive impact on the histology of the small intestine, thereby facilitating nutrient absorption and growth performance in chickens (Sheikh *et al.*, 2010). Using a combination of

acids offers more benefits than a single acid due to a broader spectrum of activity (Van Immerseel *et al.*, 2003).

The combination of organic acids and phytochemicals provides the animal with antimicrobial protection in different parts of the gastro-intestinal tract. The upper part of the gastro-intestinal tract is protected by the action of organic acids, while the distal part is mainly protected by the action of the phytochemical (Langhout, 2000).

The ability of the permeabilizing substance to damage the outer membrane of Gram-negative bacteria makes the bacteria more susceptible to antimicrobials (Alacomì, 2001) and kills it more quickly. This was also proven in the present trial.

Conclusion

Supplementation of diets with the combined NGP reduced *S. Enteritidis* contamination in the birds' cecum. Including 1kg/ton of the combined NGP in the feed was already enough to show a positive effect. Increasing the inclusion level of the NGP increased the antimicrobial effect, even if the differences were not statistically different. This could indicate that the antimicrobial action is dose dependent. Reducing the count of *S. Enteritidis* in the cecal content of the birds will also reduce infection from the environment, and in this way reduce the risk of contaminations. Management and biosecurity play an essential role in *Salmonella* prevention, but the use of NGP gives additional support.

References

- Alakomi H.L. Weakening of the Gram-negative bacterial outer membrane. 2001. PhD, Helsinki, Norway.
- Baumler, A. J., B. M. Hargis, and R. M. Tsois. 2000. Tracing the origins of *Salmonella* outbreaks. *Science* 287:50–52. [Online.] <http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/287/5450/50>.
- Brul, S.; Coote, P. Preservative agents in foods, mode of action and microbial resistance mechanisms. (1999). *Intl. J. Food Microbiology* 50 (1–2): 1–17
- Davies, R. H., and C. Wray, 1996. Persistence of *Salmonella enteritidis* in poultry units and poultry food. *Br. Poult. Sci.* 37:589–596
- Dibner, J. J.; Butin, P.. Use of organic acids as a model to study the impact of gut microflora on nutrition and metabolism (2002) *J. Appl. Poultry Res.* 11 (4).
- Domadia P., Swarup S., Bhunia A., Sivaraman J., Dasgupta D. Inhibition of bacterial cell division protein FtsZ by cinnamaldehyde. *Biochemical Pharmacology* 74. 2007. P.831-840.
- Hargis, B. M., D. J. Caldwell, R. L. Brewer, D. E. Corrier, and J. R. Deloach. 1995. Evaluation of the chicken crop as a source of *Salmonella* contamination for broiler carcasses. *Poult. Sci.* 74:1548–1552
- Hellweg P., Tats D., Männer K., Vahjen W. and J. Zentek. Impact of potassium diformate on gut flora of weaned piglets. 2006. *Proceedings of the Society of Nutritional Physiology* 15: 63.
- Roth, N., Germ, T., Klimitsch A., Urbaityte R., Nitsch S. Antibacterial activity of formic and propionic acids against *Salmonella* and *E. coli* and their influence on broiler performance. (2009). BOKU Symposium
- Rosa, L.A., Alvarez-Parrilla, E., González-Aguilar, G.A. (eds.) *Fruit and Vegetable Phytochemicals: Chemistry, Nutritional Value and Stability*. 2010. Wiley-Blackwell
- Sheikh A., Tufail B., Gulam Ahmad B., Masood Saleem M., Manzood R. Effect of dietary supplementation of organic acids on performance, intestinal histomorphology and serum Biochemistry of broiler chicken. 2010. *Veterinary Medicine International Volume* 2010, Article ID 479485, P. 7
- Van Immerseel F., Russel J.B., Flythe M.D., Gantois I., Timbermont L., Pasmans F., Haesebrouck F., Ducatelle R., The use of organic acids to combat salmonella in poultry: a mechanistic explanation of the efficacy. *Avian Pathology*. 2006, Article ID CAVP-2006-0023

Corresponding author

DVM MV Sc Attila Kovács
Biomin Holding GmbH
Industriestrasse 21, A-3130 Herzogenburg
E-mail: attila.kovacs@biomin.net

Synergieeffekte von organischen Säuren mit prebiotischen und phytogenen Zusatzstoffen auf die Wachstumsleistung und Darmmorphologie von Broilern

D. Hermsdorf¹, U. Steinruck¹, A.L.J. van Ooijen²

¹Pulte GmbH & Co. KG Rimsting (D), ²FF Chemicals B.V. Zevenbergschenhoek (NL)

Einleitung

Antibiotika wurden in der tierischen Ernährung für ihr antimikrobielles und wachstumsförderndes Potential geschätzt und weitläufig zur Aufrechterhaltung der tierischen Gesundheit und zur Leistungssteigerung eingesetzt. Mit der Einführung des europaweiten Verbotes zum Einsatz von antibiotischen Leistungsförderern im Jahr 2006, stieg das Interesse an alternativen leistungsfördernden Zusatzstoffen in der Nutztierhaltung stark an. Im Zuge der Gefahr einer vermehrten Resistenzbildung humaner Pathogene wurde in den letzten Jahren auch die Forderung nach einem restriktiven Gebrauch von Antibiotika zu therapeutischen Zwecken laut. In den vergangenen Jahren rückten dabei vor allem organische Säuren, prebiotische und phytogene Zusatzstoffe in den Vordergrund und erhielten Einzug in die gängige Fütterungspraxis (Hashemi & Davoodi, 2011). Die Effekte organischer Säuren als bakterizide Zusatzstoffe auf zootechnische Parameter bei Schweinen und Geflügel ist hinlänglich bekannt (Roth & Ettle, 2005; Van Immerseel, et al., 2006). Dabei wurden das antimikrobielle Potential sowie die verdauungsfördernde Wirkung und eine gesteigerte Enzymaktivität beleuchtet. Darüber hinaus dienen einige organische Säuren, wie z.B. die Buttersäure, unter anderem den intestinalen Epithelzellen als nicht zu vernachlässigende Energiequelle und können die Absorptionskapazität des Dünndarms beeinflussen (Buchheit, 2009; Poeikhampha & Bunchasak, 2011). Ähnliches wird von Fructo-Oligosacchariden (FOS) berichtet. Unverdauliche Kohlenhydrate wie FOS stellen das wichtigste Substrat der im distalen Jejunum beginnenden mikrobiellen Fermentation dar (Buchheit, 2009). Dabei entstehen kurzkettige Fettsäuren (SCFA), wie die Butter- oder Essigsäure, denen eine trophische Wirkung auf die Epithelzellen des Dünndarms nachgesagt wird (Buchheit, 2009; Poeikhampha & Bunchasak, 2011). Zudem wird das Wachstum ausgewählter Bakteriengruppen, wie z.B. der Bifidobakterien oder Laktobazillen, vor allem im Dickdarm selektiv gefördert und die Komposition der Mikroflora des Darms verbessert (Mair, et al., 2010). Vergleichbare Aussagen lassen sich zu phytogenen Zusatzstoffen wiederfinden. Verschiedene Studien berichten über die Modulation der Darmflora (Mitsch, et al., 2004; Namkung, et al., 2004; Hashemi & Davoodi, 2011) sowie die positiven Auswirkungen phytogener Zusatzstoffe auf die Morphologie des Dünndarmgewebes bei Monogastern (Demir, et al., 2003; Li, et al., 2003). In vorliegender Studie wurde im Rahmen eines Fütterungsversuches mit Broilern, das Zusammenspiel der nutritiven und bakteriostatischen Effekte von Natrium-Gluconat (Na-G), Benzoesäure mit prebiotisch wirkenden FOS und der darmgesundheitsfördernden Wirkung von Butyrat und ätherischen Ölen untersucht. Hierfür wurden zootechnische Leistungsparameter sowie morphologische Veränderungen am Duodenum und Jejunum betrachtet.

Material und Methoden

Auf einem Geflügelmastbetrieb wurden 30.000 Broiler der Rasse „Ross 308“ als Eintagsküken in 4 Versuchsgruppen und eine Kontrollgruppe eingeteilt. Alle Tiere wurden ad libitum nach dem Dreiphasenfütterungs-Prinzip, mit einer handelsüblichen Ration, basierend auf Weizen, Mais und

Sojaschrot, ergänzt mit den gängigen Aminosäuren Methionin, Lysin und Threonin, vom Tag 1 bis 43 gefüttert. Jeder Versuchsgruppe wurde je eine Behandlung mit dem Ergänzungsfuttermittel „PUCOCID PY®“ (PULTE GmbH, Rimsting), bestehend aus Na-G, Butyrat, Benzoesäure, FOS und Zimtaldehyd, in der Höhe von 0,1; 0,2; 0,3 oder 0,4 % der Futterration zugewiesen. Es wurden Futteraufnahme (FA) und Futterverwertung (FVW) zwischen dem ersten und dem 43. Tag erfasst, sowie das Körpergewicht am Beginn und Ende des Versuches. Darüber hinaus wurden die Villushöhe sowie die Kryptentiefe des Duodenums und Jejunums der Tiere aus der Versuchsgruppe mit einer 0,2 %igen Zulage nach der Schlachtung gemessen und zueinander ins Verhältnis gesetzt. Für die statistische Auswertung der Ergebnisse wurde das Signifikanzniveau auf $P \leq 0,05$ festgelegt.

Ergebnisse

Aufgrund der verlängerten Mastdauer von 43 Tagen wurden sehr hohe Lebendmassen zu Versuchsende gemessen. Dennoch zeigten sich zwischen den Behandlungen und der Kontrollgruppe signifikante Differenzen im Endgewicht. Im Vergleich zur Kontrollgruppe, erzielten die Behandlungen im Durchschnitt eine um 178 g höhere Lebendmasse, wobei mit einer Zulage von 0,3 % PUCOCID PY® das höchste Körpergewicht erreicht wurde. Die FA der Tiere in den Behandlungsgruppen lagen mit durchschnittlich 109 g nach 43 Tagen deutlich über den Werten der Kontrollgruppe. Diese Differenz ließ sich jedoch statistisch nicht absichern. Trotz des hohen Mastalters wurde insbesondere bei der Behandlungsgruppe mit der 0,4% Zulage noch eine deutliche Verbesserung der FVW um 4 Prozent festgestellt. Im Mittel verbesserten sich die FVW der Tiere aller Behandlungsgruppen um 3 % gegenüber der Kontrollgruppe. Diese Werte konnte jedoch nur in der Tendenz abgesichert werden ($p \leq 0,10$).

Tabelle 7: Einfluss unterschiedlicher Zulagen von PUCOCID PY® auf Leistungsparameter von Broilern (Tag 1-43)

	Behandlungsgruppe					SEM	P-Wert
	Kontroll- gruppe	0.1 %	0.2 %	0.3 %	0.4 %		
Lebend- masse (g), Tag 43	3327	3450*	3497*	3538*	3536*	10	0,04
Abweichun- g (%)	-	+ 3,7	+ 5,1	+ 6,3	+ 6,3		
Futter- aufnahm- e (g), Tag 1 – 43	5190	5229	5276	5408	5282	22	0,21
Abweichun- g (%)	-	+ 0.8	+ 1.7	+ 4.2	+ 1.8		
FVW (kg/kg) Tag 1-43	1,56	1,52 ⁺	1,51 ⁺	1,53 ⁺	1,50 ⁺	0,01	0,08
Abweichun- g (%)	-	- 2.8	- 3.2	- 1.9	- 4.0		

*= $p \leq 0,05$; += $p \leq 0,10$

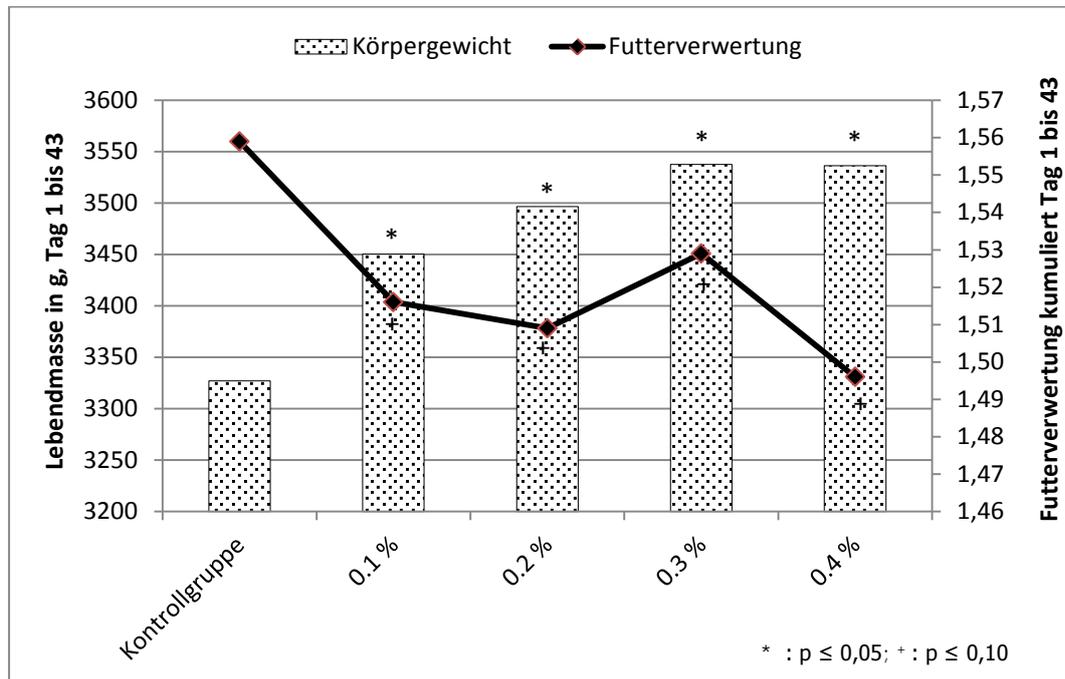


Abbildung 2: Durchschnittliche Lebendmasse und Futterverwertung von Broilern (Tag 1-43) in Abhängigkeit unterschiedlicher Zulagen von PUCOCID PY®

Da die Zulage von 0,2% des Gemisches aus Na-G, Butyrat, Benzoesäure, FOS und Zimtaldehyd bereits eine signifikante Steigerung in den Tageszunahmen und die höchste Verbesserung in der FWW erbrachte, wurden vereinfachend mögliche Veränderung in der Darmbeschaffenheit nur zwischen Kontrolle und dieser Gruppe ermittelt.

Bei der Untersuchung der Morphologie wurde im Schnitt eine signifikante Erhöhung der Villi um 11% und eine signifikante Vertiefung der Krypten um 21% im Bereich des Jejunums bei der Behandlungsgruppe mit der 0,2% Zulage festgestellt. Obwohl aus den vorliegenden Daten Veränderungen der Villus-Höhe und Krypten-Tiefe auch im Bereich des Duodenums ersichtlich sind, konnten diese Ergebnisse statistisch nicht abgesichert werden. Folglich veränderte sich auch das Verhältnis von Villus-Höhe zu Krypten-Tiefe im Jejunum um 8% ($p \leq 0,05$), während im Duodenum keine Veränderung feststellbar war. Es wäre sinnvoll gewesen, bei einer weiteren Behandlung die Darmparameter zu erfassen, da sich in der Lebendmasse ein Plateau mit 0,4 % einstellte und die beste Futterverwertung vorlag.

Tabelle 8: Einfluss einer 0,2% Zulage von PUCOCID PY® auf die Darmmorphologie von Broilern Behandlungsgruppe (0,2 %)

	Kontrollgruppe	Behandlungsgruppe 0,2 % Zulage
Villus-Höhe (µm)		
<i>Duodenum</i>	444	465
<i>Jejunum</i>	336 ^a	374 ^b
Krypten-Tiefe (µm)		
<i>Duodenum</i>	292	309
<i>Jejunum</i>	221 ^a	269 ^b
Verhältnis Villus-Höhe : Krypten-Tiefe		
<i>Duodenum</i>	1,53	1,51
<i>Jejunum</i>	1,52 ^a	1,40 ^b

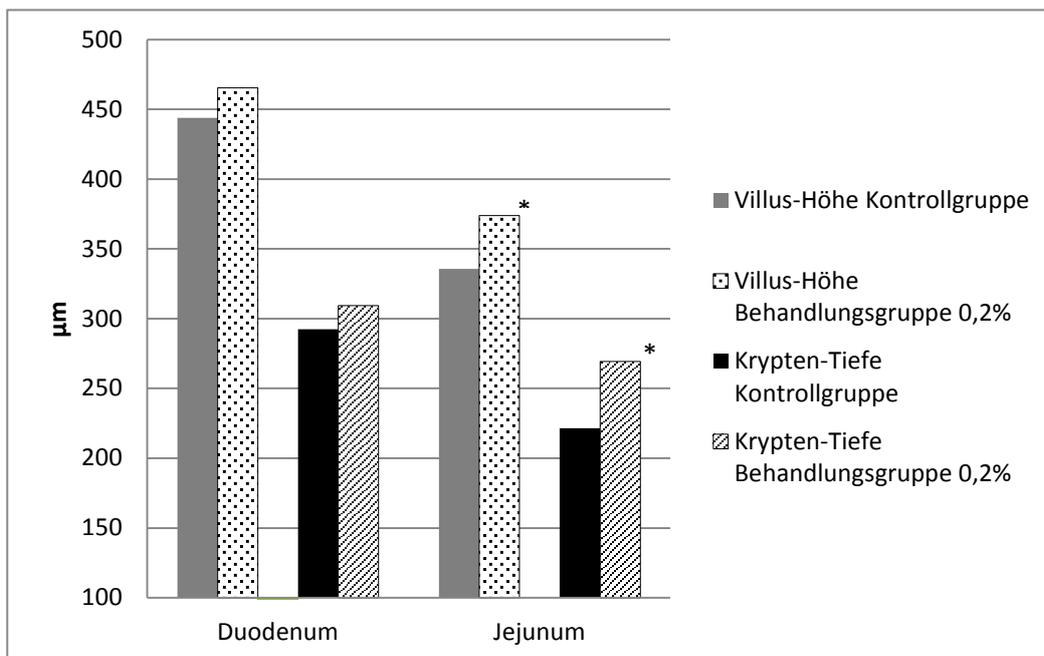


Abbildung 3: Einfluss einer 0,2% Zulage PUCOCID PY® auf die Darmmorphologie von Broilern

Diskussion

Aus den Ergebnissen des durchgeführten Fütterungsversuches erschließt sich eine klare Dosis-Wirkungsbeziehung. Diese resultiert aus den Synergieeffekten der eingesetzten organischen Säuren mit den probiotisch wirkenden FOS sowie des verwendeten Zimtaldehyds als Ergänzung zur Futtermittelration.

In der gängigen Literatur weisen verschiedene Studien darauf hin, dass eine Steigerung der Leistungsparameter bei Monogastern, auf eine positive Wirkung von Na-G, dem Salz der Gluconsäure, sowie von Oligosacchariden (OS), auf die Morphologie des Dünndarms und einer verbesserten Nährstoffausnutzung zurückzuführen sei. Versuche mit Schweinen von Poeikhampha, et al. (2007), Poeikhampha & Bunchasak (2011) sowie Roth & Kirchgessner (1998) bestätigen die Vermutung, dass der Einsatz von Na-G das Villuswachstum im Dünndarm stimuliert und dadurch die Nährstoffausnutzung verbessern könnte. Darüber hinaus wurde in Versuchen mit Broilern bei einer Ergänzung des Futters mit OS eine Verbesserung der FVW mit einer gesteigerten Villushöhe im Jejunum in Verbindung gebracht (Baurhoo, et al., 2009). Es ist davon auszugehen, dass die Ergänzung von Na-G und FOS das Wachstum nützlicher Mikroorganismen im Dünndarm fördert und das Verhältnis der intestinalen Mikroflora in Richtung einer wünschenswerten Darmflora verschiebt. Poeikhampha & Bunchasak, (2011) verwiesen auf eine frühe Studie von Asano, et al. (1994), die eine niedrige Verdaulichkeit von Na-G im Dünndarm betonen. Danach sei davon auszugehen, dass Na-G als Fermentationssubstrat von verdauungsfördernden Bakterien wie Laktobazillen und Bifidobakterien verwendet wird. Hinzukommend dienen OS neben ihrer Funktion als Substratlieferant auch als physiologische Barriere. Durch die Bindung an die Zellwände pathogener Mikroorganismen verhindern OS ein Anhaften an die Darmwand und dadurch die Proliferation krankheitsfördernder Keime (Spring, et al., 2000; Poeikhampha & Bunchasak, 2011). Die prebiotische Wirkung der OS und des Na-G´s fördert direkt das Wachstum der Milchsäurebakterien im Darm und damit indirekt die Produktion von SCFA´s. Neben der Absenkung des pH-Werts innerhalb des Darms, was einer Ansiedlung pathogener Keime entgegenwirkt, stellen SCFA´s auch eine Energiequelle für die Darmzellen dar (Buchheit, 2009; Poeikhampha & Bunchasak, 2011). Aus verschiedenen Studien mit Ferkeln ist bekannt (Poeikhampha & Bunchasak, 2010; Biagi, et al., 2006; Poeikhampha & Bunchasak, 2011), dass besonders die Buttersäure, die einen großen Anteil der SCFA-Produktion durch die Supplementierung von Na-G ausmacht, im intestinalen Epithel oxidiert wird und die epitheliale Darmzellproliferation stimuliert (Buchheit, 2009; Poeikhampha & Bunchasak, 2011). Die Ergebnisse aus vorliegender Studie zu einer gesteigerten Villushöhe und Kryptentiefe, könnten somit indirekt auf die Supplementierung von Na-G und FOS sowie direkt auf die Supplementierung von Butyrat, dem Salz der Buttersäure, zurückzuführen sein. Konsequenterweise wird dadurch die Oberfläche des Darmepithels erhöht und damit eine bessere Nährstoffabsorption ermöglicht. Zudem schreiben verschiedene Studien Butyrat eine Erhöhung der Mineralstoffabsorption zu (Bongers & van den Heuvel, 2003; Herrera, et al., 2011). Vor allem die Absorptionskapazität von Calcium wird nach Scholz-Ahrens, et al. (2007) durch eine vermehrte Expression an Calciumbindenden Transportproteinen im Dünndarm gesteigert.

Neben der klassischen Wirkung als Säureregulator durch pH-Wert Absenkung im Magen-Darmtrakt, wird der leistungssteigernde Effekt der Benzoesäure in einigen Studien unter anderem einer Verbesserung der Nährstoffverdaulichkeit zugeschrieben. So wurde in einem Versuch mit Absatzferkeln (Seon, et al., 2007) durch eine Supplementierung mit Benzoesäure eine verbesserte ileale Verdaulichkeit für Aminosäuren festgestellt. Andere Studien betonen vor allem den harnansäuernden Effekt der Benzoesäure (Taras, et al., 2005; Mroz, et al., 2000). Nach Absorption der Benzoesäure entsteht durch Umwandlungsprozesse in der Leber Hippursäure, die bei Ausscheidung über die Niere im Harn zu einer Absenkung des pH-Wertes und folglich durch eine Erhöhung der Ureaseaktivität zu einer verminderten Ammoniak-Freisetzung führt (Kirsch, 2010).

Unterstützend zur Kontrolle der Darmflora, wirkt das im vorliegenden Versuch verwendete Zimtaldehyd. Die antimikrobielle Wirkung ätherischer Öle wird in der Literatur mehrfach bestätigt (Kirkpinar, et al., 2011; Benchaar, et al., 2008). Die lipophile Molekülstruktur ermöglicht es den sekundären Pflanzenmetaboliten in die mikrobiellen Zellmembranen einzudringen und von dort aus die Zelle zu manipulieren (Benchaar, et al., 2008). Die Perforation der Zellwände pathogener Bakterien führt zu einem Abbau des elektrochemischen Potentials an der Zellmembran, wodurch das Wachstum pathogener Mikroorganismen reduziert wird (Franz, et al., 2010). Besonders Zimtaldehyd wird eine bakterizide Wirkung gegenüber Salmonellen und Lysterien nachgesagt (Friedman, et al., 2002).

Unter Berücksichtigung der diskutierten Ergebnisse vorliegender Studie, kann demnach auf synergetische Effekte aus der Kombination der einzelnen Präparate mit einer positiven Wirkung auf das eubiotische und präbiotische Verhältnis im Darm bei Broilern geschlossen werden. Auf Grund der vorteilhaften Auswirkungen von „PUCOCID PY[®]“ auf Körpergewicht, FA und FVW ist eine Einsatzmenge von 0,2 % bis 0,4 % der Tagesration zu empfehlen. Der Einsatz erscheint nicht nur bei Jungmastgeflügel, Broiler und Puten, sondern auch in der Absatz- und Aufzuchtperiode von Ferkeln sinnvoll.

Literaturverzeichnis

- Baurhoo, B., Ferket, P. R. & Zhao, X., 2009. Effects of diets containing different concentrations of mannanoligosaccharide or antibiotics on growth performance, intestinal development, cecal and litter microbial populations, and carcass parameters of broilers. *Poultry Science*, 88(11), pp. 2262-2272.
- Benchaar, C. et al., 2008. A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. *Animal Feed Science and Technology*, 145(1-4), pp. 209-228.
- Biagi, G. et al., 2006. Effect of gluconic acid on piglet growth performance, intestinal microflora, and intestinal wall morphology. *Journal of Animal Science*, 84(2), pp. 370-378.
- Bongers, A. & van den Heuvel, E., 2003. Prebiotics and the bioavailability of minerals and trace elements. *Food Reviews International*, 19(4), pp. 397-422.
- Buchheit, S., 2009. *Untersuchung zum Einsatz von mittelkettigen Fettsäuren in der Fütterung von Absatzferkeln.*, Diss., Freie Universität Berlin, Fachbereich Veterinärmedizin, Berlin.
- Davidson, P. M. & Naidu, A. S., 2000. Phyto-phenols. In: A. S. Naidu, Hrsg. *Natural Food Antimicrobial Systems*. s.l.:CRC Press, pp. 265-293.
- Demir, E., Sarica, S., Ozcan, M. A. & Suicmez, M., 2003. The use of natural feed additives as alternatives for an antibiotic growth promoter in broiler diets. *British Poultry Science*, Band 44, p. 45.
- Franz, C., Baser, K. H. & Windisch, W., 2010. Essential oils and aromatic plants in animal feeding - a European perspective. A review.. *Flavour and Fragrance Journal*, 25(5), pp. 327-340.
- Friedman, M., Henika, P. R. & Mandrell, R. E., 2002. Bactericidal activities of plant essential oils and some of their isolated constituents. *Journal of Food Protection*, 65(10), pp. 1545-1560.
- Hashemi, S. R. & Davoodi, H., 2011. Herbal plants and their derivatives as growth and health promoters in animal nutrition. *Veterinary Research Communications*, 35(3), pp. 169-180.
- Herrera, I. et al., 2011. Effect of sodium butyrate on productive performance of laying hens in a semi-free range system. *Veterinaria Mexico*, 42(3), pp. 227-232.
- Imoto, S. & Namioka, S., 1978. VFA metabolism in the pig. *Journal of Animal Science*, Band 47, pp. 479-487.
- Jamroz, D. et al., 2005. Use of active substances of plant origin in chicken diets based on maize and domestic grains. *British Poultry Science*, 46(4), pp. 485-493.
- Kirkpinar, F., Unlu, H. B. & Ozdemir, G., 2011. Effects of oregano and garlic essential oils on performance, carcass, organ and blood characteristics and intestinal microflora of broilers. *Livestock Science*, 137(1-3), pp. 219-225.
- Kirsch, K., 2010. *Die Wirkung organischer Säuren als Futterzusatzstoff auf Nährstoffumsatz und Bakterienpopulationen im Verdauungstrakt von Absatzferkeln.*, Diss., Freie Universität Berlin, Fachbereich Veterinärmedizin, Berlin.
- Li, K. H. et al., 2003. Effects of dietary essential oil components on growth performance, digestive enzymes and lipid metabolism in female broiler chickens. *British Poultry Science*, 44(3), pp. 450-457.
- Mair, C. et al., 2010. Inulin and probiotics in newly weaned piglets: effects on intestinal morphology, mRNA expression levels of inflammatory marker genes and haematology. *Archives of Animal Nutrition*, 64(4), pp. 304-321.
- Mitsch, P. et al., 2004. The effect of two different blends of essential oil components on the proliferation of *Clostridium perfringens* in the intestines of broiler chickens. *Poultry Science*, 83(4), pp. 669-675.
- Mroz, Z. et al., 2000. The effects of calcium benzoate in diets with or without organic acids on dietary buffering capacity, apparent digestibility, retention of nutrients, and manure characteristics in swine. *Journal of Animal Science*, 78(10), pp. 2622-32.

- Namkung, H. et al., 2004. Impact of feeding blends of organic acids and herbal extracts on growth performance, gut microbiota and digestive function in newly weaned pigs. *Canadian Journal of Animal Science*, 84(4), pp. 697-704.
- Poeikhampha, T. & Bunchasak, C., 2010. Effect of sodium gluconate on pH value, ammonia and short chain fatty acids concentration in batch culture of porcine cecal digesta. *Journal of Applied Science*, Band 10, pp. 1471-1475.
- Poeikhampha, T. & Bunchasak, C., 2011. Comparative effects of sodium gluconate, mannanoligosaccharide and potassium diformate on growth performances and small intestinal morphology of nursery pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 24(6), pp. 844-850.
- Roth, F. X. & Ertle, T., 2005. Organische Säuren: Alternative zu antibiotischen Leistungsförderern. In: *Tagungsband zum 4. BOKU-Symposium*. Wien: s.n., pp. 28-33.
- Seon, A., Guggenbuhl, P., Pinon Quintana, A. & Simoes Nunes, C., 2007. Effects of dietary supplementation with benzoic acid on zootechnical performance, the gastrointestinal microflora and the ileal digestibility of the young pig. *Livestock Science*, 108(1-3), pp. 218-221.
- Spring, P., Wenk, C., Dawson, K. A. & Newman, K. E., 2000. The effects of dietary mannanoligosaccharides on cecal parameters and the concentrations of enteric bacteria in the cecal of salmonella-challenged broiler chicks. *Poultry Science*, 79(2), pp. 205-211.
- Taras, D. et al., 2005. Impact of benzoic acid on early weaned piglets. In: *Tagungsband zum 10. Symposium Vitamine und Zusatzstoffe in der Ernährung von Mensch und Tier*. Jena: s.n., pp. 211-216.
- Van Beers-Schreurs, H. M. et al., 1998. Weaning and weanling diet influence the villous height and crypt depth in the small intestine of pigs and alter the concentrations of short-chain fatty acids in the large intestine and blood. *Journal of Nutrition*, Band 128, pp. 947-953.
- Van Immerseel, F. et al., 2006. The use of organic acids to combat Salmonella in poultry: a mechanistic explanation of the efficacy. *Avian Pathology*, 35(3), pp. 182-188.

Autorenanschrift

David Hermisdorf
Pulte GmbH & Co. KG
Niederlassung
Hirtenweg 2, 82031 Grünwald
info@pulte.de

Dr. Ulrich Steinruck
Pulte GmbH & Co. KG
Niederlassung
Hirtenweg 2, 82031 Grünwald
ulrich.steinruck@pulte.de

Arie van Ojien
FF Chemicals BV
Bloemendaalse Zeedijk 10
4765BP Zevenbergschenhoek
Niederlande



Futtermittel
einzeln
zusätzlich
ergänzend



PUCOPHYT



Econase XT

Süßmolkenpulver



PUCOSIL

PUCOVIT



PUCOCID

PUCOFLITZ



PUCOFERM

Magnesiumoxid



Vistabet

PUCOSAN

Econase GT

CALVOSAN

Obsttrester

Finase EC

Futtermittelsalz

Quantum Blue

PUCORAL

"Stärken/Schwächen-Profil" - ein Beratungsansatz zur Minderung der Emissionen aus der Schweinehaltung

Eva-Maria Brunlehner, Dr. Hermann Lindermayer

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft in Grub

Einleitung

Wie hoch ist der Futteraufwand pro Kilogramm Zuwachs in der Schweinemast oder wie hoch ist die Futtermenge pro Ferkel für die Aufzucht inklusive Zuchtsauenanteil? Ist das Futter eines Betriebes konzentrierter oder hat es weniger Inhaltsstoffe pro Kilogramm als das der Vergleichsgruppe? Wie hoch ist der ME-/Rohprotein-/Lysin-/Phosphor-Aufwand pro Kilogramm Zuwachs und wie stellt sich dieser im Vergleich zu gleichgelagerten Betrieben dar? Läuft der Nährstoffkreislauf rund und ist noch Luft beim Tierbesatz pro Hektar? Erzeugt oder kauft ein Betrieb die Rohstoffe zu teuer ein? Welche Güllemenge fällt im Betrieb bzw. pro Tier an? Wie hoch ist die Futterabfuhr von der Fläche?

Solche und viele weitere Fragen sollen in einem Beratungsprojekt von ITE, LKV Bayern und Ringberatung beantwortet werden. Im Rahmen des Projektes wurden sämtliche Futterdaten eines Wirtschaftsjahres erfasst, ausgewertet und mit den Ergebnissen gleichgelagerter Betriebe verglichen. Wichtige Kenngrößen sind u.a. der Futteraufwand, der Rohprotein- und Phosphor-Aufwand pro Kilogramm Lebendmassezuwachs, die Stickstoff- und Phosphor-Ausscheidung pro Tier bzw. Zuwachs, die Güllemenge pro Hektar, die Höhe der Gülle-N und P₂O₅ Ausbringung pro Hektar usw. Zum Beispiel: Wieso hat ein Landwirt in Relation zur Vergleichsgruppe eine höhere N-Ausscheidung pro kg Zuwachs? Aufgrund niedrigerer Leistung, einem höheren Futteraufwand, einem höheren Eiweißfuttermittelverbrauch, einem unausgewogenen Mineralfutters - das sind Beratungsansätze, die das einzelbetriebliche Optimierungspotential und die erzielten Fortschritte aufzeigen können. Diese Praxisdaten lassen bayerweit eine genauere Abschätzung des Gesamtfuttermittelverbrauchs und der N- und P-Ausscheidung aus der bayerischen Schweineproduktion zu.

Am meisten profitieren jedoch die teilnehmenden Einzelbetriebe von diesem Beratungsprojekt. Das Aufdecken von Abweichungen zur Vergleichsgruppe ist die Basis zur Optimierung der Produktionstechnik und zur bestmöglichen Nutzung der Futterressourcen, bei gleichzeitiger Verringerung der Emissionen und Steigerung der Futterrendite.

Material und Methoden

Im Projekt werden von den teilnehmenden Betrieben bereits vorhandene Produktionsdaten aus der Leistungsprüfung des LKV Bayern genutzt. Zudem erfassen die zuständigen Ringberater einzelbetriebliche Futterdaten. Hierfür steht neben dem Futteroptimierungsprogramm ZifoWin ein Erfassungsprogramm zur Verfügung, womit die verwendeten Futtermittelarten, die Futtermengen, Preise, Rationen, Güllemengen, Futter- und Gülleflächen einzelbetrieblich erfasst und mit den Daten aus der Leistungsprüfung in Verbindung gesetzt werden. Die Gesamtheit der Betriebe wird in vier Vergleichsgruppen geteilt - Schweinemastbetriebe mit und ohne Einsatz von Ergänzungsfuttermitteln, Ferkelerzeugerbetriebe mit Ferkelaufzucht bis ca. 32 kg LM und Babyferkelerzeuger.

Das ITE Grub überprüft die Daten, wertet sie aus und errechnet die Kennzahlen. Die Betriebe erhalten anschließend ihr persönliches „Profil“ per Post. Die Berater des LKV Bayern (Ringberater) bereiten sich

gezielt auf die folgenden Diskussionen mit den Landwirten vor, arbeiten Beratungsvorschläge aus, vereinbaren Fütterungsziele und kontrollieren in der Folgezeit den Umsetzungserfolg.

Ergebnisse und Diskussion

Das neue Servicepaket wurde für die schweinehaltenden Landwirte entwickelt, die an der Ringberatung teilnehmen und bereit sind, echte Produktionsdaten zu liefern und ihre Fütterung immer wieder zu überdenken, weiter zu entwickeln und zu optimieren. Im Wirtschaftsjahr 2011/2012 haben 360, im Jahr 2013 schon 460 Betriebe an dem Projekt teilgenommen. Mit jedem weiteren Datensatz steigen die Aussagekraft und die Vergleichbarkeit eines Betriebes mit gleichgelagerten Betrieben und weiterführende Auswertungen werden möglich. Die einzelbetriebliche Ergebnisdarstellung erfolgt in Form eines Balkendiagramms sowie einer Kennzahlenübersicht mit weiteren Parametern. Die Leistungszahlen der Betriebe werden denen ihrer Vergleichsgruppe gegenübergestellt und je nach Ausprägung als Stärke bzw. als Schwäche gekennzeichnet.

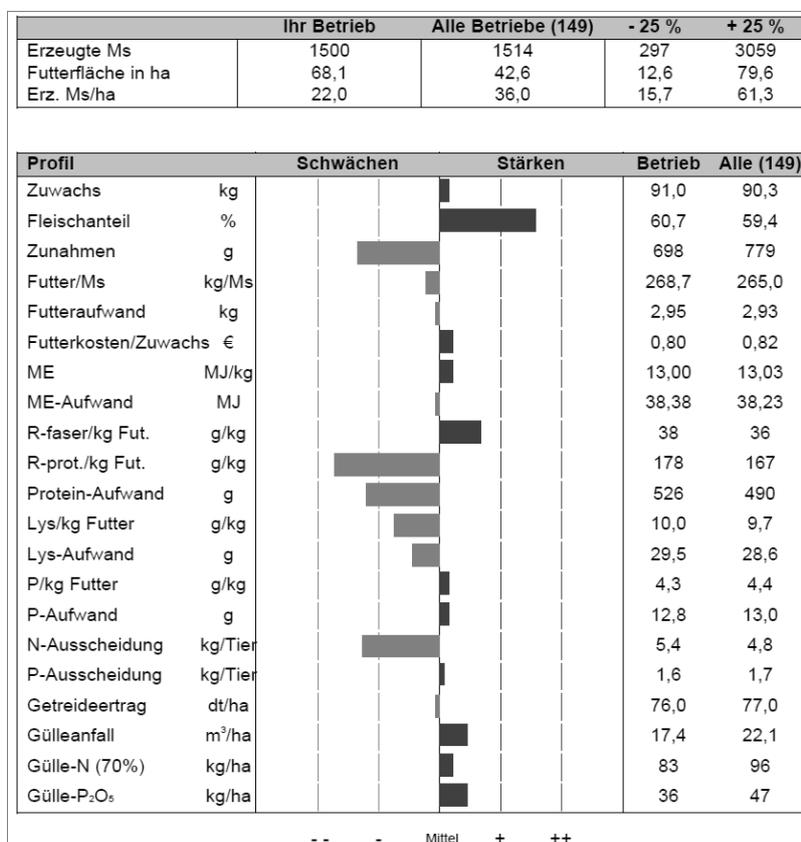


Abbildung 1: „Stärken/Schwächen-Profil“ für einen Mastschweinebetrieb in der Schnellübersicht

Die Abbildung 1 zeigt ein Beispiel für ein solches Stärken- Schwächenprofil eines Mastschweinebetriebes. Betrachtet man zum Beispiel die Stickstoffausscheidung pro Tier, so liegt im Musterbetrieb der Wert bei 5,4 Kilogramm. Der Durchschnitt der Betriebe liegt bei 4,8 Kilogramm. Somit ist der Wert des Betriebes zunächst als Schwäche in der Fütterung zu deuten. Oder auch der Rohfasergehalt liegt bei 38 g pro kg Futter, der Mittelwert bei 36 g. Aus fachlicher Sicht ist dies als Stärke in der Fütterung zu sehen, wenn mehr auf Darmgesundheit geachtet werden muss. Oder auch die N-Ausbringung pro Hektar unter dem Schnitt (83 kg N/ha statt 96 kg) ist dann eine Stärke, wenn dadurch teures Eiweißfutter eingespart wurde.

Die Darstellung der ermittelten Kennzahlen stellt nicht das Ende der Arbeit dar, sondern soll die Basis für eine fundierte Ursachenforschung und Beratung sein. Die Unterschiede zwischen den Betrieben sind enorm, wie die Streuungen und die Min/Max-Werte in Abbildung 3 zeigen.

Ist zum Beispiel der Phosphoraufwand pro Kilogramm Lebendmassezuwachs erhöht, ergeben sich zur Ursachenforschung hieraus verschiedene Ansatzpunkte zur Beratung und Fütterungsoptimierung:

- ein erhöhter Phosphor-Gehalt in der Futtermittelration (kein Phytase-Einsatz, Mineralfutter mit hohem P-Gehalt, Einsatz von Nebenprodukten wie z.B. Rapsschrot oder Kleie)?
- unnötige Sicherheitszuschläge über den empfohlenen Zielwerten?
- keine oder keine konsequente Phasenfütterung?
- niedrige Leistungen/hoher Futteraufwand pro Kilogramm Lebendmassezuwachs?

Grundsätzlich gilt - eine Schwäche muss nicht immer als Schwäche und eine Stärke nicht immer als Stärke zu interpretieren sein. Hier ist das Beurteilungsvermögen des Beraters gefragt. Beispielsweise kann wenig Rohfaser in der Ration auch betriebstypisch sein (Einsatz von Nebenprodukten) und der Betrieb nimmt den niedrigen Rohfasergehalt in Kauf oder die Zukaufrohfasern sind zu teuer usw.

Für die allgemeine Beratungsarbeit in Bayern und auch für politische Weichenstellungen lassen sich bei der Zusammenfassung der einzelbetrieblichen Daten noch weitergehende Aussagen treffen. Beispielsweise ist eine noch genauere Abschätzung der N- und P- Emissionen aus der Schweinehaltung in Bayern möglich. So lassen sich übergeordnete Fragen beantworten, wie - wieviel Fläche ist bei den bayerischen Durchschnittserträgen für die ordnungsgemäße Ausbringung der Güllemengen aus der Schweinehaltung benötigt? Bei gegebenen Fütterungsdaten und den InVekos-Tierzahlen ergeben sich so Gesamt-N- und P- Ausscheidungen von rund 39.597 Tonnen Stickstoff und 6.140 Tonnen Phosphor für das Wirtschaftsjahr 2013 (Abbildung 2). Die erzeugten Mastschweine verursachen dabei $\frac{3}{4}$ des N-Austrages und $\frac{2}{3}$ des P-Austrages.

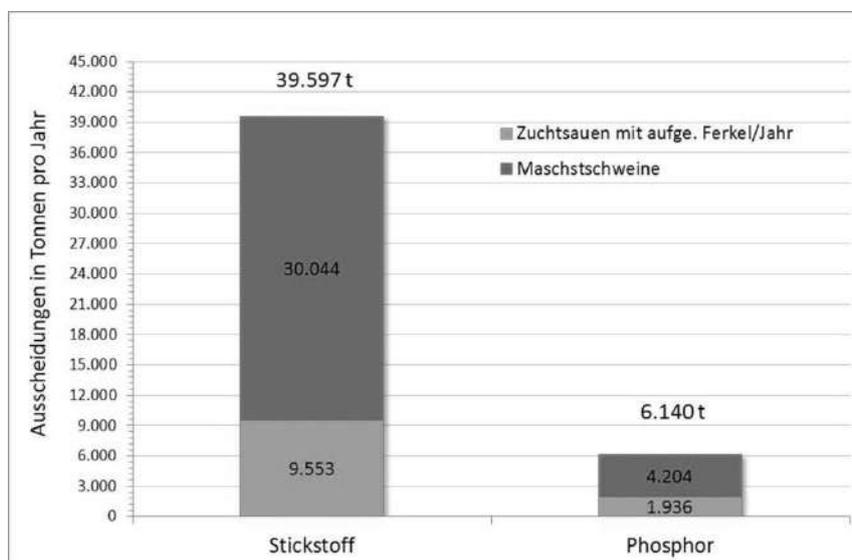


Abbildung 2: Praxisdaten zur N- und P-Ausscheidung (t) aus der bayerischen Schweineproduktion (WJ 2012/2013)

Bezieht man die durchschnittliche N- und P- Ausscheidung auf ein Kilogramm Lebendmassezuwachs (Abbildung 3) – und nur diese Größe lässt eine objektive Einschätzung zu – dann leitet sich vor allem bei der P-Ausscheidung in der Ferkelaufzucht ein großes Optimierungspotential ab.

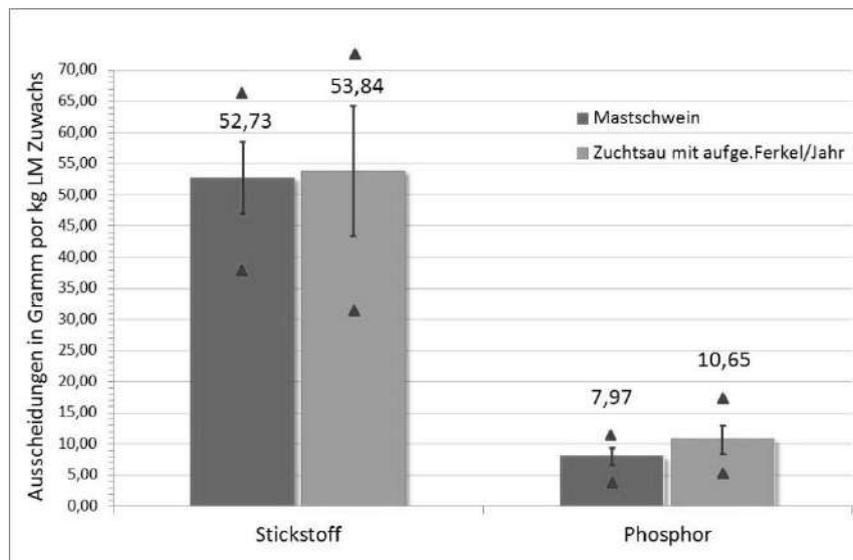


Abbildung 3: Durchschnittliche N- und P-Ausscheidung pro kg Zuwachs (Mittelwert, 1s, Δ min/max)

Schlussfolgerung

Das „Stärken-/ Schwächenprofil“ soll mögliche Reserven in der Fütterung und zur N- und P-Reduzierung aufdecken und auch die Gründe dafür aufzeigen. Damit ergeben sich viele Beratungsansätze zur Optimierung der Fütterung sowie deren Handlungsspielräume in der Umsetzung. Das Beratungsprojekt ist einerseits individuell auf den Einzelbetrieb zugeschnitten, andererseits kann die Gesamtheit der realen Produktionsdaten vieler Betriebe für umwelt- und wirtschaftspolitische Einschätzungen der Schweinehaltung in Bayern genutzt werden.

Für das Wirtschaftsjahr 2013/2014 wird die Datenerfassung und Auswertung ebenfalls durchgeführt. Der Aufwand für die Erhebung und Auswertung ist hoch. Allerdings profitieren sowohl die teilnehmenden Betriebe, als auch die Beratung davon, wenn sich die Zahl der teilnehmenden Betriebe weiter steigert und so weiterführende Auswertungen möglich werden.

Literatur

Lindermayer, H., Brunlehner, E.-M., 2014, Das steckt in der Ration, BLW 32, 48-49

Lindermayer, H., Brunlehner, E.-M., 2014, Licht und Schatten in der Fütterung – Stärken-Schwächen-Profil, BLW 26, 51

Lindermayer, H., 2011, Was geht alles in die Luft – Schweinehalter zur Emissionsberichterstattung verpflichtet, BLW 37, 27

Autorenanschrift

Eva-Maria Brunlehner
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft
Prof. Dürrwachter Platz 3
85586 Poing
Eva-Maria.Brunlehner@LfL.bayern.de

Toxicity of type B trichothecenes: beyond deoxynivalenol

Julia Laurain¹, Eric Marengue², Maria Angeles Rodriguez¹

¹ Olmix

² Labocea

Introduction

Trichothecenes are mycotoxins commonly found in cereals world-wide. The most important trichothecene producers is the *Fusarium* genus, i.e. *Fusarium culmorum* and *Fusarium graminearum*, which is abundant in various cereal crops (wheat, maize, barley, oats, and rye) and processed grains (malt, beer and bread). Deoxynivalenol (DON) is the most current trichothecens, but in contaminated cereals 3- and 15-acetyl DON can in significant amounts (10 – 20%) occur concomitantly with DON (Efsa). Nivalenol is also a common trichothecenes B mycotoxins produced by *Fusarium* genus.

Review of trichothecens B toxicity

Trichothecenes exert multiple toxic effects that are variable between toxins and species. On a review, Petska (2007) conclude that all animal species are susceptible to DON according to the rank order of pigs > mice > rats > poultry \approx ruminants. Nevertheless, there is a lack of data on others trichothecens B (3- and 15-acetyl DON and NIV) toxicity on farm animals. Mice are the most studied animals. Different studies measured the mycotoxins LD50 on mice and permit to conclude that 15-acetylDON is 2,3 folds more toxic than DON (Forsell et al., 1987) and that NIV is twice more toxic than DON (Ryu et al., 1988). No data are available on 3-acetylDON on mice, the few available data show a lower toxicity of 3-acetylDON comparing to DON. In fact in 2010, Danick et al., measured an LD50 of 3-acetylDON, on ruminant, of 2,6 Mm comparing to 0,5 Mm for DON. On pig model, Pinton et al., 2012, measured the different toxicity of trichothecens B on pig intestinal epithelium and classify trichothecens B toxicity as follow 3-acetylDON < DON < 15-ADON. According to this data, we can set up some equivalence of toxicity between DON and others mycotoxins in order to use one common criterion: toxicity in DON equivalence. In this system we consider that $3\text{-acetylDON}/0,5 = 15\text{-acetylDON}/2,3 = \text{NIV}/2 = \text{DON toxicity}$.

Statistical study : correlation between DON and other trichothecenes B

We use this criterion in a database of 325 samples of raw materials collected worldwide from 2008 to 2013. DON, 3-acetylDON, 15-ADON and NIV level were measured by LC MS/MS (Accreditation COFRAC 1-0632). We couldn't measure any strong correlation between DON and 3-acetylDON individually ($R^2 = 0,12$), DON and 15-acetylDON individually ($R^2 = 0,39$) and NIV individually ($R^2 = 0,09$). No correlation ($R^2 = 0,27$) between DON level and the sum of trichothecens B converted into DON toxicity ($0,5 \text{ 3-acetylDON} / 0,5 + 2,3 \text{ 15-acetylDON} + 2 \text{ NIV}$) was measured.

Conclusion

DON is the trichothecens B mycotoxin that is most often analysed whereas others trichothecens B are rarely analysed. Others trichothecens B couldn't be estimated from DON level whereas they remain present in significant amounts and very toxic. Thus, it's important to measure the presence of all trichothecens B in raw materials.

Literature

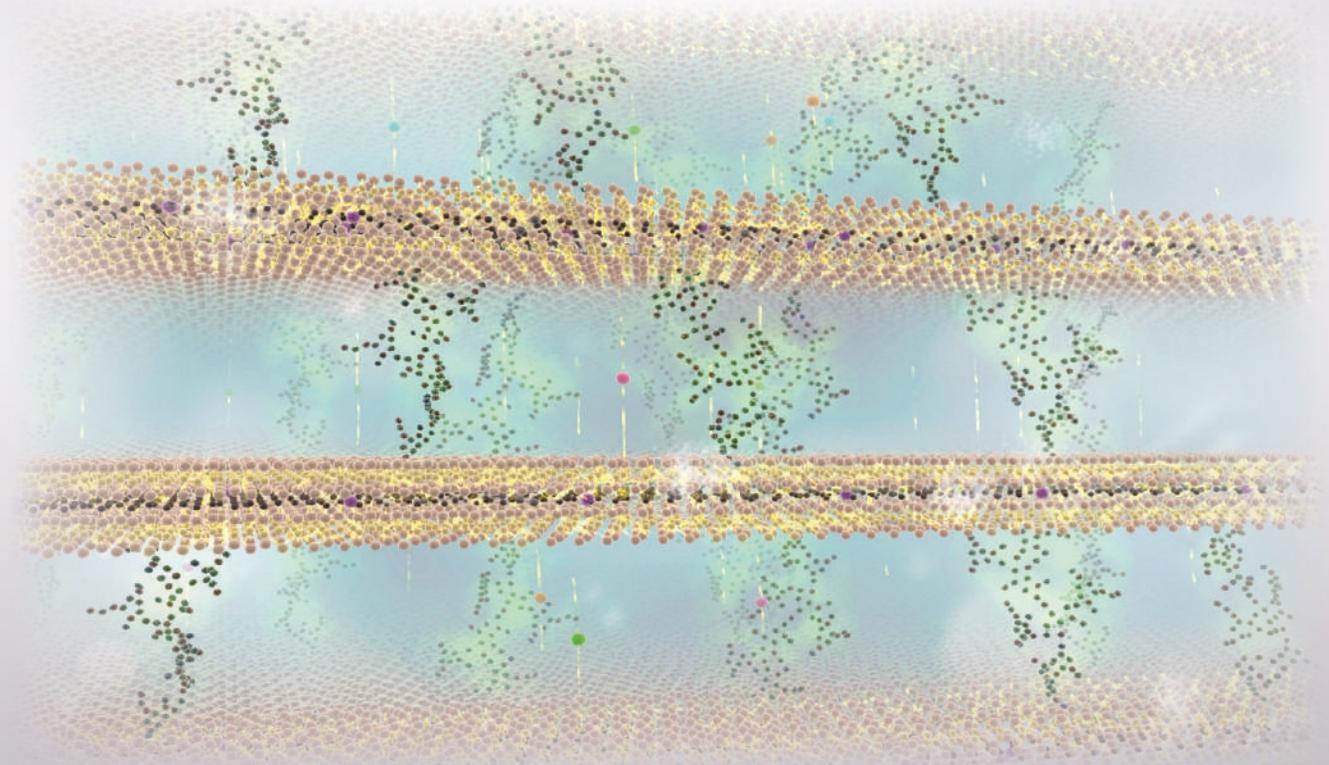
- Oldenburg et Höppner, 2003. Mycotoxin Res., 19: 43-46.
RIVM Report 388802024/2002
EFSA Journal 2013;11(6):3262
Pestka, 2007. Animal Feed Science and Technology 137 283–298
Pinton, 2012. Journées Recherche Porcine
Forsell et al., 1987. Food Chem Toxicol. Feb;25(2):155-62.
Ryu et al., 1988. Fundam. Appl. Toxicol. 11, 38-47
Daenicke et al., 2011. Mycotoxin Res. Feb;27(1):49-55.

Corresponding author

Julia Laurain
Olmix ZA du Haut du Bois
56580 Bréhan France
Email: jlaurain@olmix.com



The natural alternative to get rid of mycotoxins effects



Improve protection
Improve performance

www.olmix.com
mtx+@olmix.com



INNOVATION THROUGH THE POWER OF NATURE

Erreichung von Zulassungsrelevanten Daten für Wirksamkeitsstudien

Dr. Klaus Hellmann, Dr. Gabriele Braun, Dr. Regina Wolf

Klifovet AG, Geyerspergerstr. 27, D-80689 München

Randomisierte, verblindete Feldstudien werden durchgeführt, um den Effekt von Nahrungszusätzen zu evaluieren. Studien müssen wissenschaftliche und qualitative Prinzipien erfüllen. Standards, die dabei angewandt werden, sind GLP oder GCP (gute klinische Praxis) oder ISO 9001, um die Qualität in solchen Studien zu garantieren. Eine Voraussetzung dabei ist die Durchführung der Studie durch qualifiziertes, geschultes Personal.

Ein typischer Versuchsaufbau zur Prüfung der Effizienz eines Futtermittelzusatzstoffes oder eines diätetischen Futtermittels beinhaltet mindestens 2 Gruppen, die in jeder Hinsicht vergleichbar sein sollten (Haltungsbedingungen, Management, Grundfutter). Außerdem sollten die Tiere nach dem Zufallsprinzip unter Berücksichtigung der Ausgangssituation wie z. B. Gewicht, Alter oder Ernährungszustand den Gruppen zum Zeitpunkt des Versuchsbeginns zugeteilt. Die Tiere der Gruppen erhalten die Grundration sowie, je nach Gruppe, einen definierten, zu prüfenden Futterzusatz. Die Beobachtungen sollten neben der Körpergewichtsentwicklung auch den Gesundheitszustand erfassen. Die Bewertung der Futtermittelverwertung ist unter Feldbedingungen oft schwierig, kann aber mit zusätzlichem Aufwand oder installierten Futterautomaten erfasst werden. Je nach Claim, der für das Produkt nachgewiesen werden soll, sind geeignete Untersuchungsparameter und Untersuchungszeitpunkte auszuwählen und die Parameter zu erheben, um den bestmöglichen Effekt des Produktes nachzuweisen. Eine vorab geplante und vorbereitete Datenerfassung im Betrieb kann elektronisch in den Computer oder handschriftlich auf Formblätter erfolgen; dabei sollte sichergestellt werden, dass Daten nicht nachträglich ohne Nachweis geändert werden können. Die statistische Auswertung sollte vor Beginn der Studie für die relevanten Parameter im Prüfplan bereits festgelegt worden sein. In aller Regel reichen einfache statistische Tests neben der deskriptiven Auswertung aus.

Basierend auf den Untersuchungen einer entsprechenden Auftragsfeldstudie¹, bei der qualitätsrelevante Anforderungen umgesetzt wurden, verbessert die Ergänzung von Digextra BB zur Milchtränke die Gewichtszunahmen von Kälbern während der Aufzucht, so dass eine um einen Monat frühere Erstbesamung möglich wäre. Es konnte in der Studie nachgewiesen werden, dass durch eine 3-monatige Zugabe von Digextra BB zur Vollmilch oder zum Milchaustauscher bei ansonsten gleichem Fütterungsregime nach 6 Monaten signifikant höhere Gewichtszunahmen erreicht werden.

¹ Die Umsetzung der Studie gemäß qualitätsrelevanter Anforderungen erfolgte durch KLIFOVET AG

Autorenanschrift:

Klifovet AG
Geyerspergerstr. 27
D-80689 München
Ansprechpartner: Gabriele Braun, gabi.braun@klifovet.com

Services for the Animal Nutrition Industry

- ◀ Efficacy and Safety Studies
- ◀ Evaluation and compilation of dossiers
- ◀ Feed Additives Applications Consultancy



KLIFOVET AG
Geyerspergerstraße 27
D-80689 München

Phone +49 (0) 89 58 00 82 0

Fax +49 (0) 89 58 00 82 77 77

E-Mail info@klifovet.com

www.klifovet.com



Untersuchungen zu Wirksamkeit gegen *Ascaris suum*, Bioverfügbarkeit und physikalischen Stabilität einer innovativen suspendierbaren Fenbendazol-Formulierung (Nano-Galenik) im Vergleich zu anderen Fenbendazol- und Flubendazolprodukten

Alexandra Herrmann¹, Britta Marxen¹, Silke Sczesny², Gerhard Kissel², Robert Tabeling¹

¹Intervet Deutschland GmbH, MSD Tiergesundheit,²MSD Animal Health Innovation GmbH

Einleitung

Endoparasiten des Schweines sind eine dauerhafte Belastung der Betriebe und sind als ubiquitär anzusehen. Neben Beeinträchtigungen des klinischen Erscheinungsbildes der Tiere und ökonomischen Leistungsparametern (Tageszunahmen, Futtermittelverwertung, Homogenität etc.) stehen auch immunologische Reaktionen mit dem Verwurmsungsstatus der Tiere in Verbindung.

Die wesentliche Säule in der strategischen Endoparasitenbekämpfung beim Schwein stellt die Entwurmung der Tiere mit wirksamen Arzneimitteln dar, die durch Managementmaßnahmen wie effektive Reinigung und Desinfektion, Rein/Raus-Verfahren etc. begleitet wird. Zu den gebräuchlichen Antiparasitika zählen vor allem Wirkstoffe aus der Gruppe der Benzimidazole. Fenbendazol ist ein seit den 70iger Jahren bekannter Wirkstoff aus dieser Gruppe. In der praktischen Anwendung haben Aspekte der Applikation (Injektion vs. orale Anwendung via Futter/Tränke) wie auch die Bioverfügbarkeit insbesondere bei Parasiten, die nicht ausschließlich darmständig sind, sondern auch eine Körperpassage durchführen wie *Ascaris suum* eine große Bedeutung.

Material und Methode

Studie 1: Physikalische Stabilität von Anthelmintika im Tränkwasser

Entsprechend der Methode DAG-DWF003-PV025-V01 wurden 4 verschiedene Flubendazol- bzw. Fenbendazol-Formulierungen unverdünnt auf ihre Partikelgrößenverteilung mit dem Malvern Mastersizer 2000 G in Verbindung mit der Malvern Hydro 2000 G dispersing unit hin untersucht.

Zur Bestimmung der physikalischen Stabilität der Suspension von Anthelmintika im Tränkwasser wurde die Turbiscan-Methode (Turbiscan Lab Thermo Fa. Quantachrome) durchgeführt. Die angesetzten Suspensionen mit je 200 mg Wirkstoff je Liter medikierten Wassers wurden zu den Zeitpunkten 0 und 24 h bei 30°C analysiert. Auch eine visuelle Beurteilung wurde vorgenommen und dokumentiert.

Studie 2: Bioverfügbarkeit verschiedener Fenbendazol-Formulierungen

In einer Studie wurden die Plasmaspiegel von Fenbendazol und seinen Metaboliten (Oxfendazol und Oxfendazol sulfon) in je 8 Schweinen nach der einmaligen Gabe einer innovativen Fenbendazol-Formulierung bzw. eines Fenbendazol Prämixes (Prämix 1) bestimmt (Dosis 5 mg/kg Fenbendazol Körpermasse). Dazu wurde Blut aus der Jugularvene in Na-Citrat-Röhrchen vor Behandlung und zu den Zeitpunkten 30 min, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 12, 24, 36, 48 und 72 h nach Behandlung gewonnen und bei -70°C bis zur Analyse gelagert. Analog erfolgte in 3 weiteren Studien der Vergleich zwischen der innovativen Fenbendazol-Formulierung und der o. g. Prämixformulierung in weiteren Dosierungen (2,2-9 mg/kg Fenbendazol Körpermasse gegeben als Einmaldosis). Hierbei wurde der

Blutentnahmezeitraum z.T. auf 32 h verkürzt. Die Proben wurden einzeln mittels validierter HPLC-MS Methode untersucht (untere Nachweisgrenze 10 ng/ml). Die Exposition der Schweine gegenüber Fenbendazol und seinen Metaboliten wurden als AUC_{last} (Area under the curve from time point 0 to the last quantifiable concentration) ausgedrückt.

Hieraus wurde die relative Bioverfügbarkeit der innovativen Fenbendazol Formulierung im Vergleich zu den beiden Prämixformulierungen berechnet.

Der statistische Vergleich der AUC_{last} Werte nach Gabe der innovativen Fenbendazol-Formulierung bzw. Prämix 1 erfolgte über einen 2seitiger t-Test für 2 unabhängige Stichproben und ein Signifikanzniveau von $\alpha=0,05$.

Studie 3: Wirksamkeit der innovativen Fenbendazol-Formulierung gegen *Ascaris*stadien

In klinischen Studien wurde die Wirksamkeit von nassvermahlenem Fenbendazol gegenüber Wanderlarven untersucht. Hierfür wurden 10-13 Wochen alte Schweine in 5 Behandlungsgruppen mit *Ascaris suum* (L3 Stadien) infiziert. Die Tiere wurden 6 Tage vor Behandlung mit ca. 1000 embryonierten *Ascaris suum* Eiern via Katheter intraoesophageal infiziert.

Sechs Tage später wurden die Tiere mit einer Dosis von 2,5mg/kg Fenbendazol Körpermasse pro Tag über 1-3 Tage behandelt und nach 14 Tagen geschlachtet. In den Organen Darm, Leber, Lunge, Trachea wurde das Vorkommen von allen Stadien von *Ascaris suum* untersucht. Aufgrund des Entwicklungszyklus von *Ascaris suum* hätte innerhalb dieses Zeitraumes bei unvollständiger Entwurmung in den Geweben eine Weiterentwicklung der jeweiligen Stadien und entsprechende Nachweise in den Organen nach sich gezogen. Die Ergebnisse wurden mit einem 2seitiger t-Test für unabhängige Stichproben und ein Signifikanzniveau von $\alpha=0,05$ statistisch beurteilt.

Ergebnisse

Studie 1: Physikalische Stabilität von Anthelmintika im Tränkwasser

Für die unter Anwendung der Nassvermahlung hergestellte Fenbendazol-Formulierung konnten hinsichtlich der Partikelgrößenverteilung deutliche Unterschiede zu nicht nassvermahlenem Wirkstoff ermittelt werden. Aber auch im Vergleich zu den mitgeprüften, zur Tränkwassermedikation zugelassenen Flubendazol-Formulierungen ergaben sich klare Unterschiede (Abb. 1). Dabei wird deutlich, daß die Nassvermahlung des Wirkstoffes zu einer Partikelgrößenverteilung mit annähernd 100% aller Partikel $< 1 \mu\text{m}$ führt.

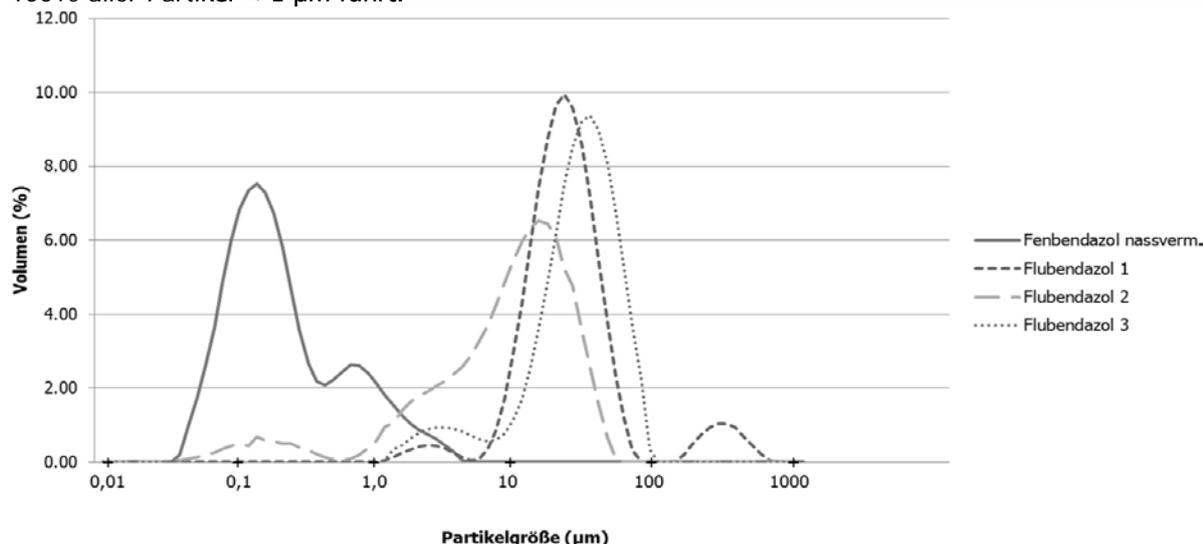


Abb. 1: Partikelgrößenverteilung von nassvermahlenem Fenbendazol im Vergleich zu anderen Flubendazolen für die Tränkwassermedikation

Auch in der Turbiscananalyse zur Untersuchung des Entmischungsverhaltens von Suspensionen zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Formulierungen hinsichtlich ihrer physikalischen Stabilität im medikierten Wasser. Während bei den üblichen Flubendazolen im oberen Bereich ein Anstieg der Klärung der Suspension zu verzeichnen war, wurden im mittleren und unteren Abschnitt deutliche Zunahmen bei der Agglomeration und der Sedimentation ermittelt. Die unter Nassvermahlung hergestellte innovative Fenbendazol-Formulierung wies in der geprüften Konzentration von 200 ppm nach 24 h nahezu keine Veränderung in der Verteilungshomogenität auf (Veränderungen in allen Abschnitten maximal 0,03 %/h).

Tabelle 1: Turbiscan Ergebnisse im medikierten Wasser über 24 h

	Abschnitte des Messgefäßes, (mm)	Testsubstanz	Anstieg, (%/h)	Bestimmtheitsmaß
Klärung	oben 30-38,2	Fenbendazol, nassvermahlen	0,02	0,90
		Flubendazol 1	1,59	0,99
		Flubendazol 2	1,87	0,94
		Flubendazol 3	1,10	0,87
Agglomeration	Mitten 10-30	Fenbendazol, nassvermahlen	0,03	0,90
		Flubendazol 1	1,65	0,99
		Flubendazol 2	2,08	0,92
		Flubendazol 3	1,28	0,99
Sedimentation	unten 3,5-10	Fenbendazol, nassvermahlen	0,00	0,86
		Flubendazol 1	0,15	0,88
		Flubendazol 2	0,31	0,98
		Flubendazol 3	0,07	0,64

Selbst in der einfachen sensorischen visuellen Beurteilung konnte nach 24 h der Unterschied in der Homogenität der Lösungen analog zur Turbiscananalyse deutlich festgestellt werden. Hier ist am deutlichsten die Klärung der Lösung bei den Flubendazolprodukten nach 24 h im Vergleich zum nassvermahlenden Fenbendazolprodukten, welches sich nach 24 h unverändert darstellt.
 * „Gemäß Fachinformation sollten die Flubendazol Vergleichspräparate 1 und 2 innerhalb eines Zeitraums von 4 Stunden verabreicht werden.“



Abb. 2: Visuelle Stabilität verschiedener Anthelmintika in Tränkwasser

Studie 2: Bioverfügbarkeit verschiedener Fenbendazol-Formulierungen

Die durchschnittliche relative Bioverfügbarkeit der innovativen Fenbendazol-Formulierung im Vergleich zu der Prämix -Formulierung betrug 129%.

Die AUClast-Werte für Fenbendazol und seine Metaboliten (Abb. 2) war nach der Gabe der innovativen Fenbendazol-Formulierung im Vergleich zu AUClast -Werten nach Gabe von Premix 1 signifikant erhöht.

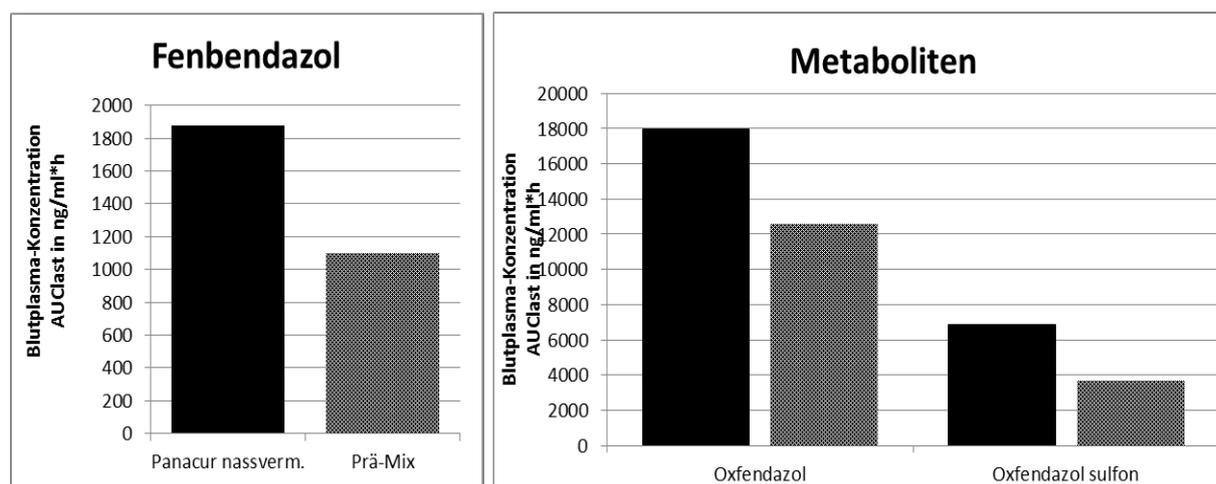


Abb. 3: AUClast-Werte von Fenbendazol und seinen Metaboliten nach Gabe der innovativen Fenbendazol-Formulierung und Prämix 1

Studie 3: Wirksamkeit der innovativen Fenbendazol-Formulierung gegen allen Larvenstadien von *Ascaris suum*

Gegenüber der Kontrollgruppe war die Zahl der *A. suum*-Larven in allen Geweben bei einer Beobachtung 20 Tage nach Infektion und 14 Tage nach Behandlungsbeginn um 97-100% zurückgegangen. Dabei war die geringste Reduktion von 97 % mit einer 1tägigen Verabreichung, ab 2tägiger Behandlung eine 99-100 %ige Verminderung zu verzeichnen.

Tabellle 2: Reduktion von L3 Wanderlarven von *Ascaris suum* nach Entwurmung mit innovativer Fenbendazol-Formulierung

Gruppen	Anzahl Tiere (n)	Tag - 6	Behandlung 2,5 mg/kg KW Tag 0 - 1 - 2	Schlachtung am Tag 14	Reduktion Wurmlast (Larven) in %
Kontrollgruppe	30	infiziert	- - -	+	0
Behand. Gruppe 1	15	infiziert	x	+	99
Behand. Gruppe 2	15	infiziert	x x	+	99
Behand. Gruppe 3	15	infiziert	x x x	+	99
Behand. Gruppe 4	15	infiziert	x	+	97
Behand. Gruppe 5	15	infiziert	x x	+	100

Diskussion

Studie 1: Physikalische Stabilität von Anthelmintika im Tränkwasser

Die Feinstvermahlung des Fenbendazols mittels Nassverfahren zur Erzeugung einer Nanogalenik zog die erwartbaren verbesserten Eigenschaften im Bereich der Lösungsgeschwindigkeit nach sich. Diese verbesserten Suspensionseigenschaften können im landwirtschaftlichen Betrieb genutzt werden, um die Entwurmung über das Tränkwasser vorzunehmen. Hier bieten sich gerade aufgrund der Problematik in Einsatz von Arzneimitteln über Mischfutterwerke (Fütterungsarzneimittel, Verschleppungsgefahr in andere Mischfutter) Vorteile. Aber auch in der Praxis auf dem landwirtschaftlichen Betrieb ist bei der Verwendung von oral anzuwendenden Fertigarzneimitteln eine stabile Lösung über das Tränkwasser in vielen Bereichen (z.B. Flatdeck, Mast) gerade im Hinblick auf die adäquate Dosierung als vorteilhaft gegenüber der Verwendung von pulverförmigen Produkten über das Futter anzusehen. Ein wesentlicher technischer Vorteil dieser innovativen Galenik ist die hohe Anwenderfreundlichkeit und –sicherheit, da die Fenbendazol-Partikel im Wasser stabil in Schwebelage bleiben. Es findet keine nachweisbare Sedimentation in einem Zeitraum von 24 Stunden statt, so dass während eines praktikablen Entwurmungsvorganges über 8 Stunden das medikierte Wasser nicht gerührt werden muss und sich auch kein Wirkstoff am Boden und in den Tränkeleitungen absetzt. Dadurch wird die Tränkwassermedikation ermöglicht, die eine verbesserte Praktikabilität und Effektivität in den Betrieben zur Folge hat.

Studie 2: Bioverfügbarkeit verschiedener Fenbendazol-Formulierungen

Üblicherweise sind die Endoparasiten des Schweines enteral beheimatet und daher spielt die Bioverfügbarkeit hier keine herausragende Rolle. Jedoch ist *Ascaris suum* als wirtschaftlich bedeutenster Darmparasit des Schweines ein Erreger der zusätzlich zur Ansiedlung im Darm eine Körperpassage in seinem Entwicklungszyklus vornehmen muss. In diesem Zyklus verursacht er mit der Leber- und Lungenwanderung die umfangreichsten Schäden, die z.B. als sogenannte Milkspots bekannt sind. Um neben den darmständigen Stadien (Adulte und Larvenstadien) auch die von der Körperpassage betroffenen Organe zu therapieren und damit sowohl Schäden zu reduzieren, als auch die Vermehrung maximal zu unterbinden, ist eine höhere Bioverfügbarkeit vorteilhaft. Auch ist die biliäre Sekretion des Darmes anzunehmen, auch wenn dies nur im Schaf und nicht im Schwein gezeigt wurde (4). Evtl. Vorteile in der gleichmäßigen Wirkstoffanflutung wie auch der Erreichung tiefer Darmbereiche könnten gegenüber einer üblichen vornehmlichen passagären Wirkstoffwirkung mit dem Futterbrei ebenfalls relevant für den Entwurmungserfolg sein.

Studie 3: Wirksamkeit der innovativen Fenbendazol-Formulierung gegen alle *Ascaris*stadien

Dieses Untersuchungsschema wurde gewählt, um die Effektivität der Wirkstoffformulierung auch gegen die Wanderlarven aus den Geweben (Leber, Lunge etc.) beurteilen zu können, da diese nach 14 Tagen wieder im Darm auffindbar sein würden (Hennessy et al. 2006). Deutlich wurde, dass neben den Parasitenstadien im Darm (hier nicht dargestellt) auch die Wanderlarven in allen Organen nahezu vollständig bekämpft wurden. Die Effektivität der Wirkstoffformulierung gegen *Ascaris suum* von > 99 % in 2 Tagen Anwendung bringt in Verbindung mit einer Wartezeit von 4 Tagen nach Ende der Behandlung den großen Vorteil, dass eine wöchentliche Vermarktung der Schlachtschweine aus den Betrieben auch aus Bereichen, in denen die Entwurmung erfolgt, problemlos stattfinden kann. Risiken bzgl. der Lebensmittelsicherheit werden so weit wie möglich reduziert.

Schlussfolgerung

Mit der Nassvermahlung von Fenbendazol wurde ein Produkt mit Nano-Galenik erzeugt, welches gegenüber bisherigen Formulierungen vorteilhafte physikalische Eigenschaften aufweist. Durch die geringe Partikelgröße in Verbindung mit der galenischen Formulierung ist die physikalische Stabilität im Wasser für die Tränkwassermedikation über praktikable Zeiträume von bis zu 24h gewährleistet.

Die verbesserte Resorption des Wirkstoffes in Folge der innovativen Formulierung zieht eine erhöhte Bioverfügbarkeit nach sich, welche gewebeständige Parasitenstadien, die bei *Ascaris suum* von besonderer Bedeutung sind, erreicht.

Das Produktes wies in Folge dessen gegenüber allen Larvenstadien von *Ascaris suum* (dem wichtigsten Endoparasiten des Schweines) eine 99% Effektivität bei 2tägiger Anwendung auf.

Literatur

Dr. Mario Sommer, MSD Animal Health Innovation GmbH; Investigation of the physical stability of Panacur AquaSol® and competitors using Turbiscan interne Daten (Zulassungsstudien)

D.R. Hennessy, J.W. Steel, R.K. Prichard; Biliary secretion and enterohepatic recycling of fenbendazole metabolites in sheep; J. ^svet. Pharmacol. Therap. 16, 132-140, 1993

Hennessy DR, Bauer C, Boray JC, Codoer GA, Daughschies A, Johansen M-V, Maddox Hyttel C, Roepstorff A: Recommendations of the world association for the advancement of veterinary parasitology (WAAVP): Second edition of guidelines for evaluating the efficacy of anthelmintics in swine, Veterinary Parasitology 141 (2006) 138-149

Verantwortlicher Autor

MSD Tiergesundheit
Alexandra Herrmann
Feldstraße 1a
87516 Unterschleißheim
alexandra.herrmann@msd.de

MSD Tiergesundheit – Die Wissenschaft für gesündere Tiere™



EuroTier
Weltweit das Top-Event
für Tierhaltungs-Profis

Wir sind dabei!
11. – 14.11.2014 | Halle 15, Stand 15D29



Das Beste, was wir für Tiere tun können, tun wir für uns

Denn aus unserer Sicht sind Tiere eine der wertvollsten Ressourcen der Menschheit. Aus dieser Überzeugung heraus verpflichten wir uns, die bestmöglichen Produkte und Dienstleistungen für den Schutz und die Gesundheit von Nutz- und Heimtieren zu bieten.

Intervet Deutschland unter einem globalen Dach: MSD Tiergesundheit hat in Deutschland und weltweit eine führende Marktposition und bietet eines der größten und innovativsten Produktportfolios.

Unsere Wissenschaft für gesündere Tiere gründet sich auf ein starkes Forschungsengagement und moderne, hochwertige Produktionsverfahren. Mit motivierten Mitarbeitern und einer kundenorientierten Organisation wollen wir tagtäglich ein vertrauensvoller und beständiger Partner für Sie und Ihre Tierhalter sein.



www.msd-tiergesundheit.de

Intervet Deutschland GmbH jetzt ein Unternehmen der MSD Tiergesundheit

 **MSD**
Tiergesundheit

Vergleichsstudie zur Serokonversion von PRRS-negativen Jungsauen bei intradermaler oder intramuskulärer Applikation eines PRRS Impfstoffes

Tesfaye Worku¹, Robert Tabeling², Stephan von Berg²

¹Tierarztpraxis Dr. Tesfaye Worku, Mühlhausen/Thüringen

²Intervet Deutschland GmbH/ MSD Tiergesundheit

Einleitung

In der deutschen Schweineproduktion ist das Porcine Reproductive und Respiratorische Syndrom Virus (PRRSV) weit verbreitet. Je nach Region können bis zu 80% der Betriebe positiv sein. Die Erkrankung führt zu verlustreichen Reproduktionsstörungen, andererseits durch eine starke Immunsuppression auch zu massiven Atemwegsinfektionen im Rahmen des porcine respiratory disease complex (PRDC). Ökonomische Verluste können bis zu 125,00 € pro Sau und Jahr erreichen (Poliak et al., 2010). Die Impfung mit attenuierten Lebendimpfstoffen ist die effektivste Möglichkeit der Kontrolle der PRRSV Infektion, trotz einer oft zu beobachtenden limitierten Wirksamkeit bei heterologen Infektionen. Zur Applikation der Impfung stehen verschiedene Alternativen zur Verfügung: intramuskuläre Infektion oder, für einen Impfstoff, die intrakutane Injektion mittels eines speziellen Druckluftapplikators. (Martelli et al., 2009). Ziel der vorliegenden Untersuchung war ein Nachweis der gleichwertigen humoralen Immunantwort in einem handelsüblichen Testverfahren auf die Impfung mit beiden Applikationsrouten.

Material und Methoden

In einen Ferkelerzeugerbetrieb mit 650 Sauen (Hypor – Genetik) werden in regelmäßigen Abständen PRRSV und Actinobacillus pleuropneumoniae (APP) unverdächtige Jungsauen eingestallt. Diese werden in der Quarantäne wie folgt geimpft: bei Ankunft PRRSV (EU-Impfstoff) eine Woche später Influenza A, ab dem 180. Lebenstag Parvovirose und Rotlauf (Kombinationsimpfstoff). Im weiteren Verlauf erhalten die Jungsauen noch Impfungen gegen PCV2, Mycoplasma hyopneumoniae und atrophische Rhinitis.

Für die Untersuchung wurden von 20 PRRSV naiven Jungsauen bei Ankunft Blutproben entnommen. Die Sauen waren schon individuell mittels Ohrmarke gekennzeichnet und zum Zeitpunkt der Impfung klinisch gesund. Es wurden 2 Gruppen zu je 10 Tieren gebildet. Alle Tiere wurden, direkt nach der Blutentnahme in der Quarantäne mit einem attenuierten PRRS-Lebendimpfstoff geimpft, 10 Tiere intramuskulär, 10 Tiere intradermal. 3 Wochen nach der Impfung wurde erneut Blut entnommen bevor die zweite PRRSV Impfung stattfand.

Die Blutproben vor Impfung und 3 Wochen nach der Impfung wurden in einem kommerziellen Labor auf PRRSV Antikörper (IDEXX PRRS X3 ELISA) untersucht. Der Test wird ab einem Wert von > 0,4 positiv gewertet. Vor der Vakzination wurde per PCR Untersuchung auf PRRS Virus (LDL Virotype PRRS) kontrolliert, ob bereits eine evtl. Feldvirusinfektion vorlag.

Ergebnisse

Vor Impfung zeigten alle Jungsauen negative Ergebnisse im PRRS Virusnachweis per PCR wie auch in den Gehalten an PRRS Antikörpern im IDEXX X3 Elisa (S/P Werte < 0,4) (Abb. 1 und 2).

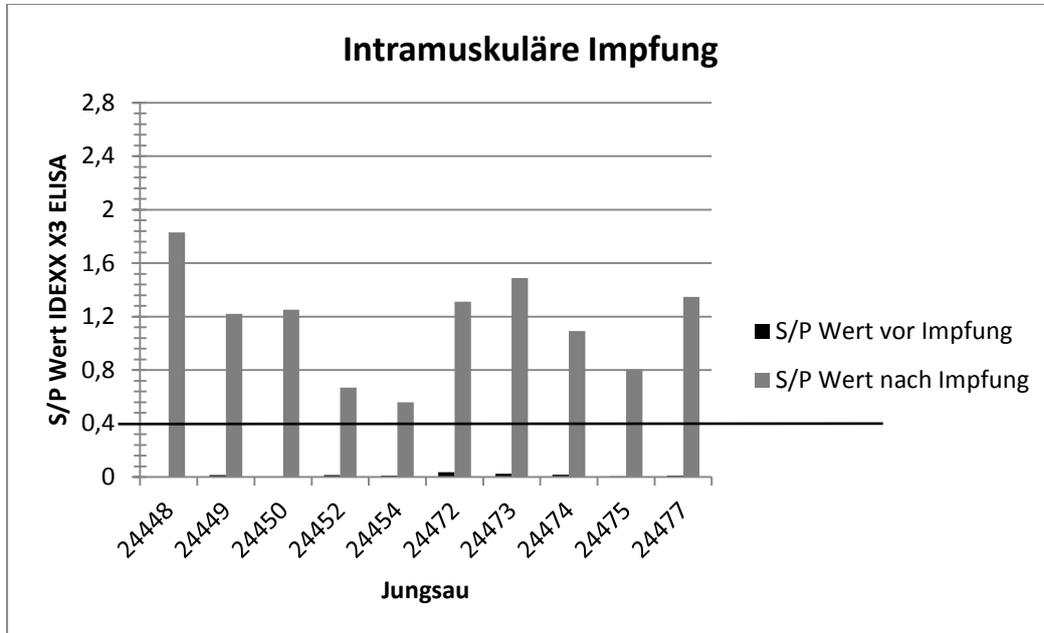


Abb. 1: Humorale Immunantwort (S/P Wert) von PRRS-naiven Jungsauen im IDEXX X3 Elisa Test nach intramuskulärer Verabreichung eines attenuierten PRRS Lebendimpfstoffes (Grenzwert 0,4)

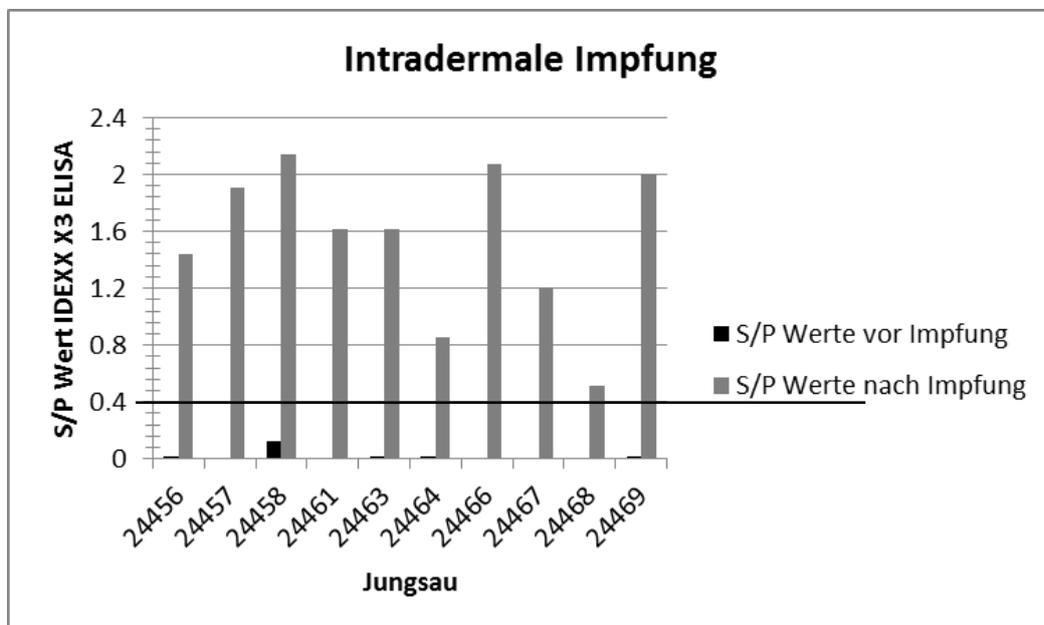


Abb. 2: Humorale Immunantwort (S/P Werte) von PRRS-naiven Jungsauen im IDEXX X3 Elisa Test nach intradermaler Verabreichung eines attenuierten PRRS Lebendimpfstoffes mit speziellem Applikationsgerät (Grenzwert 0,4)

Die Proben 3 Wochen nach Impfung waren unabhängig von der eingesetzten intradermalen oder intramuskulären Applikation im PRRSV Antikörper ELISA dagegen alle positiv (S/P Werte >0,4) (Abb. 1 und 2).

Ein Vergleich in der Höhe der Elisawerte zeigt zwar tendenziell höhere Werte für die Tiere, welche intradermal geimpft wurden und auch deutlichere Anstiege in den ermittelten Werten, doch ist diese Methodik für diese quantitativen Vergleiche nicht geeignet, so dass nur die qualitative Einschätzung zur Beurteilung der Applikationsform herangezogen werden kann.

Diskussion

Unsere Ergebnisse zeigen, dass die Impfung mit einem attenuierten PRRSV Lebendimpfstoff bei PRRS naiven Tieren zu einer deutlichen humoralen Immunantwort führt. Es konnte kein qualitativer Unterschied in der Antikörperantwort von intramuskulär und intradermal geimpften Tieren festgestellt werden. Dieses Ergebnis ist in guter Übereinstimmung mit anderen Autoren (Martelli et al., 2009 und Ferrari et al., 2012) und bestätigt deren experimentellen Untersuchungen in der Anwendung der intradermalen Anwendung in der Feldbeobachtung. Es ist davon auszugehen, dass diese Serokonversionen der Elisa-Werte unter kontrollierte Infektionsbedingungen einer gut geführten Quarantäne mit der Replikation des attenuierten PRRS Virus erklärt werden müssen, wie sie auch in anderen Untersuchungen immer wieder zu beobachten sind (Düngelhoef et al. 2014). Bzgl. der Schutzwirkung des Impfstoffes lässt sich allerdings allein von der Höhe der ermittelten Antikörper im Elisa keine sichere Aussage treffen. Der umfassende immunologische Schutz hängt nicht zuletzt auch von den zellulären Mechanismen ab, die insbesondere bei einer erfolgreichen Applikation mit Lebendvaccine zusätzlich stimuliert werden.

Schlussfolgerung

Die Verwendung eines intradermalen Impfverfahren zur Applikation einer attenuierten PRRS Lebendvaccine zieht vergleichbare humorale Antikörperreaktionen nach sich wie die standardmäßige Verwendung der intramuskulären Injektion.

Literatur

- Düngelhoef A, Lösken S, grosse Beilage E (2014): Antibody reaction in immunologically naive replacement gilts vaccinated with an attenuated PRRS live vaccine. Tierärztl Prax 2014;42 (G)
- Ferrari L, Martelli P, Saleri R, De Angelis E, Cavalli V, Bresaola M, et al. Lymphocyte activation as cytokine gene expression and secretion is related to the porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) isolate after in vitro homologous and heterologous recall of peripheral blood mononuclear cells (PBMC) from pigs vaccinated and exposed to natural infection. Vet Immunol Immunopathol. 2013;151(3-4):193-206.
- Martelli P, Gozio S, Ferrari L, Rosina S, De Angelis E, Quintavalla C, et al. Efficacy of a modified live porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) vaccine in pigs naturally exposed to a heterologous european (italian cluster) field strain: Clinical protection and cell-mediated immunity. Vaccine. 2009;27(28):3788-99.
- Poljak Z, Moreau I, Miesener M, MacDougald D, Dewey C. Cost of PRRS outbreak in a sow herd and economic analysis of control strategies. Proceedings 21st IPVS Congress, Vancouver, Canada, O.243

Verantwortlicher Autor

Dr. Robert Tabeling
Intervet Deutschland GmbH, MSD Tiergesundheit
Feldstraße 1a
87516 Unterschleißheim
robert.tabeling@msd.de

Autorenverzeichnis

Ahmetovic.....	137	Lorenz.....	194
Aichner.....	69	Lowin.....	211
Altvater.....	144	Lückstädt.....	194
Angeles Rodriguez.....	237	Lüpping.....	48
Auerbach.....	119	Männer.....	183
Aureli.....	206	Marengue.....	237
Becker.....	31	Martens.....	199
Binder.....	105	Marxen.....	242
Blanck.....	179	Massi.....	221
Braun.....	240	Mayer.....	13
Brugger.....	31	Nakamura.....	199
Brunlehner.....	233	Neser.....	26
Buffler.....	31	Nooijen.....	151
Daubner.....	158, 164	Obermaier.....	62, 69
De Sutter.....	199	Oguey.....	174, 179
Ebertseder.....	52	Ostertag.....	62, 131
Eckel.....	211	Peganova.....	183
Elsen.....	199	Piesk.....	62, 131
Engler.....	158, 164	Plascencia Jorquera.....	144
Ettle.....	62, 69, 77, 131	Potthast.....	119
Fahn.....	77	Preißinger.....	90, 98
Fremaut.....	199	Propstmeier.....	90, 98
Fru.....	206	Pröbler.....	189
Guggenbuhl.....	206	Rauch.....	41
Hahn.....	90	Reckmann.....	113
Hanauer.....	31	Rimbach.....	113
Hartwigsen.....	189	Rogge.....	144
Heißenhuber.....	7	Schatzmayr.....	151
Hellmann.....	240	Scherer.....	105
Hermsdorf.....	225	Schießl.....	7
Herrmann.....	242	Schlagheck.....	189
Janssen.....	174	Schmidhalter.....	52
Jatkauskas.....	124	Scholz.....	119
Kampf.....	199	Schuster.....	41
Kaufmann.....	105	Sczesny.....	242
Keimer.....	168	Spiekers.....	69
Kirwan.....	216	Steinruck.....	183, 225
Kissel.....	242	Stoiber.....	151
Korzekwa.....	211, 216	Strothmeyer.....	124, 151, 221
Kovács.....	221	Tabeling.....	242, 249
Kramer.....	119	Tessier.....	158, 164
Krämer.....	7	Thaller.....	189
Kroismayr.....	137	Theobald.....	194
Kühn.....	183	Tosi.....	221
Laurain.....	237	Urbaityte.....	221
Lichti.....	52	van Ooijen.....	225
Lindermayer.....	16, 90, 98, 233	Vandi.....	221

Vecht.....	179	Wendland.....	1
Vianello	211, 216	Windisch	31, 69, 77
von Berg.....	249	Wirges	124, 151, 221
von Tucher	52	Wolf.....	240
Vrotnikiene	124	Worku.....	249
Walker.....	168	Zißler	77
Wall.....	179	Zwielehner	124, 151

Sponsoren

Wir danken folgenden Firmen für ihre großzügige Unterstützung:



Addcon Europe GmbH

Zweigniederlassung Bonn
Kaiserstr. 1a
D-53113 Bonn



Agromed Austria GmbH

Bad Haller Straße 23
A-4550 Kremsmünster



Alltech Deutschland GmbH

Wiesenstraße 21 (W21)
D-40549 Düsseldorf



Agrarmarkt Austria

Marketing GmbH
Dresdner Straße 68a
A-1200 Wien



Animine

335 chemin du noyer
Fr-74330 Sillingy



BayWa AG

Futtermittel Agrar
Arabellastraße 4
D-81925 München



**Biochem Zusatzstoffe
Handels- und
Produktionsges. mbH**

Küstermeyerstrasse 16
D-49393 Lohne



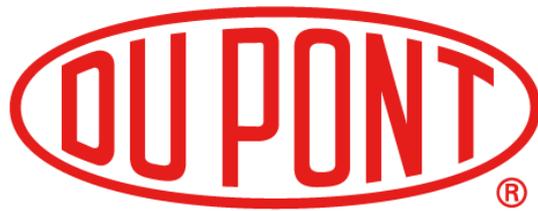
Biomim Deutschland GmbH

Röntgenstraße 27-29
D-73431 Aalen



BTC Europe GmbH

Industriestraße 20
D-91593 Burgbernheim



Danisco Deutschland GmbH

Busch-Johannsen-Straße 1
D-25899 Niebull



Delacon International

Delacon Biotechnik Ges.m.b.H.
Weissenwolfstraße 14
A-4221 Steyregg



DR. ECKEL
creative solutions

Dr. Eckel GmbH

Im Stiefelfeld 10
D-56651 Niederzissen



DSM
BRIGHT SCIENCE. BRIGHTER LIVING.

DSM Nutritional Products Ltd

P.O. Box 3255
CH-4002 Basel



EVONIK
INDUSTRIES

Evonik Industries AG

Rodenbacher Chaussee 4
D-63457 Hanau-Wolfgang



ISF GmbH

An der Mühlenau 4
D-25421 Pinneberg



Klifovet AG

Geyerspergerstr. 27
D-80689 München



**Trouw Nutrition
Deutschland GmbH**

Gempfinger Straße 15
D-86666 Burgheim



MSD Tiergesundheit

Feldstrasse 1a
D-85716 Unterschleißheim



Nor-Feed Sud

Angers Technopole
3 rue Amedeo Avogadro
F-49070 Beaucouzé



www.olmix.com

Olmix

ZA du Haut du Bois
F-56580 Bréhan



Orffa (Deutschland) GmbH

Lübecker Straße 29
D-46485 Wiesel



PANCOSMA S.A.

Voie-des-Traz 6
CH-1218 Le Grand-Saconnex



**Phytobiotics
Futtermittelzusatzstoffe GmbH**

Wallufer Straße 10a
D-65343 Eitville



Pulte GmbH & Co. KG

Südstraße 7
D-83253 Rimsting



Zoetis Deutschland GmbH

Schellingstraße 1
D-10785 Berlin
